

## ΒΑΣΙΚΕΣ ΑΡΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ

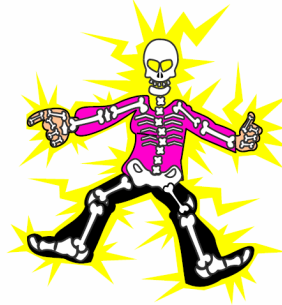
### ΚΡΙΤΗΡΙΑ

Ασφάλεια ατόμων  
 Ασφάλεια συσκευών  
 Λειτουργικότητα  
 Αξιοπιστία  
 Συντήρηση  
 Επεκτασιμότητα  
 Εφεδρεία  
 Υπάρχουσα τεχνολογία υλικών  
 Οικονομική λειτουργία  
 Λογικό κόστος

### ΕΚΤΙΜΗΣΕΙΣ

Συνθήκες περιβάλλοντος  
 Μηχανικές καταπονήσεις  
 Κίνδυνοι έκρηξης ή πυρκαγιάς  
 Είδος χρήσης, οικία, βιομηχανία  
 Κατάταξη χώρου, υγρός, ξηρός κ.λ.π.

## ΠΡΟΣΟΧΗ!!! Ο ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΣ ΣΚΟΤΩΝΕΙ



### ΚΙΝΔΥΝΟΙ

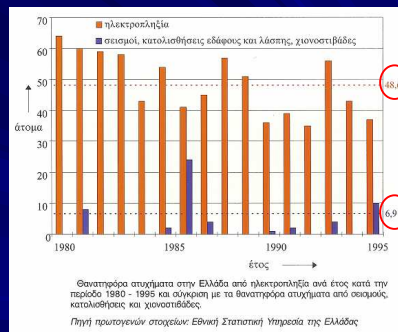
**ΗΛΕΚΤΡΟΠΑΝΕΙΑ**  
**ΠΥΡΚΑΓΙΑ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ, ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ, Η ΑΠΟ ΣΥΣΚΕΥΕΣ ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**  
**ΕΚΡΗΞΕΙΣ ΛΟΓΩ ΣΠΙΝΘΗΡΩΝ, ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ Η ΥΨΗΛΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ**

ΟΙ ΚΙΝΔΥΝΟΙ ΑΦΟΡΟΥΝ

ΤΟΝ ΑΝΘΡΩΠΟ

ΤΙΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

### ΑΤΥΧΗΜΑΤΑ



Οι θανατηφόρες ηλεκτροπληξίες αντιστοιχούν περίπου στο 17 % του συνόλου των θανατηφόρων ατυχημάτων και αποτελούν τη δεύτερη αιτία εργατικών ατυχημάτων με θανατηφόρα κατάληξη

### ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΤΥΧΗΜΑΤΩΝ



Τα λιγότερα ατυχήματα στη Γερμανία οφείλονται:

- Στη καθιέρωση των θεμελιακών γειώσεων
- Στον καλύτερο εξοπλισμό
- Στην ευρύτατη χρήση των διακοπών διαφυγής
- Στους αυστηρότερους κανονισμούς

Οι σημαντικοί κίνδυνοι που αφορούν τους ανθρώπους είναι δύο:

- Επικίνδυνα ρεύματα τάξης μεγέθους άνω των 50 mA που ρέουν μέσα από το ανθρώπινο σώμα. Αυτά μπορούν να προκαλέσουν σοβαρές βλάβες, ακόμα και τον θάνατο.
- Εγκαυματα στο σώμα λόγω επίδρασης του ηλεκτρικού τόξου. Αυτό εμφανίζεται συνήθως σε ατυχήματα σε εγκαταστάσεις ισχύος υψηλής τάσης, αλλά και σε μικρότερη έκταση στη μέση και χαμηλή τάση.

ΕΠΙΠΛΕΟΝ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΑΝΑΦΕΡΟΥΜΕ ΚΑΙ ΤΙΣ ΕΠΙΚΥΝΔΥΝΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΕΠΑΦΗΣ

AC  $\geq$  50 V

DC  $\geq$  120 V



**Ηλεκτρικό έγκαυμα στο χέρι**

**Βραχίονας με έγκαυμα τρίτου βαθμού από γραμμή υψηλής τάσης.**

**Ηλεκτρικά εγκαύματα από άμεση επαφή. Το γόνατο στα αριστερά ήρθε σε επαφή με ηλεκτρισμό και στα δεξιά γειώθηκε.**



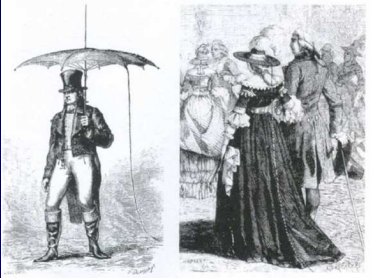
**Έγκαυμα από ηλεκτρικό τόξο διαμέσου του παπουτσιού του θύματος και γύρω από την πλαστική σόλα.**

Οι σημαντικότεροι κίνδυνοι που αφορούν στις συσκευές είναι:

- Η **πυρκαγιά** λόγω υπερφόρτισης αγωγών όταν δεν είναι κατάλληλα διαστασιολογημένοι και προστατευμένοι.
- Η **πυρκαγιά** ή έκρηξη λόγω υπερψυωμένης θερμοκρασίας λειτουργίας (λαμπτήρες, φούρνοι).
- Η **πυρκαγιά** λόγω κατεστραμμένης μόνωσης. Πυρκαγιά προκαλείται π.χ. όταν λόγω διαρροής ρεύματος ή λόγω ηλεκτρικού τόξου σε υψηλή τάση αλλά και χαμηλή τάση δεν μπορεί να απαχθεί επαρκώς η θερμότητα Joule ή απολειών.
- Οι εκρήξεις σε ατμόσφαιρα εκρηκτικών μιγμάτων λόγω σπινθήρων, π.χ. σε περιβάλλον με ατμούς βενζίνης. Σπινθήρες έχουμε τόσο σε επαφές ηλεκτρικών κυκλωμάτων όσο και σε κινητήρες ή όταν τρίβονται δύο μέταλλα.
- Η **πυρκαγιά** που προκαλείται από ηλεκτρικό τόξο σε βραχυκυκλώματα ή και στην ομαλή λειτουργία.
- Η δυναμική καταπόνηση σε βραχυκυκλώματα.
- Η ηλεκτροχημική διάβρωση, κυρίως στο συνεχές ρεύμα.



**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΩΝ ΤΑΣΕΩΝ ΑΠΟ ΚΕΡΑΥΝΟΥΣ Ή ΔΙΑΡΡΟΕΣ ΠΟΛΥ ΥΨΗΛΩΝ ΤΑΣΕΩΝ**



*Ομπρέλα και γενναίο καπέλο εξοπλισμένα με αντικαταιγιστική προστασία και σιδήσο*

**ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ ΗΛ.ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΛΛΑ ΚΑΙ ΥΠΟΔΟΜΗΣ.....**




**ΑΠΟ ΚΕΡΑΥΝΟΥΣ!**



Εξοπλισμένο ηλεκτρικό αθόλινο πύργου αέρος από γραμμή αερίων αέρας

Εικόνα από πειραματική εκτέλεση ηλεκτρικού τόξου σε πίνακα ΜΤ στα εργαστήρια της ABB



Πεδίο ΜΤ που έχει υποστεί συνέπειες ηλεκτρικού τόξου



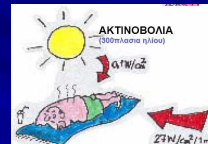
ΑΙΤΙΑ



ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑ



ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ



### ΕΛΟΤ HD 384

- Το νέο πρότυπο προδιαγράφει αγειότητα δίκτυα ΙΤ (Εφαρμογή στις Χημικές Βιομηχανίες Βορείου Ελλάδος, Νοσοκομεία)
- Ο χειρισμός του ουδετέρου και του αγωγού προστασίας είναι διαφορετικός (Διακοπή ουδετέρου κάτω από ορισμένες συνθήκες) (Μεταγωγή στα κυκλώματα TNS με εφεδρική πηγή Η/Ζ)
- Ο τρόπος υπολογισμού της διατομής έχει αλλάξει
- Είναι διαφορετικός ο υπολογισμός της διατομής της γραμμής τροφοδοσίας των κινητήρων
- Οι εξωτερικές επιδράσεις καθορίζονται με μεγαλύτερη σαφήνεια
- Οι χρόνοι απόζευξης σε βραχυκύκλωμα είναι διαφορετικοί
- Καθορίζονται καλύτερα οι τρόποι γείωσης και ο τρόπος αποσύνδεσης των γραμμών
- Ειδικές εγκαταστάσεις όπως λουτρά κολυμβητήρια, σάουνες, δεξαμενές εξωτερικός φωτισμός, μαρίνες προσδιορίζονται διαφορετικά

### Επιπλέον αποφάσεις

- Αριθ.Φ.7.5/1816/88 (ΦΕΚ Β 470/5.3.2004) Αντικατάσταση του ισχύοντος Κανονισμού Εσωτερικών Ηλεκτρικών Εγκαταστάσεων (Κ.Ε.Η.Ε) με το Πρότυπο ΕΛΟΤ HD 384 και άλλες σχετικές διατάξεις.
- Η θεμελιακή γείωση, όπως αυτή αναφέρεται στον νέο Πρότυπο, πρέπει να εφαρμόζεται ως βασική γείωση προστασίας και λειτουργίας, όπου αυτό απαιτείται, σε όλες τις νέες ηλεκτρικές εγκαταστάσεις. Σε περίπτωση που οι απαιτήσεις γείωσης δεν καλύπτονται από τη θεμελιακή γείωση, τότε μπορούν να χρησιμοποιούνται, συμπληρωματικά, και άλλες μέθοδοι γείωσης, όπως αναφέρονται στο Πρότυπο. Ο τρόπος υπολογισμού της διατομής έχει αλλάξει.

### Επιπλέον αποφάσεις

- Ο επανέλεγχος θα πρέπει να διενεργείται σε χρονικά διαστήματα, ανάλογα με την εγκατάσταση, ως εξής:
- Για κατοικίες και ανάλογους χώρους, τουλάχιστον κάθε δεκατέσσερα (14) χρόνια,
  - Για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους που δεν έχουν εύφλεκτα υλικά, τουλάχιστον κάθε επτά (7) χρόνια,
  - Για κλειστούς επαγγελματικούς χώρους με εύφλεκτα υλικά, τουλάχιστον κάθε δύο (2) χρόνια,
  - Για χώρους ψυχαγωγίας και συνάθροισης κοινού, τουλάχιστον κάθε ένα (1) χρόνο,
  - Για Επαγγελματικές Εγκαταστάσεις στο ύπαιθρο (μαρίνες, πισίνες, κάμπινγκ) τουλάχιστον κάθε ένα (1) χρόνο και σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτροδότησης, πριν από την επανασύνδεση,
  - Για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον προκύπτει αλλαγή χρήσης της Εγκατάστασης, για όλες τις παραπάνω κατηγορίες εφόσον η Εγκατάσταση πληγεί από θεομηνίες (πλημμύρες, σεισμούς), μετά από σοβαρά ατυχήματα ή συμβάντα (πυρκαγιά, ηλεκτροπληξία), μετά από καταγγελία φυσικών ή νομικών προσώπων.

## ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΓΩΓΩΝ Ν και ΡΕ

	ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ (ΡΕ)
	ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΑΓΩΓΟΣ (Ν)
	ΑΓΩΓΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ & ΟΥΔΕΤΕΡΟΣ ΜΑΖΙ (ΡΕΝ)

**Το πρότυπο δεν καλύπτει τα παρακάτω:**

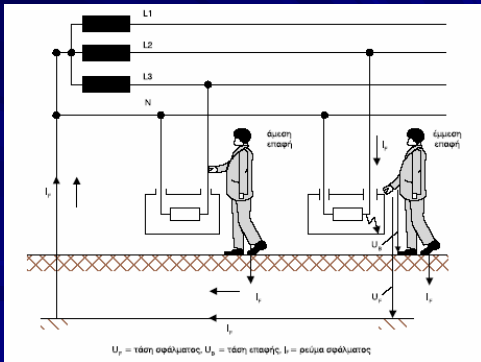
- α) στις εγκαταστάσεις έλξης
- β) στις εγκαταστάσεις αυτοκινήτων και ρυμουλκούμενων οχημάτων (με εξαίρεση τα τροχόσπιτα)
- γ) στις εγκαταστάσεις πλοίων
- δ) στις εγκαταστάσεις αεροσκαφών
- ε) στις εγκαταστάσεις φωτισμού δημόσιων οδών και πλατειών και τις εγκαταστάσεις φωτισμού λιμένων και δημόσιων παραλιακών περιοχών
- στ) στις εγκαταστάσεις ηλεκτρικών φρακτών
- ζ) στις εγκαταστάσεις αλεξικεραιών και γενικά αντικραυνοτικής προστασίας κτιρίων
- η) στις εγκαταστάσεις που προορίζονται για δημόσια διανομή ηλεκτρικής ενέργειας
- θ) στις εγκαταστάσεις παραγωγής και μεταφοράς που τροφοδοτούν τις εγκαταστάσεις του εδαφίου

**ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ**

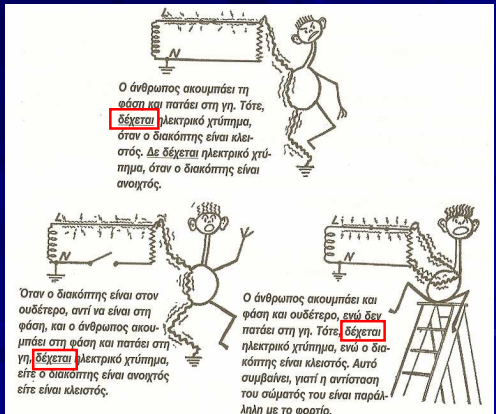
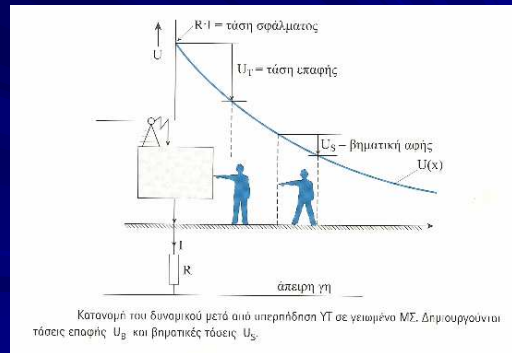
Ηλεκτροπληξία μπορεί να επέλθει όταν ο άνθρωπος έρθει σε επαφή με δύο μεταλλικά ή αγώγιμα μέρη (έστω το α) και το β) που έχουν διαφορά δυναμικού, τάση ως προς γη. Αυτά είναι κυρίως:

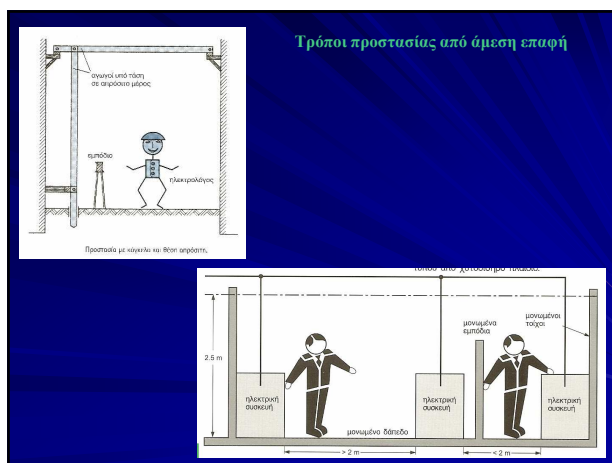
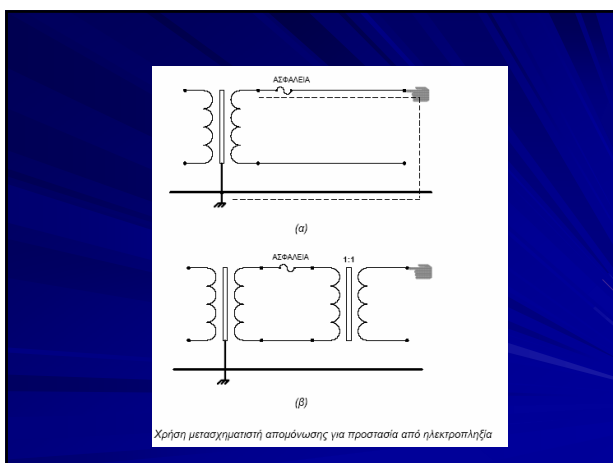
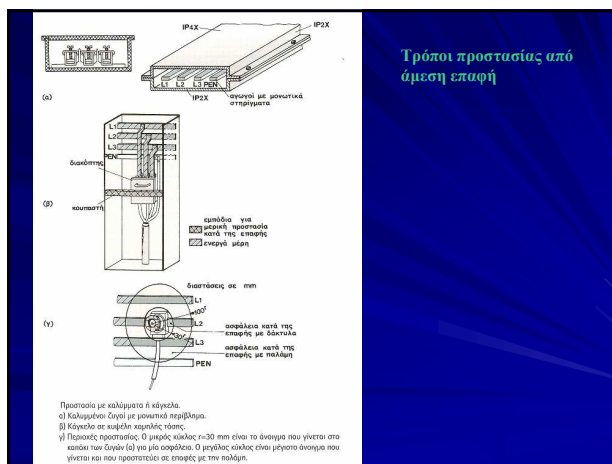
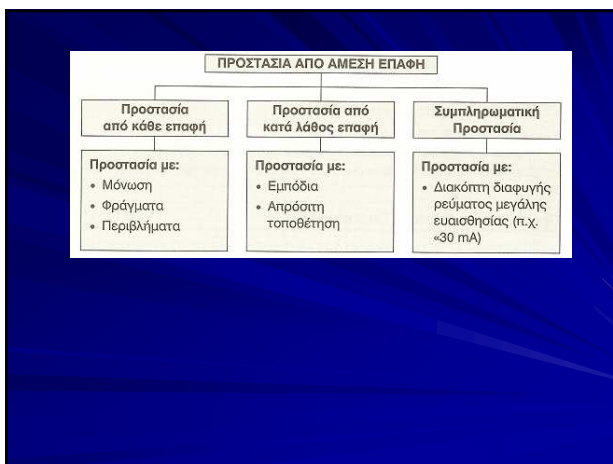
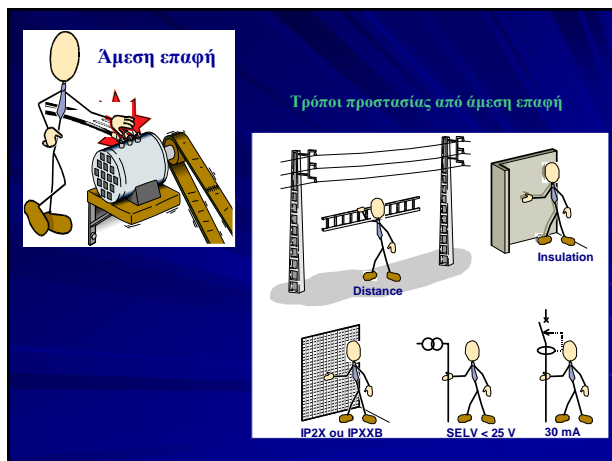
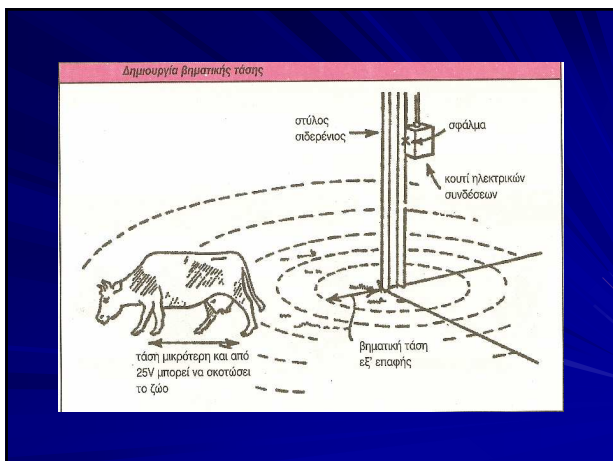
1. α) Οι ενεργοί αγωγοί ενός κυκλώματος, δηλαδή οι αγωγοί φάσεων ή ο ουδέτερος και β) η γη, ή γειωμένα αντικείμενα.
2. α) Εκτεθειμένα, προσβάσιμα μεταλλικά μέρη, όπως τα μεταλλικά κελύφη συσκευών, π.χ. το χαλύβδινο περίβλημα μιας ηλεκτρικής κουζίνας ή η εστία της, που έχουν βραχυκυκλωθεί με έναν ενεργό αγωγό και β) η γη ή γειωμένα αντικείμενα.

**ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ**

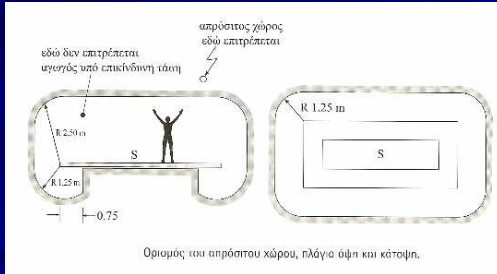


**ΗΛΕΚΤΡΟΠΛΗΞΙΑ**





### Τρόποι προστασίας από άμεση επαφή



### Έμμεση επαφή

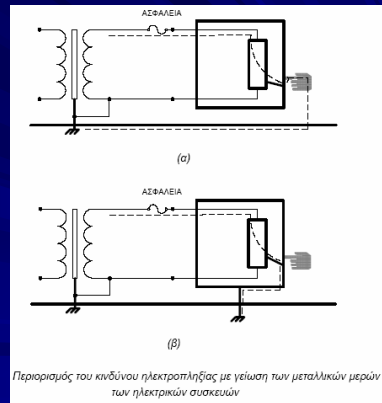
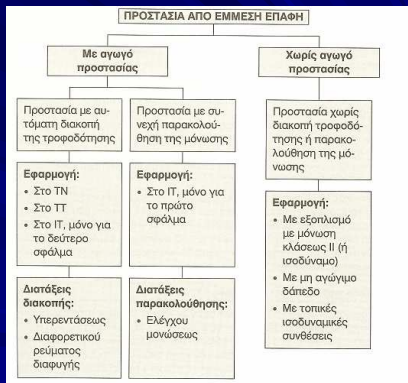
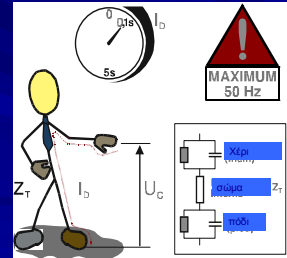
Αντίσταση ανθρώπινου σώματος  $U_c = Z_T I_b$

$Z_T$  εξαρτάται:

- συχνότητα
- Τάση επαφής
- Διαδρομή διαμέσου του ανθρ. σώματος

Ο κίνδυνος εξαρτάται:

- Ένταση του ρεύματος  $I_b$
- Χρόνος διέλευσης μέσω του ανθρ. σώματος
- Στα 50 Hz, η ευαισθησία είναι στο μέγιστο



### ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ ΓΕΙΩΣΗΣ

Κάθε διάταξη γείωσης αντικατοπτρίζει τρεις τεχνικές επιλογές:

- Μέθοδος γείωσης
- Διάταξη των αγωγών προστασίας
- Διάταξη προστασίας ενάντια σε έμμεση επαφή

Οι συνέπειες σχετίζονται στα ακόλουθα σημεία:

- Ηλεκτροπληξία
- Φωτιά
- Συνέχεια παροχής ισχύος
- Ηλεκτρομαγνητικές διαταραχές
- Υπερτάσεις
- Σχεδιασμός

- Οι διατάξεις γείωσης υφίστανται φθορά και μπορούν υπό ορισμένες συνθήκες να αυτοκαταρτηθούν.
- Παράγοντες φθοράς συστημάτων γείωσης:
  - ✓ ποιότητα εγκατάστασης
  - ✓ ποιότητα εδάφους
  - ✓ υγρασία
  - ✓ μηχανικές ζημιές
  - ✓ βραχυκυκλώματα
  - ✓ κεραυνοί
  - ✓ αμέλεια προσωπικού

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

312.2 Συστήματα σύνδεσης των γειώσεων

Τα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων που χρησιμοποιούνται, σύμφωνα με την παρούσα έκδοση, στα τριφασικά και στα μονοφασικά συστήματα τροφοδότησης περιγράφονται στις παραγράφους 312.2.1 μέχρι 312.2.3. Ο κώδικας που χρησιμοποιείται για τα συστήματα σύνδεσης των γειώσεων είναι ο ακόλουθος:

Το πρώτο γράμμα αφορά τη σχέση του συστήματος τροφοδότησης με τη γη.

T = άμεση σύνδεση του ουδέτερου με τη γη.

I = όλα τα ενεργά μέρη απομονωμένα από τη γη ή ένα σημείο συνδεδεμένο με τη γη μέσω μιας σύνθετης αντίστασης σημαντικής τιμής.

Το δεύτερο γράμμα αφορά τη σχέση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών της εγκατάστασης προς τη γη:

T = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τη γη, ανεξάρτητα από τη γείωση του ουδέτερου του συστήματος τροφοδότησης.

N = άμεση ηλεκτρική σύνδεση των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών με τον ουδέτερο του συστήματος τροφοδότησης.

Τα επόμενα γράμματα (αν υπάρχουν) αφορούν τη σχέση του ουδέτερου και του αγνώστου προστασίας.

S = η προστασία εξασφαλίζεται από ιδιαίτερο αγνώστου προστασίας διαφορετικό από τον ουδέτερο.

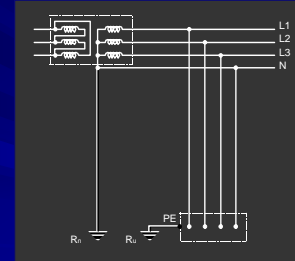
C = οι λειτουργίες ουδέτερου και προστασίας συνδυάζονται σε ένα μόνο αγνώστο (αγνώστου PEN).

Τεχνική γείωσης

TT σύστημα, άμεση γείωση

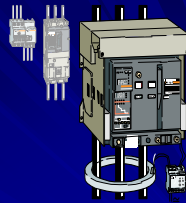
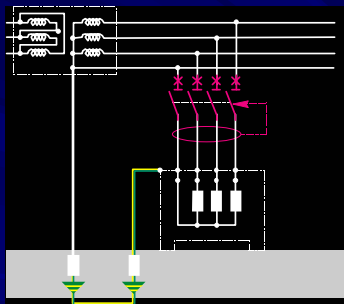
Ορισμός

- Ο ουδέτερος της χαμηλής τάσης του ΜΣ είναι κατευθείαν γειωμένος στο ηλεκτρόδιο γείωσης
- Τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης συνδέονται σε ξεχωριστό ηλεκτρόδιο γείωσης
- Τεχνική στην Αθήνα και στην Κύπρο



Τεχνική γείωσης

TT σύστημα, άμεση γείωση



Διάταξη προστασίας από άμεση επαφή

- Αυτόματη αποσύνδεση σε περίπτωση σφάλματος μόνωσης
- Η αποσύνδεση και μέσω ρελέ διαρροής

Χρήση

- Σε εγκαταστάσεις με περιορισμένη επίβλεψη ή σε εγκαταστάσεις που υπόκεινται μετατροπές

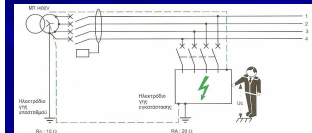
TT σύστημα, άμεση γείωση

Η αυτόματη διακοπή για εγκατάσταση γειωμένη με TT γίνεται από ένα RCD ευαισθησίας  $I_{\Delta n} \leq U_0/R_{sA} = 50V/R_{sA}$  όπου  $R_{sA}$  = αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης της εγκατάστασης. \*25V σε ορισμένες περιπτώσεις.

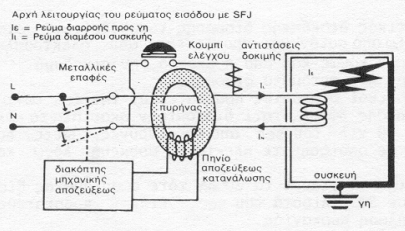
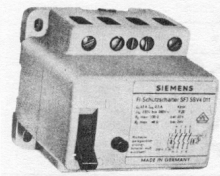
Η σύνθετη αντίσταση του βρόχου σφάλματος προς γη αποτελείται επομένως από τα δύο ηλεκτρόδια (δηλαδή τα ηλεκτρόδια γείωσης του συστήματος τροφοδότησης και ηλεκτρικής εγκατάστασης) αν αυτά είναι ίσως τα μεγέθους του ρεοματμού σφάλματος προς γη είναι γενικά πολύ μικρά για να θέσει σε λειτουργία ηλεκτρονόμους υπερτάσης ή ασφαλείας και η χρήση του ρελέ διαρροής είναι απαραίτητη.

Η αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης ουδέτερου μιας εγκατάστασης  $R_n$  είναι 10Ω. Η αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης της εγκατάστασης  $R_s$  είναι 20Ω. Το ρεύμα σφάλματος γης είναι  $I_d = 7.7A$ . Η τάση επαφής θα είναι  $U_0 = I_d R_s = 154V$  και επομένως επικίνδυνη.

$I_{\Delta n} = 50/20 = 2.5A$  έτσι ώστε ένα RCD για 300mA θα λειτουργεί στα 30ms για να ελαττώσει μια επικίνδυνη κατάσταση, στην οποία μια τάση επαφής 50V ή μεγαλύτερη εμφανίζεται σε ένα εκτεθειμένο αγώγιμο μέρος.



ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ



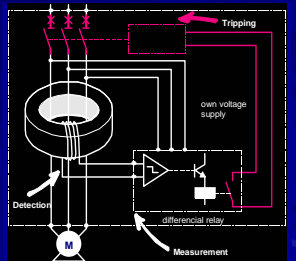
ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ



### Ηλεκτρονικός διακόπτης διαρροής

#### Residual Current Devices (electronic)

- Ανίχνευση
- Μέτρηση
- Tripping



### ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΔΙΑΡΡΟΗΣ

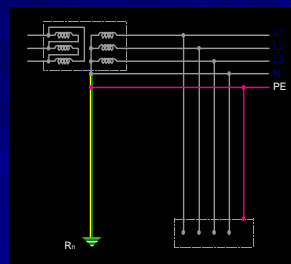
- κυκλώματα πριζών για ονομαστικά ρεύματα <32A σε οποιαδήποτε τοποθεσία,
- κυκλώματα πριζών σε υγρές τοποθεσίες με οποιοδήποτε ονομαστικό ρεύμα,
- κυκλώματα πριζών σε προσωρινές εγκαταστάσεις,
- κυκλώματα που τροφοδοτούν δωμάτια μπανιερών και πισίνες<sup>1)</sup>,
- κυκλώματα παραγωγής σε εργοτάξια, τροχόσπιτα, σκάφη αναψυχής και πανηγύρια. Αυτή η προστασία μπορεί να είναι για ατομικά κυκλώματα ή για ομάδες κυκλωμάτων.
- συνίσταται ιδιαίτερα για κυκλώματα πριζών >20A (υποχρεωτική αν αναμένεται να τροφοδοτήσουν φορητό εξοπλισμό για εξωτερική χρήση),
- σε ορισμένες χώρες, αυτή η προδιαγραφή είναι υποχρεωτική για όλα τα κυκλώματα πριζών με ονομαστικό ρεύμα <32A.

Προσοχή στην επιλεκτικότητα των ΔΔΕ

### Τεχνική γείωσης TN σύστημα, ουδετέρωση

#### Ορισμός

- Ο ουδέτερος της χαμηλής τάσης του ΜΣ είναι καταβυθισμένος γειωμένος στο ηλεκτρόδιο γείωσης
- Τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης συνδέονται στον PE και ο οποίος συνδέεται στο ίδιο ηλεκτρόδιο γείωσης



### Τεχνική γείωσης TN-C σύστημα

#### Ορισμός

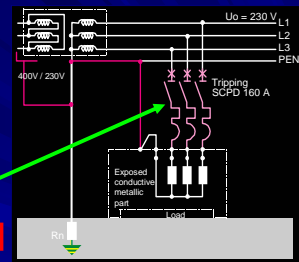
- PEN = αγωγός γείωσης και ουδέτερος
- Μπορεί οι PEN να γειωθεί και σε άλλο σημείο
- Προστασία του PEN  
 $S_{PEN} = S_{N}$   
 ο PEN δεν πρέπει να αποσυνδεθεί

#### Διάταξη προστασίας από άμεση επαφή

- Αυτόματη αποσύνδεση σε περίπτωση σφάλματος μόνωσης
- Η αποσύνδεση μέσω διακοπών ή ασφαλειών
- Ρελέ διαρροής δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί

#### Συνέχεια παροχής ισχύος

- Το ρεύμα σφαλμάτων μόνωσης δεν περιορίζεται από την αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης και υπάρχει ο κίνδυνος φωτιάς



#### Πυροπροστασία

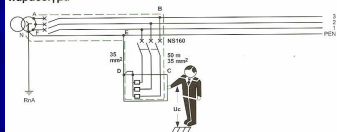
- Απαγορεύεται σε χώρους με κίνδυνο φωτιάς ή έκρηξης

### TN-C σύστημα

η αρχή της διάταξης γείωσης είναι να εσφαλίζει ότι ρεύμα σφάλματος γης θα είναι επαρκές για να λειτουργήσουν οι συσκευές προστασίας υπερεντάσεως (άμεση αρόπλιση, ηλεκτρονόμοι υπερεντάσεως και ασφαλειές) έτσι ώστε:  
 $I_a \leq U_0/Z_s$  ή  $0.8U_0/Z_s$ .

η τάση επαφής είναι  $U_0 = 230/2 = 115V$  και επαγόμενος είναι επικίνδυνη. Η σύνθετη αντίσταση  $Z_s$  του δρόμου είναι ίση με:  $Z_{L0} + Z_{JC} + Z_{CE} + Z_{BE} + Z_{ME}$ . Αν οι  $Z_{L0}$  και  $Z_{JC}$  είναι μεγαλύτερες, τότε:  $Z_s = 2 \times 0.1/5 = 84.3m\Omega$ , έτσι ώστε  $I_a^2 = 230^2/84.3 = 3.576A$  ( $=22In$  με βάση ένα διακόπτη 160A). Η ρύθμιση του μαγνητικού στοιχείου του διακόπτη για στιγμιαία αρόπλιση είναι πολλές φορές μικρότερη από αυτήν την τιμή, έτσι ώστε εδρασηάζεται η βέλτη αρόπλιση στο μικρότερο δυνατό διάστημα.

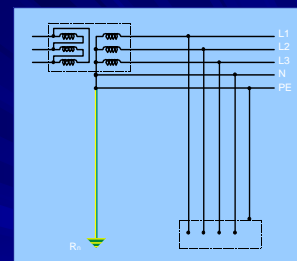
#### παράδειγμα



### Τεχνική γείωσης TN-S σύστημα

#### Ορισμός

- Το σύστημα που χρησιμοποιείται στην Ελλάδα
- Ο αγωγός PE και ο ουδέτερος είναι ξεχωριστοί αγωγοί
- Ο ουδέτερος δεν πρέπει να ξαναγειωθεί
- Η διάταξη TN-S είναι υποχρεωτική για κυκλώματα με διατομή μικρότερη από 10mm<sup>2</sup> για χάλκο και 16mm<sup>2</sup> για αλουμίνιο





### Τεχνική γείωσης TN-S σύστημα

- PE ξεχωριστός από τον ουδέτερο
- Προστασία ουδέτερου
  - $S_N = S_{Ph}$  - αποσύνδεση χωρίς προστασία
  - $S_N < S_{Ph}$  - αποσύνδεση με προστασία με χρήση είτε τετραπολικού διακόπτη ή ρελέ διαρροής
- Διάταξη προστασίας από άμεση επαφή**
  - Αυτόματη αποσύνδεση σε περίπτωση σφάλματος μόνωσης
  - Η αποσύνδεση μέσω διακοπών ή ασφαλειών
- Ρελέ διαρροής μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως επιπρόσθετο μέσο προστασίας

**Χρήση**

- Συστήνεται για εγκαταστάσεις με υψηλό επίπεδο επιβλεψής
- Δεν χρειάζονται ρελέ διαρροής αλλά παρέχουν πρόσθετη ασφάλεια

**Συνέχεια παροχής ισχύος**

- Το ρεύμα σφαλμάτων μόνωσης δεν περιορίζεται από την αντίσταση του ηλεκτροδίου γείωσης και υπάρχει ο κίνδυνος φωτιάς

### Τεχνική γείωσης TN-C-S σύστημα

**Ορισμός**

- Σε ένα TN σύστημα έχουμε:
  - Το πρώτο τμήμα είναι TN-C (με PEN)
  - Το τελευταίο τμήμα είναι TN-S (με PE και N)
- Από τη στιγμή που θα χωριστεί ο PEN απαγορεύεται να ξανανωθεί.**

### Suitable device with TN

**The circuit breakers also provide overload protection for all the Low Voltage Earthing Systems.**

### Τεχνική γείωσης IT σύστημα

**Ορισμός**

- Ο ουδέτερος της χαμηλής τάσης του ΜΣ δεν είναι γειωμένος σε ηλεκτρόδιο γείωσης
- Τα μεταλλικά μέρη της εγκατάστασης συνδέονται σε ξεχωριστό ηλεκτρόδιο γείωσης
- Το σφάλμα είναι μικρό εξαιτίας των χωρητικότητων ανάμεσα στους αγωγούς που φέρνουν ρεύμα και τα εκτεθειμένα αγωγίμα μέρη
- Είναι απαραίτητη η χρήση μιας συσκευής επιβλεψής της μόνωσης

**Χρήση**

- Η πιο καλή μέθοδος αλλά χρειάζεται μελέτη σε λεπτομέρεια, αντοχή σε υπερτάσεις, προσωπικό να εξαλείψει το πρώτο σφάλμα
- Εφαρμόζεται σε εγκαταστάσεις μεγάλου μήκους

### IT σύστημα

σε μια διάταξη IT το πρώτο σφάλμα προς γη δεν προκαλεί αφαίρεση των διακοπών με προστασία υπερτάτας

**πρώτο σφάλμα**  
 Αν συμβεί ένα σφάλμα βραχυκυκλώματος προς γη, που αντάρεται σαν πρώτο σφάλμα, το ρεύμα σφάλματος είναι πολύ μικρό, έτσι ώστε ο κανόνας  $I_{d1} < 50V$  να τηρείται. Συνεπώς, δεν εμφανίζονται επιβλεπόμενες τάσεις επαφής.

Σε ένα δίκτυο που αποτελείται από 1km αγωγών, η σύνθετη αντίσταση (χωρητική) διαρροής προς γη ZF είναι της τάξης των 3500Ω/φάση. Σε φυσιολογική (χωρίς σφάλμα) λειτουργία, το χωρητικό ρεύμα προς τη γη θα είναι επομένως:  $U_0/Z_F = 230/3500 = 66mA/φάση$   
 $3 \times 66mA = 198mA$   
 Η τάση επαφής επομένως θα είναι  $198 \times 5 \times 10^{-3} = 0,99V$ , η οποία είναι ακίνδυνη.

η ταυτόχρονη ύπαρξη δύο ασφαλιμένων προς γη (αν δεν είναι και τα δύο στην ίδια φάση) είναι επικίνδυνη και η ταχεία εξαλείφση τους μέσω ασφαλειών ή αυτόματη αφαίρεση ενός διακόπτη εξαρτάται από τον τύπο της διάταξης γείωσης και από την χρήση ή όχι ξεχωριστών ηλεκτροδίων γείωσης, στην εν λόγω εγκατάσταση.

### Προστασία από φωτιά

- TT, IT το ρεύμα σφάλματος μόνωσης μικρό άρα και ο κίνδυνος φωτιάς
- TN το ρεύμα σφάλματος μόνωσης μεγάλο άρα και ο κίνδυνος φωτιάς, εκτός αν περιλαμβάνονται ρελέ διαρροής (TN-S)

ΚΥΚΛΩΜΑ	3 Ph + N				3 Ph				Ph + N		2 Ph			
ΣΥΣΤΗΜΑ	$S_N = S_{Ph}$				$S_N < S_{Ph}$									
ΓΕΙΩΣΗΣ	Ph	Ph	Ph	N	Ph	Ph	Ph	N	Ph	Ph	Ph	N	Ph	Ph
TN-C	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P	P	-	P	P
TN-S	P	P	P	-	P	P	P	P <sub>6</sub>	P	P	P	-	P	P
TT	P	P	P	-	P	P	P	P <sub>6</sub>	P	P	P <sub>4</sub>	-	P	P <sub>2</sub>
IT	P	P	P	P <sub>6</sub>	P	P	P	P <sub>6</sub>	P	P	P	-	P	P <sub>2</sub>

P Σημαίνει ότι πρέπει να προβλεφθεί η τοποθέτηση διάταξης προστασίας στον αγωγό

### ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

σε ένα κτίριο, η σύνδεση με ένα ηλεκτρόδιο γης και η διασύνδεση όλων των μεταλλικών μερών του κτιρίου και όλων των εκτεθειμένων αγώγιμων μερών ηλεκτρικού εξοπλισμού αποτρέπει την εμφάνιση επικίνδυνα υψηλών τάσεων ανάμεσα σε δύο ταυτόχρονα προσβάσιμα μεταλλικά μέρη.

Όλα τα προσβάσιμα μεταλλικά μέρη σε ένα χώρο πρέπει να γεφυρώνονται υποχρεωτικά στις εξής περιπτώσεις

- Όταν οι χρόνοι απόξευξης είναι μεγαλύτεροι των επιτρεπόμενων
- Σε ειδικούς χώρους.

### ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

**α)**  $U_t = 230\text{ V}$

**β)**  $U_t = 0\text{ V}$

Σχ. 224: ένα παράδειγμα μιας πολυκατοικίας στην οποία ένας κύριος ακροδέκτης γείωσης (6) παρέχει την κύρια ισοδυναμική σύνδεση. Η αφομοιωμένη σύνδεση (7) επιτρέπει τον έλεγχο της αντίστασης του ηλεκτροδίου γης.

### ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΗ ΙΣΟΔΥΝΑΜΙΚΗ ΣΥΝΔΕΣΗ

ισοδυναμική σύνδεση 4 mm<sup>2</sup> Cu

Καλώδια με σπαστή προστασία (PE)

### ΣΥΝΔΕΣΕΙΣ ΓΕΙΩΣΗΣ

**Εξαρτήματα που μπορούν να θεωρηθούν ως εξωτερικά αγώγιμα μέρη**

- Σωλήνες
- Εμποτισμένο χαρτί μόνωσης
- Καλώδια με θωράκιση
- Μονωμένα καλώδια σε μεταλλική θήκη
- Πεδίο διακοπών (κινητό μέρος)
- Οικιακές συσκευές
- Όχι ηλεκτρικά τμήματα (Σχάρες καλωδίων)

**Εξαρτήματα που μπορούν να θεωρηθούν ως εξωτερικά αγώγιμα μέρη**

- Υλικά που χρησιμοποιούνται σε οικοδομικές κατασκευές όπως μέταλλα
- Μεταλλικοί σωλήνες
- Προσαρμογές για αέριο, νερό και συστήματα θέρμανσης
- Σχετιζόμενα μεταλλικά εξαρτήματα (φούρνοι, ντεπόζιτα, εναλλάκτες)
- Μεταλλικές Προσαρμογές σε μπάνια
- Μεταλλοποιημένα χαρτιά

### Δείκτες προστασίας

**1. Προστασία από στερεά σωματίδια και υγρά**  
Δείκτης προστασίας - IP

Βασικός προορισμός των περιγράφων του η ηλεκτρολογικού υλικού σύμφωνα με τις προδιαγραφές CEI 60-529 και NFC 20-10

1ος αριθμός προστασίας από στερεά σωματίδια	2ος αριθμός προστασίας από υγρά
IP tests	IP tests
0	Καμία προστασία
1	Προστασία από στερεά σώματα μεγαλύτερα από 50 mm (20, σφαιρικά σφαιρικά με το χέρι)
2	Προστασία από στερεά σώματα μεγαλύτερα από 12 mm (5, σφαιρικά σφαιρικά με το δάχτυλο)
3	Προστασία από στερεά σώματα μεγαλύτερα από 2,5 mm (σφαιρικά, λεπτά σφαιρικά)
4	Προστασία από στερεά σώματα μεγαλύτερα από 1 mm (σφαιρικά, λεπτά σφαιρικά)
5	Προστασία από τη σκόνη που εισέρχεται μέσα από ορτά ανοιχτή
6	Απολύτως προστασία από τη σκόνη

**2. Προστασία από μηχανικές κρούσεις**  
Δείκτης προστασίας - IK

Σύμφωνα με την προδιαγραφή NF EN 50102

IK	Ενεργειακή κρούση (σε joules)	Αριθμός παλμών δόκιμης IP
00	0	0
01	0,15	
02	0,20	1
03	0,35	
04	0,50	3
05	0,70	
06	1	1
07	2	5
08	5	7
(1)	6	7
09	10	
10	20	9

Ο αριθμός επηρεάζει τον ηχοδιαχωρισμό των διακοπών ως προς τον δείκτη IK

Η διατομή των καλωδίων επιλέγεται έτσι ώστε η θερμοκρασία της μόνωσης να μην υπερβεί το όριο.

Η διατομή των καλωδίων επιλέγεται έτσι ώστε να μην υπερθερμανθεί η μόνωση του καλωδίου κατά τη διάρκεια βραχυκυκλώματος.

Η πτώση τάσης είναι 4%.

Για την αποφυγή ηλεκτροπληξίας προβλέπεται διακοπή της τροφοδοσίας σε χρόνους 0,2 έως 0,4 sec. Οι χρόνοι αυτοί επιτυγχάνονται εφόσον το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι αρκετά μεγάλο.

Συνεπώς το καλώδιο δεν πρέπει να προβάλλει αντίσταση δηλαδή η διατομή των καλωδίων πρέπει να ελεγχθεί ώστε να είναι αρκετά μεγάλη.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Z**  
Ελάχιστες διατομές αγωγίων

Είδος ηλεκτρικής γραμμής	Χρήση του κυκλώματος	Αγωγά	
		Υλικό	Διατομή mm <sup>2</sup>
Μόνιμες εγκαταστάσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Κυκλώματα ισχύος και κυκλώματα φωτισμού	Χαλκός 1,5 <sup>(1)</sup> Αλουμίνιο 16 <sup>(2)</sup>
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης	Χαλκός 0,50 <sup>(3)</sup>
	Γυμνοί αγωγοί	Κυκλώματα ισχύος	Χαλκός Αλουμίνιο 10 16
		Κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης	Χαλκός 4
Ευκαίριτες συνδέσεις	Μονωμένοι αγωγοί ή καλώδια	Τροφοδότηση συγκεκριμένης συσκευής	Χαλκός Σύμφωνα με το αντίστοιχο Πρότυπο
		Όποιαδήποτε άλλη χρήση	Χαλκός 0,75 <sup>(3)</sup>
		Κυκλώματα πολύ χαμηλής τάσης για ειδικές εφαρμογές	Χαλκός 0,75

Σημειώσεις: 1. Οι συνδέσεις που χρησιμοποιούνται για τους αγωγούς αλουμινίου πρέπει να έχουν δοκιμασθεί και να είναι εγκριμένες για αυτή τη χρήση.  
2. Για κυκλώματα ελέγχου και σηματοδότησης που προορίζονται για ηλεκτρονικά εξοπλισμό επέρχονται αγωγή διατομής 0,1 mm<sup>2</sup>.  
3. Σε πολυπολικά καλώδια με 7 ή περισσότερους από 7 αγωγούς, εφαρμόζεται η σημείωση 2.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Z**  
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) εντοπιζόμενων (κωνυμικών) και επιτοπιζόμενων (επιτοπιζόμενων) ηλεκτρικών γραμμών Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Οι αριθμοί παρατίθενται στις στήλες που ακολουθούν

Μόνωση	Πλήθος φασών αγωγών	Μονωμένοι αγωγοί σε αλυσίδα		Γυμνοί		Πολυπολικό καλώδιο	
		Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	Σε δαχτυλά	
						0	2
PVC	2	3	5	3	6	2	4
EPR ή XLPE	2	5	7	5	8	4	6

Χαλκός	mm <sup>2</sup>	Στήλες								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23	
2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31	
4	23	24	26	28	31	35	37	40	42	
6	29	31	34	36	40	44	48	51	54	
10	39	42	46	50	54	60	66	69	75	
16	52	56	61	66	73	80	88	91	100	
25	68	73	80	89	95	105	117	119	133	
35	83	89	99	109	117	128	144	146	164	
50	99	108	118	130	141	154	175	175	198	
70	125	136	149	164	179	194	222	221	253	
95	150	164	179	197	216	233	269	265	306	
120	172	188	206	227	249	269	312	305	354	
150	198	216	240	259	285	318	-	371	441	
185	223	245	273	295	324	362	-	424	506	
240	281	306	321	346	380	424	-	500	599	
300	328	328	357	396	435	486	-	576	693	
Αλουμίνιο										
16	41	43	48	53	58	64	71	72	79	
25	53	57	62	70	73	84	93	90	101	
35	65	70	77	86	90	103	116	112	126	
50	78	84	92	104	110	124	140	136	154	
70	98	107	116	131	140	156	179	174	198	
95	118	129	139	157	170	188	217	211	241	
120	135	149	160	180	197	219	251	245	280	
150	155	170	180	208	226	253	-	283	324	
185	176	194	215	233	256	289	-	323	371	
240	207	227	252	273	300	338	-	382	439	
300	237	261	289	313	344	387	-	440	508	

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52 Z**  
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α) ηλεκτρικών γραμμών με καλώδια στον αέρα (σε απόσταση από τον αέρα 6 ή/και 10 μέτρα) Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Οι αριθμοί παρατίθενται στις στήλες που ακολουθούν

Μόνωση	Πλήθος φασών αγωγών	Πολυπολικό καλώδιο		Μονοπολικό καλώδιο		
		Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	Επιτοπιζόμενοι	
						0
PVC	2	2	5	4	7	5
EPR ή XLPE	2	3	5	4	7	5
	3	2	7	6	9	6

Χαλκός	mm <sup>2</sup>	Στήλες								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
1,5	18,5	22	26	-	-	-	-	-	-	
2,5	25	30	36	-	-	-	-	-	-	
4	34	40	49	-	-	-	-	-	-	
6	43	51	63	-	-	-	-	-	-	
10	60	70	86	-	-	-	-	-	-	
16	80	94	115	-	-	-	-	-	-	
25	101	119	149	110	130	135	141	161	152	
35	126	146	185	137	162	169	176	200	226	
50	153	180	225	167	196	207	216	242	273	
70	186	222	289	216	251	266	279	319	353	
95	228	282	352	264	304	328	341	377	430	
120	276	339	419	308	352	383	396	437	500	
150	319	379	473	358	406	444	456	504	577	
185	364	434	542	409	459	500	521	575	661	
240	430	514	641	485	546	607	615	679	781	
300	497	593	741	561	629	703	709	783	902	
400	-	-	-	658	754	823	822	940	1085	
500	-	-	-	749	866	946	942	1053	1253	
630	-	-	-	855	1005	1088	1138	1254	1454	
Αλουμίνιο										
16	61	73	91	101	107	121	131	139		
25	79	96	109	124	130	148	159	165		
35	96	111	135	145	162	179	195	200		
50	117	135	164	178	199	219	236	244		
70	150	173	211	228	256	282	304	317		
95	183	219	267	293	325	353	384	399		
120	212	244	300	327	360	388	419	433		
150	245	282	346	374	416	443	474	488		
185	280	322	397	426	469	497	527	541		
240	330	380	470	500	550	577	607	621		
300	391	439	543	574	630	657	687	701		
400	-	-	-	628	690	717	747	761		
500	-	-	-	719	794	821	851	865		
630	-	-	-	810	894	921	951	965		
800	-	-	-	911	1000	1027	1057	1071		

Τριφασικός κινητήρας ισχύος 15 kW, 400 V, η=0,9, cosφ=0,84, l=80m, ρ=0,018 Ω mm<sup>2</sup> / m (χαλκός), 40 °C. Ποια η διατομή των αγωγών προφοδοσίας γέφυρας και ουδετέρου σύμφωνα με τον HD384, αν οι αγωγοί είναι τοποθετημένοι σε σχήμα, κατασκευασμένοι από PVC, πολυπολικοί. Με τι μεγάλος διακόπτη ισχύος μπορούμε να προστατίσουμε τον κινητήρα. (Λιθόθεσιμο Δ.Ι. 10Α, 16Α, 25Α, 32Α, 40Α, 50Α, 63Α).

Παράλληλα να γίνει έλεγχος απόρριξης σε βραχυκύκλωμα λαμβάνοντας υπόψη ότι η αντίσταση του δικτύου είναι 0,4 Ω.

$$I_{ov} = \frac{P}{\sqrt{3} * U * \cos \phi} = \frac{P_{ov}}{\sqrt{3} * U * \cos \phi * \eta} = \frac{15000}{1,73 * 400 * 0,84 * 0,9} = 28,6A$$

$$I_{40} = \frac{I_{ov}}{0,87} = 32,9A$$

Από τον πίνακα 52-K2, στήλη 1. Επιθυμητή διατομή 5 x 6mm<sup>2</sup>.

Πτώση τάσης, l<100m,  $\Delta U = \sqrt{3} * \rho * \frac{l}{S} * I_{40} * \cos \phi = 1,73 * 0,018 * \frac{80}{6} * 32,9 * 0,84 = 13,56V$

Αν ήταν μεγαλύτερο από 16 V (4%) θα επιλέγαμε μεγαλύτερη διατομή και θα ξανακάναμε έλεγχο.

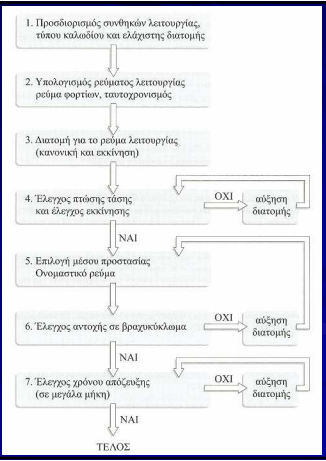
Το ονομαστικό ρεύμα λειτουργίας είναι 28,6 Α, άρα ο Δ.Ι. που θα επιλέξω θα είναι 32 Α.

Η αντίσταση του καλωδίου είναι  $R = \rho * \frac{l}{S} = 0,018 * \frac{80}{6} = 0,24 \Omega$

Η συνολική αντίσταση δικτύου – καλωδίου είναι:  $R_{total} = R_{καλωδίου} + R_{δικτύου} = 0,24 \Omega + 0,4 = 0,64 \Omega$

Για να λειτουργήσει ο διακόπτης των 32 Α σε βραχυκύκλωμα θα πρέπει τουλάχιστον να παρουσιαστεί ρεύμα σε βραχυκύκλωμα 5 φορές τον ονομαστικό ρεύμα του διακόπτη δηλαδή 160 Α

$$I_{βραχ} = \frac{230}{R_{total}} = \frac{230}{0,64} = 359,4A > 160A$$



Τριφασικός κινητήρας με ρεύμα λειτουργίας 40A, 400 V, l=150m,  $\rho=0,018 \Omega \text{ mm}^2 / \text{m}$  (χαλκός), 40 °C,  $\cos\phi=0,8$ , ασφαλής χρόνος απόσβεσης 5 sec, ρεύμα εκκίνησης 120 A, αντίσταση δικτύου 0,3 Ω. Να γίνει η μελέτη της γραμμής σύνδεσης του κινητήρα αν το παροχικό καλώδιο είναι σε οριζόντια σχήρα μαζί με 3 άλλα ίδια καλώδια ομοίως φορτισμένα.

### Έλεγχος καταπόνησης για το κανονικό ρεύμα λειτουργίας

Για  $T = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $I_{40} = \frac{I_{ov}}{0,87} = \frac{40}{0,87} = 46\text{A}$

Για διάταξη σε σχήρες,  $I_{σχισμα} = \frac{I_{40}}{0,83} = \frac{46}{0,83} = 55,4\text{A}$

Από τον πίνακα 52-K2, στήλη 1. Επιθυμητή διατομή 5 x 10mm<sup>2</sup>.

### Έλεγχος θερμικής καταπόνησης κατά την εκκίνηση.

Η χρονική σταθερά του καλωδίου 10mm<sup>2</sup> είναι 170 sec.

Η χρονική σταθερά δηλώνει την αντοχή του καλωδίου στη μέγιστη φόρτιση.

Ο συντελεστής υπερφόρτισης υπολογίζεται με βάση το λόγο  $\frac{I_{εκκ}}{T} = \frac{10}{170} = 0,059$  Άρα  $\eta = 4,2$

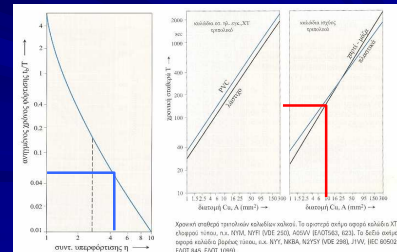
Από τον πίνακα 52-K2, το καλώδιο των 10mm<sup>2</sup>, αντέχει 60A.

Άρα το καλώδιο αντέχει για ρεύμα αναφοράς 4,2 x 60 = 252A

Λαμβάνοντας υπόψη τις διορθωμένες συνθήκες, θερμοκρασία, σχήρες για ρεύμα εκκίνησης:

$252 \times 0,87 \times 0,83 = 182 \text{ A}$

Μεγαλύτερο από το 120 A ρεύμα εκκίνησης της εκκίνησης.



Πτώση τάσης,  $l < 100\text{m}$ .  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot I_{40,σχ} \cdot \cos\phi = 1,73 \cdot 0,018 \cdot \frac{150}{10} \cdot 55,4 \cdot 0,8 = 20,7\text{V}$

Μεγαλύτερο από 16 V (4%), επιλέγουμε μεγαλύτερη διατομή και ξανακάνουμε έλεγχο.

$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \rho \cdot \frac{l}{S} \cdot I_{40,σχ} \cdot \cos\phi = 1,73 \cdot 0,018 \cdot \frac{150}{16} \cdot 55,4 \cdot 0,8 = 12,93\text{V}$

Μικρότερο από 16 V (4%)

### Επιλογή μέσου προστασίας της γραμμής.

Το επιτρεπόμενο ρεύμα για 16mm<sup>2</sup> είναι 80A, συμπεριλαμβάνοντας τους συντελεστές διόρθωσης (Θερμοκρασία – σχήρες)

$I_z = 80 \times 0,87 \times 0,83 = 57,7 \text{ A}$

Άρα η ονομαστική ένταση του οργάνου προστασίας θα είναι

$I_n < 57,7 \text{ A}$

Επιλέγεται μικροαυτόματο 50 A, τάξης C για να μη διεγείρεται από τα ρεύματα εκκίνησης.

Προσοχή το μέσο προστασίας δεν προστατεύει τον κινητήρα

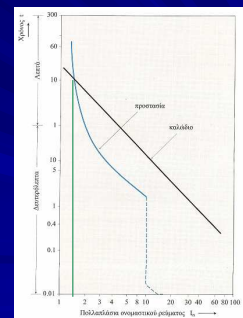
### Έλεγχος αντοχής σε βραχυκύκλωμα

Το καλώδιο ασφαρίζεται με μικροαυτόματο τάξης C

Η καμπύλη αντοχής PVC καλωδίων 16mm<sup>2</sup> δίδεται από τη σχέση  $I = \frac{J \cdot A}{\sqrt{t}} = \frac{115 \cdot 16}{\sqrt{t}}$

Με βάση τη σχέση αυτή σχεδιάζουμε τη καμπύλη προστασίας του καλωδίου και βλέπουμε ότι η προστασία είναι εξασφαλισμένη για ρεύματα

1,5 In και πάνω



### Επιλογή χρόνου απόσβεσης

Η αντίσταση του καλωδίου είναι  $R = \rho \cdot \frac{l}{S} = 0,018 \cdot \frac{150}{16} = 0,17\Omega$

Η συνολική αντίσταση δικτύου – καλωδίου είναι:

$R_{total} = R_{καλωδίου} + R_{δικτύου} = 0,17\Omega + 0,3 = 0,47\Omega$

Για να λειτουργήσει ο διακόπτης των 50 A σε βραχυκύκλωμα θα πρέπει τουλάχιστον να παρουσιαστεί ρεύμα σε βραχυκύκλωμα 5 φορές από το ονομαστικό ρεύμα του διακόπτη δηλαδή 250 A

$I_{βραζ} = \frac{230}{R_{total}} = \frac{230}{0,47} = 489\text{A} > 250\text{A}$

Άρα και από πλευράς ηλεκτροπληξίας η διατομή είναι εντάξει.

ΠΙΝΑΚΑΣ 54-A  
Ελάχιστες διατομές αγώνων γείωσης θεμελιών στο έδαφος

	Με μηχανική προστασία	Χωρίς μηχανική προστασία
Με προστασία έναντι διάβρωσης *	Σύμφωνα με το άρθρο 543.1	16 mm <sup>2</sup> Χαλκός 16 mm <sup>2</sup> Γαλβανισμένος χαλκός
Χωρίς προστασία έναντι διάβρωσης		25 mm <sup>2</sup> Cu 50 mm <sup>2</sup> Fe

\*Η προστασία έναντι διάβρωσης μπορεί να πραγματοποιηθεί με τη χρήση ενός μενδία

**Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών, ανάλογα με το είδος των χρησιμοποιούμενων αγωγών και καλωδίων**

Αγωγοί και καλώδια	Τρόπος εγκατάστασης					
	Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα ή οχετό ή κανάλι	Πάνω σε καλωδίων ή βραχιόνες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα
Γυμνοί αγωγοί	-	-	-	-	+	-
Μονωμένοι αγωγοί	-	-	+	-	+	-
Καλώδια με μαγδύα (1)	Πολύ-πολικά	+	+	+	0	+
	Μονο-πολικά	0	+	+	+	+

+ : Επιτρέπεται  
 - : Δεν επιτρέπεται  
 0 : Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη

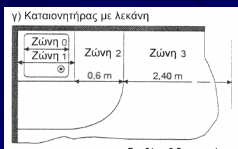
(1) : Περιλαμβάνονται και τα σπλιμένα καλώδια

**ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Β  
Επιλογή του τρόπου εγκατάστασης των ηλεκτρικών γραμμών, ανάλογα με τη θέση**

Θέσεις	Τρόπος εγκατάστασης							
	Χωρίς στερέωση	Απευθείας στερέωση	Μέσα σε σωλήνα	Μέσα σε οχετό	Μέσα σε κανάλι	Πάνω σε φερά καλωδίων ή βραχιόνες ή εσχάρες καλωδίων	Σε μονωτήρες	Με φέρον σύρμα
Κοιτόπετες του κτιρίου	+	0	+	-	+	+	-	-
Αυλάκια καλωδίων	+	+	+	+	+	+	-	-
Θαμμένα στο έδαφος	+	0	+	-	+	0	-	-
Χωριστά, ενσωματωμένα στην κατασκευή	+	+	+	+	+	0	-	-
Ορατά	-	+	+	+	+	+	+	+
Ενέρια	-	-	0	0	-	-	+	+

+ : Επιτρέπεται  
 - : Δεν επιτρέπεται  
 0 : Δεν έχει εφαρμογή ή δεν χρησιμοποιείται συνήθως στην πράξη

**Ειδικές εγκαταστάσεις – λουτρά – πισίνες - σάουνες**



Στη ζώνη 0 δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση διακοπών ή άλλων εξαρτημάτων.

Στη ζώνη 1 δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση διακοπών ή άλλων εξαρτημάτων, με εξαίρεση τους διακόπτες κυκλωμάτων που προφθοσούνται με SELV αναρτιστές τάσης που δεν υπερβαίνει τα 120V, ενδεικνυόμενη τιμή εναλλασσόμενου ρεύματος ή τα 30V συνεχούς ρεύματος χωρίς κυμάτωση, εφόσον η πηγή προφθοσής είναι εγκαταστημένη έξω από τις ζώνες 0, 1 και 2.

Στη ζώνη 2 δεν επιτρέπεται η εγκατάσταση διακοπών, εξαρτημάτων με ενσωματωμένο διακόπτη ή ρευστοδοτούν, με εξαίρεση τα ακόλουθα:

- Διακόπτες και ρευστοδοτές κυκλωμάτων SELV, εφόσον η πηγή προφθοσής είναι εγκαταστημένη έξω από τις ζώνες 0, 1 και 2.
- ρευστοδοτές προφθοσής ευρισκτικών μηχανών, εφόσον είναι σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60742, Κεφάλαιο 2, Τμήμα 1.

Σημείωση: Μονωτικά κορδόνια των τροφογών διακοπών επιτρέπονται στις ζώνες 1 και 2, εφόσον είναι σύμφωνα με το Πρότυπο ΕΛΟΤ EN 60669-1.

Στη ζώνη 3 επιτρέπεται η εγκατάσταση ρευστοδοτούν μόνο εφόσον προστατεύονται:

- είτε με ηλεκτρικό διαχωρισμό, προφθοσούμενοι ασφαλικά από ένα μετασχηματιστή απομόνωσης σύμφωνα με την παρ. 413.5.1.
- είτε με SELV, σύμφωνα με το άρθρο 411.1.
- είτε με αυτόματη διακοπή της προφθοσής σύμφωνα με το άρθρο 413.1, με τη χρήση μιας διάταξης προστασίας διαφορικού ρεύματος με ονομαστικό διαφορικό ρεύμα λειτουργίας ΙΔΙ που δεν υπερβαίνει τα 30mA.