

Μάθημα 3

Δίκτυα και γειώσεις

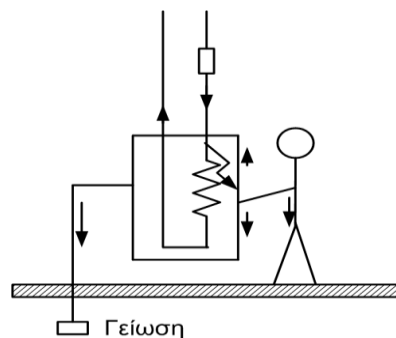
1. Γενικά

Στο προηγούμενο μάθημα (παράγραφος 2) είδαμε ότι η προστασία κατά της ηλεκτροπληξίας εξαρτάται από, αλλά και προσδιορίζει, τη δομή του δικτύου στην περιοχή που κάνουμε προστασία. Από τις παραπάνω μεθόδους μόνο η άμεση γείωση και η ουδετέρωση αποτελούν γενικές μεθόδους προστασίας. Η επιλογή της γενικής μεθόδου προστασίας στις ΕΗΕ μίας πόλεως αποτελεί αρμοδιότητα του Διανομέως Ηλεκτρικής Ενέργειας.

Γείωση γενικά είναι η αγωγή σύνδεση των μεταλλικών τμημάτων των συσκευών, που στην κανονική τους λειτουργία δεν είναι υπό τάση, με τη γη (ηλεκτρόδιο γείωσης).

Γείωση λειτουργίας είναι η γείωση ενός τμήματος εγκατάστασής που ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας, όπως είναι ο ουδέτερος κόμβος γεννητριών, μετασχηματιστών ή άλλων στοιχείων του δικτύου συνδεδεμένων σε αστέρα. Η γείωση λειτουργίας εκτός της αντίστασης του ηλεκτροδίου γείωσης και της αντίστασης του αγωγού γείωσης μπορεί να περιλαμβάνει και πρόσθετες ωμικές, επαγωγικές ή χωρητικές αντιστάσεις, (π.χ. αντιστάσεις για τον περιορισμό του ρεύματος βραχυκύκλωσης κατά τα σφάλματα με επαφή γης).

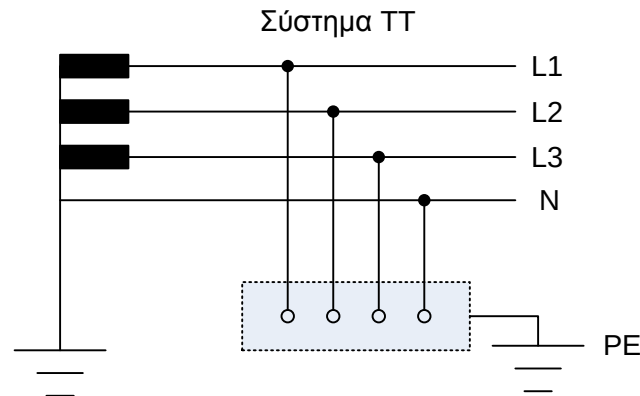
Γείωση προστασίας είναι η γείωση ενός αγωγίμου τμήματος της εγκατάστασης που δεν ανήκει στο κύκλωμα λειτουργίας για την προστασία ανθρώπων έναντι επικίνδυνων τάσεων επαφής. Το ρεύμα αυξάνεται μέχρι να καεί η ασφάλεια και να διακοπεί η τροφοδοσία της συσκευής. Μέχρι τότε, το ρεύμα περνά, κυρίως, από τον αγωγό γείωσης και από το ανθρώπινο σώμα. Για τον κλάδο του αγωγού γείωσης επιδιώκεται η κατά το δυνατόν μικρότερη αντίσταση ώστε να περάσει το περισσότερο ρεύμα. Για τον κλάδο του ανθρώπινου σώματος επιδιώκεται η τάση να είναι μικρότερη των 50V.



Σχήμα 3.1. Λειτουργία γείωσης.

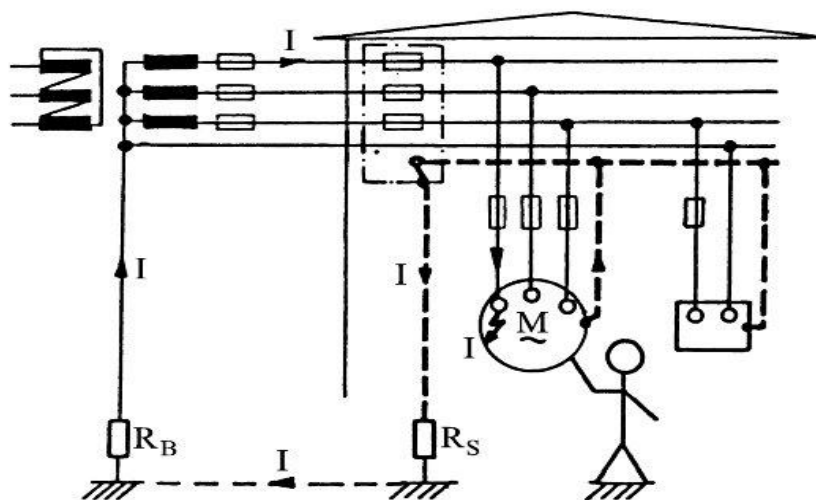
2. Άμεση γείωση σε δίκτυα TT.

Δίκτυα με άμεση γείωση χαρακτηρίζονται βάσει των κανονισμών ως δίκτυα TT (το πρώτο T συμβολίζει τη γείωση του ουδέτερου κόμβου χωρίς την παρεμβολή πρόσθετων αντιστάσεων του, το δεύτερο T την άμεση γείωση). Τα μεταλλικά περιβλήματα των συσκευών που προστατεύονται από κοινού με μία διάταξη προστασίας πρέπει να συνδέονται με κοινό ηλεκτρόδιο γείωσης. Το ίδιο ισχύει και για συσκευές, με τις οποίες μπορεί ο άνθρωπος να έρθει σε ταυτόχρονη επαφή.



Σχήμα 3.2. Σύστημα TT.

Ένας ιδιαίτερος αγωγός προστασίας, που βρίσκεται μαζί με τους αγωγούς των φάσεων και τον ουδέτερο στο γενικό πίνακα, συνδέεται με όλες τις ρευματοληψίες της εγκατάστασης. Ο ιδιαίτερος αγωγός συνδέεται με ένα γειωμένο μεταλλικό αντικείμενο (ηλεκτρόδιο γείωσης = μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης, μεταλλικές ράβδοι, σωλήνες, πλάκες ή ταινία (θεμελιακή γείωση)) μέσω χάλκινου αγωγού.



Σχήμα 3.3. Άμεση γείωση σε δίκτυο TT.

Σε περίπτωση σφάλματος της μόνωσης της συσκευής ρέει το ρεύμα σφάλματος I. Μεταξύ του μεταλλικού κελύφους της συσκευής M και ενός αγωγίμου στοιχείου συνδεδεμένου με τη γη, με το οποίο το άτομο μπορεί να έρχεται σε σύγχρονη επαφή, θα εμφανισθεί η τάση επαφής U_B . Η τάση επαφής στη δυσμενέστερη περίπτωση που ο άνθρωπος έρχεται σε άμεση επαφή με τη γη (π.χ. με σωλήνα ύδρευσης) είναι

$$U_B = R_s I \quad (3.1)$$

Σύμφωνα με τον ΚΕΗΕ τάσεις επαφής μεγαλύτερες των 50 V πρέπει να διακόπτονται μέσα σε πέντε δευτερόλεπτα. Από τον περιορισμό αυτό προκύπτει η αντίσταση γείωσης R_s

$$R_s \leq \frac{50V}{I_{\alpha\pi.}} \quad (3.2)$$

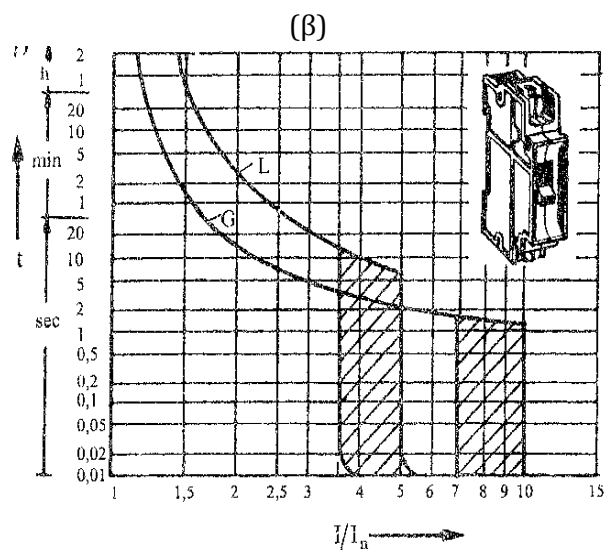
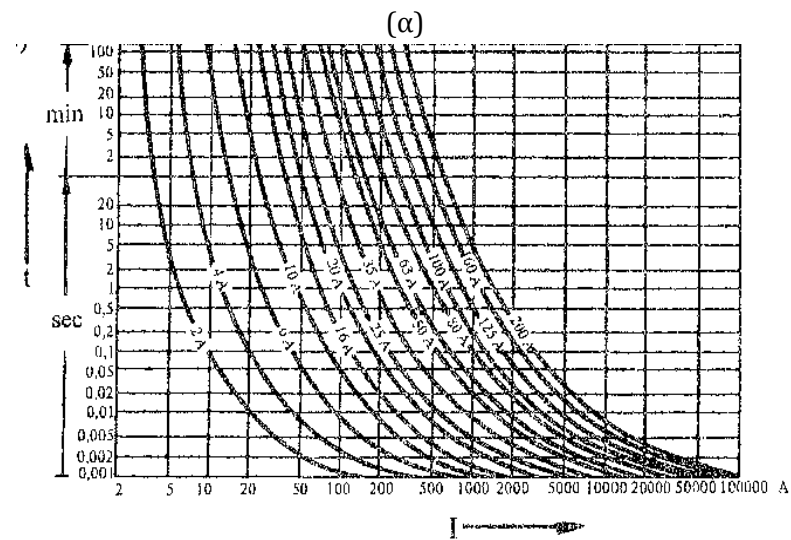
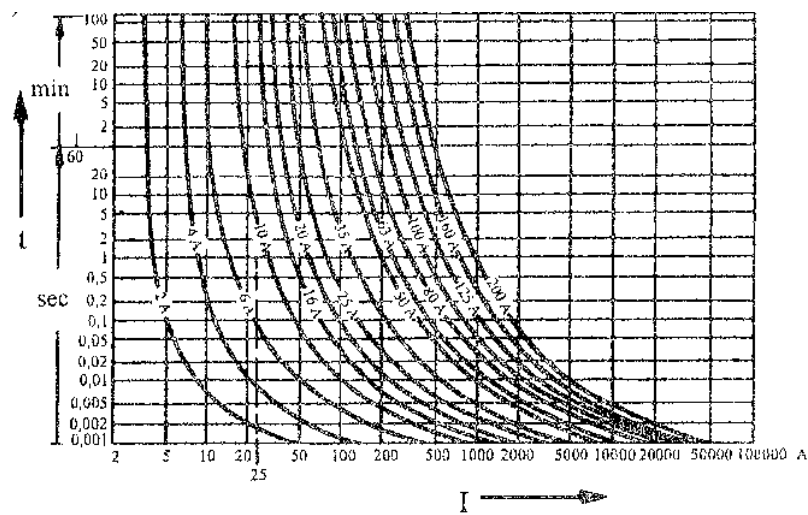
όπου 50V η μέγιστη επιτρεπόμενη τάση επαφής για 5s, και $I_{\alpha\pi.}$ η ένταση του ρεύματος που προκαλεί αυτόματη διακοπή του κυκλώματος σε 5s.

Το σχήμα 3.4 δείχνει το χρόνο διακοπής ως συνάρτηση του ρεύματος I για ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξεως και για μικροαυτόματους τύπου L και G. Οι ασφάλειες ταχείας τήξεως και οι μικροαυτόματοι τύπου L χρησιμοποιούνται συνήθως σε κυκλώματα που δεν εμφανίζονται υπερεντάσεις περιορισμένης διάρκειας. Οι ασφάλειες βραδείας τήξεως και οι μικροαυτόματοι τύπου G χρησιμοποιούνται συνήθως σε κυκλώματα με παροδικές υπερεντάσεις (ζεύξεις κινητήρων, μετασχηματιστών, πυκνωτών).

Για ασφάλεια ταχείας τήξεως, για χρόνο αυτόματης διακοπής 5s το ρεύμα $I_{\alpha\pi.}$ είναι περίπου 25A. Άρα η αντίσταση γείωσης R_s είναι

$$R_s \leq \frac{50V}{25A} \Rightarrow R_s \leq 2\Omega \quad (3.3)$$

Στην περίπτωση ασφάλειας βραδείας τήξεως ή στην περίπτωση μεγαλύτερων ονομαστικών εντάσεων οι αντιστάσεις R_s μπορούν να αποκτήσουν τιμές πολύ μικρότερες των 2 Ω. Η χρησιμοποίηση μικροαυτομάτων οδηγεί στο ίδιο αποτέλεσμα. Τόσο μικρές αντιστάσεις γείωσης μπορούν να επιτευχθούν χωρίς μεγάλη δαπάνη όταν είναι διαθέσιμο εκτεταμένο μεταλλικό δίκτυο ύδρευσης, στο οποίο γίνεται η γείωση. Επειδή όμως στα δίκτυα ύδρευσης χρησιμοποιούνται μη μεταλλικοί σωλήνες ή σύνδεσμοι σωλήνων, η μέθοδος της άμεσης γείωσης έχει ουσιαστικά εγκαταληφθεί και εφαρμόζεται κυρίως η μέθοδος της ουδετέρωσης.

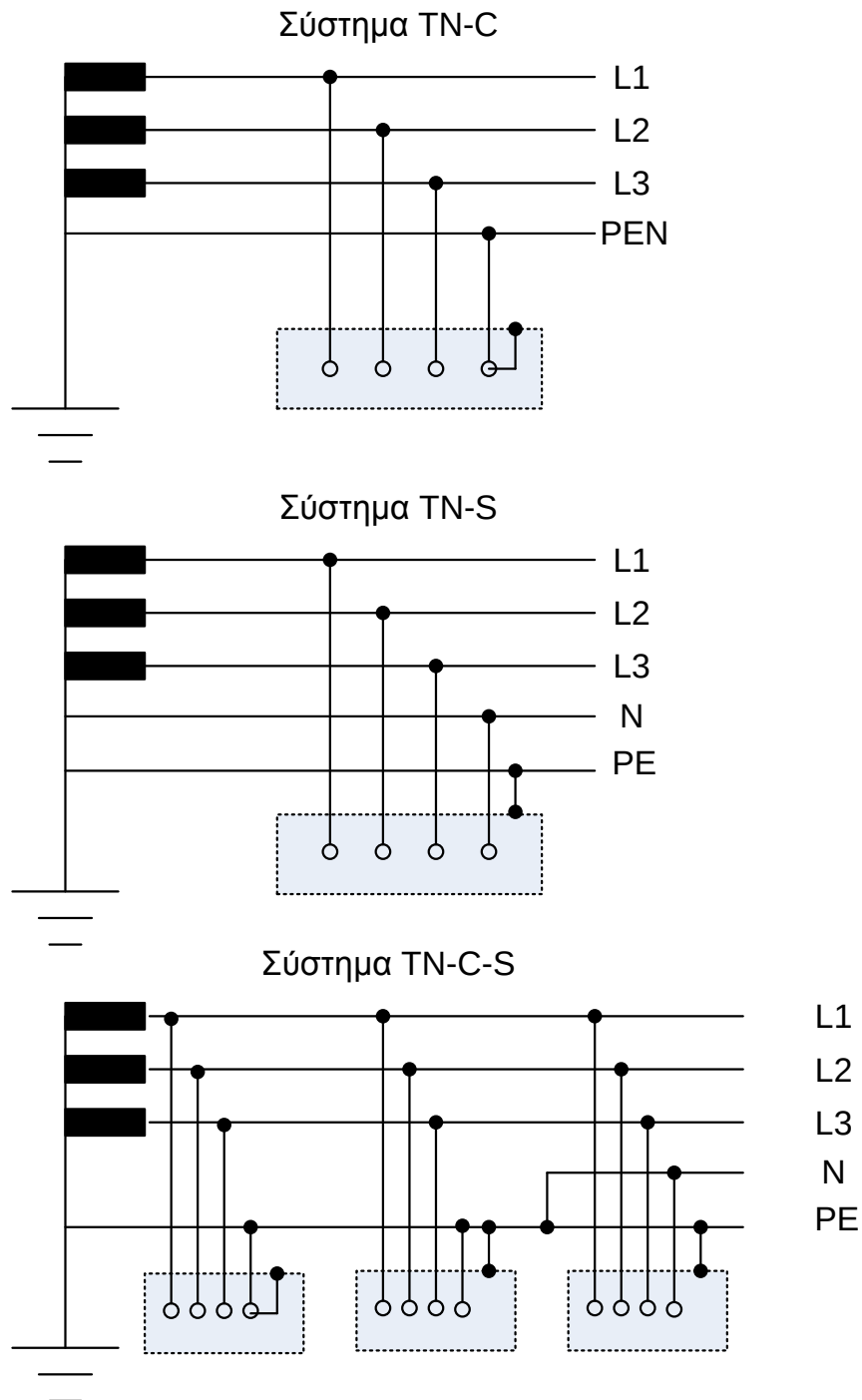


(γ)

Σχήμα 3.4. Χαρακτηριστικές εντάσεων-χρόνου για (α) ασφάλειες ταχείας τήξεως, (β) ασφάλειες βραδείας τήξεως και (γ) μικροαυτόματους τύπου L και G.

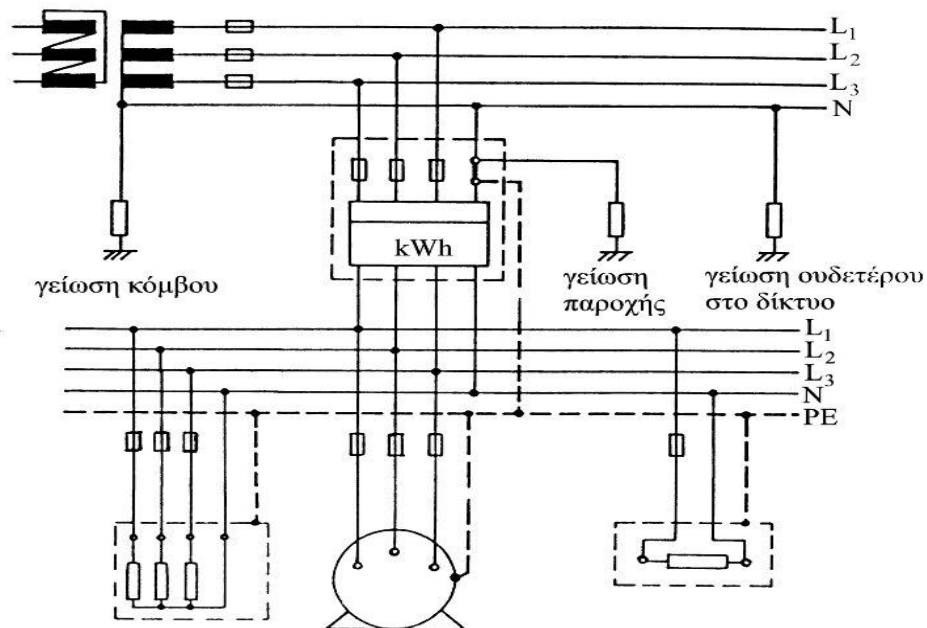
3. Ουδετέρωση σε δίκτυα TN.

Δίκτυα με ουδετέρωση χαρακτηρίζονται βάσει των κανονισμών ως δίκτυα TN (το T χαρακτηρίζει την γείωση του ουδετέρου κόμβου χωρίς την παρεμβολή πρόσθετων αντιστάσεων, το N τη σύνδεση των μεταλλικών περιβλημάτων με τον ουδέτερο).



Σχήμα 3.5. Σύστημα TN και οι παραλλαγές του.

Ο αγωγός προστασίας (5ος αγωγός σε τριφασικές εγκαταστάσεις) συνδέεται με τον ουδέτερο του δικτύου πριν από το μετρητή. Σε περίπτωση βλάβης της μόνωσης της συσκευής το κύκλωμα κλείνει μέσω του ουδέτερου αγωγού. Επειδή ο ουδέτερος αγωγός συνδέεται με το κέλυφος των συσκευών, το δυναμικό του δεν πρέπει να αποκτήσει ούτε κατά την κανονική λειτουργία ούτε σε περιπτώσεις σφαλμάτων επικίνδυνες για τον άνθρωπο τιμές.

**Σχήμα 3.6. Ουδετέρωση σε δίκτυο TN.**

Ο ιδιαίτερος αγωγός προστασίας συνδέεται στον πίνακα διανομής ή στο μετρητή με τον ουδέτερο αγωγό του δικτύου διανομής χαμηλής τάσης. Ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται στον ουδέτερο κόμβο του μετασχηματιστή διανομής ΔΥγ (γείωση λειτουργίας), κατά διαστήματα σε όλο του το μήκος στο δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (ανά 300m) και στην είσοδο της παροχής στην εγκατάσταση του καταναλωτή.

Σύμφωνα με τον ΚΕΗΕ, απαγορεύεται η ταυτόχρονη εφαρμογή της άμεσης γείωσης και της ουδετέρωσης ή στο ίδιο δίκτυο ΧΤ. Η συνύπαρξη επιτρέπεται, υπό προϋποθέσεις, κατά τη μετατροπή της άμεσης γείωσης σε ουδετέρωση. Η συνύπαρξη των δύο μεθόδων στο ίδιο δίκτυο Χ.Τ. επιτρέπεται μόνο κατά το μεταβατικό διάστημα μετατροπής της μεθόδου της άμεσης γείωσης σε ουδετέρωση, υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στο άρθρο 19 (αντίσταση ουδέτερου μικρότερη από 1 Ω, σύνδεση του ουδέτερου με το δίκτυο ύδρευσης σε περισσότερα σημεία και σε κάθε εγκατάσταση που εφαρμόζεται η ουδετέρωση). Αυτή η απαγόρευση συνίσταται στο ότι εμφανίζονται επικίνδυνες τάσεις επαφής στις ουδετερωμένες συσκευές, αν και δεν παρουσιάζουν σφάλμα, λόγω ανύψωσης του δυναμικού του ουδέτερου, ως αποτέλεσμα του σφάλματος στην γειωμένη συσκευή.

Σύμφωνα με το άρθρο 19 του ΚΕΗΕ για να επιτρέπεται η εφαρμογή της ουδετέρωσης σε μία εγκατάσταση, πρέπει το δίκτυο διανομής που την τροφοδοτεί και η ίδια η εγκατάσταση να πληρούν ορισμένες συνθήκες. Οι συνθήκες αυτές αναφέρονται στο τέλος της άσκησης.

Πίνακας 3.1. Διατομή ουδετέρου αγωγού για την εφαρμογή της ουδετερώσεως

Διατομή αγωγού φάσεως mm ²	Διατομή ουδέτερου αγωγού mm ²	
	σε σωλήνα ή σε καλώδιο	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	240	-

Πίνακας 3.2. Μέσες τιμές ειδικής αντίστασης εδάφους.

Είδος εδάφους	Έδαφος ελώδες	Έδαφος αργιλώδες πηλώδες ή αγρού	Υγρή άμμος	Υγροί χάλικες	Ξηρή άμμος, ξηροί χάλικες	Έδαφος πετρώδες
Ειδική αντίσταση ρ [Ωm]	30	100	200	500	1000	3000

Πίνακας 3.3. Αντίσταση γειώσεως ηλεκτροδίων για ειδική αντίσταση εδάφους 100Ωm.

Είδος ηλεκτροδίου	Ταινία και συρματόσχοινο				Ράβδος και σωλήνας				Πλάκα ορθογώνια, τοποθετημένη κατακόρυφα, σε βάθος (από την άνω πλευρά) 1 m περίπου	
	μήκος				μήκος					
	10m	25m	50m	100m	1m	2m	3m	5m	0.5mx1m	1mx1m
Αντίσταση γειώσεως Ω	20	10	5	3	70	40	30	20	35	25

Πίνακας 3.4. Ελάχιστες διατομές ηλεκτροδίων.

Είδος ηλεκτροδίου	Υλικό		
	Γαλβανισμένος χάλυβας	Επιχαλκωμένος χάλυβας	Χαλκός
Ταινίες	Χαλύβδινη ταινία 100mm ² ελαχίστου πάχους 3mm Συρματόσχοινο διατομής 95mm ² (όχι με λεπτά συρματίδια)	50mm ²	Ταινία χαλκού 50mm ² ,ελαχίστου πάχους 2mm. Συρματόσχοινο διατομής 35mm ²
Ηλεκτρόδια ράβδων	Χαλύβδινος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 1inch Χαλύβδινη ράβδος τυποποιημένης διατομής L, U, T, ή άλλης ισοδύναμης διατομής	Χάλυβας διαμέτρου 15mm με στρώμα χαλκού πάχους 2.5mm	Χάλκινος σωλήνας εσωτερικής διαμέτρου 30mm και ελαχίστου πάχους τοιχώματος 3mm
Πλάκες	Χαλύβδινο έλασμα πάχους 3 mm		Χάλκινο έλασμα 2mm

4. Μέτρηση αντίστασης γείωσης

Για να πληροί κάποια γείωση προστασίας τον προορισμό της, πρέπει η αντίσταση που παρουσιάζει προς γη να είναι κάτω από μια ορισμένη τιμή. Μια ιδανική γείωση θα έπρεπε να έχει μηδενική τιμή αντίστασης, $R_g=0\Omega$.

Η αντίσταση των γειώσεων εξαρτάται:

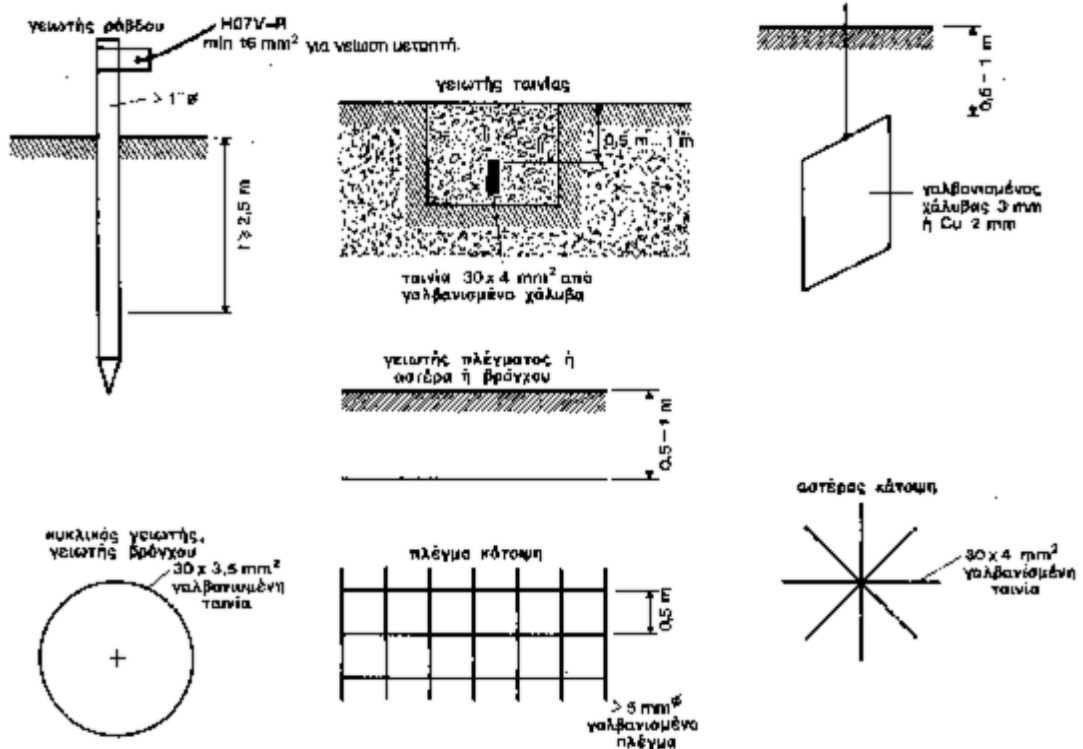
- 1) μορφή ηλεκτροδίου γείωσης
- 2) τις διαστάσεις των ηλεκτροδίων γείωσης
- 3) από το βάθος των ηλεκτροδίων γείωσης
- 4) κυρίως από την ειδική αντίσταση του εδάφους που περιβάλλει τα ηλεκτρόδια.

Γενικά, οι γειωτές διακρίνονται σε:

- 1) βαθείς γειωτές (όπως γειωτές ράβδου),
- 2) επιφανειακούς γειωτές (ταινίες ή πλέγματα)

Ως υλικά κατασκευής χρησιμοποιούνται:

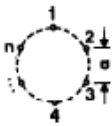
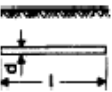
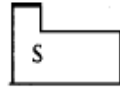
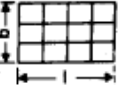
- 1) ο μόλυβδος,
- 2) ο χαλκός,
- 3) ο γαλβανισμένος χαλκός ή και
- 4) ο επιχαλκομένος χάλυβας.



Σχήμα 3.7. Είδη ηλεκτροδίων γειωτών.

Για κάθε τύπο γειωτή αποδεικνύεται θεωρητικά μια μαθηματική σχέση με την οποία μπορούμε να υπολογίσουμε την αντίσταση γείωσης. Η αντίσταση των γειωτών δεν υπολογίζεται χρησιμοποιώντας τις θεωρητικές σχέσεις αλλά προσδιορίζεται με μετρήσεις αφού η ειδική αντίσταση του εδάφους δεν παραμένει σταθερή αλλά αλλάζει ανάλογα με τη θερμοκρασία, την υγρασία αλλά και την περιεκτικότητα του σε άλατα.

Επίσης, μετρώντας την αντίσταση γείωσης κάνουμε και έναν έλεγχο του συστήματος γείωσης μιας εγκατάστασης.

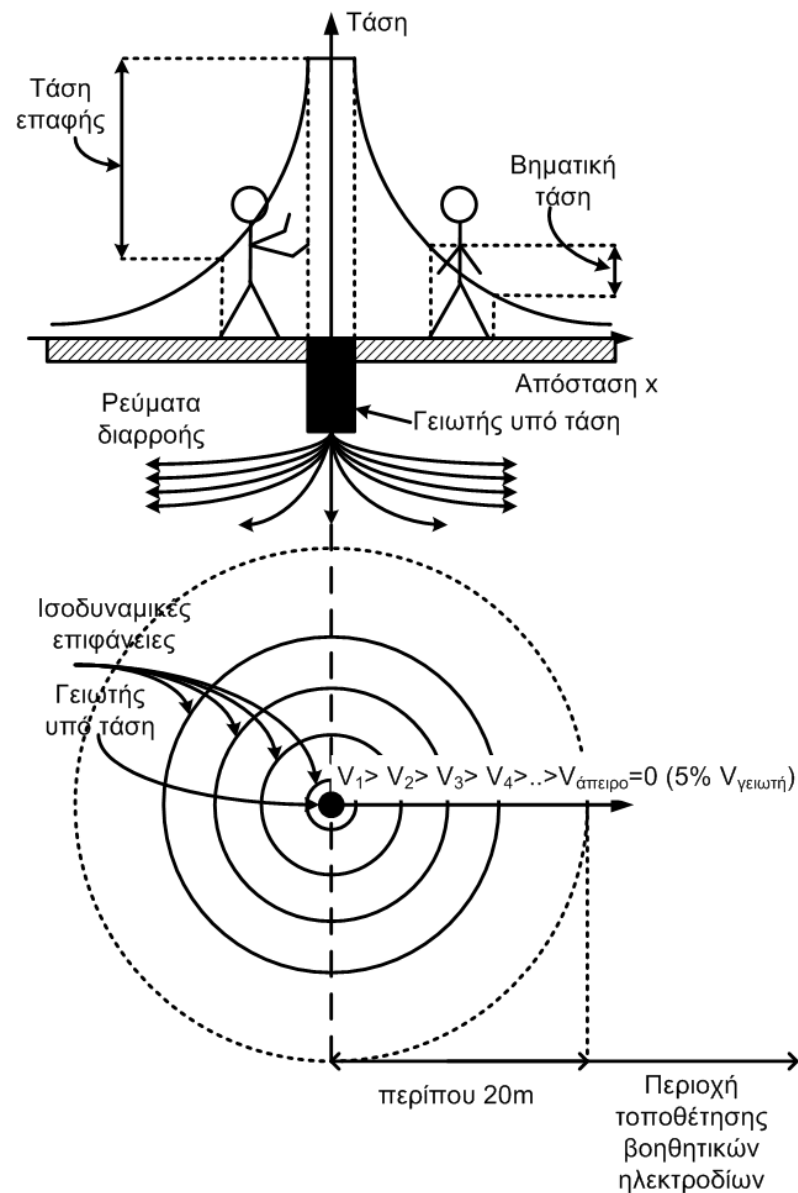
	Γειωτής	Τύπος	Προσεγγιστικός τύπος
	Πάσσαλος (πλάγια όψη)	$l_{eff} \approx l - 0.5 \text{ m}^*$	$R_A \approx \frac{\rho}{l_{eff}}$
	Πολύγωνο Πασάλων $a \geq 1$ (κάτοψη)	$R_A \approx k \cdot \frac{1}{n} \cdot R_{A1}$ $\frac{a}{l} = 3 : n = 5 : k \approx 1.2$ R_{A1} =αντίσταση ενός πασάλου	$K=(1 \dots 1.5)$ για $n = 10 : k \approx 1.25$
	Ταινία γείωσης ή επιφανειακός γειωτής, βάθος $h=0,5 \dots 1,0 \text{ m}$ (πλάγια όψη)	$R_A = \frac{\rho}{\pi \cdot l} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot l}{d}\right)$	$R_A \approx \frac{2 \cdot \rho}{l}$
	Θεμελιακή γείωση $D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot S}$		$R_A = \frac{2}{\pi} \cdot \frac{\rho}{D}$
	Πλέγμα σε βάθος $0,5 - 1,0 \text{ m}$ $D = \sqrt{\frac{4 \cdot b \cdot l}{\pi}}$ (κάτοψη)	$R_A \approx \frac{\rho}{2 \cdot d} + \frac{\rho}{l \cdot g}$ $l \cdot g$ =συνολικό μήκος αγωγού	$R_A \approx \frac{\rho}{2 \cdot D}$

Σχήμα 3.8. Σχέσεις υπολογισμών της αντίστασης γείωσης ανάλογα με τον τύπο γειωτή.

Για τη μέτρηση της αντίστασης γείωσης χρησιμοποιούνται δύο βοηθητικά ηλεκτρόδια τα οποία επιγνύονται σε κάποια ασφαλή απόσταση από το ηλεκτρόδιο γείωσης (κύριο ηλεκτρόδιο) όπου το δυναμικό είναι μηδέν.

Ως αντίσταση γείωσης θεωρούμε την αντίσταση που παρουσιάζεται από το ηλεκτρόδιο γείωσης έως εκείνη την απόσταση όπου η τάση, κατά μήκος απομάκρυνσης από το γειωτή και χωρίς την παρεμβολή άλλων ηλεκτροδίων, είναι μηδέν. Ως σημείο με δυναμικό μηδέν (άπειρη γή) είναι η περιοχή εκείνη η οποία απέχει αρκετά από το ηλεκτρόδιο γείωσης, ώστε το δυναμικό να έχει μειωθεί και να θεωρείται μηδενικό, και είναι περίπου 5-10 φορές ποιά μακριά από τη μεγαλύτερη διάσταση του ηλεκτροδίου γείωσης.

Όταν γειωτής τεθεί υπό τάση, γύρω του στο έδαφος, φτιάχνει ένα πεδίο ροής (ηλεκτρικό πεδίο) το οποίο, όσο απομακρυνόμαστε από το γειωτή, μειώνεται (χοάνη δυναμικού γειωτή).



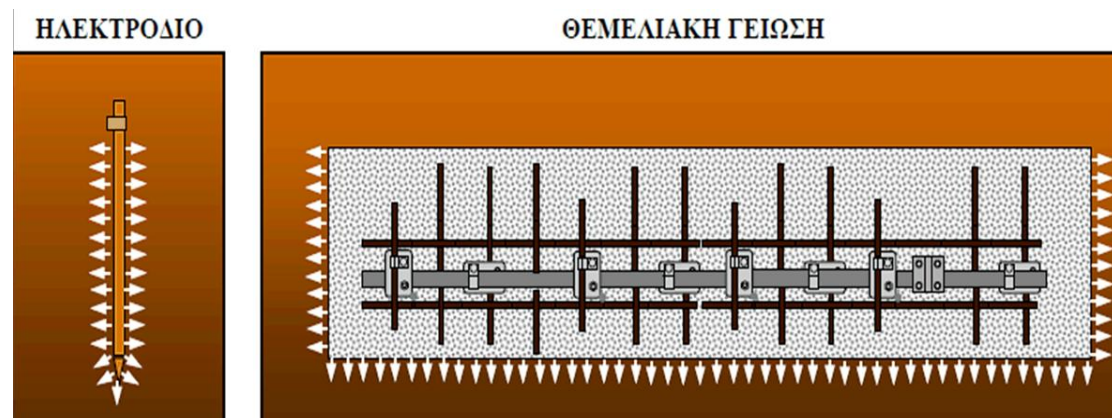
Σχήμα 3.9. Χοάνη δυναμικού γειωτή.

5. Θεμελιακή γείωση.

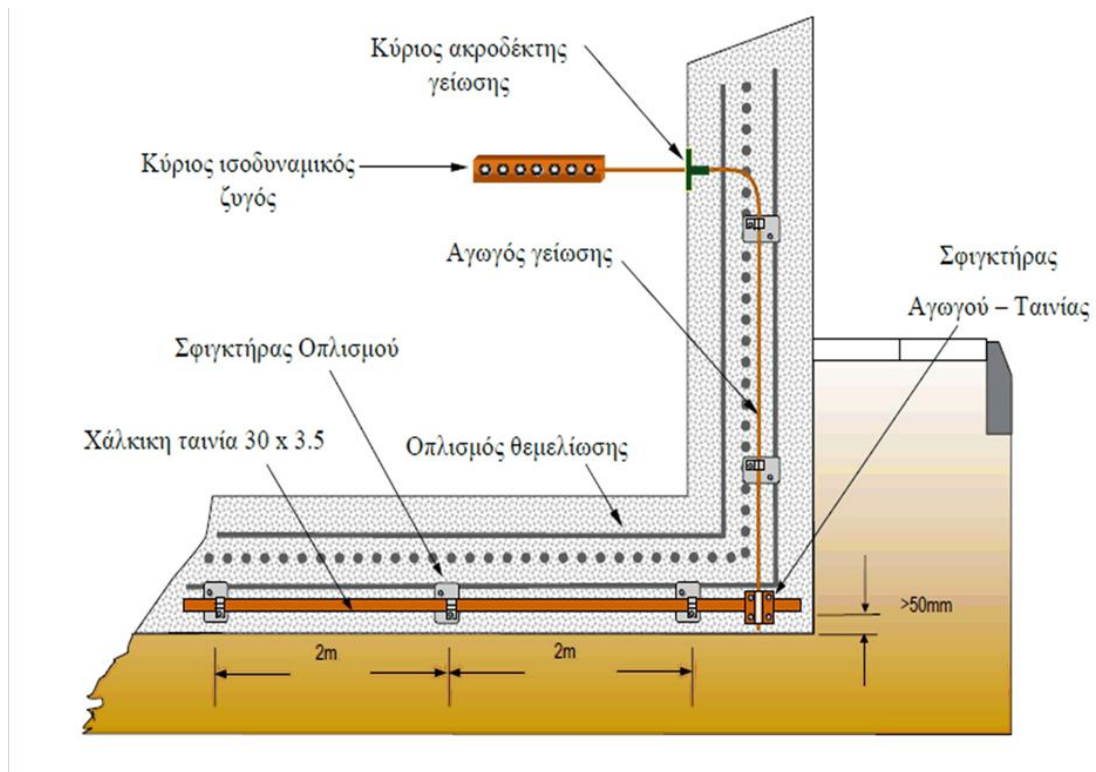
Η θεμελιακή γείωση αποτελείται από κυλινδρικό αγωγό ή ταινία (χαλκού ή αλουμινίου) και εγκαθίσταται στα θεμέλια του κτιρίου. Η θεμελιακή γείωση καθώς συνδέεται με τον οπλισμό του κτιρίου αποκτά πάρα πολύ μικρές τιμές αντίστασης διότι σχηματίζει ένα πολύ μεγάλο ηλεκτρόδιο γείωσης το οποίο έχει εμβαδό όσο το εμβαδό του κτιρίου. Μια επιτυχής θεμελιακή γείωση σχεδιάζεται στη φάση μελέτης της θεμελίωσης.



Σχήμα 3.14. Κύριες και δευτερεύουσες διαδρομές αγωγών θεμελιακής γείωσης.



Σχήμα 3.15. Διαφορά ηλεκτροδίου γείωσης και θεμελιακής γείωσης.



Σχήμα 3.16. Σύνδεση ηλεκτροδίου θεμελιακής γείωσης με κύριο ζυγό γείωσης.



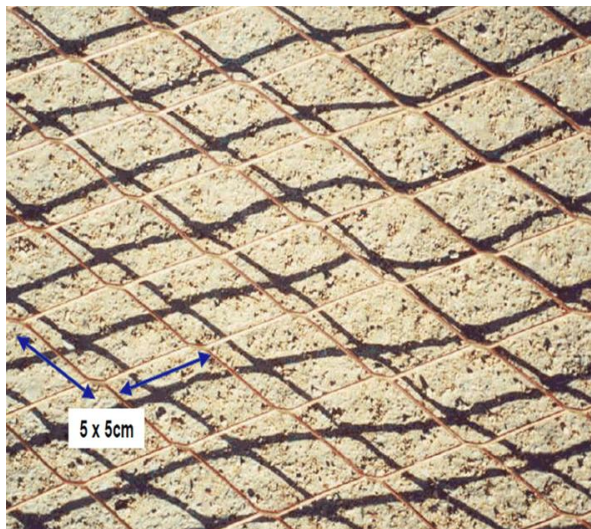
Σχήμα 3.17. Σφιγκτήρες θεμελιακής γείωσης.



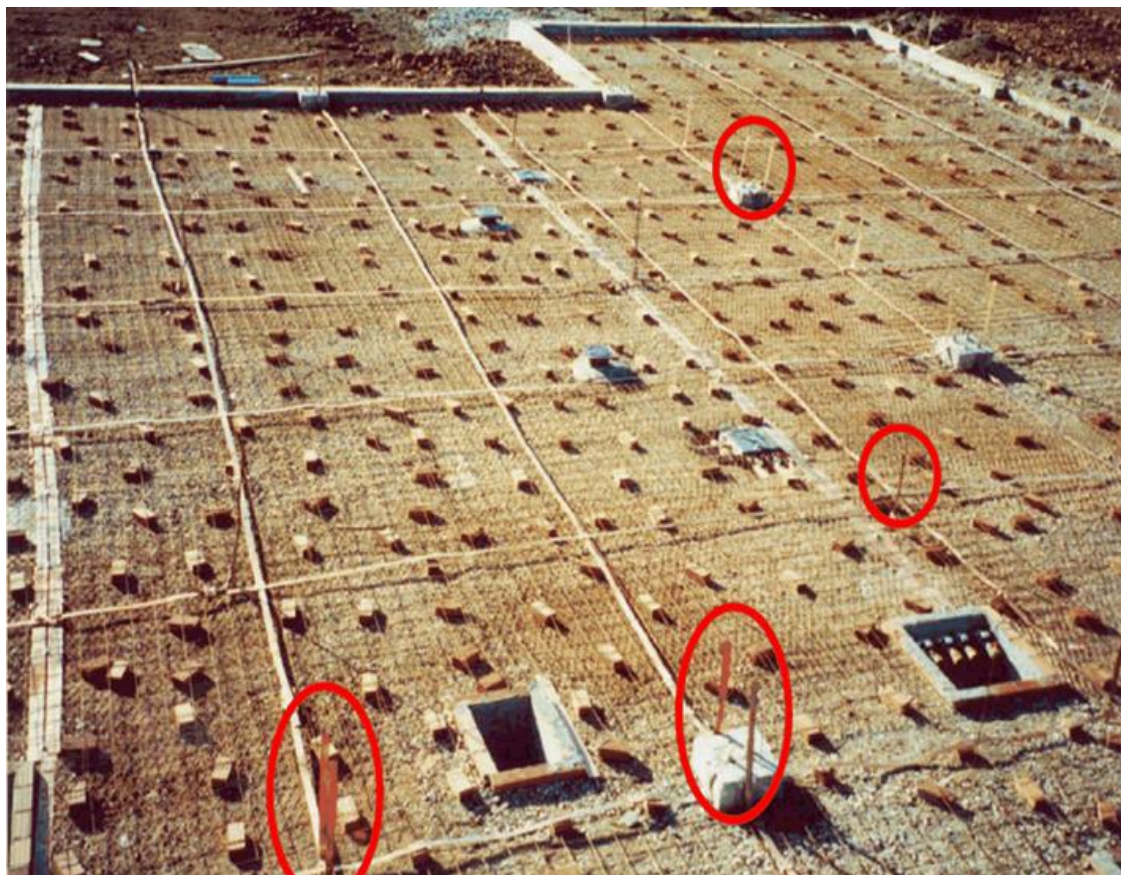
Σχήμα 3.18. Διέλευση αγωγών θεμελιακής γείωσης εντός των μεταλλικών μερών της οικοδομής.



Σχήμα 3.19. Σφιγκτήρες και τοποθέτηση θεμελιακής γείωσης.



Σχήμα 3.20. Πλέγμα για περιορισμό της βηματικής τάσης..



Σχήμα 3.21. Ισοδυναμικές συνδέσεις θεμελιακής γείωσης με πλέγμα.



(α)



(β)

Σχήμα 3.22. Αναμονή από θεμελιακή γείωση για ισοδυναμικές συνδέσεις (α) από τα θεμέλια προς το εσωτερικό μέρος του κτιρίου και (β) από το εσωτερικό μέρος του κτιρίου προς την ηλεκτρική εγκατάσταση.

Τα πλεονεκτήματα της θεμελιακής γείωσης είναι:

- 1) Έχει σχεδόν πάντα χαμηλότερη τιμή αντίστασης γείωσης από οποιαδήποτε άλλη γείωση.
- 2) Παρουσιάζει σταθερή τιμή αντίστασης γείωσης λόγω του βάθους που βρίσκεται.
- 3) Πλήρη μηχανική προστασία και αντοχή στη διάβρωση.
- 4) Εξάλειψη βηματικών τάσεων.
- 5) Ευκολία στη πραγματοποίηση ισοδυναμικών συνδέσεων.
- 6) Μπορεί να χρησιμοποιηθεί και στο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας.
- 7) Το κόστος είναι χαμηλότερο σε σχέση με άλλες γειώσεις με την ίδια αντίσταση γείωσης.

6. Παράρτημα: Συνθήκες ουδετέρωσης.

Συνθήκη 1

Για στερεό βραχυκύκλωμα (μηδενική αντίσταση μεταξύ των σημείων βραχυκύκλωσης) σε οποιοδήποτε σημείο του δικτύου ή της ΕΗΕ μεταξύ φάσεως και ουδέτερου θα πρέπει να γίνει διακοπή της τροφοδότησης μέσα σε 5s. Στις εγκαταστάσεις που προστατεύονται με ασφάλειες η απαίτηση αυτή θεωρείται ότι πληρούται, εάν η ένταση για στερεό βραχυκύκλωμα μεταξύ φάσης και του ουδέτερου είναι ανώτερη του τριπλάσιου της ονομαστικής έντασης της ασφάλειας που υπάρχει πριν από το σημείο βραχυκύκλωσης. Βάσει των κανονισμών VDE 57100/410 [3] η διακοπή της τροφοδότησης κυκλωμάτων που συμπεριλαμβάνουν ρευματοδότες πρέπει να γίνεται μέσα σε 0.2 s).

Συνθήκη 2

Η αγωγιμότητα και η μηχανική αντοχή του ουδέτερου πρέπει να είναι τουλάχιστον ίσες με εκείνες των αγωγών των φάσεων τόσο στο εξωτερικό δίκτυο όσο και στην εσωτερική εγκατάσταση. Εξαίρεση επιτρέπεται σύμφωνα με το άρθρο 19 των ΚΕΗΕ για αγωγούς εντός σωλήνων ή για καλώδια διατομής μεγαλύτερης των 16mm² και για εναέριες γραμμές με αγωγούς διατομής μεγαλύτερης από 50mm².

Συνθήκη 3

Ο ουδέτερος αγωγός γειώνεται:

- 1) Στους υποσταθμούς διανομής. Στη γείωση αυτή συνδέονται και τα μεταλλικά περιβλήματα των υπογείων καλωδίων των αναχωρήσεων Χ.Τ.
- 2) Στα τέρματα των κυρίων γραμμών και των διακλαδώσεων των εναερίων δικτύων και οπωσδήποτε κάθε 300 m. Αν χρειασθεί να τοποθετηθούν πρόσθετες γειώσεις για να μειωθεί η συνολική αντίσταση γείωσης ουδέτερου (συνθήκη 4), οι πρόσθετες αυτές γειώσεις πρέπει να είναι, όσο το δυνατό, ομοιόμορφα κατανεμημένες στο δίκτυο.
- 3) Στα εναέρια και στα υπόγεια δίκτυα ο ουδέτερος αγωγός πρέπει να γειώνεται σε κάθε παροχέτευση. Για τη γείωση αυτή πρέπει να χρησιμοποιείται ηλεκτρόδιο διαμέτρου 25,4 mm και μήκους 2,5 m ή άλλο ισοδύναμο ηλεκτρόδιο.

Η πολλαπλή και ομοιόμορφα κατανεμημένη γείωση του ουδέτερου αγωγού στο δίκτυο και η επίτευξη χαμηλής αντίστασης γείωσης στην παροχή κάθε οικοδομής έχει ιδιαίτερη σημασία για

την αποτελεσματική προστασία των ατόμων έναντι επικίνδυνων τάσεων επαφής. Χαμηλή αντίσταση γείωσης μπορεί να επιτευχθεί κατά την ανέγερση της οικοδομής με την εγκατάσταση γείωσης στα θεμέλια (θεμελιακές γειώσεις). Προς τη γείωση αυτή πρέπει να συνδέονται τα μεταλλικά μέρη της οικοδομής, ώστε να επιτυγχάνεται η δημιουργία ισοδυναμικής επιφάνειας για το σύνολο της οικοδομής.

Συνθήκη 4

Η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου (στην οποία συμπεριλαμβάνονται και οι γειώσεις στην παροχή των καταναλωτών) δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10 Ω. Η συνολική αντίσταση γείωσης καθορίζεται από μέτρηση στον υποσταθμό διανομής (Υ/Σ Μ.Τ./Χ.Τ.).

Αν η συνολική αντίσταση γείωσης του ουδέτερου είναι μεγαλύτερη από 1 Ω πρέπει να υπάρχει στον Υ/Σ Μ.Τ./Χ.Τ. ιδιαίτερη γείωση, ανεξάρτητη από τη γείωση του ουδέτερου και προς αυτή πρέπει να είναι συνδεδεμένα τα μεταλλικά Μ.Τ. Μεταλλικά Μ.Τ. είναι τα εξαρτήματα που μπορούν να αποκτήσουν τάση προς γη από βλάβες στη Μ.Τ. (κέλυφος του Μ/Σ, πίνακες Μ.Τ., μεταλλικές κατασκευές που στηρίζουν στοιχεία Μ.Τ.). Ειδικά για τους εναέριους Υ/Σ Μ.Τ./Χ.Τ με ξύλινους στύλους, το όριο αυτό είναι 2 Ω.

Οι γειώσεις θεωρούνται ως ανεξάρτητες, όταν ευρίσκονται σε επαρκή απόσταση ώστε το δυναμικό έναντι γης, όταν διαρρέεται η μία από ρεύμα, να είναι πρακτικά μηδέν στην θέση της άλλης. Επειδή όμως η επίτευξη και διαίτερα η διατήρηση της ανεξαρτησίας των γειώσεων είναι συχνά δυσχερές, συνιστάται να επιδιώκεται η επίτευξη των απαιτούμενων χαμηλών τιμών της συνολικής αντίστασης γείωσης του ουδέτερου, ώστε να επιτρέπεται η κοινή γείωση των μεταλλικών Μ.Τ. και του ουδέτερου.

Όταν σε έναν υποσταθμό Μ.Τ./Χ.Τ. καταλήγουν υπόγεια καλώδια Μ.Τ. ή Χ.Τ. με μεταλλικό μανδύα, που έχουν συνολικό μήκος μεγαλύτερο από 1200 m, επιτρέπεται η σύνδεση σε κοινή γείωση των μεταλλικών Μ.Τ. και του ουδέτερου, επειδή θεωρείται ότι ο μεταλλικός μανδύας των καλωδίων με τη φυσική γείωσή του εξασφαλίζει τιμή συνολικής αντίστασης γείωσης του ουδέτερου μικρότερη από 1 Ω. Στην περίπτωση αυτή περισσότερα από ένα καλώδια, τοποθετημένα στο ίδιο χαντάκι, θεωρούνται ως ένα καλώδιο.

Όταν κατασκευάζεται ανεξάρτητη γείωση των μεταλλικών Μ.Τ., η αντίστασή της πρέπει να είναι οπωσδήποτε μικρότερη από 40 Ω.

Ο μεταλλικός μανδύας των καλωδίων Χ.Τ. του δικτύου πρέπει να συνδέεται με τον ουδέτερο αγωγό στον υποσταθμό διανομής και στο άκρο των καλωδίων των παροχετεύσεων. Ο μεταλλικός μανδύας υπογείων καλωδίων Χ.Τ., που παρεμβάλλονται στο εναέριο δίκτυο, πρέπει να συνδέεται με τον ουδέτερο και στα δύο άκρα κάθε καλωδίου.

Συνθήκη 5

Ο ουδέτερος αγωγός δεν πρέπει να περιλαμβάνει ασφάλειες ή διακόπτες (αυτόματους ή μη) και γενικά πρέπει να δίδεται ιδιαίτερη προσοχή για την εξασφάλιση της συνέχειάς του κυρίως στα σημεία σύνδεσής του. Σε ειδικές περιπτώσεις (άρθρα 43, 44, του ΚΕΗΕ) επιτρέπεται η διακοπή του ουδέτερου μέσα σε εγκαταστάσεις.