

9

Ενότητα 1.9

ΑΛΛΗΛΟΔΕΣΜΕΥΣΕΙΣ- ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ, ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

1.9.1 Αλληλοδεσμεύσεις - Χειρισμοί

1.9.2 Συντήρηση υποσταθμού



Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτής της ενότητας, οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- ☞ να διακρίνουν την ανάγκη των αλληλοδεσμεύσεων στο χώρο του υποσταθμού.
- ☞ να διατυπώνουν παραδείγματα μηχανικών και ηλεκτρικών αλληλοδεσμεύσεων.
- ☞ να γνωρίζουν την ανάγκη συντήρησης του εξοπλισμού του υποσταθμού.

1.9.1 Αλληλοδεσμεύσεις - Χειρισμοί

Με το όρο **αλληλοδέσμευση** ή **μανδάλωση** (interlock) εννοούμε το σύνολο των διαδικασιών, που έχουν ως στόχο την αποφυγή ενεργειών με διαφορετική σειρά από τη σωστή, που μπορεί να προκαλέσουν κίνδυνο στη ζωή μας και ζημιά στον εξοπλισμό του υποσταθμού.

Ενα απλό παράδειγμα, από την καθημερινή μας ζωή, είναι το πέρασμα ενός κεντρικού δρόμου. Η σωστή σειρά των ενεργειών που πρέπει να κάνουμε για να διασχίσουμε με ασφάλεια το δρόμο είναι:

- Σταματάμε στο πεζοδρόμιο.
- Συγκεντρώνουμε την προσοχή μας στους φωτεινούς σηματοδότες.
- Όταν ανάψει το πράσινο φανάρι, και σιγουρευτούμε ότι τα διερχόμενα αυτοκίνητα σταμάτησαν, αποφασίζουμε να περάσουμε στην απέναντι πλευρά του δρόμου.

Στο χώρο ενός υποσταθμού υπάρχουν πολλές ηλεκτρικές και μηχανικές αλληλοδεσμεύσεις, που είναι απαραίτητες για τη σωστή και ασφαλή λειτουργία ενός υποσταθμού. Για παράδειγμα δεν πρέπει να ανοίξει ο αποζεύκτης αν δεν ανοίξει πρώτα, ο διακόπτης ισχύος. Η μανδάλωση δεν επιτρέπει στο χειριστή να κάνει χειρισμούς με λάθος σειρά, ακόμα και αν αυτός ξεχαστεί. Στόχος των αλληλοδεσμεύσεων είναι:

- η προστασία των ανθρώπων που χειρίζονται και συντηρούν τον υποσταθμό
- η ασφαλής λειτουργία του εξοπλισμού του υποσταθμού

Οι αλληλοδεσμεύσεις χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- Ηλεκτρικές αλληλοδεσμεύσεις
- Μηχανικές αλληλοδεσμεύσεις

1.9.1α Ηλεκτρικές αλληλοδεσμεύσεις

Οι ηλεκτρικές αλληλοδεσμεύσεις φαίνονται στα αντίστοιχα **λειτουργικά σχέδια** του υποσταθμού. Οι αλληλοδεσμεύσεις αυτές υλοποιούνται με την κατάλληλη σύνδεση των επαφών των οργάνων χειρισμού όπως μπουτόν, διακόπτες ελέγχου αλλά και των βοηθητικών επαφών του κύριου εξοπλισμού. Παρακάτω αναφέρουμε ενδεικτικά κάποιες τυπικές ηλεκτρικές αλληλοδεσμεύσεις που συναντάμε σε κάθε υποσταθμό.

Παράδειγμα 1

Μια από τις βασικές προφυλάξεις που ισχύουν σε κάθε υποσταθμό είναι η αποφυγή της **αντίστροφης λειτουργίας του Μ/Σ**, δηλαδή, αν στην πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ εμφανισθεί έστω και μια μικρή τάση, τότε αυτή θα ανυψωθεί και θα εμφανιστεί ως πολλαπλάσια τάση στην πλευρά της μέσης τάσης του Μ/Σ. Αυτό, μπορεί να είναι μοιραίο για το συντηρητή, που έχει μπει στο χώρο του Μ/Σ για να το συντηρήσει, παρόλο που έχει λάβει όλα τα μέτρα προφύλαξης για να απομονώσει τη μέση τάση.

Για να αποφύγουμε το παραπάνω ενδεχόμενο, πρέπει να μην μπορούμε να κλείσουμε το γενικό διακόπτη ισχύος στη πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ, αν δεν έχει κλείσει πρώτα ο διακόπτης στην πλευρά μέσης τάσης του Μ/Σ. Αλλά και αντίστροφα, αν ανοίξει ο διακόπτης στη μέση τάση, αυτόματα ανοίγει και ο διακόπτης στη χαμηλή τάση.

Τα παραπάνω επιτυγχάνονται με τη βοήθεια του πηνίου έλλειψης τάσης που πρέπει να διαθέτει ο διακόπτης ισχύος στη χαμηλή τάση και δεν του επιτρέπει να κλείσει αν δεν υπάρχει τάση στο καλώδιο. Αλλά και αντίστροφα, αν ο διακόπτης είναι κλειστός και χαθεί η τάση στο καλώδιο, τότε αυτόματα ανοίγει.

Παράδειγμα 2

Ο διακόπτης ισχύος SF₆ στη μέση τάση είναι συνήθως συρταρωτός και βρίσκεται πάνω σε φορείο. Το φορείο μπορεί να πάρει δύο θέσεις, τη θέση **ΣΥΝΔΕΣΗ** (ΜΕΣΑ) και τη θέση **ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ** (ΕΞΩ).

Στη θέση ΣΥΝΔΕΣΗ ο διακόπτης συνδέεται στο δίκτυο των 20 kV και λειτουργεί κανονικά.

Στη θέση ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ ο διακόπτης έχει απομακρυνθεί από το δίκτυο των 20 kV και έτσι μπορούμε να το συντηρήσουμε και να κάνουμε δοκιμές.

Αν προσπαθήσουμε να το σύρουμε στη θέση ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ από τη θέση ΣΥΝΔΕΣΗ, και ξεχάσουμε να τον ανοίξουμε (OFF), τότε θα δημιουργήσουμε τόξο. Αλλά και αντίστροφα, αν είναι στη θέση ΑΠΟΜΟΝΩΣΗ και προσπαθήσουμε να τον σύρουμε στη θέση ΣΥΝΔΕΣΗ ενώ είναι σε κατάσταση κλειστός (ON), θα δημιουργήσουμε πάλι τόξο.

Τα παραπάνω αποφεύγονται με τη βοήθεια τερματικών (οριακών) διακοπών που υπάρχουν στο φορείο του διακόπτη και δίνουν αυτόματα εντολή απόζευξης σε περίπτωση που κάνουμε κάποιο λανθασμένο χειρισμό.

1.9.1β Μηχανικές αλληλοδεσμεύσεις

Οι μηχανικές αλληλοδεσμεύσεις συνηθίζονται πολύ στις κυψέλες μέσης τάσης. Για παράδειγμα, έχουμε δει, ότι δε μπορούμε να κλείσουμε το γειωτή, αν ο διακόπτης φορτίου είναι κλειστός, αλλά και αντίστροφα, δεν μπορούμε να κλείσουμε το διακόπτη φορτίου αν ο γειωτής είναι κλειστός. Η αλληλοδεσμεύση αυτή επιτυγχάνεται με τη **βοήθεια μοχλών** που παίρνουν κίνηση από τα χειριστήρια των διακοπών.

Πολλές φορές, οι μηχανικές αλληλοδεσμεύσεις πραγματοποιούνται με τη **βοήθεια κλειδιών**. Η αρχή λειτουργίας τους στηρίζεται στην απελευθέρωση-παγίδευση ενός ή περισσότερων κλειδιών, ανάλογα με το αν ικανοποιούνται οι συνθήκες ασφάλειας.

Παράδειγμα

Το παράδειγμα αναφέρεται σε ένα κλασικό υποσταθμό που, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 1.9.1, αποτελείται από μία κυψέλη χειρισμού-προστασίας του Μ/Σ, το Μ/Σ και τον πίνακα Χ.Τ.

Στην πλευρά Μ.Τ. υπάρχει η κυψέλη χειρισμού-προστασίας του Μ/Σ που περιέχει ένα διακόπτη φορτίου με ασφάλειες και ένα γειωτή. Επίσης περιέχει ένα χωρητικό κατανεμητή που με τη βοήθεια ενδεικτικών λυχνιών μας δείχνει, αν υπάρχει τάση στο κάτω μέρος της κυψέλης.

Ο διακόπτης φορτίου και ο γειωτής είναι μηχανικά αλληλοδεσμευμένοι, έτσι ώστε να μη μπορούν να είναι και οι δύο κλειστοί.

Σκοπός της αλληλοδέσμευσης που θα αναλύσουμε είναι:

- να μη μας επιτρέψει την είσοδο στο διαμέρισμα του Μ/Σ αν ο γειωτής δεν έχει προηγουμένως κλείσει.
- να μη μας επιτρέψει το κλείσιμο του γειωτή αν ο διακόπτης ισχύος στη Χ.Τ. δεν έχει προηγουμένως κλειδωθεί στην ανοικτή θέση.

Για να καταλάβουμε τη λειτουργία της μηχανικής αλληλοδέσμευσης πρέπει να καταλάβουμε τη λειτουργία των κλειδιών **Ο** και **Σ**.

Υπάρχουν δύο διαφορετικά κλειδιά, το κλειδί **Ο** και το κλειδί **Σ**. Κλειδαριές για το κλειδί **Ο** υπάρχουν στο διακόπτη Χ.Τ. και στο γειωτή. Κλειδαριές για το κλειδί **Σ** υπάρχουν στο διακόπτη Μ.Τ. και στην πόρτα του δωματίου του Μ/Σ.

Το κλειδί **Ο** είναι παγιδευμένο στο διακόπτη Χ.Τ, δηλαδή για να απελευθερωθεί πρέπει να ανοίξει ο διακόπτης Χ.Τ.

Το κλειδί **Σ** είναι παγιδευμένο στην πόρτα της κυψέλης Μ.Τ, δηλαδή για να απελευθερωθεί πρέπει να ανοίξει ο διακόπτης Μ.Τ.

Βήμα 1

- Ανοίγουμε το διακόπτη Χ.Τ. και τον κλειδώνουμε στη θέση ΑΝΟΙΚΤΟΣ.
- Το κλειδί **Ο** απελευθερώνεται.

Βήμα 2

- Ανοίγουμε το διακόπτη Μ.Τ.
- Ελέγχουμε ότι οι ενδεικτικές λυχνίες σβήνουν.

Βήμα 3

- Με το κλειδί **Ο** ξεκλειδώνουμε το γειωτή και τον κλείνουμε.
- Το κλειδί **Ο** παγιδεύεται στην κλειδαριά του γειωτή.

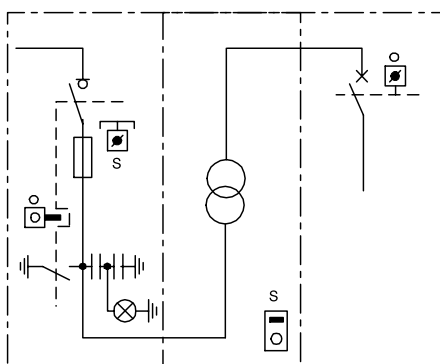
Βήμα 4

- Με το κλειδί **Σ** κλειδώνουμε το διακόπτη Μ.Τ. στην ανοικτή θέση.
- Το κλειδί **Σ** απελευθερώνεται από την κυψέλη Μ.Τ.
- Με το κλειδί **Σ** ανοίγουμε την πόρτα του δωματίου του Μ/Σ.

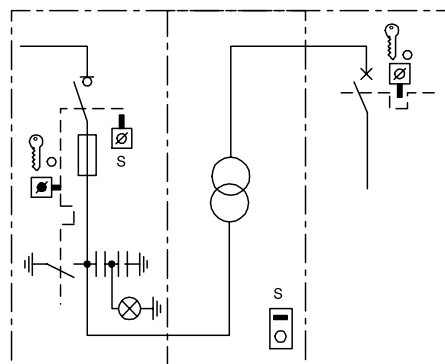
Αποτέλεσμα των παραπάνω βημάτων είναι:

- A. Ο διακόπτης MT κλειδώνεται στη θέση ΑΝΟΙΚΤΟΣ με το κλειδί S, που S βρίσκεται παγιδευμένο στην ανοικτή πόρτα του δωματίου του Μ/Σ.
- B. Ο γειωτής είναι ΚΛΕΙΣΤΟΣ αλλά όχι κλειδωμένος, δηλαδή μπορούμε να τον χειριστούμε.
- Γ. Ο διακόπτης ΧΤ είναι κλειδωμένος στη θέση ΑΝΟΙΚΤΟΣ με το κλειδί Ο, που βρίσκεται παγιδευμένο στον κλειστό γειωτή.

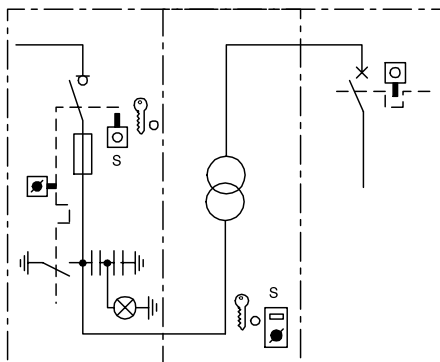
Ο Μ/Σ είναι απομονωμένος και γειωμένος με ασφάλεια και, συνεπώς, μπορούμε να ξεκινήσουμε το πρόγραμμα της συντήρησής του.



και οι δύο διακόπτες, μέσης και χαμηλής τάσης είναι κλειστοί



η είσοδος στην κυψέλη 20 kV είναι επιτρεπτή



η είσοδος στο δωμάτιο του ΜΣ είναι επιτρεπτή

- το κλειδί λείπει
- το κλειδί είναι ελεύθερο
- το κλειδί είναι παγιδευμένο

Εικόνα 1.9.1

Τα βήματα για τη ασφαλή είσοδο στο δωμάτιο του Μ/Σ

1.9.2 Συντήρηση υποσταθμού

Οι εργασίες συντήρησης στον υποσταθμό μπορούν να χωριστούν στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

1. Επιθεώρηση

Ο υποσταθμός λειτουργεί και γίνεται οπτικός έλεγχος και παρακολούθηση της κατάστασης των μηχανημάτων από το προσωπικό συντήρησης. Οι παρατηρήσεις καταγράφονται και ακολουθεί επεξεργασία με σκοπό να βγούν συμπεράσματα για τη λήψη αποφάσεων.

2. Προληπτική συντήρηση

Περιλαμβάνει λεπτομερή επιθεώρηση και περιοδικές μετρήσεις και δοκιμές στον εξοπλισμό και τις διατάξεις του υποσταθμού. Στο πρόγραμμα εφαρμογής της προληπτικής συντήρησης καθορίζονται:

- ο χρόνος μεταξύ δύο διαδοχικών συντηρήσεων,
- το πλήθος των χειρισμών μετά τη συμπλήρωση των οποίων απαιτείται συντήρηση,

- η μέγιστη διάρκεια λειτουργίας του μηχανήματος ή εξαρτήματος, μετά την οποία απαιτείται η αντικατάστασή του.

Σημείο αναφοράς είναι οι οδηγίες του κατασκευστή του μηχανήματος και η πείρα από τη χρήση.

3. Επισκευαστική συντήρηση

Η Επισκευαστική συντήρηση γενικά δε γίνεται βάσει προγράμματος. Εφαρμόζεται όταν η λειτουργία ενός μηχανήματος παρουσιάζει πρόβλημα (π.χ. υπερθέρμανση) και εκτιμάμε ότι η κατάστασή του θα επιδεινωθεί. Επίσης όταν συμβεί ένα σφάλμα στη λειτουργία του (π.χ. βραχυκύκλωμα, πτώση κεραυνού), μπορεί σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή, να απαιτείται πρόσθετος έλεγχος, προληπτική αντικατάσταση ή έκτακτη συντήρηση. Το μηχάνημα βγαίνει εκτός λειτουργίας και επισκευάζεται βάσει των οδηγιών του κατασκευαστή του.

Σκοπός της είναι να επαναφέρει τη σωστή λειτουργία του μηχανήματος.

1.9.2α Συντήρηση κύριου εξοπλισμού

Οι κατασκευαστές του εξοπλισμού του υποσταθμού, συνοδεύουν τον εξοπλισμό με αναλυτικά εγχειρίδια οδηγιών για τη σωστή χρήση αλλά και συντήρησή του. Παρακάτω αναλύεται η διαδικασία συντήρησης για το βασικό εξοπλισμό του υποσταθμού, όπως έχει καθιερωθεί από τη διεθνή πρακτική.

Διακόπτες SF₆

Η γενική συντήρηση των διακοπών SF₆, γίνεται με βάση τις καταπονήσεις που ήσουν και όχι ανά σταθερά χρονικά διαστήματα. Για παράδειγμα η γενική επιθεώρηση γίνεται ύστερα από 5.000 λειτουργίες (άνοιγμα-κλείσιμο) με εντάσεις μέχρι την ονομαστική ένταση. Σε περίπτωση λειτουργίας με ρεύμα σφάλματος, καλό είναι να γίνεται έκτακτη επιθεώρηση του διακόπτη.

Έκτακτη συντήρηση του διακόπτη γίνεται αν π.χ. αυτό υποδειχθεί από συσκευή παρακαλούθησης της κατάστασής του - εφόσον υπάρχει τέτοια συσκευή - ή αν εμφανιστεί κάποια ανώμαλη συνθήκη στο διακόπτη.

Στη γενική συντήρηση ελέγχουμε τα παρακάτω:

- Συνεχής παρακαλούθηση της πυκνότητας (πίεσης) του αερίου SF₆
- Δοκιμές καλής λειτουργίας με μηδενικό φορτίο
- Επιθεώρηση του μηχανισμού κίνησης του διακόπτη

Μετασχηματιστής λαδιού

- Οπτικός έλεγχος κάθε τρεις μήνες
- Καθαρίζουμε τη σκόνη από τους μονωτήρες (σκόνη και υγρασία βοηθάνε σε υπερπηδήσεις)
- Ελέγχουμε για πιθανή διαρροή λαδιού
- Ελέγχουμε τη στάθμη του λαδιού στο δοχείο διαστολής.

- Ελέγχουμε την κατάσταση του αφυγραντήρα ως εξής:

- γαλάζιο χρώμα → καλή κατάσταση
- ρόζ χρώμα → πρέπει να αντικαταθεί το Silica Gel (ζελατίνα πυριτίου) ή να ξηρανθεί.

Έλεγχος λαδιού κάθε χρόνο

Το ορυκτό μονωτικό λάδι, σε συνδυασμό με υλικά από κυτταρίνη (χαρτί, ταινίες βαμβακερές κ.λπ) έχει αποδειχθεί εδώ και 100 χρόνια ως ένας πολύ καλός, συνδυασμός ηλεκτρικής μόνωσης. Παρόλα αυτά, κάθε χρόνο, πρέπει να γίνεται έλεγχος της ποιότητας του λαδιού.

Ο έλεγχος γίνεται βάσει δείγματος που παίρνουμε από τη βάνα εκκένωσης του Μ/Σ. Το δείγμα πρέπει να είναι τουλάχιστον ένα λίτρο. Τα δοχεία, μπουκάλια, χωνιά που θα χρησιμοποιήσουμε, πρέπει να είναι καθαρά και στεγνά. Το δοχείο ή μπουκάλι πρέπει να σφραγιστεί ερμητικά μετά το γέμισμα.

Αν ο εργαστηριακός έλεγχος, δείξει ότι η διηλεκτρική αντοχή αλλά και τα άλλα χαρακτηριστικά του λαδιού δεν είναι εντάξει, το λάδι πρέπει να αντικατασταθεί ή να αναγεννηθεί με ειδική μηχανή καθαρισμού. Την εργασία αυτή την αναλαμβάνουν εξειδικευμένα συνεργεία.

Για την επιμήκυνση της ωφέλιμης ζωής του λαδιού, συνήθως χρησιμοποιούνται πρόσθετα (π.χ. TOPANOL σε αναλογία 0,3%), τα οποία αναμιγνύονται με το καινούργιο ή το αναγεννημένο λάδι.

Μετασχηματιστής ξηρού τύπου

Η συντήρηση του Μ/Σ ξηρού τύπου είναι μόνο εξωτερική επιθεώρηση μια φορά το χρόνο.

1.9.2β Συντήρηση του βοηθητικού εξοπλισμού

Κάθε υποσταθμός χρειάζεται για τη λειτουργία του, μια βοηθητική πηγή ηλεκτρικής ενέργειας, που πρακτικά είναι μια συστοιχία συσσωρευτών και ένας (ή δύο για λόγους ασφαλείας) φορτιστής.

Το σύστημα συσσωρευτής - φορτιστής παράγει συνεχές ρεύμα με ονομαστική τάση 24 V, 48 V, 110 V ή 220 V, που χρησιμοποιείται για τους χειρισμούς των διακοπών αλλά και τις ενδείξεις του υποσταθμού. Παρακάτω αναλύεται η διαδικασία συντήρησης των συσσωρευτών.

1. Συσσωρευτές μολύβδου

Κατά τη συντήρηση των παραδοσιακών συσσωρευτών μολύβδου γίνονται γενικά :

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

Στους **ανοικτούς συσσωρευτές μολύβδου** ελέγχεται η πυκνότητα του ηλεκτρολύτη ανά μήνα και αυτό αποτελεί μέρος της χωρητικότητας του συσσωρευτή.

Στους **κλειστούς συσσωρευτές μολύβδου** ελέγχονται οι βαλβίδες τους για τυχόν απώλεια ηλε-

κτρολύτη. Δε γίνεται μέτρηση της πυκνότητας του ηλεκτρολύτη.

Κάθε 5-10 χρόνια απαιτείται η αντικατάσταση των συσσωρευτών μολύβδου

2. Συσσωρευτές καδμίου - νικελίου

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

3. Φορτιστές

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