
Προστασία από τις τάσεις επαφής

5

Στόχοι:

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

- ✓ Γνωρίζουν τι είναι οι «τάσεις επαφής» και οι «τυχαίες τάσεις επαφής», καθώς και τον τρόπο προέλευσής τους.
 - ✓ Γνωρίζουν τις επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος πάνω στο ανθρώπινο σώμα.
 - ✓ Γνωρίζουν, ως ηλεκτρολόγοι εγκαταστάτες, τι μέτρα πρόληψης πρέπει να πάρουν για την αποφυγή ηλεκτρικού ατυχήματος και τι μέτρα όταν συμβεί ηλεκτρικό ατύχημα.
 - ✓ Γνωρίζουν τι εννοούμε με τον όρο «γείωση ηλεκτρικής εγκατάστασης», τα είδη των γειώσεων και το ρόλο τους σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση.
 - ✓ Γνωρίζουν τις διάφορες μεθόδους προστασίας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης και τον τρόπο υλοποίησής τους.
 - ✓ Γνωρίζουν τα κατασκευαστικά στοιχεία μιας εγκατάστασης γείωσης.
 - ✓ Κατανοούν τη λειτουργία ενός διακόπτη διαφυγής ρεύματος, τη μεγάλη χρησιμότητά του σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, και να γνωρίζουν τον τρόπο εγκατάστασής του και τις διάφορες ονομασίες του.
 - ✓ Κατανοούν τη σκοπιμότητα της μικρής τιμής της αντίστασης γείωσης, τον τρόπο υπολογισμού της και τις μεθόδους μέτρησης αυτής.
 - ✓ Έχουν κάποιες γενικές γνώσεις για το φαινόμενο των κεραυνών, τα χαρακτηριστικά τους, τις επιπτώσεις τους και τους τρόπους προστασίας από αυτούς.
-

5

Προστασία από τις τάσεις επαφής

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

5.2 ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

- Επιδράσεις ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα
- Πρόληψη ηλεκτροπληξίας
- Προστασία από ηλεκτρική εγκατάσταση που βρίσκεται εκτός λειτουργίας

5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- Προστασία με άμεση γείωση
- Προστασία με γείωση μέσω του ουδέτερου ή ουδετέρωση
- Προστασία μέσω διακοπών διαφυγής

5.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ

- Ηλεκτρόδια γείωσης
- Αγωγός γείωσης
- Υπολογισμός της αντίστασης γείωσης
- Μέθοδοι μέτρησης της αντίστασης γείωσης

5.5 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

- Χαρακτηριστικά κεραυνών
- Βασικά μέρη αλεξικέραυνου
- Κατηγορίες αλεξικέραυνων
- Αλεξικέραυνα για την προστασία κτιρίων

5.6 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

5.7 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

5.1 ΓΕΝΙΚΑ

Κατά τη λειτουργία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης μπορούν να εμφανιστούν βλάβες οι οποίες είναι πιθανόν να προκαλέσουν ηλεκτροπληξία σε ανθρώπους ακόμη και πυρκαγιά στην ίδια την εγκατάσταση. Για παράδειγμα αν έχουμε καταστροφή της μόνωσης των αγωγών που βρίσκονται υπό τάση, τότε μπορούν να βρεθούν υπό τάση σημεία της εγκατάστασης που στην κανονική της λειτουργία δεν πρέπει αυτά τα σημεία να έχουν τάση. Τέτοια σημεία της εγκατάστασης είναι συνήθως τα μεταλλικά

περιβλήματα των ηλεκτρικών συσκευών και γενικά των ηλεκτρικών καταναλώσεων της εγκατάστασης.

Αυτές οι τάσεις που εμφανίζονται εκεί που δεν πρέπει και με τις οποίες αν έρθουμε σε επαφή κινδυνεύουμε από ηλεκτροπληξία ονομάζονται «**τάσεις επαφής**». Μερικές φορές τα σημεία της εγκατάστασης που θα εμφανιστούν τάσεις επαφής, μπορούν να κλείσουν κάποιο κύκλωμα με αποτέλεσμα να εμφανιστούν μεγάλα ρεύματα (βραχυκυκλώματα) με κίνδυνο την πρόκληση πυρκαγιάς.

Επίσης, από απροσεξία, μπορεί να έρθουμε σε επαφή με αγωγούς που πρέπει να βρίσκονται υπό τάση ή με αγωγούς που πρέπει να βρίσκονται υπό τάση αλλά έχει καταστραφεί η μόνωσή τους. Αυτές οι τάσεις ονομάζονται «**τυχαίες τάσεις επαφής**» και είναι άμεσα επικίνδυνες για ηλεκτροπληξία.

Καθοριστικό στοιχείο της προστασίας των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων αποτελεί η ασφάλεια των ανθρώπων από ηλεκτροπληξία. Η σχεδίαση της προστασίας αποσκοπεί στο να εξασφαλιστεί ότι δεν θα εμφανιστούν επικίνδυνες «τάσεις επαφής» για τον άνθρωπο και ότι οι τάσεις και τα ρεύματα στα διάφορα στοιχεία της ηλεκτρικής εγκατάστασης θα κρατηθούν μέσα στα επιτρεπόμενα όριά τους

5.2 ΑΝΘΡΩΠΟΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

• **Επιδράσεις ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα**

Όταν ένας άνθρωπος έρθει σε επαφή με αγωγό που βρίσκεται υπό τάση, δέχεται ένα 'χτύπημα' του οποίου ο βαθμός κινδύνου εξαρτάται από την ένταση του ρεύματος που θα περάσει μέσα από το σώμα του. Η τιμή της έντασης αυτής δίνεται από τη σχέση (νόμος του Ohm) :

$$I = \frac{U}{R}$$

όπου : U είναι η τιμή της τάσης επαφής.

R είναι αντίσταση του ανθρώπινου σώματος σε Ω .

Αντίσταση ανθρώπινου σώματος :

Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει μια αντίσταση η τιμή της οποίας περίπου μεταβάλλεται ως εξής :

- 10.000 Ω : μεταξύ στεγνών χεριών ενός εργάτη.
- 5.000 Ω : μεταξύ στεγνών χεριών ενός υπαλλήλου.
- 2.000 Ω : μεταξύ υγρών χεριών ενός παιδιού

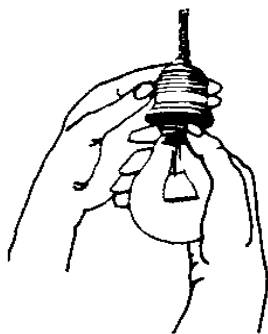
Έτσι σε επαφή με τάση το παραπάνω ρεύμα θα έχει μια τιμή χωρίς σημασία για τον άνθρωπο (θα δεχτεί ένα ελαφρύ ‘χτύπημα’) αν έρθει σε επαφή με αγωγό υπό τάση, ενώ ο ίδιος είναι μονωμένος από το έδαφος (π.χ. φορά κάλτσες και λαστιχένια παπούτσια ή βρίσκεται πάνω σε ξύλινο πάτωμα). Όμως το παραπάνω ρεύμα θα έχει μια μεγάλη τιμή για τον άνθρωπο (θα δεχτεί ένα δυνατό ‘χτύπημα’) αν αυτός δεν είναι μονωμένος από το έδαφος.

Οι επιπτώσεις γενικά του ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα, εξαρτώνται τόσο από το μέγεθος του όσο και από τη διάρκεια διέλευσης από αυτό. Στον παρακάτω **πίνακα 5.2.α** φαίνονται οι επιδράσεις του ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα, όπου το ρεύμα εκφράζεται σε **mA** ($1mA = 0,001A$).

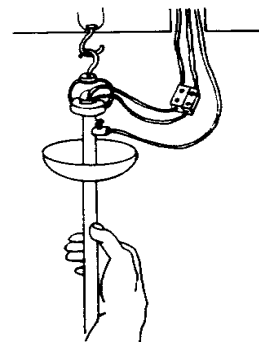
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.2.α

Ένταση ρεύματος σε mA	Επιδράσεις ηλεκτρικού ρεύματος – Αποτελέσματα
1÷5	Όχι επικίνδυνη. Η τιμή αυτή του ρεύματος δείχνει το όριο που γίνεται αυτό αντιληπτό.
5÷30	Αρχή του ηλεκτρικού χτυπήματος. Αυξάνοντας η τιμή του ρεύματος εκδηλώνονται συσπάσεις των μυών του βραχίονα και στο μπράτσο του χεριού και τείνουν να κολλήσουν στο μεταλλικό μέρος που έχει τάση.
30÷80	Επέκταση του τεντώματος στο θώρακα και στους μυς της καρδιάς. Τάση λιποθυμίας πέρα των 50 mA.
Πάνω από 80	Καρδιακό ρίγος, δηλαδή, μηδενισμός της ικανότητας λειτουργίας της καρδιάς, διαδοχικά παράλυση των νευρικών κέντρων της αναπνοής. Το αποτέλεσμα είναι σχεδόν πάντα θανατηφόρο.

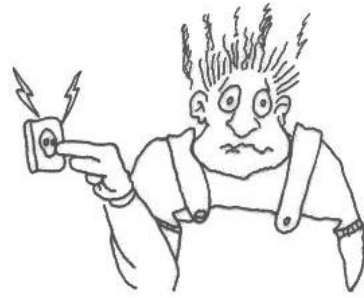
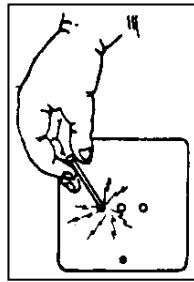
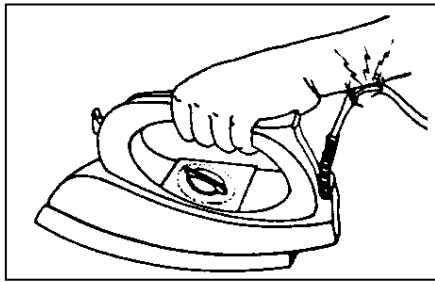
Στη συνέχεια φαίνονται διάφορες περιπτώσεις τάσεων επαφής τυχαίων ή όχι και τότε μπορούμε να προστατευτούμε.



Τυχαία τάση επαφής



Στην περίπτωση αυτή αν έχουμε τάση επαφής στο περίβλημα θα μας προστατεύσει η γείωση.



Τυχαίες τάσεις επαφής



Ο αγωγός γείωσης δεν προστατεύει τον άνθρωπο από τις τυχαίες τάσεις επαφής.

• Πρόληψη ηλεκτροπληξίας



Η ηλεκτροπληξία συμβαίνει όταν κάποιος έλθει σε επαφή με δυο αγωγούς ενός κυκλώματος ή όταν γίνει μέρος ενός ηλεκτρικού κυκλώματος. Και στις δυο περιπτώσεις τα αποτελέσματα της ηλεκτροπληξίας μπορεί να είναι οδυνηρά, γιατί μπορεί να προκληθεί διακοπή της λειτουργία της καρδιάς και των πνευμόνων. Επίσης, μπορούν να προκληθούν σοβαρά εγκαύματα εξαιτίας της θερμότητας που παράγεται από τη ροή του ρεύματος μέσα στο ανθρώπινο σώμα (νόμος του Joule).

Ως καλύτερο φάρμακο για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας κρίνεται η πρόληψη.

Έτσι :

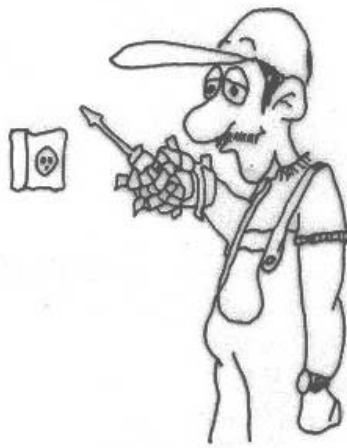
- Προσοχή σε όλες γενικά τις τάσεις.
- Να έχετε γνώση των αρχών του ηλεκτρισμού.
- Να ακολουθείτε ασφαλείς μεθόδους εργασίας και να μην επαφίεστε σε μια δεύτερη ευκαιρία.
- Ο όρος *υψηλές* και *χαμηλές* τάσεις θεωρείται εξαιρετικά παραπλανητικός.
- Όταν χρησιμοποιείτε φορητά ηλεκτρικά εργαλεία, σιγουρευτείτε ότι βρίσκονται σε ασφαλή κατάσταση λειτουργικότητας.
- Επίσης, σιγουρευτείτε ότι υπάρχει ένα τρίτο καλώδιο στην πρίζα για γείωση σε περίπτωση βραχυκυκλώματος. Θεωρητικά αν τα ηλεκτρικά

εργαλεία είναι γειωμένα και συμβεί διαρροή, τότε θα οδηγηθεί στο έδαφος διαμέσου του τρίτου καλωδίου, αντί να περάσει μέσα από το σώμα.

Σε περίπτωση ηλεκτρικού ατύχηματος θα πρέπει :

- Να διακόπτεται αμέσως το ρεύμα.
- Το άτομο που έπαθε ηλεκτροπληξία να απομακρύνεται από την επικίνδυνη περιοχή, χωρίς να δημιουργείται κίνδυνος για όσους έρχονται σε επαφή μαζί του.
- Οι πρώτες βοήθειες αρχίζουν με τεχνητή αναπνοή, μαζί με ταυτόχρονες μαλάξεις στην περιοχή της καρδιάς, αν έχει σταματήσει η λειτουργία της.
- Η τεχνητή αναπνοή και οι μαλάξεις πρέπει να συνεχίζονται και κατά τη μεταφορά, του ατόμου που έπαθε το ατύχημα, στο νοσοκομείο.

• Προστασία από ηλεκτρική εγκατάσταση που βρίσκεται εκτός λειτουργίας



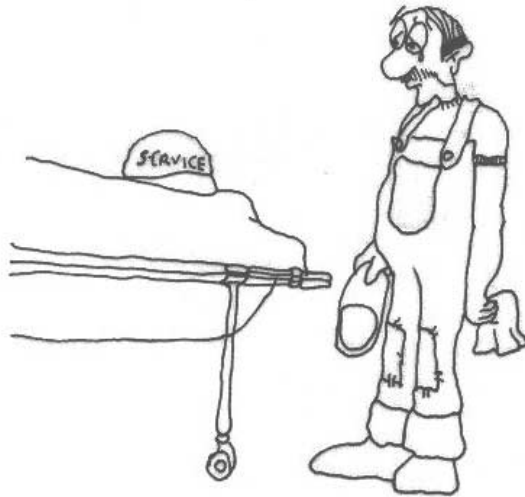
Πριν γίνει οποιαδήποτε εργασία σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση **σιγουρευτείτε** ότι η παροχή τάσης είναι αποσυνδεδεμένη από αυτή.

Κάθε φορά που ένας ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης δεν ολοκληρώνει τη δουλειά του, για οποιοδήποτε λόγο, πρέπει να εξασφαλίζει ότι η παροχή τάσης είναι αποσυνδεδεμένη, πριν συνεχίσει την εργασία του. Έτσι η ασφάλεια στις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις είναι συνυφασμένη με το «πρέπει».

Κατά το σχεδιασμό μιας ηλεκτρολογικής εργασίας πρέπει ο ηλεκτρολόγος εγκαταστάτης να λαμβάνει υπόψη τα ακόλουθα :

- Να μην φοράει κοσμήματα, δαχτυλίδια, μεταλλικό ρολόι, μεταλλικές αλυσίδες και οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο που μπορεί να πιαστεί κατά τη διάρκεια μετακίνησης μιας μηχανής και να έλθει σε επαφή με ηλεκτρικό κύκλωμα.
- Να θεωρεί όλα τα κυκλώματα επικίνδυνα, ανεξάρτητα από την τάση λειτουργίας τους.
- Να σιγουρευτεί πως ένα υλικό ή μια συσκευή είναι αποσυνδεδεμένα πριν προσπαθήσει να κάνει οποιαδήποτε επιδιόρθωση. Στην περίπτωση που αυτό δεν είναι εφικτό, να επικοινωνήσει με τον προϊστάμενό του και να πάρει όλες τις απαραίτητες προφυλάξεις για να αποφευχθεί κάποιο ατύχημα.
- Να αντιμετωπίζει όλα τα νεκρά και αποσυνδεδεμένα κυκλώματα ως ζωντανά, γιατί κάποιος μπορεί να κάνει λάθος και να κλείσει το κύκλωμα.

- Να είναι σίγουρος ότι τα υλικά και οι συσκευές είναι εκτός λειτουργίας και εκτός κυκλώματος. Σε κάθε περίπτωση να τοποθετεί ταμπέλα ‘εκτός λειτουργίας’ στο διακόπτη ή στο μηχανισμό της τροφοδοσίας.
- Να δείχνει **προσοχή** στον ηλεκτρισμό. Η ζωή που παραμελείται μπορεί να είναι και η δική του.
- Να προσέχει τα λάθη σε σχέση με το ρεύμα, γιατί το πρώτο μπορεί να είναι και το τελευταίο.



ΠΡΟΣΟΧΗ :

Το πρώτο λάθος μπορεί να είναι και το τελευταίο.

5.3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Όταν η μόνωση που προστατεύει τους εσωτερικούς αγωγούς μιας ηλεκτρικής συσκευής (πλυντήριο, ψυγείο, ηλεκτρική κουζίνα κ.λπ.) καταστραφεί, μπορεί ο αγωγός που έχει τάση να ακουμπήσει στο μεταλλικό περίβλημα της συσκευής με αποτέλεσμα να θέσει αυτό σε τάση.

Κατά συνέπεια, είναι επικίνδυνο να ερχόμαστε σε επαφή με το περίβλημα ή με μεταλλικά μέρη της συσκευής τα οποία κανονικά δεν έχουν τάση, καθώς σε περίπτωση που καταστραφεί η μόνωση, τότε αυτά θα έχουν μια διαφορά δυναμικού ως προς τη γη. Αν κάποιος έρθει σε επαφή με τα προαναφερόμενα μέρη της συσκευής τότε κινδυνεύει με ηλεκτροπληξία.

Οι μέθοδοι προστασίας που εφαρμόζονται, για την πρόληψη ηλεκτροπληξίας ή πυρκαγιάς σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, είναι γενικά μέθοδοι που εξασφαλίζουν τη διακοπή της τάσης τροφοδοσίας της εγκατάστασης μόλις εμφανιστεί κάποιο σφάλμα.

Τέτοιες μέθοδοι είναι :

1. Προστασία με άμεση γείωση
2. Προστασία με γείωση μέσω του ουδετέρου ή ουδετέρωση
3. Προστασία μέσω διακοπών διαφυγής

Γείωση γενικά ονομάζουμε την αγώγιμη σύνδεση όλων των μεταλλικών μερών των ηλεκτρικών συσκευών και ηλεκτρικών καταναλώσεων, με τη γη.

Διακρίνουμε τρία είδη γειώσεων, ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν μέσα σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση ή γενικότερα σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο :

1. **Γείωση λειτουργίας :** Είναι η γείωση ενός τμήματος της εγκατάστασης που ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας, όπως είναι για παράδειγμα ο ουδέτερος των γεννητριών, των μετασχηματιστών ή άλλων στοιχείων μιας εγκατάστασης ή ενός δικτύου παροχής ηλεκτρικής ενέργειας, που συνδέονται σε αστέρα. Η γείωση λειτουργίας εκτός από την αντίσταση του ηλεκτροδίου γειώσεως μπορεί να περιλαμβάνει και πρόσθετες ωμικές αντιστάσεις, επαγωγικές ή χωρητικές αντιστάσεις, οι οποίες βοηθούν στον περιορισμό του ρεύματος βραχυκυκλώματος.
2. **Γείωση ασφαλείας :** Είναι η γείωση ενός μεταλλικού πλαισίου του κτιρίου, μέσα στο οποίο υπάρχει η ηλεκτρική εγκατάσταση, με σκοπό τη διοχέτευση μεγάλων ρευμάτων, προς τη γη, που προέρχονται από την πτώση κεραυνών. Για τον ίδιο σκοπό τέτοια γείωση ασφαλείας εφαρμόζεται και σε εκτεθειμένες μεταλλικές κατασκευές και σε πυλώνες στήριξης γραμμών μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας
3. **Γείωση προστασίας :** Είναι η γείωση μεταλλικών τμημάτων της εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας της, όπως τα μεταλλικά περιβλήματα των ηλεκτρικών συσκευών ή των ηλεκτρικών καταναλώσεων, και τα οποία κανονικά δεν πρέπει να βρίσκονται υπό τάση. Η γείωση προστασίας αποσκοπεί στην προστασία των ανθρώπων από επικίνδυνες τάσεις επαφής, που μπορεί να προκαλέσουν ηλεκτροπληξία ή πυρκαγιά.



Η κατασκευή της γείωσης προστασίας εξαρτάται από δυο παράγοντες :

- α. Από την τάση υπό την οποία κινδυνεύουν να βρεθούν τα μεταλλικά τμήματα που γειτονεύουν με την εγκατάσταση και
- β. Από το είδος του χώρου στον οποίο βρισκόμαστε.



Ως επικίνδυνες χαρακτηρίζονται οι τάσεις που είναι :

- Μεγαλύτερες από 250 V ως προς τη γη, για όλους τους χώρους έστω και για απλή επαφή.
- Μεταξύ 50 V και 250 V ως προς τη γη, για χώρους υγρούς και για απλή επαφή.
- Από 125 V έως 250 V ως προς τη γη και για ξηρούς ή πρόσκαιρα υγρούς, εφ' όσον έλθουμε σε επαφή με το υπό τάση στοιχείο.

- Μεγαλύτερες από 500 V, μεταξύ αγωγών, και οι οποίες είναι επικίνδυνες για οποιοδήποτε χώρο κατά την επαφή με τα μεταλλικά περιβλήματα των γραμμών.



Για να αποφύγουμε την ηλεκτροπληξία από τις επικίνδυνες τάσεις, πρέπει :

1. Να καταστήσουμε απρόσιτα τα επικίνδυνα σημεία.
2. Να μονώσουμε όλα τα σημεία που δεν είναι δυνατό να τα καταστήσουμε προσιτά.
3. Να χρησιμοποιήσουμε τάσεις μικρότερες των 50 V.
4. Να γειώσουμε όλα τα εκτεθειμένα μεταλλικά εξαρτήματα, ώστε όταν εμφανιστεί επικίνδυνη τάση να ενεργοποιηθεί η αυτόματη ασφάλεια της εγκατάστασης ή το ρελέ προστασίας.



Σύμφωνα με του Κανονισμούς Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (άρθρο 16), μια γείωση είναι καλή, όταν η τάση σε περίπτωση διαρροής παραμένει κάτω των 50 V και η διακοπή γίνεται μέσα σε χρόνο 5 sec, τουλάχιστον. Η αντίσταση γείωσης δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 Ω (άρθρο 27). Μια πολύ καλή και επιθυμητή τιμή της πράξης είναι τα 2 Ω.

• Προστασία με άμεση γείωση

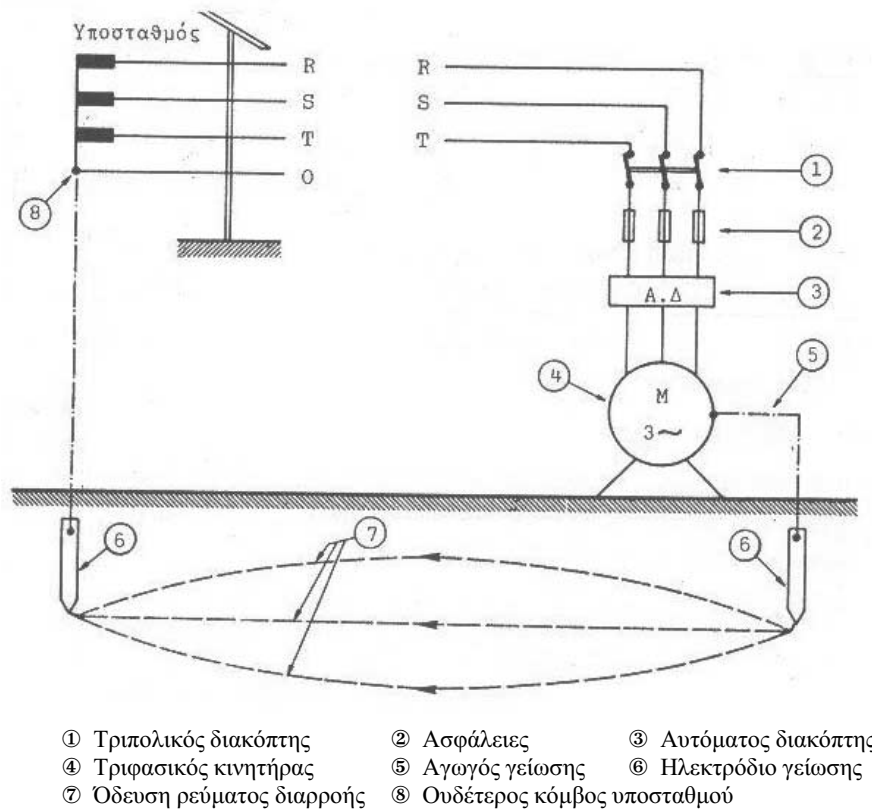
Άμεση γείωση λέγεται η αγωγή σύνδεση των μεταλλικών μερών μιας συσκευής με ένα μεταλλικό αντικείμενο που βρίσκεται μέσα στο έδαφος και λέγεται «ηλεκτρόδιο γείωσης».

Η σύνδεση της μεταλλικής επιφάνειας της συσκευής με το ηλεκτρόδιο γείωσης γίνεται με χάλκινο αγωγό κατάλληλης διατομής, που λέγεται «αγωγός γείωσης».

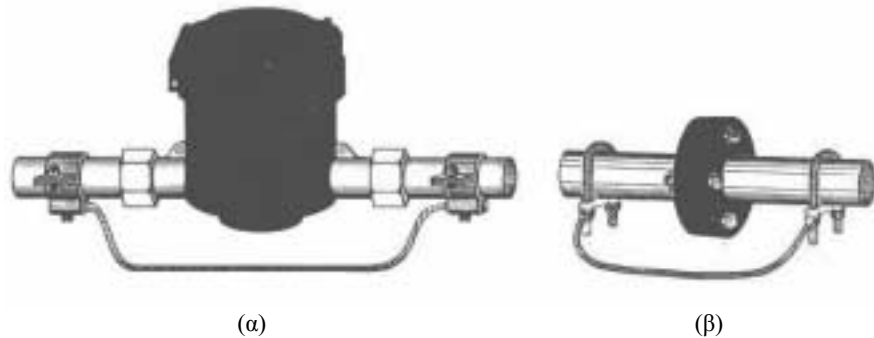
Στο Σχήμα 5.3.1, δίνεται ως παράδειγμα, μια τυπική διάταξη άμεσης γείωσης ενός ηλεκτρικού κινητήρα.

Αν η τάση προς γη δεν υπερβαίνει τα 250 V, τότε μπορούμε να γειώσουμε τις συσκευές των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων στο δίκτυο της ύδρευσης.

Η σύνδεση του αγωγού γείωσης πρέπει να γίνεται πριν από το σημείο εισόδου του σωλήνα στο μετρητή. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορούμε να κάνουμε την παραπάνω σύνδεση μετά τον μετρητή του νερού, αφού πρώτα γίνει κατάλληλη γεφύρωση στο μετρητή, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 5.3.2α. Αυτή η γεφύρωση πρέπει να γίνεται με χάλκινο αγωγό διατομής τουλάχιστον 16 mm^2 . Αν η διατομή του αγωγού της φάσης είναι μεγαλύτερη των 16 mm^2 , τότε η γεφύρωση γίνεται με αγωγό διατομής 25 mm^2 . Επίσης θα πρέπει να γίνονται γεφυρώσεις στους χαλύβδινους σωλήνες, στις θέσεις των κουτιών διακλάδωσης, των γωνιών και των μουφών, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.2β.



Σχήμα 5.3.1 Άμεση γείωση ηλεκτρικού κινητήρα

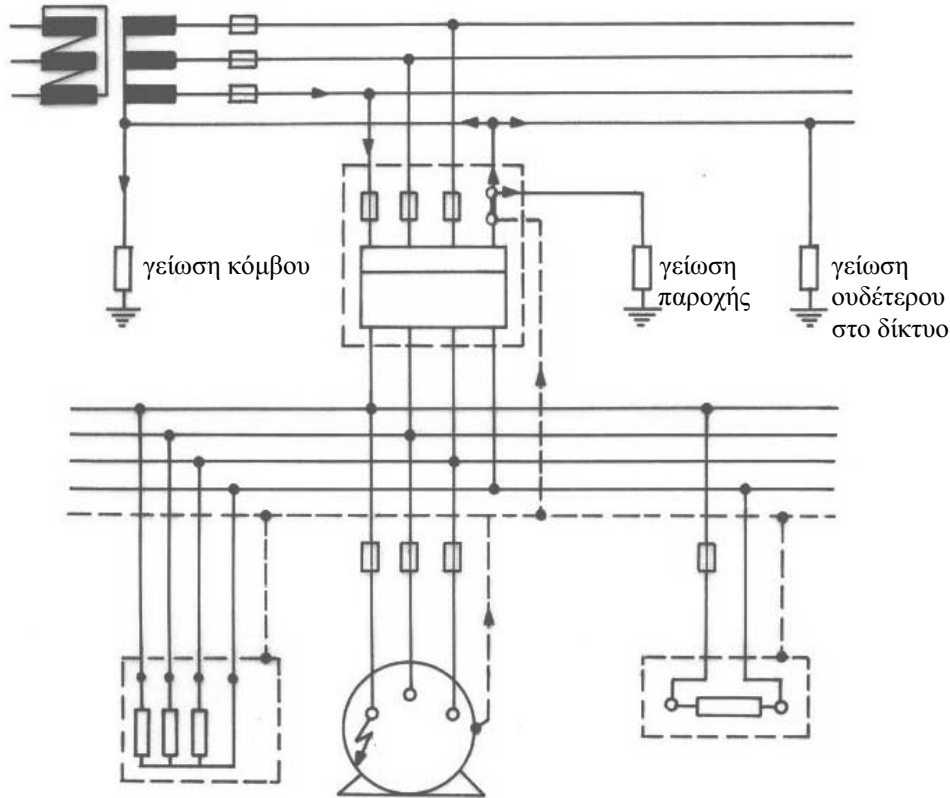


Σχήμα 5.3.2. Γεφύρωση γείωσης σε υδροσωλήνες

Η σύνδεση στους υδροσωλήνες (Σχήμα 5.3.2) γίνεται με περιλαίμια σύσφιξης από επικασσιτερωμένη ταινία χαλκού με πλάτος 25 mm και πάχος τουλάχιστο 1 mm. Αν το πάχος είναι μικρότερο του 1 mm, τότε χρησιμοποιούμε περισσότερα στρώματα ταινίας. Απαγορεύεται όμως το πάχος της ταινίας να είναι μικρότερο από 0,5 mm. Το περιλαίμιο τοποθετείται σε προσιτό σημείο της σωλήνωσης. Κάθε σύνδεση μέσα στο έδαφος πρέπει να προστατεύεται από την οξείδωση. Για το λόγο αυτό κάθε τέτοια σύνδεση καλύπτεται με ειδικό αντισκωριακό βερνίκι και στη συνέχεια με πισσωμένη γιούτα.

- Προστασία με γείωση μέσω του ουδέτερου ή ουδετέρωση

Ουδετέρωση είναι η αγώγιμη σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών με τον ουδέτερο αγωγό του δικτύου τροφοδοσίας της εγκατάστασης, όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 5.3.3.



Σχήμα 5.3.3 Ουδετέρωση

Ο αγωγός προστασίας (ο 5^{ος} αγωγός σε τριφασικές παροχές ή ο 3^{ος} σε μονοφασικές παροχές) συνδέεται με τον ουδέτερο του δικτύου πριν από τον μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας.

Σύμφωνα με τους κανονισμούς Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (άρθρο 19) για να επιτρέπεται η εφαρμογή της ουδετέρωσης σε μια εγκατάσταση, πρέπει το δίκτυο διανομής που την τροφοδοτεί αλλά και η ίδια η εγκατάσταση, να πληρούν τις παρακάτω συνθήκες :

Συνθήκη 1^η :

Για βραχυκύκλωμα σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου ή της εγκατάστασης, μεταξύ φάσης και ουδέτερου, θα πρέπει να γίνεται διακοπή της τροφοδοσίας το πολύ σε 5 sec. Σε εγκαταστάσεις που προστατεύονται με ασφάλειες η απαίτηση αυτή θεωρείται ότι εκπληρώνεται, αν το ρεύμα μεταξύ φάσης και ουδέτερου είναι μεγαλύτερο από το τριπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος της ασφάλειας που υπάρχει πριν από το σημείο βραχυκύκλωσης.

Συνθήκη 2^η :

Η αγωγιμότητα και η μηχανική αντοχή του ουδέτερου, πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσες με εκείνες των αγωγών φάσεως τόσο στο εξωτερικό δίκτυο όσο και στην εσωτερική εγκατάσταση. Εξαιρέση επιτρέπεται σύμφωνα με τον παρακάτω Πίνακα 5.3.α.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.3.α

Διατομή Αγωγού φάσης (mm ²)	Διατομή ουδέτερου αγωγού (σε mm ²) για την εφαρμογή της ουδετέρωσης	
	Ουδέτερος αγωγός σε σωλήνα ή σε καλώδιο	Ουδέτερος αγωγός σε εναέριες γραμμές (ορατές εγκαταστάσεις στην ύπαιθρο ή μέσα σε κτίρια)
0,75	0,75	-
1	1	-
1,5	1,5	-
2,5	2,5	-
4	4	4
6	6	6
10	10	10
16	16	16
25	16	25
35	16	35
50	25	50
70	35	50
95	50	50
120	70	70
150	70	70
185	95	95
240	120	120
300	150	-
400	140	-

Συνθήκη 3^η :

Ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται :

- Στους υποσταθμούς διανομής.
- Στα τέρματα των κύριων γραμμών και των διακλαδώσεων των εναέριων δικτύων και οπωσδήποτε κάθε 300 m .
- Στα εναέρια και υπόγεια δίκτυα ο ουδέτερος πρέπει να γειώνεται σε κάθε παροχή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.3, μέσω ηλεκτρόδιου διαμέτρου 25.4 mm και μήκος 2.5 m .

Η πολλαπλή και ομοιόμορφα κατανεμημένη γείωση του ουδέτερου στο δίκτυο και η επίτευξη χαμηλής αντίστασης γείωσης, στην παροχή κάθε οικοδομής, έχει ιδιαίτερη σημασία για την αποτελεσματική προστασία των ατόμων από

επικίνδυνες τάσεις επαφής. Χαμηλή αντίσταση γείωσης μπορεί να επιτευχθεί κατά την ανέγερση της οικοδομής με την εγκατάσταση της γείωσης στα θεμέλια. Στη γείωση αυτή πρέπει να συνδέονται τα μεταλλικά μέρη της οικοδομής.

Συνθήκη 4^η :

Η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου, στην οποία συμπεριλαμβάνονται και οι γειώσεις στην παροχή των καταναλωτών, δεν πρέπει να ξεπερνά τα 10 Ω. Η συνολική αντίσταση γείωσης καθορίζεται από μέτρηση στον υποσταθμό διανομής. Αν η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου είναι μεγαλύτερη από 1 Ω, πρέπει να υπάρχει στο Υποσταθμό μέσης-χαμηλής τάσης ιδιαίτερη γείωση, ανεξάρτητη από τη γείωση του ουδέτερου. Ειδικά για τους εναέριους Υποσταθμούς μέσης-χαμηλής τάσης με ξύλινους στύλους, το όριο αυτό είναι 2 Ω.

Συνθήκη 5^η :

Ο ουδέτερος αγωγός δεν πρέπει να περιλαμβάνει ασφάλειες ή διακόπτες και γενικά πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή για την εξασφάλιση της συνέχειάς του, κυρίως στα σημεία συνδέσεώς του. Σε ειδικές περιπτώσεις (άρθρο 43 και 44 των Κανονισμών) επιτρέπεται η διακοπή του ουδέτερου μέσα στις εγκαταστάσεις, μετά τη σύνδεση του ουδέτερου με τον αγωγό γείωσης.

• Προστασία μέσω διακοπών διαφυγής

Σύμφωνα με το άρθρο 19 των Κανονισμών η προστασία με «διακόπτες διαφυγής» (τάσεως ή εντάσεως), ως γενική μέθοδος προστασίας, επιτρέπεται μετά από σύμφωνη γνώμη της ΔΕΗ μόνο σε περιοχές που δεν εφαρμόζεται ουδετέρωση και που η επίτευξη της μικρής αντίστασης γείωσης, που χρειάζεται για την εφαρμογή της μεθόδου της άμεσης γείωσης, θα ήταν πολύ δαπανηρή.

Με τους διακόπτες διαφυγής επιτυγχάνεται η απόξεση του τμήματος της εγκατάστασης στο οποίο παρουσιάζεται τάση επαφής μεγαλύτερη από 50 V, σε πολύ μικρό χρόνο, ενώ η αντίσταση γείωσης μπορεί να είναι πολύ υψηλή, όπως θα δούμε στη συνέχεια.

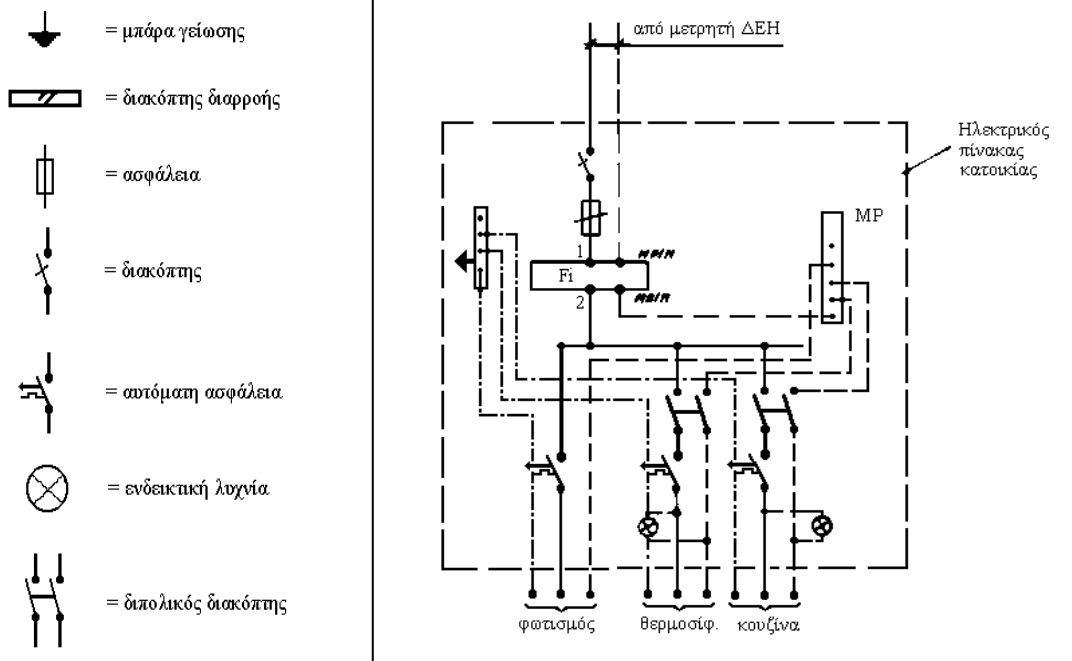
Σήμερα στην πράξη δεν χρησιμοποιούνται οι διακόπτες διαφυγής τάσης, επειδή δεν είναι αξιόπιστοι, αλλά μόνο οι **διακόπτες διαφυγής έντασης**, οι οποίοι ονομάζονται και **ρελέ προστασίας ή διαφυγής**, ή **αντιηλεκτροπληξιακοί διακόπτες**, ή **αυτόματοι διαφορικοί διακόπτες**. Χρησιμοποιούνται συνήθως παράλληλα με την ουδετέρωση ή την άμεση γείωση, αλλά αυτό δεν επιβάλλεται από τους Κανονισμούς.

Κατασκευάζονται ως διπολικοί (για μονοφασικές παροχές) ή τετραπολικοί (για τριφασικές παροχές) και για ονομαστικά ρεύματα φορτίου 25, 40 και 63 A, με περισσότερο χρησιμοποιούμενο αυτόν των 40 A. Στη συνέχεια, στο Σχήμα 5.3.4, φαίνεται η μορφή ενός τετραπολικού διακόπτη διαφυγής.



Σχήμα 5.3.4 Διακόπτης διαφυγής έντασης ή ρελέ προστασίας

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης τοποθετείται στον πίνακα κάθε ηλεκτρικής εγκατάστασης (Σχήμα 5.3.5) και προστατεύει τη ζωή των ανθρώπων σε περίπτωση διαρροής ρεύματος.



Σχήμα 5.3.5 Εγκατάσταση αυτόματου διαφορικού διακόπτη

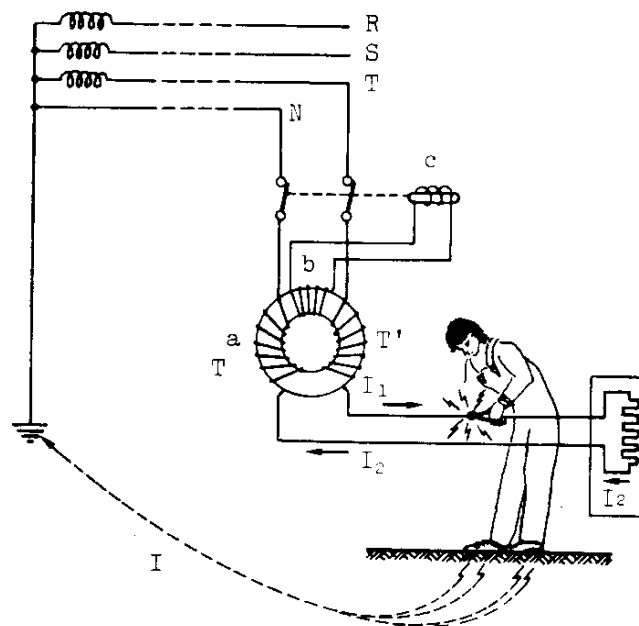


Λέγοντας «ρεύμα διαρροής» εννοούμε το ρεύμα που ρέει προς τη γη από την ηλεκτρική συσκευή.

Το ρεύμα διαφυγής μπορεί να προκληθεί από ελαττωματικές μονώσεις ηλεκτρικών συσκευών που οφείλονται, σε φθορές, σε υπερβολικές φορτίσεις ή σε εσφαλμένο χειρισμό των συσκευών.

Το στοιχείο ευαισθησίας του διακόπτη διαρροής είναι ο «διαφορικός μετασχηματιστής» ο οποίος αποτελείται από το πρωτεύον a (με δυο τυλίγματα T και T'), και από το δευτερεύον τύλιγμα b το οποίο συνδέεται στον ηλεκτρομαγνήτη C (Σχήμα 5.3.6). Σε κανονικές συνθήκες τα δυο τυλίγματα του πρωτεύοντος (T και T'), του διαφορικού μετασχηματιστή διαρρέονται από την ίδια ένταση ρεύματος, με αποτέλεσμα να μην διεγείρεται μαγνητικά ο πυρήνας του μετασχηματιστή, καθώς οι μαγνητικές επιδράσεις των ρευμάτων I_1 και I_2 αλληλοεξουδετερώνονται μεταξύ τους. Έτσι στο δευτερεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή δεν επάγεται τάση, δηλαδή δεν περνά ρεύμα από αυτό και ως εκ τούτου ο διακόπτης παραμένει κλειστός.

Αν κάποιος έλθει σε επαφή με ένα οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης που έχει τάση (για παράδειγμα με έναν αγωγό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 5.3.6), θα έχουμε διαρροή ρεύματος προς γη μέσω του ανθρώπου.



Σχήμα 5.3.6

Σχηματική παράσταση του τρόπου λειτουργίας ενός διακόπτη διαφυγής ρεύματος

Στην περίπτωση αυτή τα δυο τυλίγματα του μετασχηματιστή δεν μπορούν να διαρρέονται από την ίδια ένταση ρεύματος (το τύλιγμα T' διαρρέεται από το ρεύμα I_1 , ενώ το τύλιγμα T διαρρέεται από το ρεύμα I_2), εξ' αιτίας της οποίας στο μαγνητικό κύκλωμα αναπτύσσεται φανερά μια μαγνητική ροή που οφείλεται στη διαφορά των ρευμάτων :

$$I_{\delta} = I_1 - I_2$$

Αυτή η μαγνητική ροή περιβάλλει το δευτερεύον τύλιγμα b . Έτσι αναπτύσσεται σε αυτό μια *τάση εξ' επαγωγής*, με συνέπεια την εμφάνιση ρεύματος που ενεργοποιεί τον ηλεκτρομαγνήτη C (Σχήμα 5.3.6), με αποτέλεσμα να ανοίγει ο διακόπτης.

Ο παραπάνω διακόπτης είναι κατασκευασμένος ώστε να ενεργοποιείται περίπου με ρεύμα διαρροής $I_{\delta} = 25 \text{ mA}$. Με δεδομένο ότι τάση επαφής τουλάχιστον 50 V γίνεται πλέον επικίνδυνη, προκύπτει ότι η αντίσταση γείωσης την οποία πρέπει να έχει η εγκατάσταση είναι :

$$R_{\gamma} = \frac{50}{0,025} = 2.000 \Omega$$

Παρατηρούμε ότι αυτή η αντίσταση προσεγγίζει εκείνη του ανθρώπινου σώματος. Κατά συνέπεια, ο διακόπτης διαρροής έντασης ή ρελέ προστασίας, μπορεί να λειτουργήσει ακόμη και χωρίς γείωση.

Επιπλέον, μπορεί να προστατεύει την εγκατάσταση από τον κίνδυνο πυρκαγιάς, που μπορεί να προκληθεί από φθορά της γείωσης. Έτσι αν σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση έχουμε μια φθορά της γείωσης, με ρεύμα λίγο μικρότερο από αυτό που λειτουργεί η ασφάλεια της εγκατάστασης (π.χ. ένα ρεύμα διαρροής στη γείωση 20 A σε ασφάλεια των 25 A), δεν διακόπτεται η παροχή τάσης στην εγκατάσταση, με αποτέλεσμα να εξακολουθεί να τροφοδοτείται η γείωση με ρεύμα διαρροής με κίνδυνο έτσι την πυρκαγιά. Αντίθετα, αν η εγκατάσταση προστατεύεται με ρελέ προστασίας, δεν υπάρχει κίνδυνος να σχηματιστεί καμιά εστία πυρκαγιάς. Και αυτό συμβαίνει, καθώς με τη γέννηση του αρχικού ρεύματος, από τη φθορά της γείωσης, το ρελέ προστασίας πέφτει αυτόματα, αφαιρώντας έτσι την τάση από την εγκατάσταση.

☞ **Πλεονεκτήματα των διακοπών διαφυγής έντασης.**

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης (ή ρελέ προστασίας) σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση, εξασφαλίζει :

1. «*Σίγουρη και αποτελεσματική προστασία της ανθρώπινης ζωής από ηλεκτροπληξία*». Προστατεύει δηλαδή από επαφή με οποιοδήποτε εξάρτημα βρεθεί τυχαία υπό τάση, λόγω διαρροής ή βλάβης (π.χ. ελαττωματική ηλεκτρική κουζίνα, πλυντήριο κ.λπ.). Προστατεύει, ακόμη, και από κατευθείαν επαφή με αγωγό ρεύματος, όπως π.χ. όταν φθαρεί η μόνωση ενός καλωδίου ή όταν ένα παιδί βάζει ένα μεταλλικό αντικείμενο στην πρίζα.
2. «*Προστασία από ενδεχόμενη πυρκαγιά*». Μια τέτοια πυρκαγιά μπορεί να προκληθεί από διαρροή ρεύματος.

3. *«Συνεχή επιτήρηση της καλής λειτουργίας της εγκατάστασης».*
Αν παρουσιαστεί διαρροή στην εγκατάσταση (δηλαδή ασθενή ρεύματα διαφυγής προς τη γη, λόγω υγρασίας ή φθοράς της μόνωσης κ.λπ.), το ρελέ προστασία θα διακόψει αυτόματα, μόλις η διαρροή φθάσει σε επικίνδυνα όρια. Όταν δηλαδή, το ρελέ πέφτει χωρίς αιτία, αυτό αποτελεί σήμα κινδύνου και σημαίνει ότι η εγκατάσταση είναι ελαττωματική.
4. *«Προστασία από άσκοπη κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος, η οποία οφείλεται σε τυχόν υπάρχουσες διαρροές».*
5. *«Ιδανικό όριο επέμβασης».*
Ο αυτόματος διακόπτης έχει μεγάλη ευαισθησία, ώστε να προστατεύει απόλυτη τη ζωή του ανθρώπου. Αυτό το επιτυγχάνει δίχως να διακόπτει την εγκατάσταση από υπερβολική ευαισθησία, χωρίς ουσιαστικό λόγο, προκαλώντας κατ' αυτόν τον τρόπο ανωμαλίες στη λειτουργία.
6. *«Προστασία ακόμη και σε εγκατάσταση που δεν υπάρχει γείωση».*
Η λειτουργία του δεν εξαρτάται καθόλου από την ύπαρξη γείωσης. Η εγκατάσταση όμως της γείωσης θα γίνει κανονικά, σύμφωνα με τους Κανονισμούς των Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων.
7. *«Προστασία ακόμη και αν διακοπεί ο ουδέτερος».*
8. *«Προστασία και αν ακόμη ο μοχλός επαναφοράς του διακόπτη κρατηθεί με τη βία στη θέση λειτουργίας».*
Το ρελέ προστασίας έχει σύστημα ανεξάρτητης διακοπής, ώστε να μπορεί να διακόψει, έστω και αν το χειριστήριό του διατηρηθεί με τη βία στη θέση συνδέσεως (I).
9. *«Απομόνωση της εγκατάστασης σε περίπτωση πλημμύρας».*

☞ **Δοκιμή καλής λειτουργίας του διακόπτη διαφυγής έντασης.**

Ο έλεγχος της αποτελεσματικότητας του ρελέ προστασίας, γίνεται με ειδικό πλήκτρο δοκιμής, το οποίο δημιουργεί τεχνητές συνθήκες διαρροής.

Η δοκιμή δεν πρέπει να γίνεται ποτέ με σκόπιμη επαφή του ρεύματος, γιατί η επαφή αυτή έχει ως συνέπεια ένα πολύ οδυνηρό τίναγμα (σοκ). Επιπλέον, είναι πολύ πιθανό, παρά το δυνατό σοκ, να μη φτάσει η διαρροή στο όριο των 30 mA, οπότε βέβαια το ρελέ δεν θα διακόψει.

☞ **Τεχνικά χαρακτηριστικά.**

Οι διακόπτες αυτοί έχουν τα εξής τεχνικά χαρακτηριστικά :

- Ονομαστική ένταση
- Ονομαστική τάση
- Ικανότητα διακοπής
- Ευαισθησία αντίδρασης
- Χρόνος αντίδρασης
- Ακροδέκτες εισόδου – εξόδου
- Βαθμός προστασίας (IP)

☞ **Τοποθέτηση των διακοπών διαφυγής έντασης σε καινούργιες και παλιές εγκαταστάσεις..**

Οι διακόπτες αυτοί τοποθετούνται εύκολα σε παλιές και σε νέες εγκαταστάσεις, είτε ως χωνευτοί, είτε ως εξωτερικοί, είτε μέσα σε πίνακες.

Σχετικά με την εγκατάσταση ενός διακόπτη διαφυγής έντασης (ή ρελέ προστασίας), πρέπει να έχουμε υπόψη μας τα εξής :

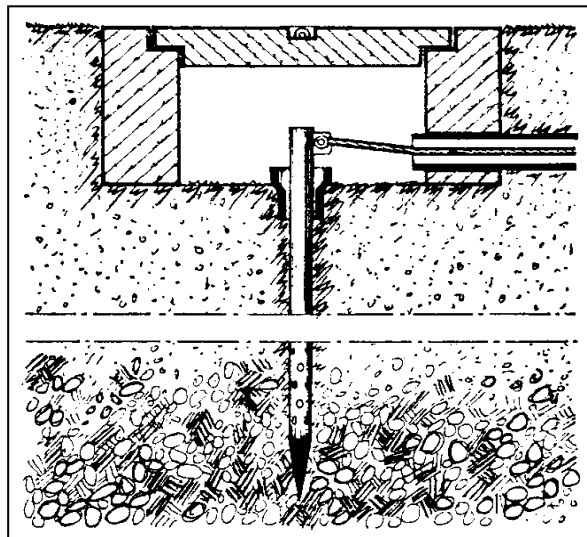
1. Στα παλιά κτίρια πρέπει να γίνεται προηγουμένως, έλεγχος της ηλεκτρικής εγκατάστασης και μετά να γίνεται η εγκατάσταση του ρελέ προστασίας.
2. Συνήθως, οι ταχυθερμοσίφωνες συνεχούς ροής (που θερμαίνουν το νερό της βρύσης, κατά τη διέλευσή του παρουσιάζουν διαρροές, οι οποίες προκαλούν την αντίδραση του ρελέ.
3. Ο διακόπτης διαρροής έντασης δεν καλύπτει την περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτωσης, γι' αυτό πρέπει να προηγούνται πάντοτε ασφάλειες.
4. Τα ρελέ προστασίας δεν μπορούν να προστατέψουν από ηλεκτροπληξία τον άνθρωπο, αν ακουμπήσει συγχρόνως **φάση** και **ουδέτερο**. Δεν υπάρχει μέθοδος προστασίας σε αυτή την περίπτωση.
5. Όταν το φορτίο υπερβαίνει το ονομαστικό ρεύμα (ανά φάση) πρέπει να κατανέμεται σε περισσότερους από έναν διακόπτες διαφυγής ρεύματος. Αν αυτό είναι αδύνατο, τότε θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί όχι για όλη την εγκατάσταση, αλλά μόνο για την προστασία φορητών συσκευών (π.χ. ηλεκτρικά τρυπάνια, μπαλαντέζες κ.λπ.) ή μόνο για την προστασία των χώρων όπου υπάρχει μεγαλύτερος κίνδυνος ηλεκτροπληξίας (π.χ. μαγειρείο, λουτρό).

5.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ

Η εγκατάσταση γείωσης περιλαμβάνει :

- το ηλεκτρόδιο γείωσης και
- τον αγωγό γείωσης ή προστασίας

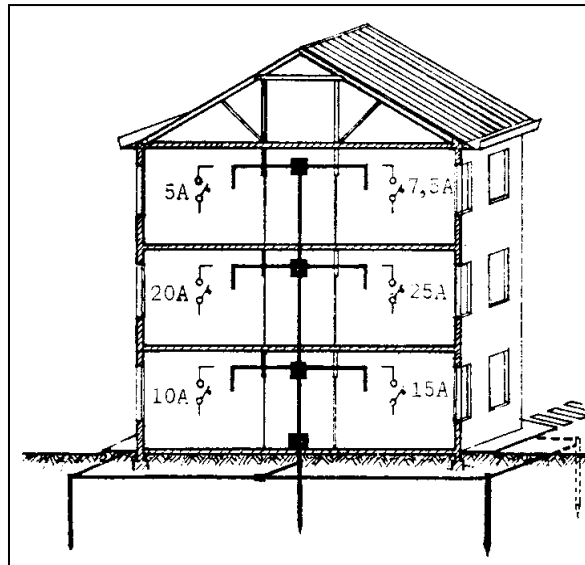
Υπάρχουν διάφοροι τύποι και μορφές «ηλεκτροδίων γείωσης» τις οποίες θα δούμε στη συνέχεια. Ένας συνηθισμένος τύπος ηλεκτροδίου γείωσης που χρησιμοποιείται, είναι ο σωληνοειδής, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 5.4.1. Κατασκευάζεται από κομμάτια γαλβανισμένου σιεροσωλήνα μήκους 1,5 έως 3 m με εξωτερική διάμετρο 40 έως 100 mm και πάχος όχι μικρότερο των 2,5 mm.



Σχήμα 5.4.1 Τομή ηλεκτροδίου γείωσης

Το ηλεκτρόδιο γείωσης στο κάτω μέρος είναι έτσι διαμορφωμένο ώστε να μπαίνει εύκολα στο έδαφος. Στο πάνω μέρος του φέρει κολάρα με τρύπα $\Phi(8-10 \text{ mm})$, για τη σύνδεση του «αγωγού γείωσης». Συνιστάται πάνω από τη διακλάδωση να κατασκευάζεται ένα φρεάτιο με ικανοποιητικό βάθος και να έχει τιμεντένιο καπάκι.

Στο ηλεκτρόδιο συνδέεται ο αγωγός γείωσης με ελάχιστη διατομή 16 mm^2 , ο οποίος οδηγείται συνήθως στο κλιμακοστάσιο της οικοδομής, όπως φαίνεται στο παρακάτω Σχήμα 5.4.2.



Σχήμα 5.4.2 Ανέβασμα και διακλάδωση του αγωγού γείωσης

Από το κλιμακοστάσιο ξεκινούν, για κάθε όροφο της οικοδομής, οι «αγωγοί προστασίας» των διαμερισμάτων και μπορούν να είναι κατασκευασμένοι από ένα μονοπολικό καλώδιο που έχει χρώμα κίτρινο με πράσινη ρήγα ή από γυμνό αγωγό, διατομής ίσης με εκείνης του αγωγού φάσης.



ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ:

1. Ο αγωγός προστασίας δεν μπορεί να θεωρηθεί ως ουδέτερος αγωγός.
2. Ο αγωγός προστασίας δεν επιτρέπεται να διακόπτεται από διακόπτες ή ασφάλειες.

• Ηλεκτρόδια γείωσης

Η αντίσταση της γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, εξαρτάται άμεσα :

- από τη μορφή και τις διαστάσεις των ηλεκτροδίων γείωσης,
- από το βάθος εγκατάστασης αυτών και
- από την ειδική αντίσταση του εδάφους.

Η ειδική αντίσταση του εδάφους εξαρτάται από την υγρασία, τη θερμοκρασία και την περιεκτικότητα του σε άλατα. Η ακριβής τιμή της ειδικής αντίστασης των διαφόρων εδαφών προσδιορίζεται μόνο με μετρήσεις. Ενδεικτικές τιμές που μπορούν

να θεωρηθούν ως μέσες τιμές δίνονται στον επόμενο *πίνακα 5.4.α*, που αντιστοιχούν σε $1 m^3$ χώματος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.α

Μέσες ενδεικτικές τιμές ειδικής αντίστασης εδαφών (σύμφωνα με το άρθρο 27 των Κανονισμών)						
Έδαφος	Ελώδες υγρό	Αργιλώδες πηλώδες ή αργού	Υγρή άμμος	Υγρά χαλίκια	Ξηρή άμμος και ξηρά χαλίκια	Πετρώδες (βράχος)
$\rho(\Omega \cdot m)$	30-50	100	200	500	1.000	3.000

Σύμφωνα με το άρθρο 26 των Κανονισμών, ως ηλεκτρόδια γείωσης μπορούν να χρησιμοποιηθούν :

- Το δίκτυο ύδρευσης
- Μεταλλικές πλάκες
- Μεταλλικές ταινίες
- Μεταλλικοί σωλήνες

Τα ηλεκτρόδια γείωσης (άρθρο 27 των Κανονισμών) πρέπει να κατασκευάζονται από χαλκό ή χυτοσίδηρο ή θερμά επιψευδαργυρωμένο σίδηρο. Πλάκες από καθαρό ψευδάργυρο, ορείχαλκο ή αργίλιο και κράματα αυτού δεν είναι κατάλληλα για ηλεκτρόδια γείωσης. Οι χάλκινες πλάκες πρέπει να έχουν πάχος $1 mm$ και οι σιδηρελασμάτινες $2,5 mm$ τουλάχιστον. Οι χάλκινες ταινίες πρέπει να έχουν διατομή $90 mm^2$ τουλάχιστον και πάχος όχι μικρότερο των $3 mm$. Αν οι ταινίες είναι από σίδηρο, τότε οι παραπάνω ελάχιστες διαστάσεις γίνονται αντίστοιχα $150 mm^2$ και $5 mm$. Όταν χρησιμοποιούνται μεταλλικές ταινίες για ηλεκτρόδια γείωσης, πρέπει αυτές να επεκτείνονται έξω από τη γη και η σύνδεση του αγωγού γείωσης να γίνεται σε προσιτά σημεία. Για τη γείωση στον υδροσωλήνα χρησιμοποιούνται περιλαίμια σύσφιξης από χάλκινη επικασιτερωμένη ταινία μήκους $25 mm$. Το πάχος της ταινίας αυτής για ένα στρώμα περιέλιξης ορίζεται σε $1 mm$ και για περισσότερα, σε $0,5 mm$.

Η επιφάνεια επαφής των ηλεκτροδίων γείωσης με το έδαφος πρέπει να έχει εμβαδόν $0,5 m^2$ τουλάχιστον.

Οι αντιστάσεις γείωσης που επιτυγχάνονται με τα παραπάνω ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να είναι μικρότερες των 20Ω .

Στην περίπτωση χρήσης διακόπτη διαρροής, η επιφάνεια του ηλεκτροδίου γείωσης μπορεί να είναι $0,125 m^2$. Ως ηλεκτρόδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν χάλκινες πλάκες διαστάσεων $25x25cm$ ή σιδηροσωλήνες γαλβανισμένοι $\Phi 1''$ ή $\Phi 2''$

και μήκους 2m ή 1 m αντίστοιχα. Η αντίσταση γείωσης πρέπει να είναι μικρότερη των 500 Ω (Κανονισμοί – Παράρτημα II).

Στους επόμενους **Πίνακες 5.4.β** και **5.4.γ**, δίνονται οι αντιστάσεις γείωσης διαφόρων ειδών ηλεκτροδίων γείωσης για ειδική αντίσταση του εδάφους $\rho = 100 \Omega \cdot m$, και οι ελάχιστες διατομές διαφόρων ειδών ηλεκτροδίων γείωσης από διάφορα υλικά, αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.β

Είδος ηλεκτροδίου	▪ Ταινία και συρματόσχοινο ▪ Μήκος				▪ Ράβδος και σωλήνας ▪ Μήκος				▪ Πλάκα ορθογώνια, τοποθετημένη κατακόρυφα σε βάθος 1m (από την πάνω πλευρά)	
	10 m	25 m	50 m	100 m	1 m	2 m	3 m	5 m	0,5 m x 1 m	1 m x 1 m
Αντίσταση γείωσης (Ω)	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

Σημείωση:

Για άλλες ειδικές αντιστάσεις εδάφους ρ , οι πιο πάνω αντιστάσεις γείωσης πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή ρ/ρ_1 .

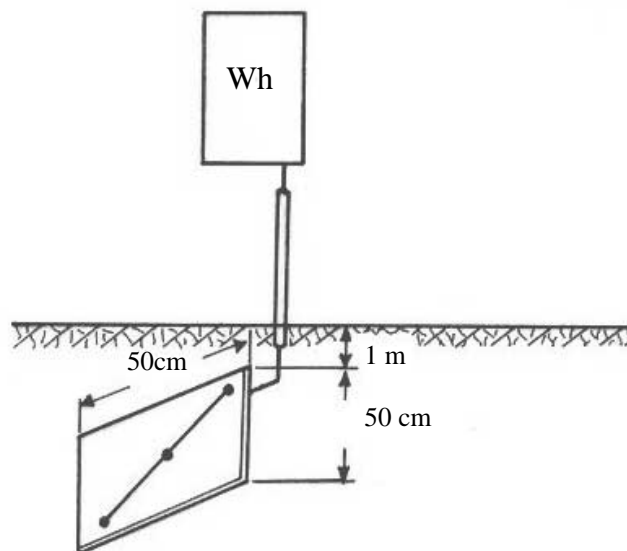
ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.γ

Είδος ηλεκτροδίου	Υλικό ηλεκτροδίου γείωσης		
	Γαλβανισμένος χάλυβας	Επιχαλωμένος χάλυβας	Χαλκός
Ταινίες	<ul style="list-style-type: none"> Χαλύβδινη ταινία 100 mm² και ελάχιστου πάχους 3 mm Συρματόσχοινο διατομής 95 mm² (όχι με λεπτά συρματίδια) 	50 mm ²	<ul style="list-style-type: none"> Ταινία χαλκού 500 mm και ελάχιστου πάχους 2 mm. Συρματόσχοινο διατομής 35 mm²
Ηλεκτρόδια ράβδων	<ul style="list-style-type: none"> Χαλύβδινος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 1 ίντσας και ελάχιστου πάχους 2 mm Χαλύβδινη ράβδος τυποποιημένης διατομής O, L, U, T, I σύμφωνα με τη ΔΕΗ (συνήθως διατομής 100 mm²) 	<ul style="list-style-type: none"> Χάλυβας διαμέτρου 15 mm με στρώμα χαλκού πάχους 2,5 mm² 	<ul style="list-style-type: none"> Χάλκινος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 30 mm και ελάχιστου πάχους ελάσματος 3 mm
Πλάκες	<ul style="list-style-type: none"> Χαλύβδινο έλασμα πάχους 3 mm 	-----	<ul style="list-style-type: none"> Χάλκινο έλασμα πάχους 2 mm

Εγκατάσταση γείωσης με χάλκινη πλάκα

Στην περίπτωση χρήσης χάλκινης πλάκας η εγκατάσταση αυτής φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 5.4.3 και γίνεται ακολουθώντας τα παρακάτω :

- Ανοίγεται λάκκος βάθους 1 m τουλάχιστον.
- Καλύπτεται ο πυθμένας αυτού με στρώμα χλωριούχου νατρίου (NaCl) ή άμμου ή σκόνης από γαιάνθρακα πάχους 10 cm τουλάχιστον.
- Στο παραπάνω στρώμα τοποθετείται η χάλκινη πλάκα.
- Στην πλάκα συνδέεται ο αγωγός γείωσης με τρεις ή ένα κλάδο.
- Καλύπτουμε την πλάκα με σκόνη γαιάνθρακα και στη συνέχεια γεμίζουμε το λάκκο με χώμα.



Σχήμα 5.4.3 Εγκατάσταση γείωσης με χάλκινη πλάκα

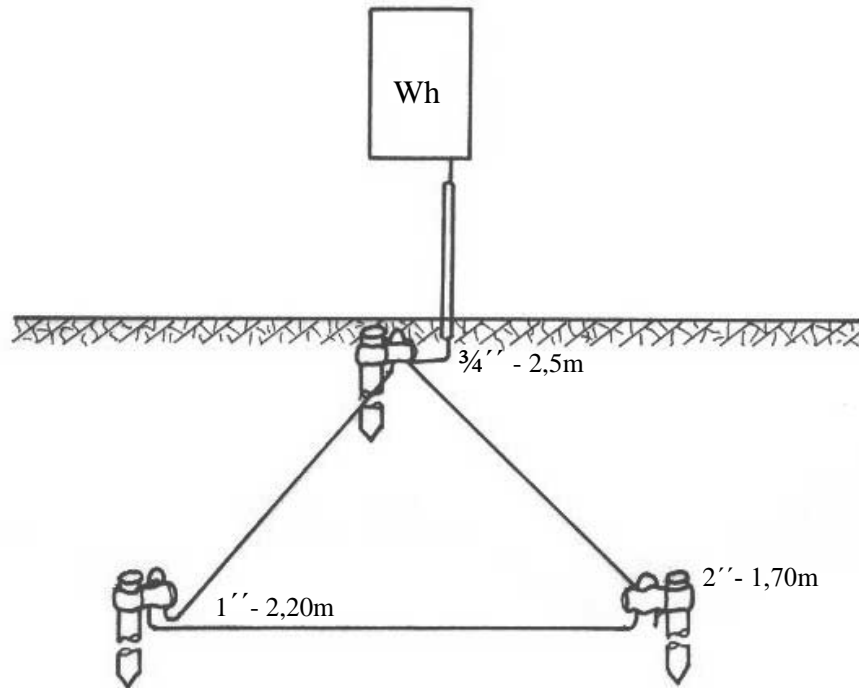
Αν ο χώρος που βρίσκεται ο λάκκος δεν είναι υγρός, τότε καλό είναι να ποτίζεται αυτός, ώστε η αντίσταση γείωσης να είναι μικρή. Η πείρα έδειξε, ότι για μεγαλύτερη ασφάλεια σε περίπτωση καθιζήσεων, η χάλκινη πλάκα θα πρέπει να τοποθετείται κατακόρυφα και όχι οριζόντια.

- Στη χώρα μας χρησιμοποιούνται χάλκινοι ράβδοι, ή χαλβανισμένοι σιδηροσωλήνες $\Phi 1 \frac{1}{2}$ και μήκους 2,5 m. Οι σωλήνες αυτοί χρησιμοποιούνται μόνοι τους ή σε συνδυασμό ισόπλευρου τριγώνου. Τα ηλεκτρόδια γείωσης πρέπει να απέχουν από τη βάση του αντίστοιχου κτιρίου τουλάχιστον 3 m. Όταν χρησιμοποιούνται ηλεκτρόδια γείωσης από ταινίες, θα πρέπει αυτές να βρίσκονται σε βάθος 80 cm στο έδαφος κατά δικτυωτό τρόπο με συνολικά ελάχιστο επιτρεπόμενο μήκος 10 m. Αν η αγωγιμότητα του εδάφους δεν είναι ικανοποιητική, τότε γίνεται κλωβός ταινιών στο κτίριο. Στην περίπτωση αυτή οι επεκτάσεις των ταινιών στις γωνίες του κλωβού είναι 10 m τουλάχιστον.

Εγκατάσταση γείωσης τριγώνου

Το τρίγωνο γείωσης κατασκευάζεται από τρεις σιδηροσωλήνες γαλβανισμένες που τοποθετούνται στις κορυφές ισόπλευρου τριγώνου πλευράς 3 m .

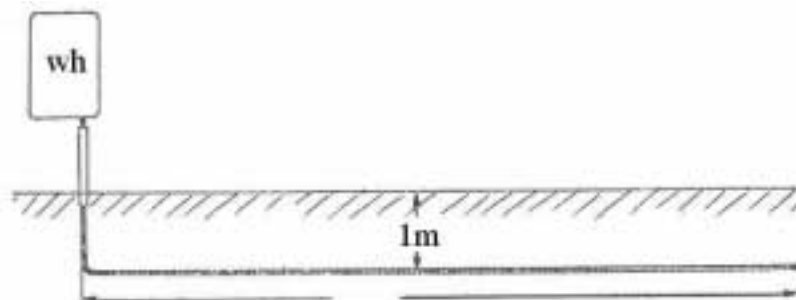
Οι συνδέσεις πρέπει να πραγματοποιούνται με κολάρα γείωσης τα οποία πρέπει να βάζονται με μίνιο ή με πίσσα για να αποφεύγεται η οξειδωση. Στο επόμενο Σχήμα 5.4.4 φαίνεται η κατασκευή του τριγώνου γείωσης.



Σχήμα 5.4.4 Κατασκευή τριγώνου γείωσης

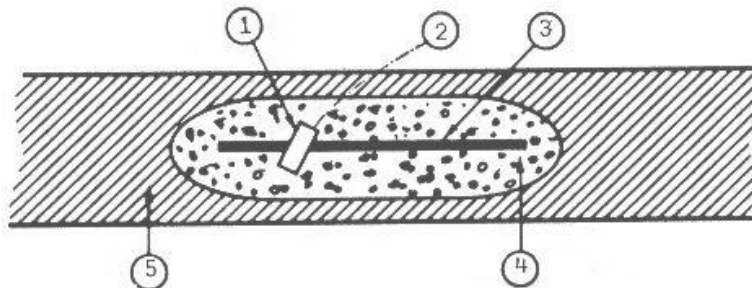
Εγκατάσταση γείωσης με γάλκινο αγωγό

Για εγκατάσταση γείωσης με χάλκινο χρησιμοποιείται αγωγός μήκους 6 m και διατομής 35 mm². Ο αγωγός τοποθετείται στο έδαφος όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 5.4.5.



Σχήμα 5.4.5 Εγκατάσταση γείωσης με χάλκινο αγωγό

Αν το έδαφος είναι πετρώδες, τότε η γείωση πραγματοποιείται με ταινίες, όπως φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 5.4.6. Η ταινία τοποθετείται σε βάθος 80 cm τουλάχιστον.



- ① κολάρο γείωσης ② αγωγός γείωσης ③ ηλεκτρόδιο γείωσης (μεταλλική ταινία)
 ④ λάκκος με πηλό ⑤ πετρώδες έδαφος

Σχήμα 5.4.6 Εγκατάσταση γείωσης σε πετρώδες έδαφος

• Αγωγός γείωσης

Ο αγωγός γείωσης ή προστασίας συνδέει το ηλεκτρόδιο γείωσης με τα μεταλλικά μέρη των ηλεκτρικών συσκευών.

Για άμεση γείωση ή ουδετέρωση, ο αγωγός γείωσης για διατομές μέχρι 16 mm^2 πρέπει να έχει αγωγιμότητα τουλάχιστον ίση με αυτή των αντίστοιχων ενεργών αγωγών (φάσεων και ουδέτερου). Αν ο αγωγός αυτός τοποθετείται ανεξάρτητα από τους αγωγούς τροφοδοσίας, η διατομή του δεν μπορεί να είναι μικρότερη των $2,5 \text{ mm}^2$. Προκειμένου για γείωση με διακόπτη διαφυγής, το υπόγειο τμήμα του αγωγού γείωσης θα πρέπει να έχει διατομή ισοδύναμης αγωγιμότητας με χάλκινο αγωγό διατομής τουλάχιστον 25 mm^2 .

Όταν γίνεται χρήση γυμνού χάλκινου αγωγού γείωσης, αυτός πρέπει να έχει διατομή τουλάχιστον 6 mm^2 και να μην εκτίθεται σε μηχανικές βλάβες ή διαβρώσεις. Επίσης ο γυμνός αγωγός δεν πρέπει να βρίσκεται κοντά σε εύφλεκτες ύλες.

Για διατομές μικρότερες των 6 mm^2 ο αγωγός γείωσης πρέπει να είναι μονωμένος και εγκατεστημένος ως ενεργός αγωγός. Επίσης αυτός πρέπει να είναι εύκολα αναγνωρίσιμος.

Κατά VDE-0190 και VDE-0855 ορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες διατομές αγωγών γείωσης :

- Λουτρά (γενικά) $4 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Αλεξικέραυνο $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$
- Κεραίες $10 \text{ mm}^2 \text{ Cu}$

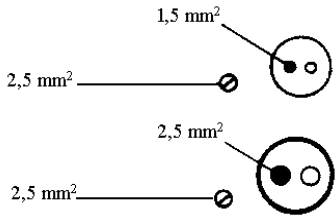
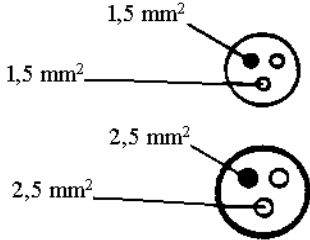
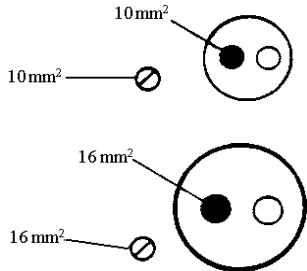
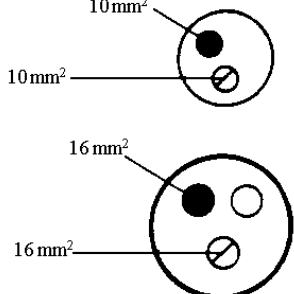
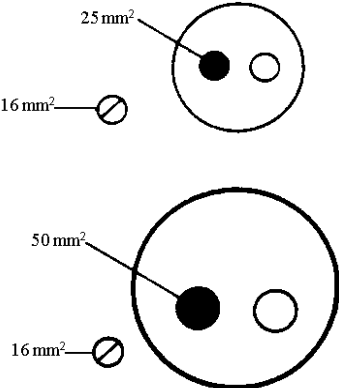
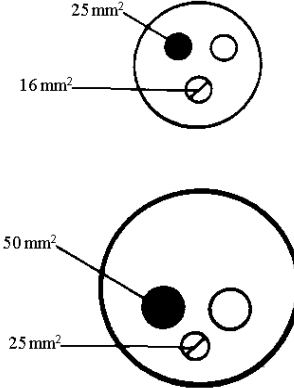
Για εγκαταστάσεις πάνω από 1kV ορίζονται οι παρακάτω ελάχιστες διατομές (VDE-0141/παράγραφος 13).

- Χάλυβας γαλβανισμένος ή επιχαλωμένος 50 mm^2
- Χαλκός 16 mm^2
- Αλουμίνιο 35 mm^2

Το υπόγειο τμήμα ενός αγωγού γείωσης πρέπει να βρίσκεται σε βάθος $0,8 \text{ m}$ και να τοποθετείται σε χώμα μαλακό και όχι πετρώδες. Η σύνδεση του αγωγού γείωσης με το ηλεκτρόδιο γείωσης γίνεται με τη βοήθεια μεταλλικών περιλαίμιων. Για γείωση σε υδροσωλήνες χρησιμοποιούνται περιλαίμια από χάλκινη επικασιτερωμένη ταινία πλάτους 25 mm . Το πάχος της ταινίας είναι 1 mm και ποτέ μικρότερο από $0,5 \text{ mm}$.

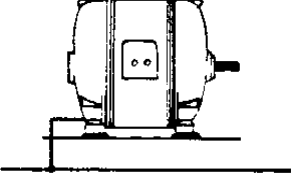
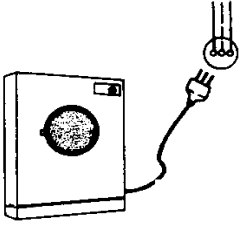
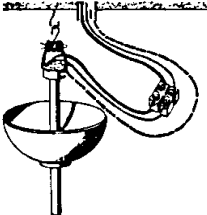
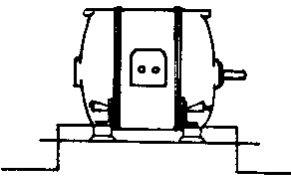
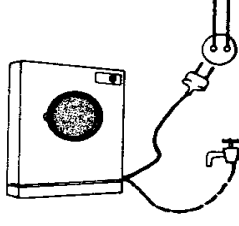
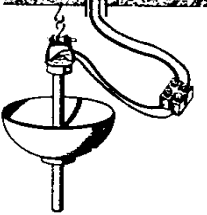
Στον **Πίνακα 5.4.δ** δίνονται ως παράδειγμα οι ελάχιστες διατομές αγωγών γείωσης, σε σχέση με τις διατομές των ενεργών αγωγών, όταν αυτοί τοποθετούνται ανεξάρτητα από τους ενεργούς αγωγούς και όταν αυτοί τοποθετούνται μαζί με τους ενεργούς αγωγούς στον ίδιο σωλήνα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.δ

<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\leq 2,5 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός γείωσης $2,5 \text{ mm}^2$ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\leq 2,5 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός φάσης ίδιας διατομής 
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ και $\leq 16 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός γείωσης ίδιας διατομής 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\geq 2,5 \text{ mm}^2$ και $\leq 16 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός γείωσης ίδιας διατομής 
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\geq 16 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός γείωσης διατομής 16 mm^2 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Αγωγοί φάσης $\geq 16 \text{ mm}^2$ ▪ Αγωγός γείωσης μισής διατομής του αγωγού φάσης και όχι μικρότερης των 16 mm^2 

Στον **Πίνακα 5.4.ε** δίνονται παραδείγματα του τρόπου γείωσης διαφόρων ηλεκτρικών συσκευών σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.ε

 <p style="text-align: center;"><u>Επιτρέπεται</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>Επιτρέπεται</u></p>	 <p style="text-align: center;"><u>Επιτρέπεται</u></p>
 <p style="text-align: center;"><u>Απαγορεύεται</u> η διακοπή του αγωγού γείωσης ή προστασίας</p>	 <p style="text-align: center;"><u>Απαγορεύεται</u> για γείωση ή σύνδεση στο ρουμπινιέ του νερού</p>	 <p style="text-align: center;"><u>Απαγορεύεται</u></p>

- **Υπολογισμός της αντίστασης γείωσης**

Οι κανονισμοί των Ε.Η.Ε προβλέπουν ότι σε περίπτωση βλάβης, η τάση μεταξύ των μεταλλικών μερών των οικιακών ηλεκτρικών συσκευών και της γης, δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 50 V, ώστε να προλαμβάνονται αποτελέσματα επικίνδυνα για τον ανθρώπινο οργανισμό.

Έτσι η αντίσταση της γείωσης (R_Y) καθορίζεται με βάση την ακόλουθη σχέση (νόμος του Ohm) :

$$R_Y = \frac{50}{I_S} \text{ Ohm}$$

όπου I_S η μεγαλύτερη τιμή του ρεύματος, το οποίο προκαλεί την ενεργοποίηση των διατάξεων προστασίας (αυτόματες ασφάλειες ή ασφάλειες τήξης) σε χρόνο μικρότερο του 5 sec.

Η ενδεδειγμένη τιμή του ρεύματος I_S δηλαδή το ρεύμα που ενεργοποιεί το μηχανισμό διακοπής της αυτόματης ασφάλειας ή λιώνει τις ασφάλειες τήξης προκύπτει από τις χαρακτηριστικές καμπύλες (“B”, “C”, “D”) για τις αυτόματες ασφάλειες ή από τις καμπύλες χρόνου διακοπής – ρεύματος για τις ασφάλειες ταχείας

ή βραδείας τήξης, που είδαμε σε προηγούμενο κεφάλαιο και οι οποίες δίνονται από τους κατασκευαστές. Η τιμή αυτή του ρεύματος I_S είναι πολλαπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος της αυτόματης ασφάλειας I_N , που αναγράφεται πάνω σε αυτές. Οι αυτόματες ασφάλειες τύπου “B” ή “C” χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα που δεν εμφανίζουν υπερεντάσεις περιορισμένης διάρκειας. Στις περιπτώσεις παροδικών υπερεντάσεων χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες τύπου “D” (όπως για παράδειγμα στην εκκίνηση ηλεκτρικών κινητήρων). Στις οικιακές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις χρησιμοποιούνται αυτόματες ασφάλειες τύπου “B” ή “C”.

Έτσι αν θεωρήσουμε, ως παράδειγμα, ηλεκτρική εγκατάσταση με αυτόματη ασφάλεια τύπου “B” ονομαστικού ρεύματος $I_N = 25$ A, για χρόνο το πολύ 5 sec, προκύπτει ρεύμα $I_S = 3 \cdot I_N$ και επομένως η εγκατάσταση γείωσης πρέπει να έχει αναγκαστικά αντίσταση γείωσης :

$$R_Y = \frac{50}{3 \cdot 25} = 0,66 \Omega$$

Η τιμή αυτή της αντίστασης (πολύ χαμηλή), είναι εφικτή χρησιμοποιώντας ένα σύστημα γείωσης περισσότερων ηλεκτροδίων. Κατά προτίμηση αυτά τοποθετούνται κατά μήκος της περιφέρειας του κτιρίου, σε απόσταση 5 m και συνδέονται με τον αγωγό γείωσης, ο οποίος πρέπει να είναι τοποθετημένος στο έδαφος και σε βάθος περισσότερου του μισού μέτρου.

Ο Πίνακας 5.4.ζ τη μεγαλύτερη επιτρεπτή αντίσταση γείωσης σε συνάρτηση με το ονομαστικό ρεύμα των συσκευών που προστατεύονται έναντι των υπερφορτώσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.4.ζ

	Αντίσταση γείωσης, σε συνάρτηση με το ρεύμα των συσκευών που προστατεύονται, έναντι των υπερφορτώσεων				
Ονομαστικό ρεύμα (A)	6	10	16	20	25
Η μεγαλύτερη τιμή της αντίστασης γείωσης R_Y $R_Y = \frac{50V}{I_S} = \frac{50}{5 \cdot I_{ov}}$	1,66	1,00	0,62	0,50	0,31

Οι μεγαλύτερες τιμές της αντίστασης γείωσης R_Y , που αναφέρονται στον Πίνακα 5.4.δ, προκύπτουν αν θεωρήσουμε ένα ρεύμα διακοπής 5 φορές το ονομαστικό ρεύμα. Επειδή δεν είναι δυνατό να φτάσουμε σε τιμές αντίστασης γείωσης πολύ

χαμηλές, χρησιμοποιούμε διακόπτες διαφυγής έντασης (ρελέ προστασίας), καθώς αυτοί, όπως είδαμε, απαιτούν μεγαλύτερες τιμές αντίστασης γείωσης.

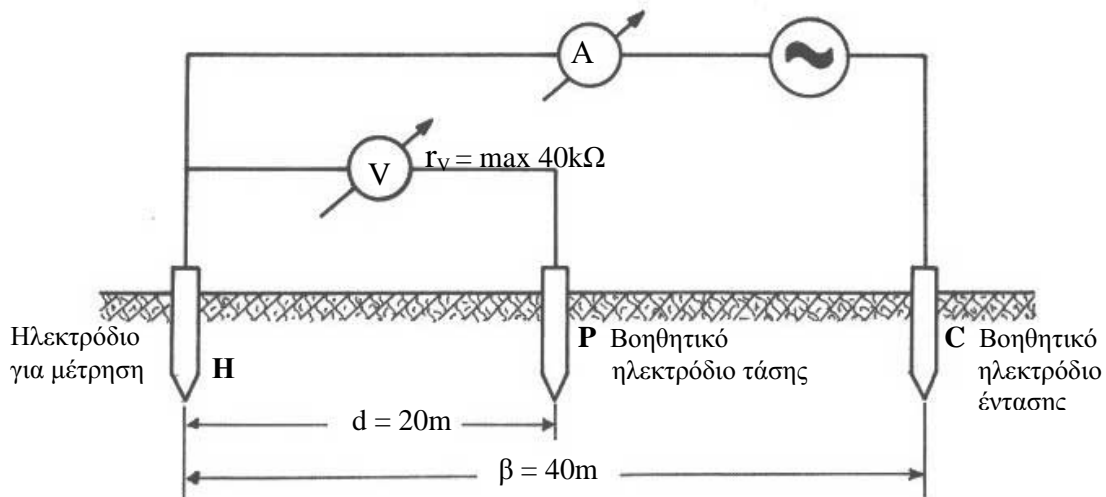
• **Μέθοδοι μέτρησης της αντίστασης γείωσης**

Οι πιο συνηθισμένες μέθοδοι που μπορούμε να μετρήσουμε την τιμή της αντίστασης γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι :

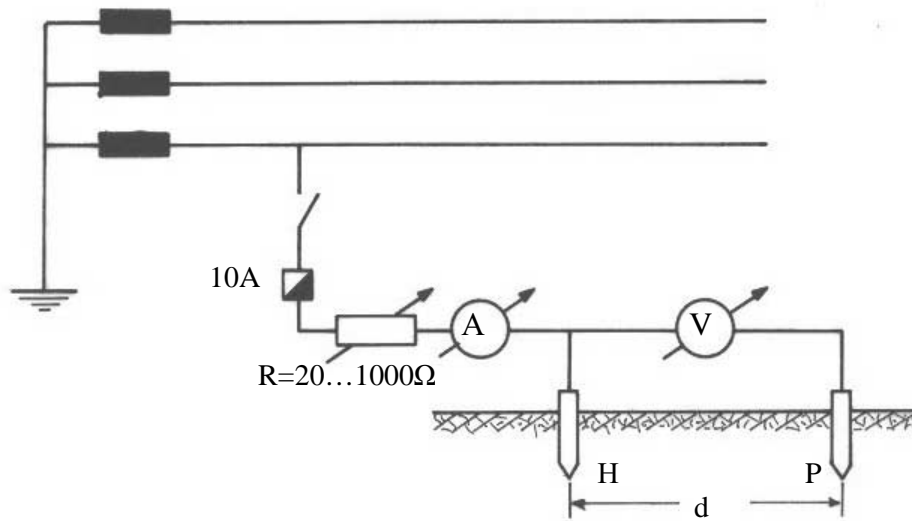
- Με τη χρήση Βολτομέτρου και Αμπερομέτρου και
- Με απ' ευθείας μέτρηση, με «συσκευή μέτρησης γείωσης» (MEGER).

A. Μέτρηση με Βολτόμετρο – Αμπερόμετρο

Για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης με βολτόμετρο – αμπερόμετρο, πραγματοποιούμε μια από τις παρακάτω συνδεσμολογίες των Σχημάτων 5.4.7 και 5.4.8.



Σχήμα 5.4.7 Συνδεσμολογία βολτομέτρου-αμπερομέτρου για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης



Σχήμα 5.4.8 Συνδεσμολογία βολτομέτρου-αμπερομέτρου για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης

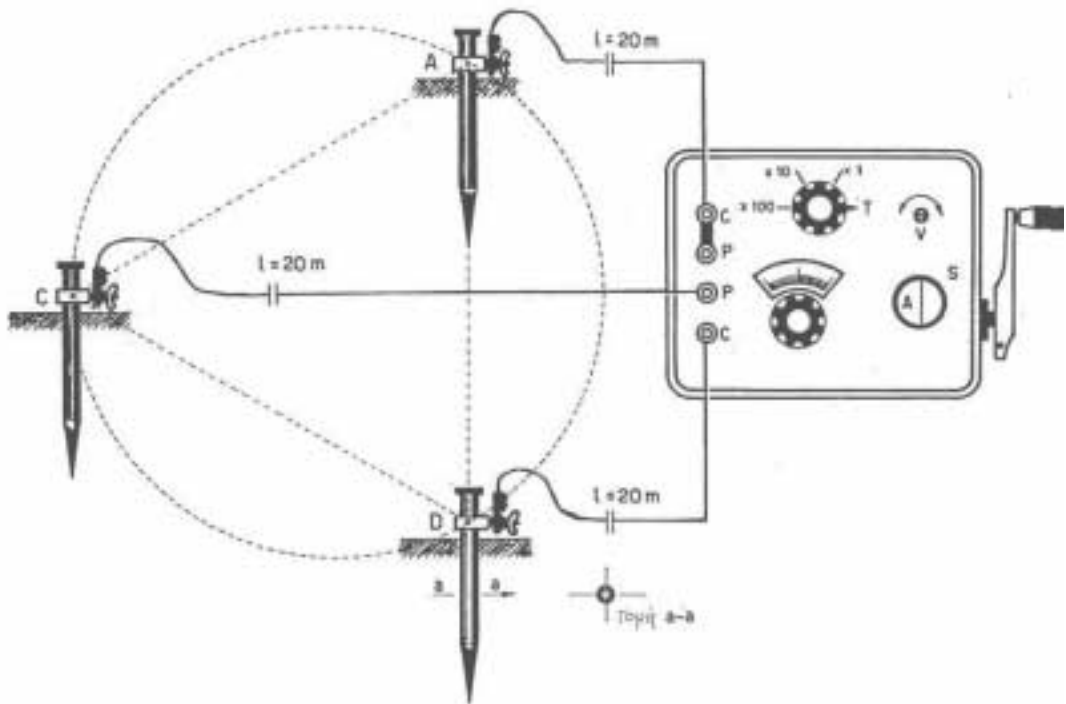
Η μέθοδος αυτή μειονεκτεί στο ότι δεν είναι ακριβής. Για να την καταστήσουμε περισσότερο, πρέπει να ακολουθήσουμε τις παρακάτω οδηγίες :

- 1^ο : Το ρεύμα της πηγής που τροφοδοτείται πρέπει να είναι εναλλασσόμενο και όχι συνεχές, γιατί το συνεχές ρεύμα δημιουργεί ηλεκτροχημικά φαινόμενα στις θέσεις των ηλεκτροδίων.
- 2^ο : Συνιστάται το προς μέτρηση καλώδιο και τα βοηθητικά ηλεκτρόδια να βρίσκονται περίπου στην ίδια ευθεία, όμως τα συνοδευτικά καλώδια δεν πρέπει να οδεύουν πολύ κοντά το ένα με το άλλο, για να αποφεύγονται οι επιδράσεις μεταξύ τους.
- 3^ο : Η απόσταση a λαμβάνεται 0,5 έως 0,6 της απόστασης b . Η ορθή εκλογή της θέσης του βοηθητικού ηλεκτροδίου τάσης εξακριβώνεται αν αυτό μετατοπιστεί κατά 2 έως 5 μέτρα κατά την μια ή την άλλη κατεύθυνση, τότε το αποτέλεσμα της μέτρησης δεν πρέπει να μεταβάλλεται.
- 4^ο : Πρέπει να ληφθεί υπόψη, ότι η ύπαρξη μεταλλικών σωλήνων, υπόγειων καλωδίων με μεταλλικό μανδύα ή άλλων μεταλλικών αντικειμένων, μπορεί να επηρεάσει την ακρίβεια της μέτρησης.

Αν το προς μέτρηση ηλεκτρόδιο βρίσκεται σε περιοχή που υπάρχει δίκτυο χαμηλής τάσης, μπορεί να γίνει η μέτρηση, χρησιμοποιώντας τη συνδεσμολογία του Σχήματος 5.4.8, δηλαδή χρησιμοποιείται το δίκτυο ως πηγή αλλά και ως ηλεκτρόδιο έντασης.

B. Μέτρηση με «συσκευή μέτρησης γείωσης» (MEGER).

Στην πράξη για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης χρησιμοποιείται μια συσκευή μέτρησης γείωσης που λέγεται **MEGER**. Αυτή περιλαμβάνει και χειροκίνητη γεννήτρια, που αντικαθιστά την πηγή, και μας δίνει κατ' ευθείαν την ένδειξη της αντίστασης γείωσης. Στο επόμενο Σχήμα 5.4.9 δίνεται η συνδεσμολογία για την άμεση μέτρηση της αντίστασης γείωσης με MEGER. Στη μέθοδο αυτή πρέπει ο κατασκευαστής να ακολουθήσει με ακρίβεια τις οδηγίες του κατασκευαστή.



Σχήμα 5.4.9
Συνδεσμολογία για άμεση μέτρηση γείωσης

5.5 ΑΝΤΙΚΕΡΑΥΝΙΚΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ

• **Γενικά περί κεραυνών – χαρακτηριστικά κεραυνών**

Οι **κεραυνοί** είναι ηλεκτρικές εκκενώσεις μεγάλης ισχύος και ταχύτητας που αναπτύσσονται μεταξύ νεφών και γης, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης αντίθετων ηλεκτρικών φορτίων (αρνητικών και θετικών) και της εμφάνισης, έτσι, μεγάλων διαφορών δυναμικού. Συνήθως τα νέφη φέρουν αρνητικό φορτίο αν και αρκετές φορές μπορούν να φορτιστούν και με θετικό φορτίο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι τέτοιες ηλεκτρικές εκκενώσεις μπορούν να συμβούν και μεταξύ νεφών με αντίθετα ηλεκτρικά φορτία, που είναι πολύ πιο συχνό φαινόμενο από ότι οι εκκενώσεις μεταξύ νέφους και

γης. Οι ηλεκτρικές εκκενώσεις βέβαια που μας ενδιαφέρουν είναι μεταξύ νέφους και εδάφους, γιατί αυτές είναι επικίνδυνες και καταστροφικές.

Ο αέρας, που είναι ένα διηλεκτρικό, ευρισκόμενος μεταξύ νέφους και εδάφους ή μεταξύ δυο νεφών, όπου έχει αναπτυχθεί μεγάλη διαφορά δυναμικού, καταπονείται ηλεκτρικά. Αν δεν μπορέσει να αντέξει την καταπόνηση αυτή, τότε δημιουργείται ηλεκτρικός σπινθήρας (**αστραπή**). Λόγω της δημιουργίας του σπινθήρα ο αέρας θερμαίνεται απότομα με αποτέλεσμα τη βίαιη και ισχυρή μετατόπιση αέριων μαζών και τη σύγκρουσή τους με ψυχρές μάζες και την πρόκληση έτσι ενός κρότου (**βροντή**).

Οι κεραυνοί, δηλαδή οι ηλεκτρικές εκκενώσεις νέφους- γης, προσπαθούν να βρουν το συντομότερο και πιο εύκολο δρόμο διαφυγής προς γη, μέσω κορυφών, βουνών, ανθρώπων, ζώων, μεγάλων καπνοδόχων και γενικά μέσω αντικειμένων που προεξέχουν από την επιφάνεια της γης. Αυτό συμβαίνει γιατί αποδεικνύεται ότι έχουμε μεγάλες συγκεντρώσεις φορτίων σε προεξοχές σωμάτων και είναι λογικό από εκεί να ξεσπάσει η ηλεκτρική εκκένωση. Είναι λοιπόν πολύ λογικό να αντιληφθούμε ότι ο κεραυνός προτιμά να διέρχεται από μέταλλα, που είναι καλοί αγωγοί του ηλεκτρισμού. Στην περίπτωση αυτή αν τα μέταλλα είναι γειωμένα ο κεραυνός δεν θα είναι καταστροφικός. Βέβαια πολύ καταστροφικοί μπορεί να είναι οι κεραυνοί που πέφτουν σε αντικείμενα που μόλις προεξέχουν από τη γη.

Έτσι, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι οι κεραυνοί εύκολα μπορούν να συλληθθούν από ψηλά και αιχμηρά αντικείμενα, που συνδέονται αγωγή με το έδαφος. Η αιχμηρότητα των αντικειμένων προκαλεί μεγάλη συγκέντρωση ηλεκτρικών φορτίων με αποτέλεσμα μεγάλο δυναμικό.

Τα σπουδαιότερα χαρακτηριστικά του κεραυνού είναι :

- (α) Η δημιουργούμενη ένταση του ρεύματος εκκένωσης : Αυτή συχνά μπορεί να φτάσει τα 200kA.
- (β) Η ηλεκτρική ενέργεια του κεραυνού : Αυτή είναι πολύ μεγάλη, αλλά διαρκεί λίγο χρόνο.
- (γ) Η διαφορά δυναμικού του κεραυνού : Αυτή ανέρχεται συχνά στα 1000 kV.
- (δ) Μήκος τόξου κεραυνού : Αυτό μπορεί να φτάσει τα 7 – 10 km.
- (ε) Συχνότητα πτώσης κεραυνών : Έχει εξακριβωθεί πως στην επιφάνεια της γης πέφτουν περίπου 100 κεραυνοί το δευτερόλεπτο.

• Βασικά μέρη αλεξικέραυνου

Τα αλεξικέραυνα είναι διατάξεις που χρησιμοποιούνται για την προστασία από την πτώση των κεραυνών και πιο συγκεκριμένα δημιουργούν ένα εύκολο δρόμο όδευσης του κεραυνού (της ηλεκτρικής εκκένωσης) προς τη γη, αποφεύγοντας έτσι δρόμους που μπορούν να προκαλέσουν καταστροφές.

Η απλούστερη κατασκευή αλεξικέραυνου περιλαμβάνει τα εξής μέρη :

- Τη ράβδο με την ακίδα
- Τον αγωγό καθόδου
- Το ηλεκτρόδιο γείωσης

Ράβδος αλεξικέραυνου

Η ράβδος είναι μεταλλική και κατασκευάζεται συνήθως από *σίδηρο, χάλυβα, χαλκό, ή ορείχαλκο*. Στην άκρη της καταλήγει σε μια ή περισσότερες ακίδες που μπορεί να είναι : από χάλυβα επιψευδαργυρωμένο, από χάλυβα επιλευκοχρυσωμένο ή επιχρυσωμένο, ή χάλκινες. Καλό είναι όλο το αλεξικέραυνο να αποτελείται από το ίδιο υλικό, διότι διαφορετικά μέταλλα δίνουν στα σημεία σύνδεσης αντιηλεκτρεγερτικές δυνάμεις που δυσκολεύουν τη δίοδο του κεραυνού.

Ο χρόνος ζωής των ακίδων εξαρτάται από το πλήθος τους. Όσο περισσότερες ακίδες έχουμε τόσο πιο πολύ αυξάνεται η ζωή τους. Η ράβδος πρέπει να έχει ελάχιστη διάμετρο $d = 15 \text{ mm}$, ενώ οι ακίδες της πρέπει να προεξέχουν από το ψηλότερο σημείο της οικοδομής τουλάχιστον 30 cm . Για οικοδομές με εκρηκτικές ύλες η παραπάνω απόσταση πρέπει να είναι $1,5 \text{ m}$ τουλάχιστον.

Αν η διαφορά ύψους μεταξύ της κορυφής της στέγης και του διαζώματος είναι μικρότερη από 1 m , τότε αν το πλάτος του οικήματος είναι μικρότερο των 20 m , τοποθετούμε ακίδες μόνο επί των υδρορροών και των γωνιών του κτίσματος. Αν το πλάτος είναι μεγαλύτερο από 20 m , τότε τοποθετούνται ακίδες μόνο στην κορυφή του κτιρίου. Αν πρόκειται να προστατέψουμε μια καπνοδόχου εργοστασίου, τότε ως ακίδα χρησιμοποιούνται χάλκινη στεφάνη από γαλβανισμένο μέταλλο πάχους τουλάχιστον 10 mm .

Αγωγός καθόδου αλεξικέραυνου

Ο αγωγός καθόδου κατασκευάζεται από χαλκό και πρέπει να έχουμε τουλάχιστον δυο αγωγούς καθόδου. Ο αγωγός κατασκευάζεται έτσι ώστε να έχει στο υψηλότερο τμήμα του μεγαλύτερη διατομή από ότι στο κατώτερο. Η απόσταση μεταξύ των αγωγών καθόδου δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 20 m . Ο αγωγός καθόδου πρέπει να προστατεύεται από μηχανικές βλάβες 2 m πριν το έδαφος. Δεν πρέπει ωστόσο να βρίσκεται πλησίον μονωμένων μεταλλικών αντικειμένων γιατί τότε δημιουργούνται σπινθήρες και τόξα. Ο αγωγός καθόδου στηρίζεται επί του οικήματος με κατάλληλα κολάρα ή μονωτήρες ανά $0,9$ έως $1,5 \text{ m}$.

Η διατομή του αγωγού καθόδου εξαρτάται από το υλικό από το οποίο κατασκευάζεται. Έτσι οι χάλκινοι αγωγοί πρέπει τουλάχιστον να είναι 60 mm^2 , ενώ οι αγωγοί από μόλυβδο πρέπει να έχουν πάνω από 100 mm^2 διατομή.

Ηλεκτρόδιο γείωσης αλεξικέραυνου

Για τη γείωση του αλεξικέραυνου μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ως ηλεκτρόδια γείωσης τα δίκτυα ύδρευσης ή πλάκες από χαλκό και τσίγκο. Πρέπει όμως να αποφεύγεται η χρήση ουδέτερων και αγωγών γειώσεως εγκαταστάσεων φωτισμού. Ικανοποιητικό ηλεκτρόδιο φτιάχνεται από πλάκα χάλκινη διαστάσεων $(0,6 \text{ m} \times 0,6 \text{ m})$ έως $(1,2 \text{ m} \times 1,2 \text{ m})$ και πάχους $1,5$ έως 6 mm , την οποία τοποθετούμε σε βάθος $1,5 \text{ m}$ τουλάχιστον και σε απόσταση τουλάχιστον 3 m από τη βάση του κτιρίου. Ο

αγωγός καθόδου συνδέεται με την πλάκα με ήλωση, αφού προηγουμένως επικασσιτερωθούν τα άκρα του. Συνήθως ο αγωγός συνδέεται με την πλάκα σε περισσότερα του ενός σημεία. Η πλάκα επικαλύπτεται συνήθως με σκόνη ξυλάνθρακα ή με χλωριούχο νάτριο (NaCl).

Μπορούμε επίσης να χρησιμοποιήσουμε ως ηλεκτρόδιο, χαλύβδινο σωλήνα μήκους τουλάχιστον 3 m διάτρητο. Μπορεί επίσης να γίνει και χρήση χάλκινων ράβδων, κυκλικής διατομής 12 έως 20 mm και μήκους 4 m. Αν χρησιμοποιηθούν περισσότερες από μια ράβδοι, τότε αυτές εγκαθίστανται σε απόσταση μεγαλύτερη των 3 m μεταξύ τους.

Τα ηλεκτρόδια γείωσης δεν πρέπει να παρουσιάζουν αντιστάσεις γείωσης μεγαλύτερες από 7 – 10 Ω.

Κάθε αλεξικέραυνο προστατεύει χώρο μορφής κώνου, του οποίου η ακτίνα βάσης της βάσης του είναι ίση προς το ύψος της ακίδας από την επιφάνεια του εδάφους. Συνήθως, αυξάνουμε το χώρο αυτό, αν γίνει χρήση πολλών ράβδων και αν συνδεθούν κατάλληλα στη στέγη. Θα πρέπει όμως να χρησιμοποιηθεί και ο κατάλληλος αριθμός αγωγών καθόδου. Ανά 30 m περιμέτρου βάσης, τοποθετείται και ένας αγωγός καθόδου. Τέλος το έδαφος όπου βρίσκεται η γείωση του αλεξικέραυνου πρέπει να είναι υγρό.

• Κατηγορίες αλεξικέραυνων

1. Αλεξικέραυνο μεταλλικού υπόστεγου.

Στην περίπτωση αυτή το αλεξικέραυνο αποτελείται :

- Από χάλκινο αγωγό διατομής 50 mm^2 , που τοποθετείται στη ράχη της στέγης.
- Από τους αγωγούς καθόδου που συνδέουν το μεταλλικό σκελετό του υπόστεγου, ανά 10 m με τη γείωση του αλεξικέραυνου.
- Από τη γείωση που είναι δακτυλιωτή και αποτελείται από μονόκλωνο χάλκινο αγωγό διατομής 50 mm^2 , που τοποθετείται μέσα σε χαντάκι σε βάθος 70 cm και περιβάλλει δακτυλιωτά το υπόστεγο.

2. Αλεξικέραυνα εναέριων δικτύων ηλεκτρικής ενέργειας.

Οι κεραυνοί αποτελούν ένα σοβαρό κίνδυνο για τα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας. Οι τρόποι με τους οποίους αυτοί επιδρούν σε ένα τέτοιο δίκτυο είναι :

(α) Με ηλεκτροστατική επαγωγή :

Όταν κάποιο σύννεφο πλησιάζει αγωγό ενός δικτύου, τότε επάγει επί αυτού ηλεκτρικά φορτία. Αν το σύννεφο αποφορτιστεί τότε τα φορτία παραμένουν επί

του αγωγού και λόγω των μονωτήρων δεν μπορούν να οδεύσουν γρήγορα προς τη γη. Γι' αυτό το λόγο το φορτίο οδεύει εκατέρωθεν της γραμμής υπό μορφή ηλεκτροστατικού κύματος του ης οποίου το εύρος πέφτει με την πάροδο του χρόνου. Καθώς λοιπόν η γραμμή εισέρχεται σε οικοδόμημα, τότε το εύρος του κύματος πέφτει απότομα με δυσάρεστες συνέπειες για το δίκτυο.

(β) Με απ' ευθείας πτώση κεραυνού.

Η προστασία των δικτύων από τους κεραυνούς επιτυγχάνεται με αλεξικέραυνα. Αυτά αποτελούνται από αγωγό που είναι εναέριος και τοποθετείται επάνω από τη γραμμή και κατά μήκος αυτής.

Το αλεξικέραυνο αυτό είναι συνήθως χαλύβδινο ή με επικάλυψη χαλκού ή αποτελείται από ειδικά κράματα μεγάλης αντοχής σε εφελκυσμό. Ο αγωγός αυτός γειώνεται καλά με τη βοήθεια των πυλώνων, όπου είναι στηριγμένες οι γραμμές μεταφοράς του δικτύου. Υποχρεωτικά κάθε 400 m πρέπει ο αγωγός να γειώνεται. Αν έχουμε ξύλινους στύλους τότε κάθε 400 m προστατεύουμε τη γραμμή με ειδικό χάλκινο αγωγό.

Τα υπόγεια καλώδια προστατεύονται από το μολύβδινο περίβλημα του καλωδίου.

Διακρίνουμε τους παρακάτω τύπους αλεξικέραυνων, που χρησιμοποιούνται στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας :

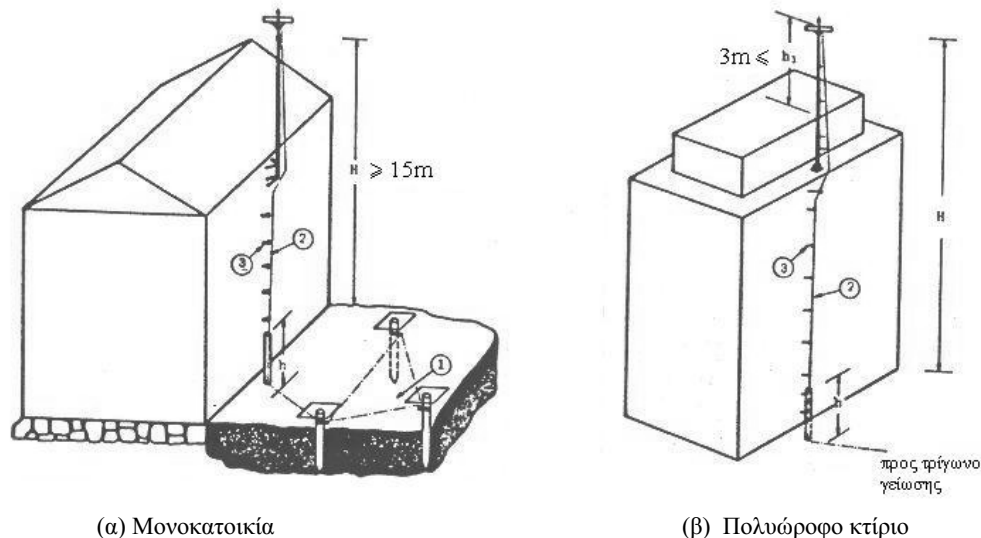
- Κερατοειδή τύπος : Αποτελείται από δυο κέρατα. Το ένα από αυτά συνδέεται απ' ευθείας στη γραμμή ενώ το άλλο συνδέεται με τη γη μέσω αντίστασης R . Το διάκενο των δυο κεράτων είναι ρυθμιζόμενο.
- Τύπου σφαιριδίων : Περιλαμβάνουν δισκία υπεροξειδίου του μολύβδου που καλύπτονται από στρώση μονωτικού. Βρίσκονται μέσα σε σωλήνα από πορσελάνη και συνδέονται μεταξύ γραμμής και γης με μικρό διάκενο μεταξύ τους.
- Τύπος οξειδίου : Αποτελείται από δακτύλιο Αλουμινίου και στις δυο πλευρές του έχει μεταλλικό δίσκο, η εσωτερική επιφάνεια του οποίου φέρει στρώση μονωτικού βερνικιού. Αυτό διαπερνιέται αν η τάση υπερβεί τα 300 V.
- Τύπου αυτοβαλβίδας : Περιλαμβάνει πορώδη κυκλικά τεμάχια σε σειρά από κεραμικό υλικό, που φέρει και κόκκους αγωγίμου υλικού. Οι παράλληλες επιφάνειες επιστρώνονται με ψεκασμό χαλκού.
- Τύπος θυρίτου : Ο θυρίτης είναι οργανική ουσία και κατασκευάζεται σε δίσκους, που στρώνονται με χαλκό.

Τα παραπάνω αλεξικέραυνα των δικτύων τοποθετούνται πλησίον των συσκευών που μπορούν να προστατεύουν, π.χ. μετασχηματιστές. Όταν προστατεύουν σταθμούς ή υποσταθμούς, συνδέονται στην αρχή της εξερχόμενης γραμμής. Στα σημεία σύνδεσης υπόγειων με εναέριες γραμμές συνδέονται συνήθως αλεξικέραυνα, ώστε να εμποδίσουν την είσοδο υπερτάσεων στην υπόγεια γραμμή.

- **Αλεξικέραυνα για την προστασία κτιρίων**

Αλεξικέραυνο ιονισμού

Στο παρακάτω Σχήμα 5.5.1 φαίνεται αντιπροσωπευτικός τύπος αλεξικέραυνου ιονισμού και η αντίστοιχη εγκατάστασή του σε κτίρια.



(α) Μονοκατοικία

(β) Πολυώροφο κτίριο

- ① Τρίγωνο γείωσης (Φ 1,5 ίντσες , L = 2,5 m , πλευράς 3 m)
 ② Αγωγός καθόδου 70 mm² ③ Μονωτήρες στήριξης

Σχήμα 5.5.1 Εγκατάσταση αλεξικέραυνων σε κτίρια

Για την αξιοπιστία των παραπάνω αλεξικέραυνων ιονισμού υπάρχουν αντικρουόμενες επιστημονικές απόψεις. Παρά τις επιστημονικές αντιθέσεις τα αλεξικέραυνα αυτά έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως στη χώρα μας. Σήμερα η χρήση αυτών είναι απαγορευμένη. Οι λόγοι που αναφέρονται εδώ είναι ιστορικοί αλλά και γιατί πολλά από αυτά σήμερα βρίσκονται εγκατεστημένα σε διάφορες περιοχές της χώρας μας και συνεχίζεται η συντήρηση αυτών.

Αλεξικέραυνα «αποθητές»

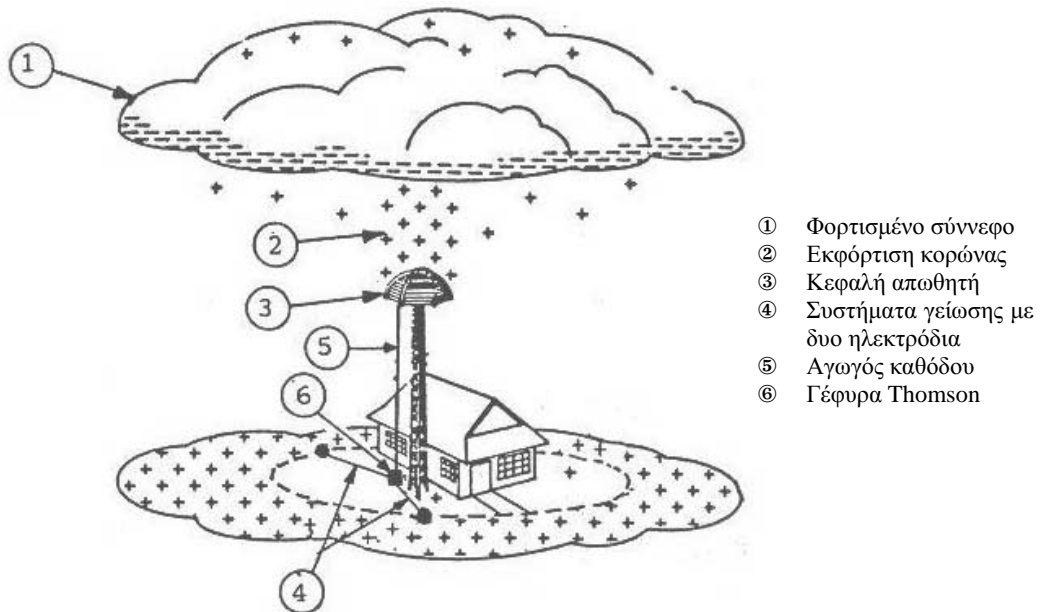
Αυτά τα αλεξικέραυνα είναι καινούργια προϊόντα σύγχρονης υψηλής τεχνολογίας. Ως καινούργια και υψηλής τεχνολογίας προϊόντα δεν εμπίπτουν στις σχετικές συμβατικές διεθνείς προδιαγραφές. Αντίθετα διέπονται από προδιαγραφές κατασκευαστικών οίκω, που τυγχάνουν αναγνώρισης από τους αντίστοιχους φορείς των χωρών αυτών.

Στη διεθνή αγορά είναι γνωστοί κυρίως οι παρακάτω τύποι :

- Αποθητές κρυστάλλων χαλαζία (Lightning repeller), Ευρωπαϊκής προέλευσης.

- Αποθητές (Dissipative Systems) αμερικάνικης προέλευσης.

Ο πρώτος τύπος έχει βρει εφαρμογή τα τελευταία χρόνια στη χώρα μας. Μια γενική διάταξη εγκατάστασης αποθητή φαίνεται στο επόμενο Σχήμα 5.5.2.

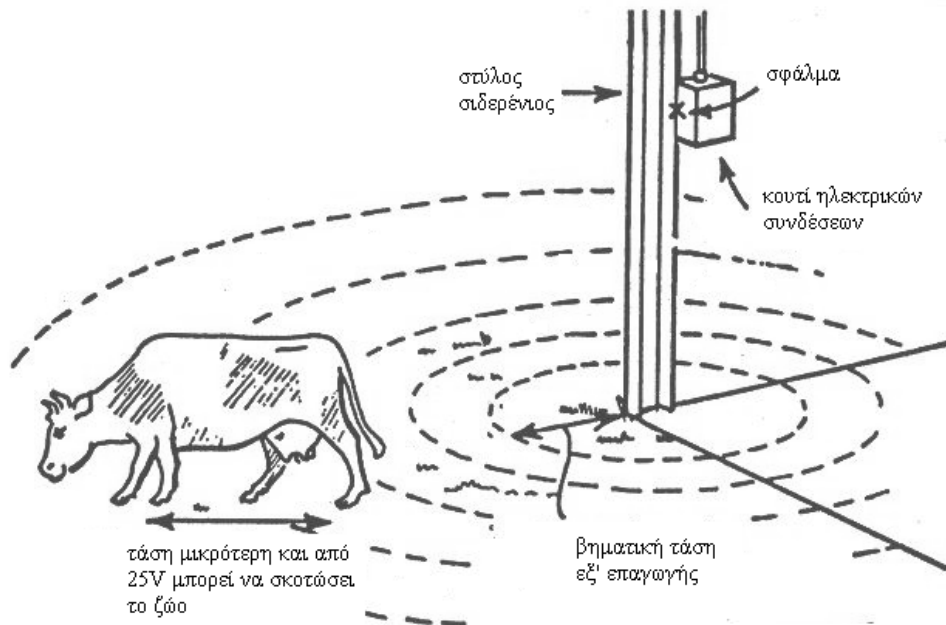


Σχήμα 5.5.2
Εγκατάσταση αποθητή

Η απόσταση των ηλεκτροδίων μεταξύ τους είναι μεγαλύτερη ή ίση του 1 m . Τα ηλεκτρόδια είναι χαλύβδινοι ράβδοι επιχαλκωμένοι $\Phi 16$, μήκους $1,20\text{ m}$ τουλάχιστον. Ο αγωγός καθόδου είναι χάλκινος, πολύκλωνος, ηλεκτρολυτικός, διατομής 16 mm^2 μέχρι 70 mm^2 , ανάλογα με την ακτίνα δράσης του αλεξικέρανου.

Κίνδυνος από βηματική τάση

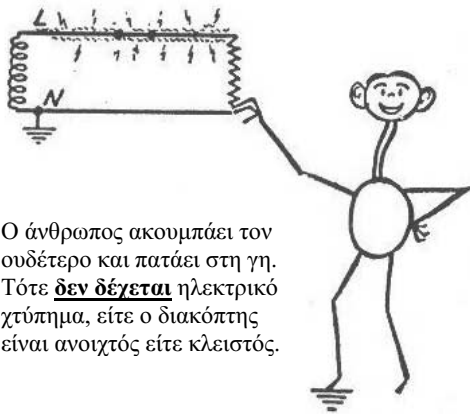
Στην παρακάτω διάταξη του Σχήματος 5.5.3, δείχνεται η δημιουργία βηματικής τάσης λόγω σφάλματος μεταξύ σιδερένιου στύλου και κουτιού ηλεκτρικών συνδέσεων που βρίσκεται πάνω στο στύλο. Η τάση αυτή δημιουργείται από επαγωγή λόγω του ρεύματος που προκαλείται από το σφάλμα.



Σχήμα 5.5.3
Δημιουργία βηματικής τάσης.

Οι κυκλικές γραμμές, που φαίνονται, είναι ισοδυναμικές γραμμές τάσης και εκτείνονται σε αρκετή απόσταση από το στυλό. Όπως έδειξε η πράξη, βηματική τάση μικρότερη και από 25 V είναι ικανή να σκοτώσει κάποιο μεγάλο ζώο, γεγονός που οφείλεται στην απόσταση βηματισμού του ζώου, που είναι συγκρίσιμη με αυτή της βηματικής τάσης. Επειδή ο βηματισμός του ανθρώπου είναι μικρότερος από αυτόν του ζώου, ο άνθρωπος δεν κινδυνεύει γενικά από βηματικές τάσεις όταν κάνει μικρά βήματα. Από το γεγονός δημιουργίας της βηματικής τάσης, μπορεί να εξηγηθεί γιατί μερικές φορές κατά την πτώση κεραυνών μπορούν να σκοτωθούν ζώα που βρίσκονται κοντά στο σημείο πτώσης του κεραυνού και όχι οι άνθρωποι.

5.6 ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ



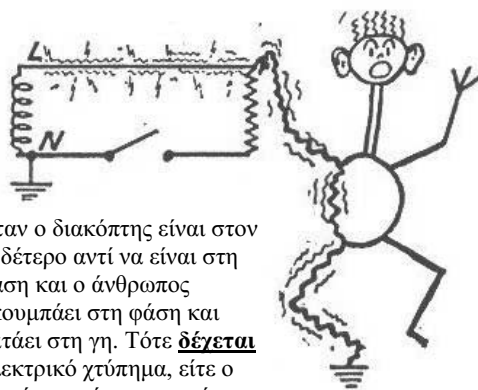
Ο άνθρωπος ακουμπάει τον ουδέτερο και πατάει στη γη. Τότε **δεν δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα, είτε ο διακόπτης είναι ανοιχτός είτε κλειστός.



Ο άνθρωπος ακουμπάει τη φάση και δεν πατάει στη γη. Τότε **δεν δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα, είτε ο διακόπτης είναι ανοιχτός είτε κλειστός.



Ο άνθρωπος ακουμπάει τη φάση και πατάει στη γη. Τότε **δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα όταν ο διακόπτης είναι κλειστός. **Δεν δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα όταν ο διακόπτης είναι ανοιχτός.



Όταν ο διακόπτης είναι στον ουδέτερο αντί να είναι στη φάση και ο άνθρωπος ακουμπάει στη φάση και πατάει στη γη. Τότε **δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα, είτε ο διακόπτης είναι ανοιχτός είτε κλειστός.



Ο άνθρωπος ακουμπάει και φάση και ουδέτερο, ενώ δεν πατάει στη γη. Τότε **δέγεται** ηλεκτρικό χτύπημα, ενώ ο διακόπτης είναι κλειστός. Αυτό γιατί η αντίσταση του σώματός του είναι παράλληλα με το φορτίο.

Μια Ηλεκτρική Εγκατάσταση πρέπει να παρέχει απόλυτη προστασία σε ανθρώπους έναντι τυχαίας ή μη επαφής με μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης, που είτε πρέπει να βρίσκονται υπό τάση (αγωγοί), είτε δεν πρέπει (μεταλλικά περιβλήματα συσκευών).

Το ανθρώπινο σώμα παρουσιάζει μια μεταβλητή ωμική αντίσταση που η τιμή της εξαρτάται από τη φυσική κατάσταση στην οποία βρίσκεται. Επομένως επαφή με μεταλλικά μέρη μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης, που βρίσκονται υπό τάση, θα προκαλέσει ροή ρεύματος μέσα από αυτό προς γη, με αποτελέσματα από ακίνδυνα (ένταση ρεύματος από 1 έως 5 mA) έως θανατηφόρα (ένταση ρεύματος πάνω από 80 mA). Ενδιάμεσες τιμές ρεύματος προκαλούν συσπάσεις μυών και τάσεις λιποθυμίας. Η τιμή αυτού του ρεύματος, όπως είναι εύκολο να αντιληφθούμε χρησιμοποιώντας το νόμο του Ohm, εξαρτάται και από την αντίσταση του ανθρώπινου σώματος αλλά και από την τιμή της τάσης που έρχεται αυτό σε επαφή.

- ➔ Σύμφωνα με τους κανονισμούς των ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, τάσεις επαφής μεγαλύτερες των 50 V είναι επικίνδυνες και πρέπει να διακόπτονται το πολύ μέσα σε 5 sec.

Για την επίτευξη της παραπάνω συνθήκης, οι μέθοδοι που χρησιμοποιούνται στηρίζονται στη **γείωση** της ηλεκτρικής εγκατάστασης, παρέχοντας ταυτόχρονα προστασία έναντι των συνεπειών από τάσεις επαφής. Αυτές οι μέθοδοι είναι :

- Η άμεση γείωση.
- Η γείωση μέσω του ουδέτερου αγωγού.
- Η χρήση διακόπτη διαφυγής έντασης.

Κάθε μια από τις παραπάνω μεθόδους για να είναι αποτελεσματική θα πρέπει να εξασφαλίζει ταυτόχρονα και κατάλληλη **αντίσταση γείωσης**.

- ➔ Σύμφωνα με τους κανονισμούς η αντίσταση γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης δεν πρέπει να ξεπερνά τα 20 Ω. Μια πολύ καλή της πράξης, για την αντίσταση γείωσης, είναι τα 2 Ω, η οποία επιτυγχάνεται με την κατάλληλη εκλογή και τοποθέτηση των υλικών γείωσης.
- Η χρήση διακόπτη διαφυγής έντασης αποτελεί έναν αποτελεσματικό τρόπο προστασίας από ηλεκτροπληξία σε ανθρώπους, από τυχόν άμεση επαφή με αγωγούς υπό τάση και χρησιμοποιούνται παράλληλα με την άμεση γείωση ή την ουδετέρωση. Επιπλέον εξαλείφουν εντελώς τον κίνδυνο εκδήλωσης πυρκαγιάς της εγκατάστασης, έστω και από ελάχιστες διαρροές ρεύματος προς γη. Ένα άλλο σημαντικό τους χαρακτηριστικό είναι ότι δεν απαιτούν για την αποτελεσματική τους λειτουργία χαμηλή αντίσταση γείωσης. Ακόμη και με αντίσταση γείωσης 2.000 Ω, παρέχουν προστασία.

Οι κερανοί αποτελούν ένα επικίνδυνο φυσικό φαινόμενο, το οποίο μέσω ηλεκτρικών εκκενώσεων μπορεί να διοχετεύσει τεράστιες ποσότητες ηλεκτρικού

ρεύματος προς τη γη. Επειδή προτιμούν τον πιο εύκολο δρόμο προς τη γη, είναι δυνατόν να προκαλέσουν μεγάλες καταστροφές, τόσο σε δίκτυα μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας, όσο και σε κτίρια, αλλά και ηλεκτρικές εγκαταστάσεις που βρίσκονται μέσα σε αυτά, με αποτέλεσμα θανατηφόρα ατυχήματα σε ανθρώπους που τα χρησιμοποιούν.

Για την αποφυγή τέτοιων δυσάρεστων συνεπειών, χρησιμοποιούνται κατάλληλες διατάξεις, που ονομάζονται *αλεξικέρανα*, τα οποία εμφανίζονται με διάφορους τύπους και βασική τους αποστολή είναι να διοχετεύσουν, μέσω αυτών, τα μεγάλα ρεύματα προς τη γη, παρακάμπτοντας ηλεκτρικά δίκτυα και κτίρια.

5.7 ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ - ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Τι είναι οι «τάσεις επαφής» και τι οι «τυχαίες τάσεις επαφής»;
2. Τι είναι λέμε γείωση και πόσα είδη γειώσεων υπάρχουν ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση;
3. Ποιες οι επιπτώσεις του ηλεκτρικού ρεύματος στο ανθρώπινο σώμα;
4. Ποιες μέθοδοι προστασίας εφαρμόζονται έναντι επικίνδυνων τάσεων επαφής, για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας ή πυρκαγιάς σε ηλεκτρική εγκατάσταση;
5. Τι διατομή πρέπει να έχει αγωγός γείωσης, όταν περνάει από ίδιο σωλήνα με αγωγό φάσης διατομής 50 mm^2 και τι διατομή όταν δεν περνάει από τον ίδιο σωλήνα προστασίας με αγωγό φάσης της ίδιας διατομής;
6. Τι είναι οι διακόπτες διαφυγής έντασης και πως αλλιώς ονομάζονται;

Ομάδα Β:

1. Ερώτηση:

Ποιο τμήμα της εγκατάστασης καλύπτει ο διακόπτης διαφυγής έντασης ;

Απάντηση:

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης, καλύπτει το τμήμα της εγκατάστασης που βρίσκεται προς την πλευρά του καταναλωτή.

2. Ερώτηση:

Πού πρέπει να γίνεται η εγκατάσταση των διακοπών διαφυγής έντασης ;

Απάντηση:

Γενικά, η εγκατάσταση των διακοπών διαφυγής έντασης πρέπει να γίνεται σε προσιτές θέσεις, ώστε να είναι εύκολος ο έλεγχός τους και κατά τρόπο ανάλογο με την κατηγορία του χώρου στον οποίο τοποθετούνται.

3. Ερώτηση:

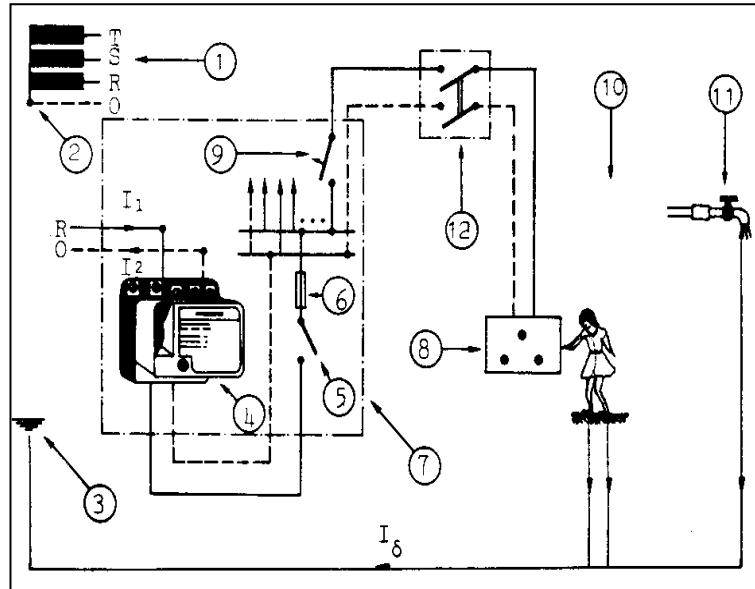
Πότε και πώς πρέπει να ελέγχεται η καλή κατάσταση και η ετοιμότητα λειτουργίας των διακοπών διαφυγής έντασης ;

Απάντηση:

Οι διακόπτες διαφυγής έντασης αποτελούν μηχανισμούς των οποίων η ετοιμότητα λειτουργίας τους, αλλά και γενικότερα η καλή τους κατάσταση, πρέπει να ελέγχονται κατά διαστήματα, ήτοι κάθε μήνα, καθώς και έπειτα από κάθε καταιγίδα. Σε περίπτωση κακής λειτουργίας πρέπει να αντικατασταθεί.

4. Ερώτηση:

Στο παρακάτω διάγραμμα, φαίνεται η συνδεσμολογία ενός διπολικού διακόπτη διαφυγής έντασης σε πίνακα ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τι δείχνει ο κάθε αριθμός στο διάγραμμα;



Απάντηση:

Οι αριθμοί δείχνουν τα εξής :

1. Δευτερεύων μετασχηματιστή (Δ.Ε.Η.) σε συνδεσμολογία αστέρα.
2. Ουδέτερος κόμβος.
3. Γείωση ουδέτερου κόμβου.
4. Διακόπτης διαφυγής έντασης.
5. Μονοπολικός διακόπτης.
6. Γενική ασφάλεια τήξης.
7. Ηλεκτρικός πίνακας.
8. Ηλεκτρικό κουζίνα (μαγειρείο).
9. Ασφαλειοδιακόπτης.
10. Αγωγός γείωσης ή αγωγός προστασίας.
11. Ηλεκτρόδιο γείωσης (δίκτυο ύδρευσης).
12. Διπολικός διακόπτης ηλεκτρικής κουζίνας.
- I_{δ} Ένταση ρεύματος διαρροής.

5. Ερώτηση:

Στην αναγκαία επέμβαση ενός διαφορικού διακόπτη ποιο στοιχείο παίζει το σπουδαιότερο ρόλο;

Απάντηση:

Στην αναγκαία επέμβαση ενός διαφορικού διακόπτη η ευαισθησία του παίζει το σπουδαιότερο ρόλο. Εξάλλου, αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα των διαφορικών διακοπών και τους διακρίνει μεταξύ τους:

- διακόπτες με ψηλή ευαισθησία μικρότερη ή ίση των 0,030 A,
- διακόπτες με χαμηλή ευαισθησία 0,1–0,3–0,5–1A

6. Ερώτηση:

Ο διακόπτης διαφυγής έντασης, πρέπει να τοποθετείται κοντά σε μετασχηματιστές, κουδούνια ή σε άλλες συσκευές με έντονα μαγνητικά πεδία;

Απάντηση:

Όχι. Και αυτό καθώς τα μαγνητικά πεδία των άλλων συσκευών επιδρούν αρνητικά στο διαφορικό μετασχηματιστή του διακόπτη αυτού.

Ομάδα Γ:

1. Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση εφαρμόζεται η μέθοδος της ουδετέρωσης. Αν ο αγωγός φάσης έχει διατομή 6 ή 25 ή 35 mm^2 , τι διατομή πρέπει αντίστοιχα να έχει ο ουδέτερος που βρίσκεται στον ίδιο σωλήνα προστασίας ;
 2. Εάν σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση που έχει διακόπτη διαφυγής έντασης, κάποιος έρθει σε επαφή ταυτόχρονα με φάση και ουδέτερο τι θα συμβεί ;
 3. Επηρεάζουν την απαιτούμενη τιμή της αντίστασης γείωσης τα χαρακτηριστικά των μηχανισμών προστασίας μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης (αυτόματες ασφάλειες);
 4. Σε ένα δίκτυο μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας οι αγωγοί προστασίας έναντι των κεραυνών τοποθετούνται επάνω από τους αγωγούς των φάσεων ή κάτω από αυτούς και γιατί;
-