3

Ενότητα 3.3

ΓΕΙΩΣΕΙΣ

3.3.1 Ηλεκτροπληξία και προστασία ηλεκτρικής εγκατάστασης

3.3.2 Υλικά γειώσεων προστασίας

3.3.3 Είδη γειώσεων προστασίας

3.3.4 Πρακτικές μέθοδοι ελέγχου γειώσεων

Διδακτικοί στόχοι

Στο τέλος αυτού του Κεφαλαίου οι μαθητές θα πρέπει να είναι σε θέση:

- να γνωρίζουν τα είδη των γειώσεων και τη χρησιμότητα του κάθε είδους γείωσης σε μια εγκατάσταση
- να αναγνωρίζουν τα υλικά και τα εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται στις γειώσεις των εγκαταστάσεων
- να επιλέγουν τα κατάλληλα υλικά για κάθε είδος γείωσης
- να ελέγχουν την καταλληλότητα της γείωσης μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης

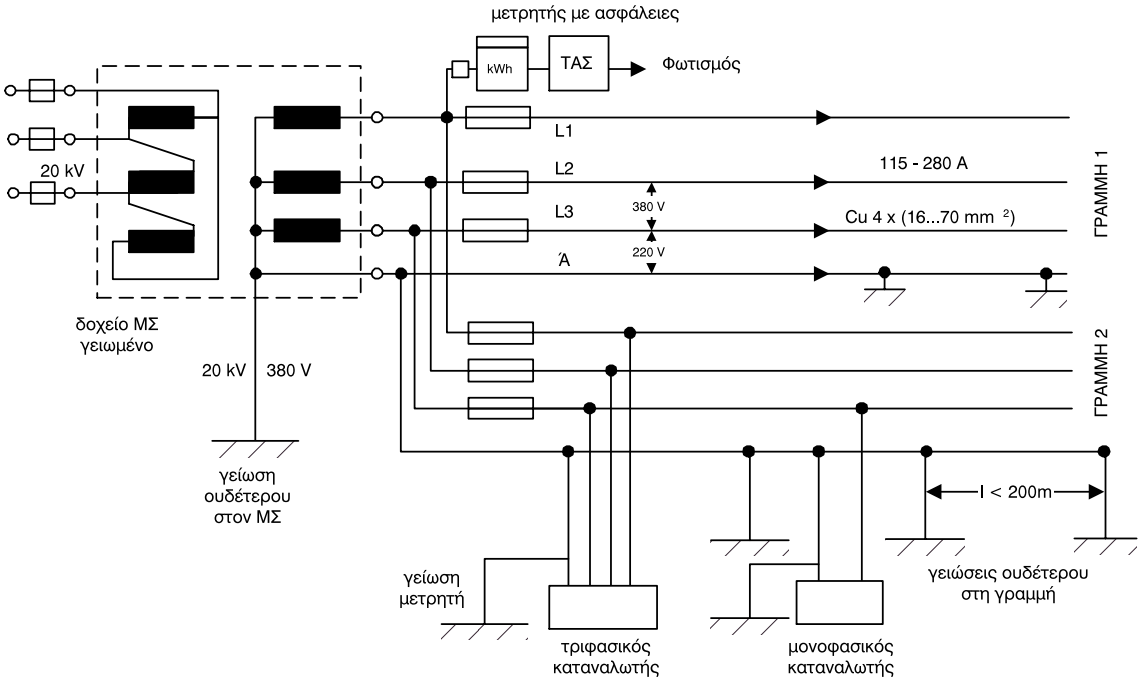
3.3.1 Ηλεκτροπληξία και προστασία ηλεκτρικής εγκατάστασης

➡ Κατά τη λειτουργία μιας ηλεκτρικής εγκατάστασης είναι πιθανόν να εμφανιστούν **σφάλματα**, με αποτέλεσμα να υποβάλλονται σε **κίνδυνο** οι άνθρωποι ή να κινδυνεύουν από καταστροφή περιουσιακά στοιχεία. Το πιο συνηθισμένο αποτέλεσμα αυτών των σφαλμάτων στον άνθρωπο είναι η **ηλεκτροπληξία**, δηλαδή η διέλευση ηλεκτρικού ρεύματος μέσα από το ανθρώπινο σώμα, που έχει ως συνέπεια τη δημιουργία εγκαυμάτων, την προσβολή του αναπνευστικού συστήματος ή την προσβολή της καρδιάς με οδυνηρές συνέπειες.

➤ Ο κίνδυνος αυτός μπορεί να περιοριστεί, όταν για την κατασκευή της ΕΗΕ:

- *εφαρμόζονται σωστά οι κανονισμοί,*
- *γίνεται η κατάλληλη συντήρηση της ΕΗΕ και*
- *αποφεύγεται η κακή χρήση της.*

➡ Η δομή του δικτύου διανομής **ΧΤ** της ΔΕΗ είναι η αφετηρία για τον προσδιορισμό των τρόπων και μέσων προστασίας κατά της ηλεκτροπληξίας σε εγκαταστάσεις καταναλωτών (Σχήμα 3.3.1). Το δίκτυο **ΧΤ** τροφοδοτείται συνήθως από μετασχηματιστές συνδεσμολογίας Dyn ή Yzn, με αγείωτη τη μέση τάση και γειωμένο τον ουδέτερο στην **ΧΤ**. Από το μετασχηματιστή ξεκινούν μία ή περισσότερες ασφαλισμένες γραμμές και διακλαδίζονται ακτινικά στους καταναλωτές. Τα δίκτυα διανομής **ΧΤ** στην Ελλάδα είναι ακτινικά.

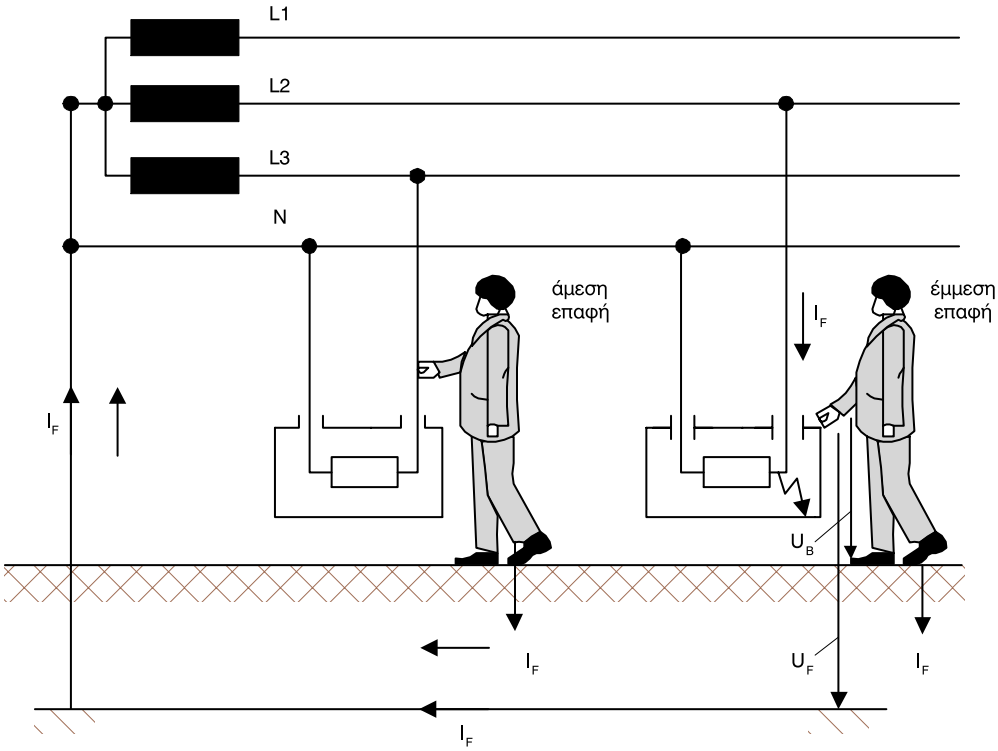


Σχήμα 3.3.1 *Δομή του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης*

Στο Σχήμα 3.3.1 μετασχηματιστές υποβιβάζουν την τάση από τα 20 kV στα 400 V. Ο ουδέτερος γειώνεται στον αστέρα του μετασχηματιστή και κατά κανόνα ανά 200 m κατά μήκος της διαδρομής του.

➡ **Ηλεκτροπληξία** μπορεί να επέλθει με **άμεση** ή **έμμεση** επαφή του ανθρώπου με ένα κύκλωμα:

- **Άμεση επαφή** έχουμε όταν ακουμπήσει κάποιος ένα ρευματοφόρο αγωγό.
- **Έμμεση επαφή** έχουμε στην περίπτωση όπου, λόγω καταστροφής της μόνωσης, μεταλλικά και αγείωτα μέρη τεθούν υπό τάση, οπότε η επαφή με αυτά μπορεί να προκαλέσει ηλεκτροπληξία (Σχήμα 3.3.2).



U_F = τάση σφάλματος, U_B = τάση επαφής, I_F = ρεύμα σφάλματος

Σχήμα 3.3.2 *Ηλεκτροπληξία με άμεση και έμμεση επαφή*

Για τη σωστή λειτουργία μιας εγκατάστασης και τον περιορισμό του κινδύνου από *ηλεκτροπληξία* για τα άτομα που τη χρησιμοποιούν, πρέπει να τοποθετείται απαραίτητα γείωση.

➤ **Γείωση** ονομάζουμε την αγώγιμη σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών με τη γη, μέσω αγωγών γείωσης **(ηλεκτρόδια γείωσης)**.

➤ Στην **κανονική λειτουργία** τα μεταλλικά τμήματα των συσκευών δεν είναι υπό τάση ως προς τη γη.

➡ Διακρίνουμε τα παρακάτω είδη γειώσεων:

1. **Γειώσεις λειτουργίας.** Ονομάζουμε γείωση λειτουργίας τη γείωση ενός τμήματος εγκατάστασης που ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας, π.χ. η γείωση του ουδέτερου κόμβου ενός Μ/Σ υποβιβασμού Μ.Τ. σε Χ.Τ. ή η γείωση της σιδηροτροχιάς του ηλεκτρικού σιδηρόδρομου.

2. **Γειώσεις προστασίας.** Ονομάζουμε γείωση προστασίας την αγώγιμη σύνδεση με τη γη των μεταλλικών τμημάτων μιας εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας. Αυτή η γείωση εφαρμόζεται υποχρεωτικά σε κάθε ΕΗΕ με σκοπό την προστασία των ανθρώπων από εμφάνιση επικίνδυνης τάσης στα μεταλλικά μέρη των συσκευών, τα οποία σε κανονική λειτουργία δεν είναι υπό τάση.

3. **Γειώσεις ασφαλείας.** Ονομάζουμε γείωση ασφαλείας κάθε γείωση μιας εγκατάστασης που χρησιμεύει για τη διοχέτευση των ρευμάτων από κεραυνούς προς τη γη ή για τη μεταφορά στατικών ηλεκτρικών φορτίων στη γη.

Τα τρία είδη των γειώσεων συνήθως συνυπάρχουν στις εγκαταστάσεις και μπορεί, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, να χρησιμοποιούν και κοινά υλικά η κυκλώματα γείωσης, όπως π.χ. κοινά ηλεκτρόδια.

➡ Οι μέθοδοι προστασίας από ηλεκτροπληξία, αναφέρονται στους Κανονισμούς των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) καθώς και σε διεθνή πρότυπα όπως:

IEC 364	Διεθνής Ηλεκτροτεχνική Ένωση (IEC = International Electrotechnical Commission).
VDE 100,	Γερμανική Ομοσπονδιακή Δημοκρατία. (VDE = Verband Deutscher
DIN 5710	Elektrotechniker, DIN = Deutsche Industrie Normen)
HD 384	Ευρωπαϊκή Κοινότητα, CENELEC (Comite Europeenne de Normalisation Electrotechnique)
IEE Wiring Regulations	Μεγάλη Βρετανία (IEE = Institute of Electrical Engineers).
National Electrical Code	Ηνωμένες Πολιτείες, ANSI, IEEE

➤ Η CENELEC φροντίζει για την εναρμόνιση των διάφορων εθνικών κανονισμών μέσα στην Ευρωπαϊκή Κοινότητα και, συνεπώς, το έγγραφο εναρμόνισης HD 384 πρέπει να θεωρείται δεσμευτικό στην Ελλάδα.

Σύμφωνα λοιπόν με τους Κανονισμούς των Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (ΚΕΗΕ) μία εγκατάσταση θεωρείται ασφαλής για ανθρώπους, όταν η τάση λειτουργίας δεν υπερβαίνει τα 50 V στο συνεχές ή εναλλασσόμενο ρεύμα.

➤ Για τάση λειτουργίας πάνω από 50 V, πρέπει να αποκλείεται η τυχαία επαφή με τα υπό τάση μέρη και, επιπρόσθετα, να ικανοποιείται μία τουλάχιστον από τις πιο κάτω συνθήκες:

α. *Το ρεύμα δια μέσου του ανθρώπινου σώματος στην περίπτωση ατυχήματος να μην υπερβαίνει τα 30 mA. Αυτό όταν πρόκειται για συνεχές και εναλλασσόμενο ρεύμα μέχρι 60 Hz.*
β. *Η τάση επαφής να μην υπερβαίνει τα 50 V.*
γ. *Η Τάση επαφής πάνω από 50 V να μην μπορεί να διατηρηθεί για χρόνους μεγαλύτερους των 5 sec.*

➡ Για να ικανοποιηθούν οι παραπάνω συνθήκες **α** και **β** χρησιμοποιούνται **ειδικές μέθοδοι προστασίας**, οι οποίες είναι:

1. *Χρησιμοποίηση συσκευών με διπλή μόνωση.*
2. *Ηλεκτρικός διαχωρισμός κυκλώματος με τη βοήθεια μετασχηματιστή.*
3. *Εγκατάσταση των συσκευών σε μονωμένο δάπεδο ή πρόβλεψη σταθερής μεμονωμένης θέσης χειρισμού.*

➤ Η ικανοποίηση της συνθήκης **γ** μπορεί να γίνει με την **εγκατάσταση γείωσης προστασίας**, η οποία μπορεί να συνδυαστεί με **Διακόπτες Διαφυγής Έντασης (Δ.Δ.Ε.)** ή με **Διακόπτες Διαφυγής Τάσης (Δ.Δ.Τ.)**.

Η επιλογή της μεθόδου προστασίας στις εσωτερικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται από την εταιρεία ηλεκτρικής ενέργειας (ΔΕΗ), εκτός αν οι ΚΕΗΕ απαιτούν μία συγκεκριμένη μέθοδο.

3.3.2 Υλικά γειώσεων προστασίας

➡ Τα κυριότερα υλικά για την εγκατάσταση μιας γείωσης προστασίας είναι τα ακόλουθα:

α. Ο αγωγός γείωσης
β. Τα ηλεκτρόδια γείωσης
γ. Εξαρτήματα συνδέσεων

Α. Αγωγός γείωσης

Ο **αγωγός γείωσης** ενώνει το ηλεκτρόδιο γείωσης με τους ακροδέκτες των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών. Με βάση τους κανονισμούς ο αγωγός γείωσης πρέπει:

- για μονωμένο αγωγό, όταν δεν βρίσκεται στον ίδιο σωλήνα με ενεργούς αγωγούς ή γενικότερα ακολουθεί δικιά του διαδρομή, να έχει διατομή τουλάχιστον 2,5 mm^2.
- για μονωμένο αγωγό, όταν βρίσκεται στον ίδιο σωλήνα με ενεργούς αγωγούς, να έχει ίδια μόνωση και ίδια διατομή με αυτούς (μέχρι και τη διατομή των 16 mm^2), ξεκινώντας από επιτρεπτή διατομή 1,5 mm^2.

➡ Στην περίπτωση που οι ενεργοί αγωγοί έχουν τιμή μεγαλύτερη των 16 mm^2, ο αγωγός γείωσης επιτρέπεται να έχει διατομή ίση με το 50% αυτών, αλλά ποτέ μικρότερη των 16mm^2.

Β. Ηλεκτρόδια γείωσης

Τα **ηλεκτρόδια γείωσης** εξασφαλίζουν την αγώγιμη σύνδεση του αγωγού γείωσης, με τη γη και με βάση τους κανονισμούς πρέπει να έχουν επιφάνεια επαφής με τη γη τουλάχιστον **0,50 m^2**.

➡ Ως **ηλεκτρόδια γείωσης**, με βάση τους κανονισμούς, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα ακόλουθα:

1. <u>Το δίκτυο ύδρευσης</u>

Το **δίκτυο ύδρευσης** ως ηλεκτρόδιο γείωσης δεν πρέπει να εφαρμόζεται σήμερα, για τους εξής λόγους:

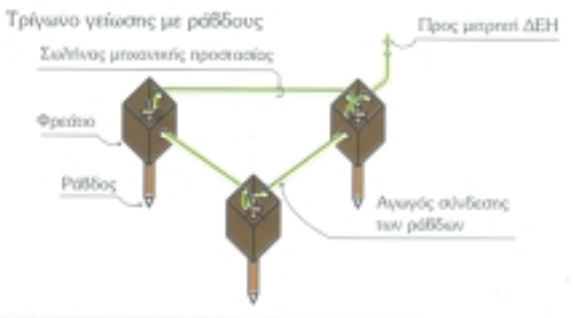
- Οι σωλήνες ύδρευσης, στις σημερινές κατασκευές, μπορεί να είναι και πλαστικοί και έτσι δεν υπάρχει αγώγιμος δρόμος με τη γη.
- Το δίκτυο ύδρευσης, με μεταλλικούς σωλήνες, στην περίπτωση διακοπής της παροχής και της ένωσης των σωλήνων μεταξύ τους με μούφα που στεγανοποιείται με μονωτικό κανάβι και μπογιά, δεν παρέχει αγώγιμο δρόμο τουλάχιστον ικανοποιητικό με τη γη.
- Το δίκτυο ύδρευσης, με μεταλλικούς σωλήνες, στην περίπτωση μεγάλης διαρροής, τίθεται υπό τάση με αποτέλεσμα να **"χτυπάει"** τον καθένα που το χρησιμοποιεί, εκείνη τη στιγμή, γιατί το σώμα του αποτελεί τότε έναν επιπλέον αγώγιμο δρόμο για τη διέλευση του ηλεκτρικού ρεύματος.

2. <u>Ράβδος γείωσης</u>

Η **ράβδος γείωσης** είναι σωλήνας διαμέτρου μιας ίντσας ή μία ράβδος κυλινδρική από γαλβανισμένο χάλυβα ή μεταλλική επιχαλκωμένη ή επιμολυβδωμένη για μεγαλύτερη αντοχή στη διάβρωση (Σχήμα 3.3.3). Η ράβδος καρφώνεται κατακόρυφα ή λοξά στο έδαφος με σφυρί και όσο μεγαλύτερη είναι τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση γείωσης.

Σχήμα 3.3.3
Ράβδος γείωσης

Σε περίπτωση που μία απλή ράβδος δεν αρκεί για την αποτελεσματική γείωση της εγκατάστασης, τότε χρησιμοποιούνται τρεις ράβδοι σε **μορφή ισόπλευρου τριγώνου**, όπως φαίνεται στο Σχήμα 3.3.4.



Σχήμα 3.3.4 *Τρίγωνο γείωσης με ράβδους*

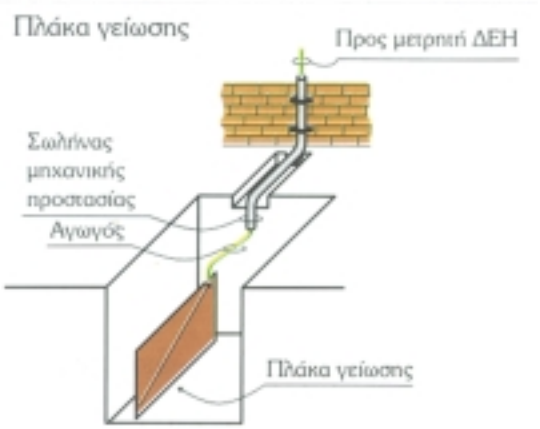
3. <u>Μεταλλική πλάκα</u>

Η **μεταλλική πλάκα** πρέπει να είναι διαστάσεων **50x50x2 cm**, τουλάχιστον. Η κατασκευή της είναι από χαλκό ή επιψευδαργυρωμένο σίδηρο και τοποθετείται σε βάθος τουλάχιστον 1 m από την επιφάνεια και πάντοτε κατακόρυφα.

Η διατομή του αγωγού γείωσης που συνδέεται με την πλάκα πρέπει να είναι τουλάχιστον **25 mm²** σε όλο το τμήμα του, που βρίσκεται κάτω από τη γη (Σχήμα 3.3.5). Συνήθως, κατά την τοποθέτηση, ακολουθούνται τα παρακάτω στάδια:

- *τοποθέτηση της πλάκας*
- *κάλυψη γύρω από την πλάκα με μίγμα από λεπτή άμμο, σκόνη άνθρακα και αλάτι, για να δημιουργηθεί πιο καλή αγωγιμότητα μεταξύ πλάκας και γης.*

➡ Στην περίπτωση που ο έλεγχος δείξει ότι η ολική αντίσταση γείωσης δεν έχει παραδεκτή τιμή, τοποθετούμε και άλλη πλάκα αγώγιμα συνδεδεμένη με την πρώτη και διατομής αγωγού τουλάχιστον 25 mm² μέχρι να επιτευχθεί παραδεκτή τιμή της αντίστασης γείωσης.



Σχήμα 3.3.5 *Γείωση με μεταλλική πλάκα*

4. <u>Γείωση ταινίας ή συρματόσχοινου</u>

Ταινία ή **συρματόσχοινο** τοποθετείται σε χαντάκι βάθους τουλάχιστον 0.5 m. Το βάθος που προτιμάται είναι **0,7 - 1,0 m** για να υπάρχει υγρό έδαφος. Η ταινία μπορεί να είναι χάλυβας γαλβανισμένος ή επιχαλκωμένος. Χρησιμοποιούνται επίσης χάλκινες ταινίες. Η ταινία μπορεί να τοποθετηθεί ευθύγραμμα (**ευθύγραμμος γειωτής**) ή κυκλικά γύρω από την εγκατάσταση (**γειωτής βρόχου**).

Η αντίσταση γείωσης στην περίπτωση γείωσης ταινίας είναι περίπου αντιστρόφως ανάλογη του μήκους. Για το ίδιο μήκος ταινίας ο ευθύγραμμος γειωτής έχει μικρότερη αντίσταση από το γειωτή βρόχου.

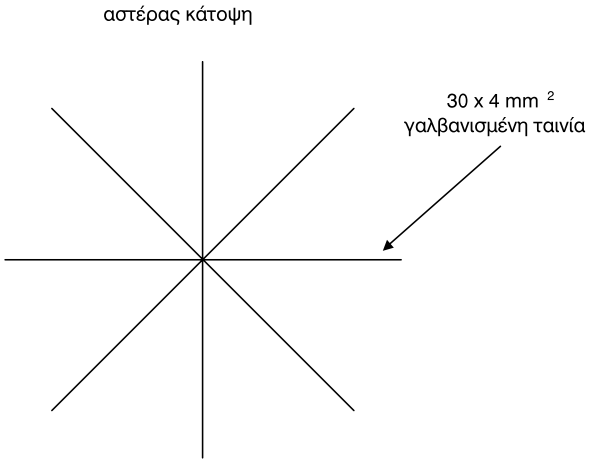
➡ **Δεν συνιστάται συρματόσχοινο αντί ταινίας σαν ηλεκτρόδιο γείωσης, αν και το επιτρέπουν οι ΚΕΗΕ, γιατί διαβρώνεται εύκολα. Γι' αυτό το λόγο δεν το συνιστούν και οι κανονισμοί VDE 100.**

➡ Μία περίπτωση του γειωτή ταινίας είναι η **θεμελιακή γείωση**. Η θεμελιακή γείωση είναι εκείνη που χρησιμοποιείται σήμερα, συνήθως, σε όλες τις κατασκευές. Είναι ταινία από γαλβανισμένο χάλυβα διαστάσεων **2,5x4x30 mm** και τοποθετείται σε όλη την περίμετρο των θεμελίων της οικοδομής μέσα σε στρώμα μπετόν πάχους **10 cm**. Η μορφή της είναι κλειστή και, από κάποιο κατάλληλο αγωγό σύνδεσης από ίδια ταινία, καταλήγει στο ζυγό του ηλεκτρικού πίνακα εγκατάστασης. (Σχήμα 3.3.6).

Σχήμα 3.3.6 *Θεμελιακή γείωση με ταινία*

5. <u>Ακτινική γείωση</u>

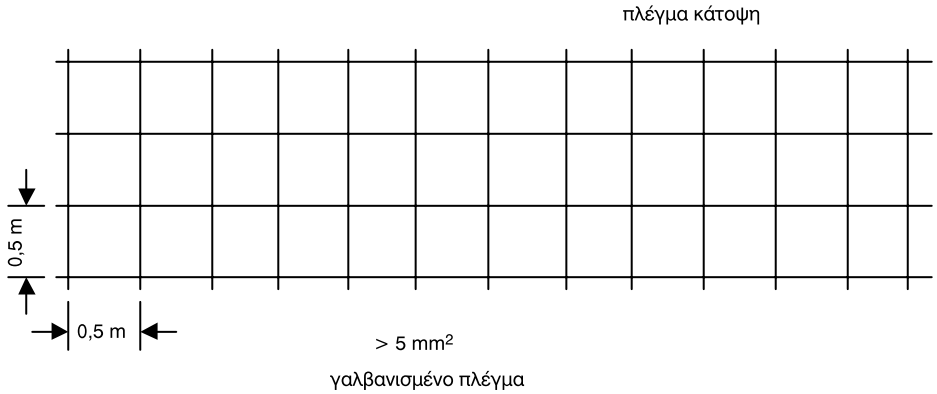
Ταινίες ή **ράβδοι** διαμορφώνονται σε **μορφή αστέρα** με πολλές ακτίνες (Σχήμα 3.3.7). Ο αστέρας βρίσκεται σε οριζόντια θέση, ενταφιασμένος σε βάθος τουλάχιστον **0,8 m**. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται είναι όμοια, όπως στο γειωτή ταινίας.



Σχήμα 3.3.7 *Ακτινική γείωση*

6. <u>Γείωση με πλέγμα</u>

Πλέγμα από **ταινίες** με τετραγωνικά ανοίγματα πλάτους **0,7 - 2,0 m** τοποθετείται οριζόντια σε βάθος **0,5 - 1,0 m** (Σχήμα 3.3.8). Οι ελάχιστες διαστάσεις των ταινιών είναι όπως στους γειωτές ταινίας. Το πλεονέκτημα των γειωτών πλέγματος είναι ότι, οι **βηματικές τάσεις** στο έδαφος (που θα εξεταστούν στο Κεφάλαιο των «Υποσταθμών») επάνω από το πλέγμα είναι αμελητέες. Επιτρέπονται, προφανώς, και ανοίγματα μικρότερα από **0,7 m**, όμως δεν έχουν μικρότερες βηματικές τάσεις απ' ότι πλέγματα με ανοίγματα **0,7 m**.



Σχήμα 3.3.8 *Πλέγμα γείωσης*

Γ. Εξαρτήματα συνδέσεων

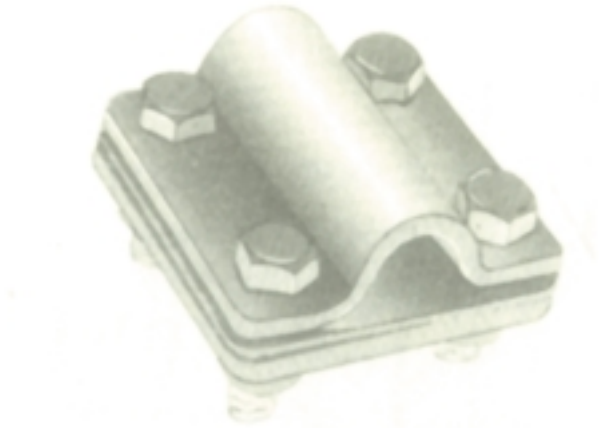
1. <u>Κολάρα γείωσης</u>

Αυτά είναι εξαρτήματα που εξασφαλίζουν την αγώγιμη σύνδεση του αγωγού γείωσης και του ηλεκτροδίου γείωσης. Η κατασκευή τους πρέπει να είναι από γαλβανισμένο χάλυβα και όχι από σίδηρο οποιασδήποτε ποιότητας.

- Η διάμετρός τους είναι ανάλογη με τη διατομή και το είδος του χρησιμοποιούμενου ηλεκτροδίου.
- Η τοποθέτησή τους στο ηλεκτρόδιο πρέπει να είναι τέτοια ώστε να γίνεται εύκολα ορατός έλεγχος.

2. <u>Σφικτήρες</u>

Αυτοί είναι εξαρτήματα που εξασφαλίζουν την αγώγιμη σύνδεση μεταξύ δύο διαφορετικών αγωγών. (Σχήμα 3.3.9).



Σχήμα 3.3.9 *Σφικτήρες γείωσης*

3.3.3 Είδη γειώσεων προστασίας

➡ Η γείωση προστασίας σε κτιριακές και βιομηχανικές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις γίνεται με τις παρακάτω μεθόδους:

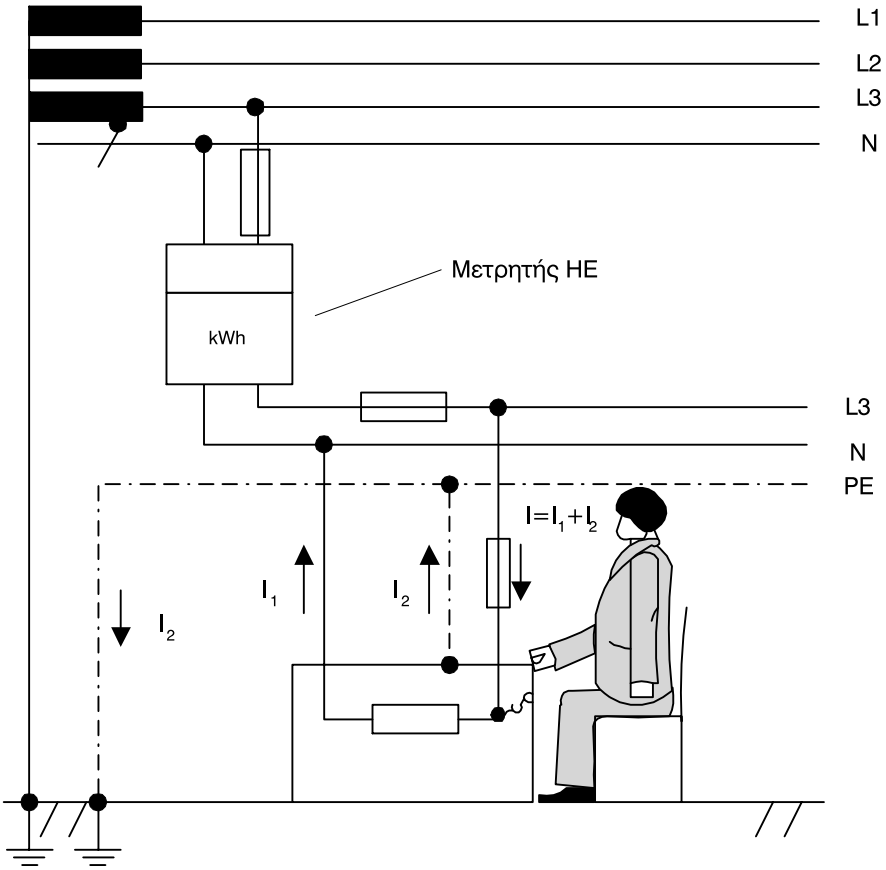
1. **Με άμεση γείωση**
2. **Με ουδετέρωση**

Προαιρετικά οι παραπάνω μέθοδοι μπορούν να συνδυαστούν και με την προστασία μέσω ηλεκτρονόμων διαφυγής, όπως οι *Διακόπτες Διαφυγής Έντασης* (ΔΔΕ) ή οι *Διακόπτες Διαφυγής Τάσης* (ΔΔΤ).

➤ Η προστασία με διακόπτες διαφυγής (τάσης ή έντασης) επιτυγχάνεται γενικά με άμεση απόζευξη του τμήματος της εγκατάστασης, που προστατεύεται από το διακόπτη διαφυγής, όταν η τιμή της τάσης επαφής είναι μικρότερη από **50 V**. Στις οικιακές εγκαταστάσεις ο διακόπτης διαφυγής προκαλεί απόζευξη όλης της εγκατάστασης προς τις διάφορες αναχωρήσεις του πίνακα.

Α. Άμεση γείωση

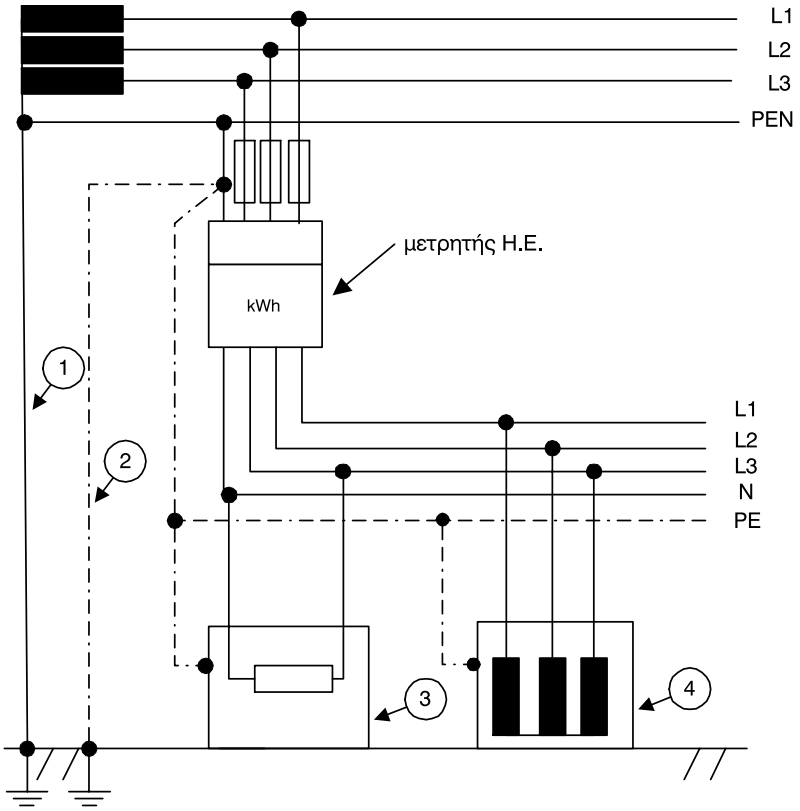
Με τη μέθοδο της **άμεσης γείωσης** συνδέουμε τα μεταλλικά τμήματα της εγκατάστασης, στα οποία δεν θέλουμε να εμφανιστεί επικίνδυνη τάση, απ' ευθείας με τη γη. Αυτό γίνεται με τη γραμμή της γείωσης που καταλήγει σε ηλεκτρόδια τεχνητών γειώσεων ή στα μεταλλικά δίκτυα των σωληνώσεων της ύδρευσης ή και στα δύο μαζί (Σχήμα 3.3.10).



Σχήμα 3.3.10 *Σύστημα προστασίας με άμεση γείωση*

Β. Ουδετέρωση

Στο σύστημα προστασίας με **ουδετέρωση**, τα μεταλλικά μέρη των συσκευών της εγκατάστασης συνδέονται με τον αγωγό γείωσης, όπως και στην άμεση γείωση (Σχήμα 3.3.11). Φυσικά και στην ουδετέρωση ο αγωγός της γείωσης είναι ανεξάρτητος από τον κύριο ουδέτερο αγωγό σε όλη την εγκατάσταση.

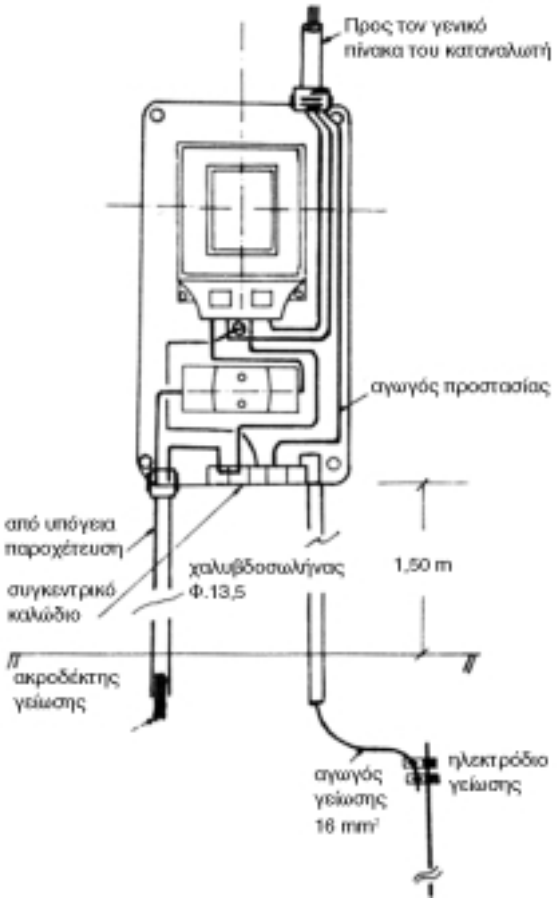


Σχήμα 3.3.11 *Σύστημα προστασίας με ουδετέρωση*

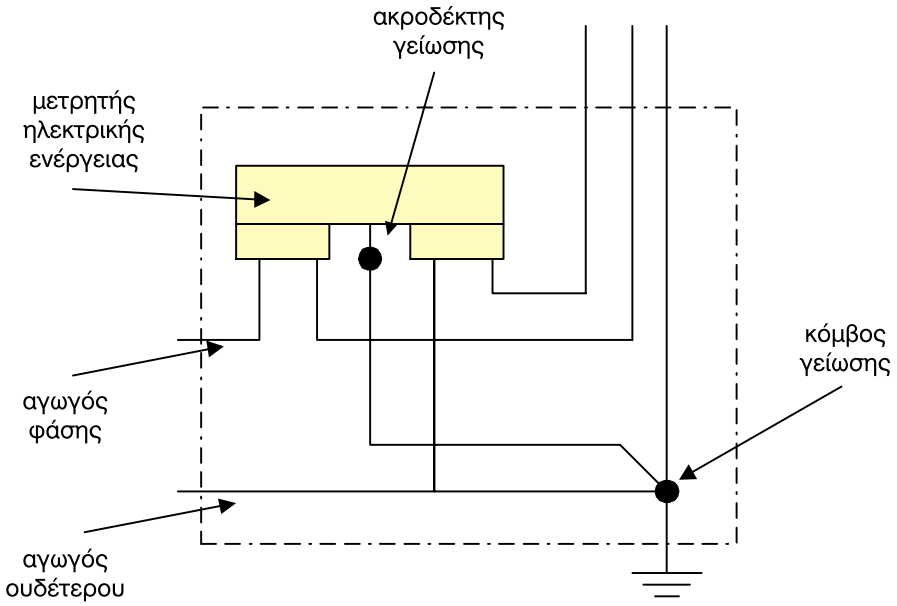
Σε όλη την Ελλάδα εφαρμόζεται το σύστημα *ουδετέρωσης* εκτός από το λεκανοπέδιο Αττικής που εφαρμόζεται ακόμα το σύστημα *άμεσης γείωσης*, γιατί δεν έχουν δημιουργηθεί ακόμα όλες οι προϋποθέσεις αλλαγής. Η ταυτόχρονη εφαρμογή και των δύο μεθόδων γείωσης στο ίδιο δίκτυο *κατά κανόνα απαγορεύεται*.

➡ Οι διαφορές μεταξύ του συστήματος άμεσης γείωσης και ουδετέρωσης είναι οι εξής:

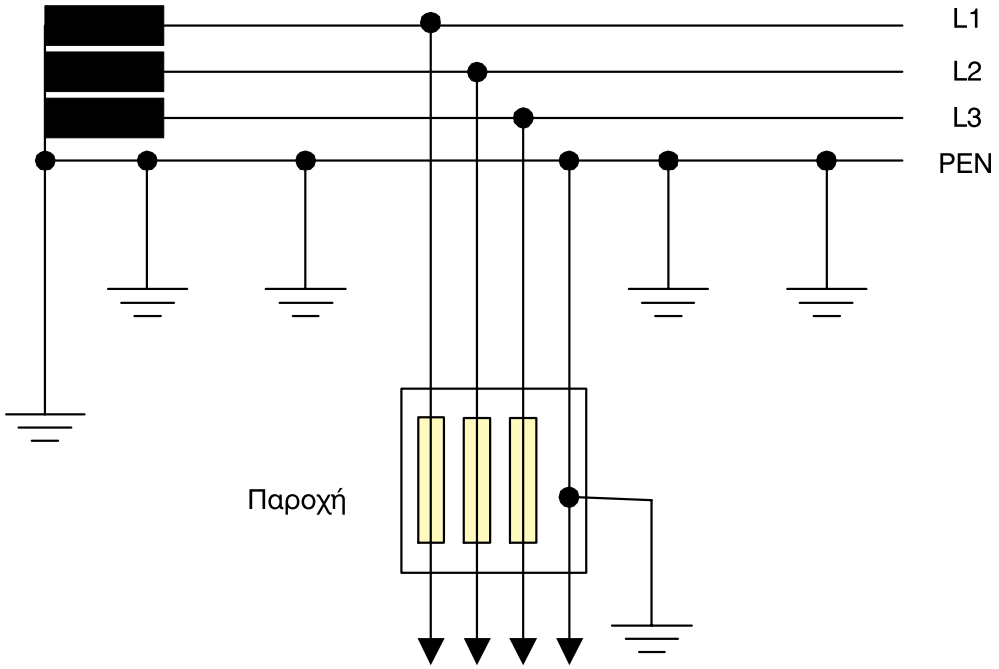
1. **Στην άμεση γείωση ο αγωγός γείωσης και ο ουδέτερος δεν συνδέονται μεταξύ τους πουθενά.**
2. **Στην ουδετέρωση ο αγωγός γείωσης και ο ουδέτερος συνδέονται μεταξύ τους μέσα στο κιβώτιο του μετρητή της ΔΕΗ όπου και καταλήγει ο αγωγός γης από το ηλεκτρόδιο της γείωσης και από εκεί αναχωρούν ανεξάρτητοι σε όλη την εγκατάσταση (Σχήματα 3.3.12 και 3.3.13).**
3. **Στην ουδετέρωση ο ουδέτερος αγωγός διανομής της ΔΕΗ γειώνεται σε τακτά διαστήματα (Σχήμα 3.3.14).**



Σχήμα 3.3.12 *Διάταξη γνωμονοκιβώτιου με σύστημα προστασίας ουδετέρωσης*



Σχήμα 3.3.13 *Σχηματική παράσταση ουδετέρωσης σε γνωμονοκιβώτιο*



Σχήμα 3.3.14 *Γείωση ουδετέρου γραμμής διανομής στο σύστημα προστασίας με ουδετέρωση*

Η *ουδετέρωση* σαν μέθοδος προστασίας είναι ασφαλέστερη από την *άμεση γείωση* γιατί ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται σε πολλά σημεία με αποτέλεσμα η συνολική αντίσταση γείωσης να είναι πολύ μικρή. Αν η αντίσταση του ηλεκτροδίου γης μιας κατοικίας είναι κάτω των 20 Ω, η γείωση κρίνεται επαρκής, όταν πρόκειται για σύστημα ουδετέρωσης.

Γ. Προστασία με Διακόπτη Διαφυγής Έντασης

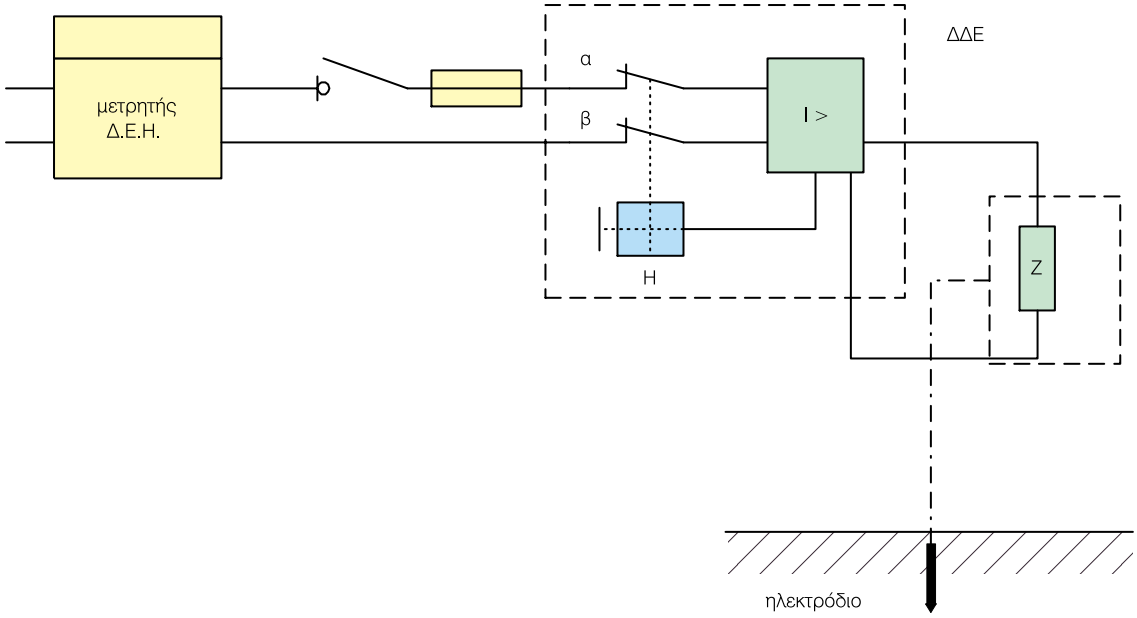
Ο **διακόπτης διαφυγής έντασης** διακόπτει την παροχή της τάσης προς την εγκατάσταση, που επιτηρεί, σε χρόνο περίπου **30 ms** και για τιμή του ρεύματος διαρροής της τάξης των **30 mA** σε οποιοδήποτε σημείο της εγκατάστασης. Οι διακόπτες αυτοί είναι **διπολικοί** ή **τετραπολικοί**.

➤ Οι **διπολικοί** διακόπτες χρησιμοποιούνται σε μονοφασικές παροχές τάσης και προκαλούν ζεύξη-απόζευξη τόσο στη φάση, όσο και στον ουδέτερο.

➤ Οι **τετραπολικοί** διακόπτες έχουν εφαρμογή σε τριφασικές παροχές (ζεύξη-απόζευξη των τριών φάσεων και του ουδέτερου).

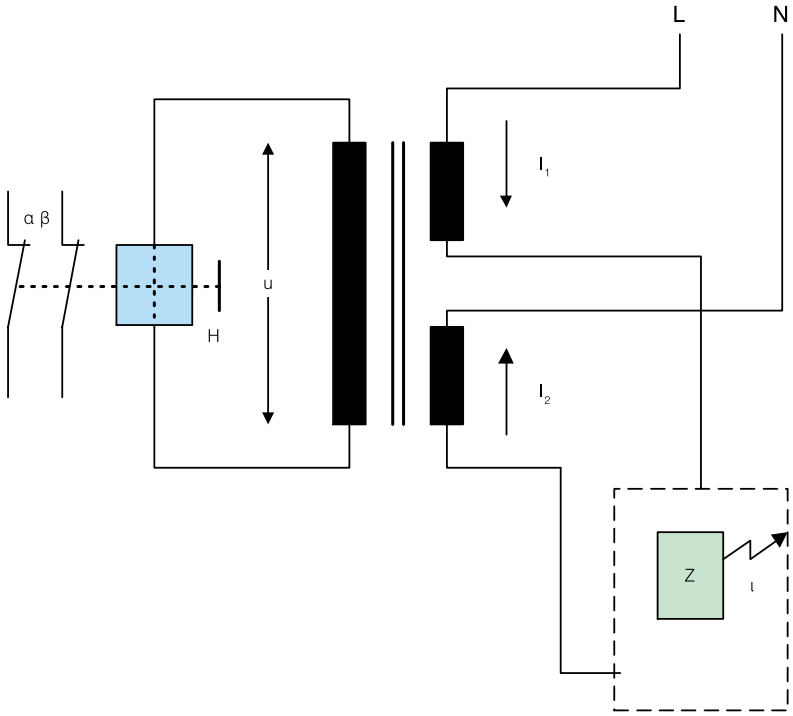
Στο Σχήμα 3.3.15 δίνεται απλοποιημένα η μέθοδος σύνδεσης του διπολικού διακόπτη διαφυγής έντασης. Σημειώνεται ότι σε περίπτωση ουδετέρωσης, η γείωση του ουδετέρου γίνεται πριν το διακόπτη διαφυγής έντασης (π.χ. στο κιβώτιο παροχής τάσης που τοποθετεί η Δ.Ε.Η σε έναν καταναλωτή).

Σύμφωνα με το Σχήμα 3.3.15 ο διακόπτης διαφυγής ρεύματος έχει ένα στοιχείο υπερέντασης **(I >)**. Το στοιχείο αυτό προκαλεί, σε περίπτωση διαρροής ρεύματος της τάξης των **30 mA**, τη διέγερση ενός ηλεκτρομαγνήτη **(H)**, που ανοίγει κατά την έλξη του σιδηροπυρήνα του τις επαφές **α** και **β**, με αποτέλεσμα τη διακοπή της τάσης προς την εγκατάσταση (φορτίο **Z**). Ο παραπάνω ηλεκτρομαγνήτης είναι ένα είδος ηλεκτρονόμου.



Σχήμα 3.3.15 *Σύνδεση του διακόπτη διαφυγής έντασης σε εγκατάσταση που έχει ηλεκτρόδιο γείωσης*

➤ Το στοιχείο υπερέντασης στηρίζει τη λειτουργία του στη διαφορετική τιμή του ρεύματος στον αγωγό φάσης, από τον αγωγό του ουδετέρου, κατά την εκδήλωση της διαρροής. Πρόκειται για ένα μετασχηματιστή (Σχήμα 3.3.16), όπου η διαφορά $\mathbf{\Delta I = I_1 - I_2}$ από το ρεύμα διαρροής προς το μεταλλικό περίβλημα μιας συσκευής, παράγει μία τάση **u** στο δευτερεύον του μετασχηματιστή, λόγω της οποίας διεγείρεται ο ηλεκτρονόμος **Η**, με αποτέλεσμα να ανοίξουν οι επαφές **α** και **β**.



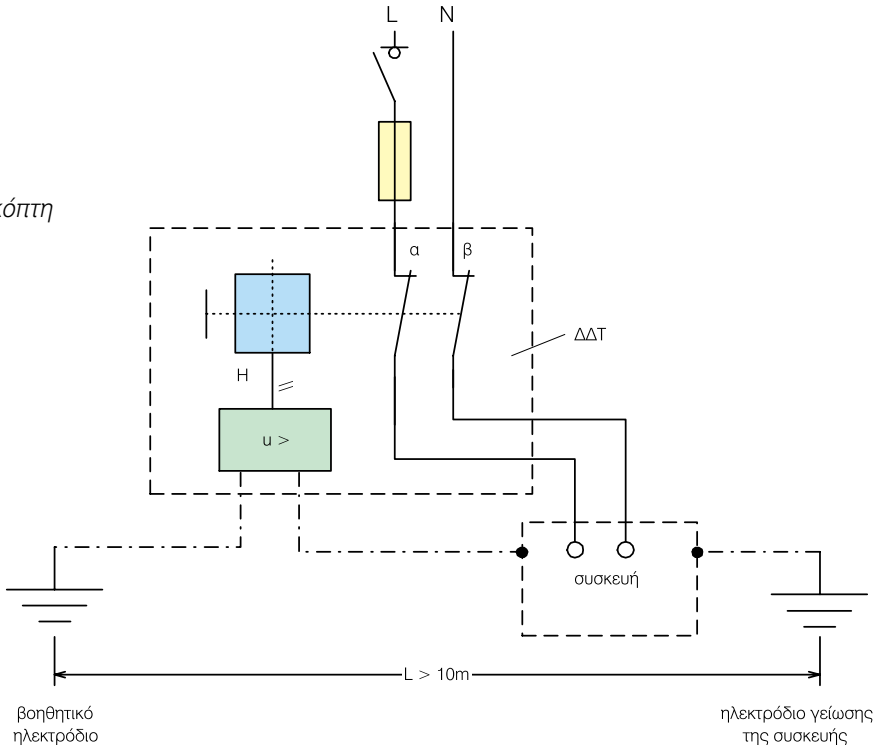
Σχήμα 3.3.16 *Λειτουργία του στοιχείου υπερέντασης του διακόπτη διαφυγής έντασης*

Δ. Προστασία με Διακόπτη Διαφυγής Τάσης

Ο διακόπτης διαφυγής τάσης περιλαμβάνει ένα στοιχείο υπέρτασης (πηνίο) **(u >)** και έναν **ηλεκτρονόμο** (ηλεκτρομαγνήτης) **(H)**, (όπως και στην περίπτωση του διακόπτη διαφυγής έντασης), που διακόπτει το κύκλωμα σε περίπτωση υπέρτασης (Σχήμα 3.3.17).

➤ Για τη λειτουργία του διακόπτη διαφυγής τάσης χρειάζεται, εκτός από τη γείωση μεταλλικών μερών, ένα **βοηθητικό ηλεκτρόδιο** (Σχήμα 3.3.17), όπου αυτό μέσω ενός μονωμένου αγωγού διατομής τουλάχιστον **2,5 mm²**, συνδέεται στο **στοιχείο υπέρτασης**. Επίσης στο στοιχείο υπέρτασης συνδέονται μέσω ενός επίσης μονωμένου αγωγού, τα μεταλλικά μέρη μιας ή περισσότερων συσκευών.

Ως **βοηθητικό ηλεκτρόδιο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί μία μεταλλική ράβδος ηλεκτροδίων γείωσης του εμπορίου (π.χ. **12,5 mm²** και μήκους **1,5 m**) ή ισοδύναμο ηλεκτρόδιο από γαλβανισμένο σωλήνα. Επιπλέον δεν πρέπει να επηρεάζεται το βοηθητικό ηλεκτρόδιο από το ηλεκτρόδιο γείωσης της εγκατάστασης και γι' αυτό θα πρέπει να βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη από **10 m**.



Σχήμα 3.3.17 *Σύνδεση του διακόπτη διαφυγής τάσης*

- **Σκοπός του διακόπτη διαφυγής τάσης είναι να αποκλειστεί η περίπτωση διατήρησης τάσης μεγαλύτερης των 50 V ανάμεσα στη γη και στα μεταλλικά περιβλήματα των συσκευών ή γενικά των μεταλλικών μερών της εγκατάστασης.**

- **Έτσι όταν η τάση μεταξύ των ηλεκτροδίων γείωσης της εγκατάστασης και του βοηθητικού ηλεκτροδίου γίνει μεγαλύτερη των 50 V, τότε μέσω του στοιχείου υπέρτασης (u >) δίνεται εντολή στον ηλεκτρονόμο (H) και διακόπτεται η τροφοδοσία της εγκατάστασης σε όλους τους πόλους τροφοδοσίας.**

3.3.4 Πρακτικές μέθοδοι ελέγχου γειώσεων

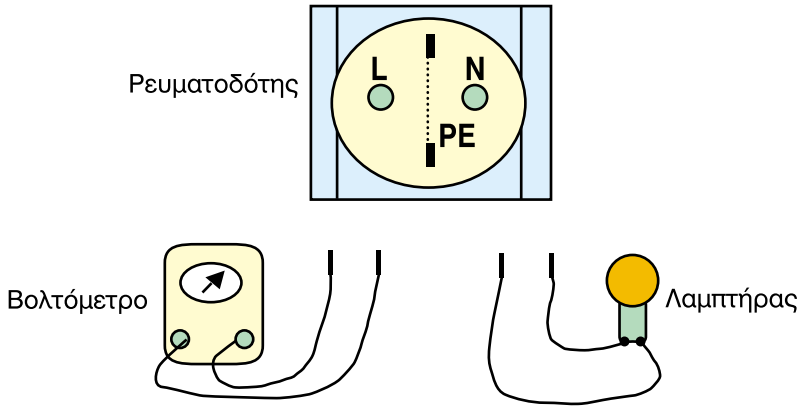
➡ Ο έλεγχος της αντίστασης γείωσης μιας εγκατάστασης συχνά γίνεται με τις ακόλουθες δυο πρακτικές μεθόδους:

1. τη **μέθοδο του βολτομέτρου** (ή του λαμπτήρα) και
2. τη **μέθοδο της ασφάλειας**

Οι πρακτικές αυτές μέθοδοι ελέγχου της αντίστασης γείωσης δεν μπορούν να υποκαταστήσουν τις μετρήσεις της αντίστασης γείωσης, είναι όμως ένα κριτήριο καταλληλότητας της γείωσης.

➡ Η **μέθοδος του βολτόμετρου** (ή του λαμπτήρα) γίνεται σε ένα ρευματοδότη της εγκατάστασης με την προϋπόθεση ότι ο ουδέτερος και η γείωση του δικτύου συνδέονται μεταξύ τους. Έτσι, αν η τάση μεταξύ φάσης **(L)** και ουδετέρου **(N)** σε ένα ρευματοδότη έχει την ίδια τιμή με εκείνη μεταξύ φάσης **(L)** και γείωσης **(PE)** και η τάση μεταξύ ουδετέρου **(N)** και γης **(PE)** έχει μηδενική τιμή, τότε η γείωση είναι κατάλληλη. Η μέτρηση αυτή γίνεται με ένα βολτόμετρο (Σχήμα 3.3.18).

➤ Αν αντί του βολτόμετρου χρησιμοποιηθεί ένας λαμπτήρας των **230 V**, θα πρέπει, για να είναι κατάλληλη η γείωση, η φωτεινότητα του **λαμπτήρα** να είναι η ίδια κατά τη σύνδεσή του μεταξύ φάσης και γης και μεταξύ φάσης και ουδετέρου. Η μέθοδος αυτή μπορεί να εφαρμόζεται σε προγραμματισμένες εργασίες συντήρησης, όπως π.χ. σε όλους τους ρευματοδότες των θαλάμων νοσηλείας ενός νοσοκομείου, στα δωμάτια ενός ξενοδοχείου, κ.λπ.

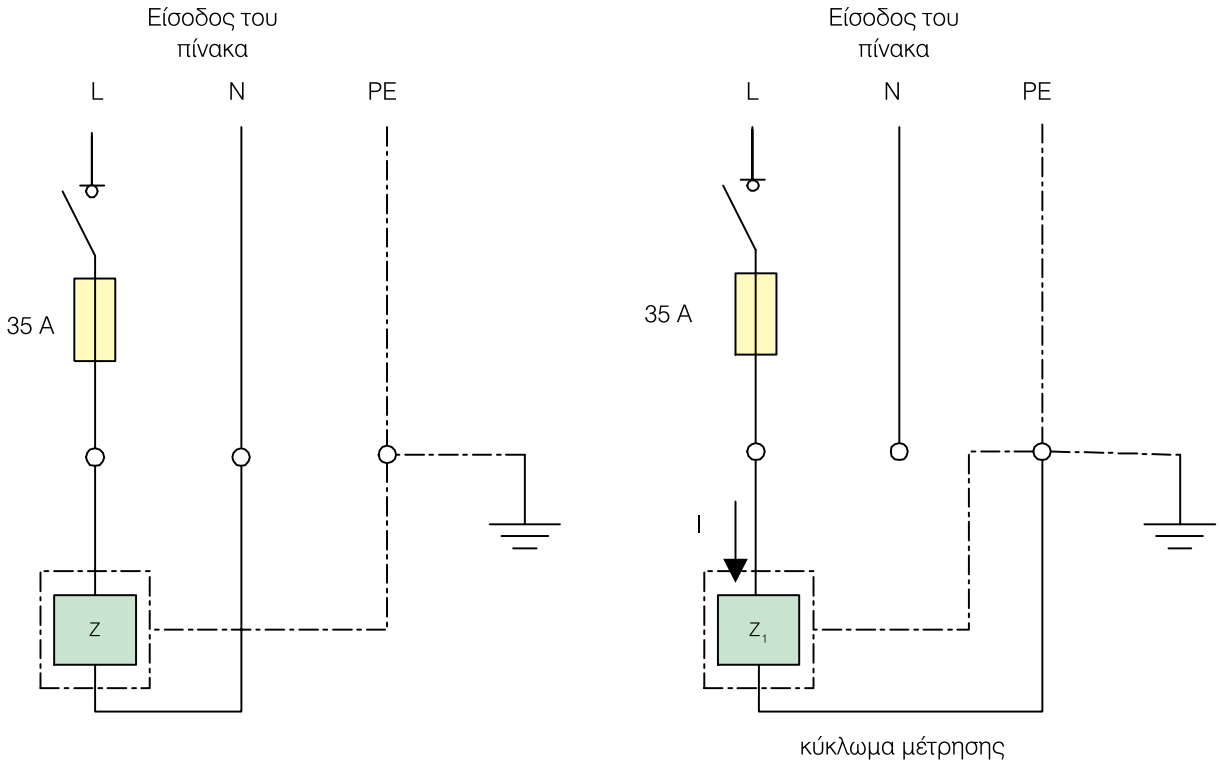


Σχήμα 3.3.18 *Έλεγχος της γείωσης με τη μέθοδο του βολτομέτρου ή του λαμπτήρα*

➡ Η **μέθοδος της ασφάλειας** πραγματοποιείται στον πίνακα διανομής της εγκατάστασης. Στηρίζεται στον έλεγχο ενός κυκλώματος μέσω μιας ασφάλειας. Στο Σχήμα 3.3.19 δίνεται απλοποιημένα η διαδικασία που ακολουθείται σε ένα γενικό πίνακα ενός καταναλωτή, του οποίου η γενική ασφάλεια είναι **35 A**.

➤ Όπως φαίνεται στο σχήμα αφαιρείται ο ουδέτερος αγωγός όλης της εγκατάστασης από το σημείο σύνδεσής του στον πίνακα και συνδέεται στον ακροδέκτη του αγωγού γείωσης του πίνακα.

Στη συνέχεια επιλέγεται ένα φορτίο της εγκατάστασης το οποίο θα απορροφούσε ρεύμα **I** ελάχιστα μεγαλύτερο των **35 A**, όταν συνδεόταν με αγωγό φάσης και ουδέτερο αγωγό. Κλείνοντας το διακόπτη του κυκλώματος, αν η ασφάλεια «πέσει», τότε η γείωση είναι κατάλληλη (παρεμβάλει δηλαδή μικρή αντίσταση μεταξύ **φάσης - φορτίου και επιστροφής μέσω της γείωσης**).



Z : φορτίο όλων των αναχωρήσεων της εγκατάστασης
Z_1: Επιλογή του φορτίου ώστε η τιμή I να είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από 35 A

Σχήμα 3.3.19 *Έλεγχος της γείωσης με τη μέθοδο της ασφάλειας*