
Αγωγοί και καλώδια **2**

Στόχοι:

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

- ✓ Αναγνωρίζουν τη διαφορά ανάμεσα στον αγωγό και το καλώδιο.
 - ✓ Διακρίνουν τους μονόκλωνους, πολύκλωνους και λεπτοπολύκλωνους αγωγούς.
 - ✓ Αναφέρουν ανάλογα με τη χρήση τους τις κυριότερες κατηγορίες καλωδίων.
 - ✓ Διακρίνουν σε ένα καλώδιο τη μόνωση των αγωγών και το μανδύα του.
 - ✓ Αναφέρουν τους λόγους ύπαρξης της ηλεκτρικής θωράκισης σε ένα καλώδιο και να τη διακρίνουν από τα υπόλοιπα μέρη του καλωδίου.
 - ✓ Ερμηνεύουν την έννοια της ονομαστικής τάσης.
 - ✓ Αναφέρουν τους κυριότερους τύπους καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων και τη χρήση τους με την παλαιά και τη νέα ονομασία.
 - ✓ Ερμηνεύουν τα σύμβολα ενός τύπου καλωδίου, σύμφωνα με τον ΕΛ.Ο.Τ. για να διακρίνουν τα κύρια χαρακτηριστικά του.
 - ✓ Διακρίνουν τα μονοπολικά από τα πολυπολικά καλώδια.
 - ✓ Διακρίνουν τη χρήση των αγωγών από τα χρώματά τους.
 - ✓ Αναφέρουν τους λόγους ύπαρξης της μέγιστης επιτρεπόμενης έντασης σε ένα αγωγό.
 - ✓ Αναφέρουν περιπτώσεις που η απαγωγή θερμότητας από τα καλώδια δυσχεραίνεται ή διευκολύνεται.
 - ✓ Προσδιορίζουν για κάθε καλώδιο ανάλογα με τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας του, από σχετικό πίνακα, τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση.
 - ✓ Αναφέρουν τις τυποποιημένες διατομές αγωγών μέχρι 50 mm².
 - ✓ Αναφέρουν τις μικρότερες αποδεκτές διατομές αγωγών και δίνουν παραδείγματα χρήσης τους.
-

2

Αγωγοί και καλώδια

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

2.2. ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

- Αντιστοιχία νέων τύπων καλωδίων με παλαιούς τύπους
- Χρώματα και διάκριση των αγωγών
- Χαρακτηριστικά των καλωδίων
- Τύποι καλωδίων και η χρήση τους
- Επεξήγηση συμβόλων
- Πίνακες καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων

2.3. ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

2.4. ΟΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΓΩΓΩΝ

2.5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

2.6. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ- ΑΣΚΗΣΕΙΣ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ή μετάδοση ηλεκτρικών σημάτων γίνεται με τους **αγωγούς**.

Οι **αγωγοί** μπορούν να είναι:

- **μονόκλωνοι**, οι οποίοι αποτελούνται από ένα συμπαγές σύρμα κυκλικής διατομής,
- **πολύκλωνοι**, οι οποίοι αποτελούνται από πολλά σύρματα ομοκεντρικά στριμμένα σε διαδοχικά στρώματα και
- **λεπτοπολύκλωνοι**, οι οποίοι είναι πολύκλωνοι αλλά το κάθε στριμμένο σύρμα αποτελείται από αρκετά συρματίδια.

Όσους περισσότερους κλώνους έχει ένας αγωγός συγκεκριμένης διατομής τόσο περισσότερη ευκαμψία παρουσιάζει.

Οι πολύκλωνοι αγωγοί μπορούν να πάρουν κυκλική μορφή ή μορφή κυκλικού τομέα. Η κατασκευή των αγωγών με μορφή κυκλικού τομέα παρουσιάζει το πλεονέκτημα της μικρότερης εξωτερικής διαμέτρου σε σύγκριση με την αντίστοιχη διάμετρο των

αγωγών κυκλικής διατομής και ίσης ηλεκτρικής διατομής και συνήθως συναντάται στα καλώδια ενέργειας.

Το επικρατέστερο υλικό κατασκευής των αγωγών είναι ο χαλκός με διάφορες μορφές επεξεργασίας (μαλακός, σκληρός, ανωπτημένος). Σε ειδικές περιπτώσεις χρησιμοποιούνται βέργες χαλκού, επικασσιτερωμένος χαλκός, γυμνοί αγωγοί αλουμινίου με ή χωρίς χαλύβδινη ψυχή.

Οι αγωγοί μπορεί να είναι γυμνοί ή μονωμένοι. Η μόνωση των ηλεκτροφόρων αγωγών κατασκευάζεται με ομοιόμορφο πάχος, κυρίως από θερμοπλαστική ύλη με βάση το χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) και το πολυαιθυλένιο (PE) ή από ελαστικό (γόμα).

Το κυριότερο χαρακτηριστικό κάθε αγωγού είναι το μέγεθος της αγωγίμης διατομής του, π.χ. 10mm^2 , 16mm^2 κ.λπ. (συνήθως το mm^2 ονομάζεται και *καρέ*).

Καλώδιο ονομάζεται το σύνολο ενός ή περισσοτέρων μονωμένων αγωγών που βρίσκονται μέσα στο ίδιο περιβλήμα.

Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται τα καλώδια κατασκευάζονται με ορισμένες προδιαγραφές και βέβαια πάντα σύμφωνα με κανονισμούς ή πρότυπα (ΕΛ.Ο.Τ., V.D.E., I.E.C. κ.λπ.).

Έτσι έχουμε διάφορες κατηγορίες καλωδίων όπως:

- *εσωτερικών εγκαταστάσεων*
- *τηλεφωνικά*
- *μεταφοράς δεδομένων* (υπολογιστών, οπτικών ινών, φωνής και εφαρμογών δομημένης καλωδίωσης, ομοαξονικά, συναγεμμού, τηλεόρασης)
- *ελέγχου* (βιομηχανικών συστημάτων ελέγχου και αυτοματισμού, αντοχής σε λάδια, χημικά ή καιρικές συνθήκες με ισχυρή μηχανική προστασία, π.χ. για πρατήρια βενζίνης, ελεύθερα αλογόνων, δηλ. δεν είναι διαβρωτικά, και χαμηλής πυκνότητας καπνού για εγκαταστάσεις όπου απαιτούνται ιδιαίτερες προδιαγραφές ασφαλείας σε περίπτωση πυρκαγιάς, όπως νοσοκομεία, σταθμοί μετρό κ.λπ.)
- *νεοπρενίου* (με μόνωση του αγωγού από ελαστικό και εξωτερική επένδυση από νεοπρένιο κατάλληλα για ηλεκτροσυγκολλήσεις και μεταφερόμενους κινητήρες π.χ. γερανούς, βαρούλκα, τροχαλίες κ.λπ.)
- *σιλικόνης* (με μόνωση του αγωγού από σιλικόνη, η οποία αντέχει σε υψηλές θερμοκρασίες και σε απότομες μεταβολές της θερμοκρασίας. Στις περιπτώσεις αυτές τα κοινά καλώδια από μόνωση PVC γίνονται σκληρά και θρυμματίζονται).
- *οργάνων* (για μετάδοση αναλογικών ή ψηφιακών σημάτων σε συστήματα μετρήσεων και ελέγχου)
- *ενέργειας* ή ισχύος (ονομαστικής τάσης μεγαλύτερης των 600/1000V)
- *υποβρύχια* (ενέργειας, τηλεφωνικά και οπτικών ινών).

Το καλώδιο με περισσότερους του ενός αγωγούς σχηματίζεται με συστροφή των μονωμένων αγωγών σε ειδικές μηχανές με κατάλληλο βήμα. Κατά τη διαδικασία της στρέψης τοποθετείται μία *εξωτερική επένδυση (μανδύας)* από μονωτικό υλικό.

Στα καλώδια ενέργειας (τάσης, π.χ. 12/20KV) που χρησιμοποιούνται σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σε σταθμούς παραγωγής και διανομής τοποθετείται και μία πρώτη (*εσωτερική*) *επένδυση* από θερμοπλαστική ύλη ή ελαστικό.

Σε ορισμένα καλώδια λόγω της ιδιαιτερότητας της χρήσης τους απαιτείται *ηλεκτρική θωράκιση*. Η θωράκιση αυτή π.χ. στα τηλεφωνικά καλώδια ή τα καλώδια μεταφοράς δεδομένων προστατεύει το μεταφερόμενο σήμα, ενώ στα καλώδια ενέργειας εξομαλύνει το ηλεκτρικό πεδίο, συμβάλει στην καλύτερη εφαρμογή του μονωτικού υλικού και στην αποφυγή σχηματισμού κενών που θα προκαλούσαν τοπικό ιονισμό.

Η *ηλεκτρική θωράκιση* επιτυγχάνεται άλλοτε με αγωγούς επικασιτερωμένου χαλκού κατά μήκος του άξονα του καλωδίου και με πλαστικοποιημένη ταινία αλουμινίου από την έξω πλευρά, όπως στα τηλεφωνικά καλώδια, άλλοτε με πλέγμα (μπλεντάζ) επικασιτερωμένου χαλκού σε γραμμές μεταφοράς δεδομένων για υπολογιστές και άλλοτε με συρματίδια ή ταινία χαλκού κατάλληλης ηλεκτρικής διατομής, όπως στα καλώδια ενέργειας.

Ονομαστική τάση ενός καλωδίου είναι η τάση η οποία προσδιορίζει τα όρια συνεχούς λειτουργίας του και αποτελεί μέρος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του καλωδίου.

Τάση λειτουργίας ενός καλωδίου είναι η τάση μεταξύ των αγωγών του κατά τη λειτουργία του σε δεδομένο σύστημα.

Η τάση λειτουργίας ενός καλωδίου συνήθως δεν επιτρέπεται να υπερβεί το 10% της ονομαστικής του τάσης. Π.χ. εάν ένα καλώδιο έχει ονομαστική τάση 500V, αυτό δεν επιτρέπεται να βρεθεί συνεχώς υπό τάση λειτουργίας μεγαλύτερη των 550V. Για τάση μικρότερη των 500V δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα. Όσο μεγαλύτερη ονομαστική τάση όμως απαιτείται για ένα καλώδιο τόσο αυξάνει το κόστος κατασκευής του, γι' αυτό στην επιλογή του καλωδίου, λαμβάνουμε υπόψη μας, μεταξύ άλλων και την τάση με την οποία θα λειτουργεί.

2.2 ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

- **Αντιστοιχία νέων τύπων καλωδίων με παλαιούς τύπους**

Τα καλώδια των εσωτερικών εγκαταστάσεων αποτελούνται από αγωγούς χαλκού. Οι πιο συνηθισμένοι τύποι καλωδίων που χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές εγκαταστάσεις είναι οι ΝΥΑ και ΝΥΜ (με βάση τους γερμανικούς κανονισμούς V.D.E.), των οποίων όμως η ονοματολογία έχει αλλάξει τελευταία από τον ΕΛ.Ο.Τ. για εναρμόνιση με τα διεθνή πρότυπα.

Νέος τύπος (κατά ΕΛ.Ο.Τ.)	Παλιός τύπος (κατά V.D.E.)
H07V-K	NYAF
H07V-U	NYA(re)
H07V-R	NYA(rm)
A05VV-U	NYM(re)
A05VV-R	NYM(rm)
H05VV-F	NYMHY
H03VV-F	NYLHY
H03VH-H	NYFAZ
H05RR-F	NMH
H07RN-F	NSHöu
J1VV-U	NY Y(re)
J1VV-R	NY Y(rm)
J1VV-S	NY Y(sm)

- **Χρώματα και διάκριση των αγωγών**

Για να διακρίνονται οι διάφοροι αγωγοί μεταξύ τους σε ένα καλώδιο, χρησιμοποιείται υλικό μόνωσης με διαφορετικά χρώματα, που καθορίζονται από τις προδιαγραφές κατασκευής του καλωδίου.

Στα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων για τις τρεις φάσεις χρησιμοποιούμε τους αγωγούς με τα χρώματα καφέ, μαύρο, μαύρο.

Για τον ουδέτερο το μπλε ανοικτό και για τη γείωση το πράσινο/κίτρινο (κίτρινο με πράσινη ρίγα).

Σε καλώδια παλαιάς κατασκευής συναντάμε ως χρώμα μιας φάσης το κόκκινο, του ουδέτερου το γκρι και της γείωσης το κίτρινο.

Σύμφωνα με τις προδιαγραφές του ΕΛ.Ο.Τ. τα εύκαμπτα καλώδια και τα καλώδια για μόνιμη εγκατάσταση φέρουν στη μόνωση των αγωγών τους τα παρακάτω χρώματα.

«Χρώματα αγωγών εύκαμπτων καλωδίων»

Αριθμός αγωγών	Καλώδια με αγωγή γείωσης	Καλώδια χωρίς αγωγή γείωσης
1	πράσινο/κίτρινο	μπλε ανοικτό ή άλλα χρώματα
2		μπλε ανοικτό, καφέ
3	πράσινο/κίτρινο, καφέ, μπλε ανοικτό	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ
4	πράσινο/κίτρινο, μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο
5	πράσινο/κίτρινο, μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο, μαύρο

«Χρώματα αγωγών καλωδίων για μόνιμη εγκατάσταση»

Αριθμός αγωγών	Καλώδια με αγωγή γείωσης	Καλώδια χωρίς αγωγή γείωσης
1	πράσινο/κίτρινο	μπλε ανοικτό ή άλλα χρώματα
2		μαύρο, μπλε ανοικτό
3	πράσινο/κίτρινο, μαύρο, μπλε ανοικτό	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ
4	πράσινο/κίτρινο, μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο
5	πράσινο/κίτρινο, μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο	μαύρο, μπλε ανοικτό, καφέ, μαύρο, μαύρο
6 και άνω	πράσινο/κίτρινο, λοιποί πόλοι μαύροι με λευκή αρίθμηση, τυπωμένοι με αριθμούς από το κέντρο και προς τα έξω, αρχίζοντας με ένα, ο πράσινος / κίτρινος πόλος στην εξωτερική στρώση	πόλοι αγωγών μαύροι τυπωμένοι με αριθμούς από το κέντρο και προς τα έξω αρχίζοντας με ένα



Ο συνδυασμός δύο χρωμάτων επιτρέπεται μόνο για το πράσινο/ κίτρινο της γείωσης. Οι αγωγοί δεν επιτρέπεται να φέρουν μόνο πράσινο ή μόνο κίτρινο χρώμα για να μη γίνει μπέρδεμα με τη γείωση.



Σε παλαιές εγκαταστάσεις πιθανόν να βρούμε τον αγωγό της γείωσης με κίτρινο χρώμα, τον ουδέτερο με γκρι και τη μία από τις τρεις φάσεις με κόκκινο.



Ο ηλεκτρολόγος που καλείται να επισκευάσει μία εγκατάσταση οφείλει να ελέγξει πρώτα- πρώτα, για λόγους προσωπικής του ασφάλειας, εάν τα χρώματα των αγωγών ανταποκρίνονται στους κανονισμούς.

• Χαρακτηριστικά των καλωδίων

Ο κάθε τύπος καλωδίου φέρει ορισμένα *σύμβολα* (λατινικά κεφαλαία γράμματα ή αριθμούς), σύμφωνα με τα πρότυπα του ΕΛ.Ο.Τ., τα οποία προσδιορίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά του. Ας πάρουμε ως παράδειγμα το καλώδιο **H05VV-F**

- Το πρώτο σύμβολο υποδηλώνει το πρότυπο με το οποίο έχει κατασκευαστεί το καλώδιο, π.χ. το **H** σημαίνει καλώδιο εναρμονισμένο με πρότυπο, δηλ. γερμανικό, αγγλικό κ.λπ.
- Το δεύτερο και τρίτο σύμβολο, δηλ. οι δύο αριθμοί, αναφέρονται στην ονομαστική τάση του καλωδίου. Π.χ. το **05** δηλώνει ότι το καλώδιο μπορεί να λειτουργήσει μέχρι **500V** πολική τάση (300V φασική).
- Το τέταρτο σύμβολο αναφέρεται στο υλικό μόνωσης των αγωγών. Π.χ. το **V** σημαίνει ότι η μόνωση του αγωγού είναι από PVC.
- Το πέμπτο σύμβολο αναφέρεται στο υλικό του μανδύα του καλωδίου (εξωτερική επένδυση). Π.χ. το **V** σημαίνει ότι το υλικό του μανδύα είναι από PVC. Τα πεπλατυσμένα (πλακέ) καλώδια χωρίς μανδύα φέρουν ειδική διάκριση το σύμβολο **H**.
- Το τελευταίο σύμβολο αναφέρεται στο είδος του αγωγού. Π.χ. **-F** σημαίνει εύκαμπτος αγωγός.

• Τύποι καλωδίων και η χρήση τους

Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων είναι κατασκευασμένα από μονόκλωνο, πολύκλωνο ή λεπτοπολύκλωνο μαλακό ανωπτημένο χαλκό και μπορούν να είναι:

- μονοπολικά (με έναν αγωγό):
 - με μόνωση από PVC
- πολυπολικά (από δύο έως έξι αγωγούς)
 - με μόνωση των αγωγών από PVC ή ελαστικό,
 - με εξωτερική επένδυση (μανδύα) από PVC ή ελαστικό.

Ορισμένα πολυπολικά φέρουν επιπλέον εσωτερική επένδυση από ελαστικό (π.χ. A05VV-U και A05VV-R), ενώ άλλα δε φέρουν εξωτερική επένδυση π.χ. τα εύκαμπτα πλακέ (H03VH-H) και τα καλώδια για υψηλή θερμοκρασία με μόνωση ελαστικού σιλικόνης (H05SJ-K).

Οι τύποι των καλωδίων με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους, τις προδιαγραφές κατασκευής τους και τις χρήσεις τους, δίνονται παρακάτω.

Το είδος του καλωδίου που θα επιλέξουμε τελικά εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται.

Πίνακας 2.1

Τύπος καλωδίου	Παλαιά ονομασία	Ονομαστική τάση V	Χρήσεις
H07V-K H07V-U H07V-R	NYAF NYA(re) NYA(rm)	450/750	Μονοπολικά καλώδια με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα για γενικές χρήσεις. <ul style="list-style-type: none"> • Με δύσκαμπτο αγωγό, H07V-R • Με εύκαμπτο αγωγό, H07V-K Εγκατάσταση σε σωλήνες ορατούς ή εντοιχισμένους ή σε παρόμοια κλειστά συστήματα.
H05V-U H05V-K		300/500	Μονοπολικά καλώδια με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα για εσωτερική εγκατάσταση. <ul style="list-style-type: none"> • Με μονόκλωνο αγωγό, H05V-U • Με εύκαμπτο αγωγό, H05V-K Σταθερές προστατευμένες εγκαταστάσεις μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών.
A05VV-U A05VV-R H05VV-F	NYM(re) NYM(rm) NYMHY	300/500	Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση P.V.C. και με μανδύα από P.V.C.. <ul style="list-style-type: none"> • Με δύσκαμπτο αγωγό (μονόκλωνο ή πολύκλωνο), H05VV-U, H05VV-R • Με εύκαμπτο αγωγό, H05VV-F Σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους.
H03VV-F	NYLHY	300/300	Ελαφρύ καλώδιο με μόνωση P.V.C. και με μανδύα από P.V.C. με εύκαμπτους αγωγούς. Σε κατοικίες, κουζίνες, γραφεία. Για ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις, για ελαφρές φορητές συσκευές.
H03VH-H	NYFAZ	300/300	Πεπλατυσμένο καλώδιο με μόνωση P.V.C. χωρίς μανδύα. Σε κατοικίες, κουζίνες, γραφεία. Για ελαφρές μηχανικές καταπονήσεις, για ελαφρές φορητές συσκευές.
H05SJ-K		300/500	Καλώδια με μόνωση ελαστικού – σιλικόνης για υψηλές θερμοκρασίες (180°C)
H05RR-F	NMH	300/500	Καλώδια με μόνωση ελαστικού και μανδύα ελαστικού με εύκαμπτους αγωγούς. Για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία, γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών στις οποίες τα καλώδια υποβάλλονται σε μικρές μηχανικές καταπονήσεις.
J1VV – U J1VV – R J1VV – S	NYYY(re) NYYY(rm) NYYY(sm)		Για τοποθέτηση σε εσωτερικούς χώρους, σε σωλήνες στο ύπαιθρο, για σταθμούς παραγωγής, σταθμούς διανομής, βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εφόσον δεν υπόκεινται σε μηχανικές καταπονήσεις.

• Επεξήγηση συμβόλων

Στις παλαιές ονομασίες οι εντός παρενθέσεως ενδείξεις των γερμανικών κανονισμών υποδηλώνουν:

- re = στρογγυλός μονόκλωνος αγωγός
(Το r από το round=στρογγυλός και το e από το ein=ένα, μονό-)
- rm = στρογγυλός πολύκλωνος αγωγός
(Το r από το round=στρογγυλός και το m από το multi=πολλαπλό)
- sm = πολύκλωνος αγωγός σχήματος κυκλικού τομέα
(Το s από το sector=τομέας και το m από το multi=πολλαπλό)

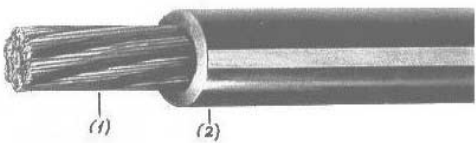
Για την κατανόηση της σύγχρονης ονοματολογίας των καλωδίων, χρήσιμες είναι οι παρακάτω διευκρινήσεις:


Επεξήγηση συμβόλων	
H – καλώδια σύμφωνα με εναρμονισμένα πρότυπα	
A – αναγνωρισμένος εθνικός τύπος	
J – καλώδια σύμφωνα με πρότυπα I.E.C. (International Electrotechnical Commission)	
Τάση λειτουργίας U_0/U^1	Ειδική διάκριση
1 – 600/1000V	H2 – Πεπλατυσμένη κατασκευή καλωδίου του οποίου οι πόλοι δεν μπορούν να αποχωρισθούν
07 – 450/750V	H – Πεπλατυσμένη κατασκευή καλωδίου του οποίου οι πόλοι μπορούν να αποχωρισθούν
05 – 300/500V	
03 – 300/300V	
Υλικό μόνωσης αγωγών	Είδος αγωγού
V – P.V.C.	- U - Δύσκαμπος στρογγυλός αγωγός, μονόκλωνος
R – Ελαστικό	- R - Δύσκαμπος στρογγυλός αγωγός, πολύκλωνος
S – Σιλικόνη	- S - Δύσκαμπος αγωγός σχήματος κυκλικού τομέα, πολύκλωνος
Υλικό μανδύα	- H - Υπερέκαμπος αγωγός (ομάδα 6)
V – P.V.C.	- F - Εύκαμπος αγωγός
R – Ελαστικό	- K - Εύκαμπος αγωγός για μόνιμη τοποθέτηση
N – Νεοπρένιο	

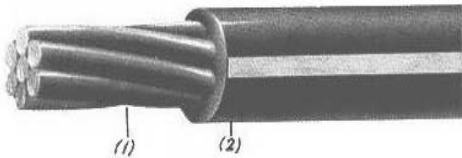
Στη συνέχεια, ακολουθεί μια αναλυτικότερη περιγραφή κάθε καλωδίου, όπου φαίνονται στοιχεία όπως η εικόνα του και τα κύρια χαρακτηριστικά του.

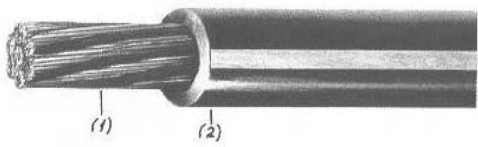
¹ Σημειώνουμε ότι με το σύμβολο U_0 θεωρούμε τη φασική τάση και με το σύμβολο U την πολική τάση.

- Πίνακες καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων

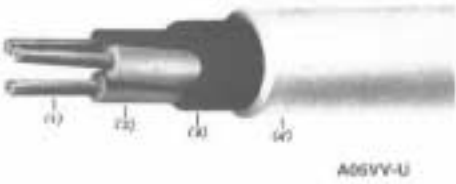
		ΤΥΠΟΣ : H07V – K (NYAF) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 450/750V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.3 (B.S. 6004/84 ή V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου
mm ²	mm	mm
1 x 1,5	0,7	3,5
1 x 2,5	0,8	4,2
1 x 4	0,8	4,8
1 x 6	0,8	6,3
1 x 10	1	7,6
1 x 16	1	8,8
1 x 25	1,2	11
1 x 35	1,2	12,5
1 x 50	1,4	14,5

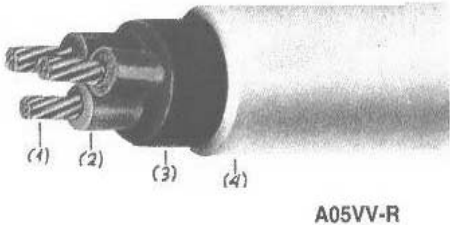
		ΤΥΠΟΣ : H07V – U (NYA(re)) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 450/750V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.3 (B.S. 6004/84 ή V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου
mm ²	mm	mm
1 x 1,5	0,7	3,3
1 x 2,5	0,8	3,9
1 x 4	0,8	4,4
1 x 6	0,8	4,9
1 x 10	1	6,4
1 x 16	1	7,3
1 x 25	1,2	9,8
1 x 35	1,2	11,0
1 x 50	1,4	13,0

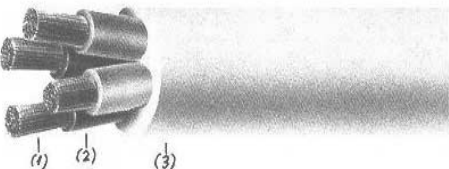
		ΤΥΠΟΣ : H07V – R (NYA _(rm)) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 450/750V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.3 (B.S. 6004/84 ή V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου
mm ²	mm	mm
1 x 1,5	0,7	3,5
1 x 2,5	0,8	4,2
1 x 4	0,8	4,8
1 x 6	0,8	5,4
1 x 10	1	6,8
1 x 16	1	8,0
1 x 25	1,2	9,8
1 x 35	1,2	11,0
1 x 50	1,4	13,0

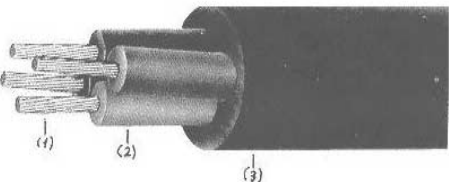
		ΤΥΠΟΣ : H05V – K ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.3 (V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου
mm ²	mm	mm
0,5	0,6	2,6
0,75	0,6	2,8
1	0,6	3

	ΤΥΠΟΣ : H05V – U ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.3 (B.S. 6004/84 ή V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2)	
	Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης
mm ²	mm	mm
0,5	0,6	2,4
0,75	0,6	2,6
1	0,6	2,8

	ΤΥΠΟΣ : A05VV – U (NYM(re)) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.4 ΑΓΩΓΟΣ : Μονόκλωνος ή πολύκλωνος από συρματίδια ανωπτημένου χαλκού (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2) ΕΣΩΤ. ΕΠΕΝΔΥΣΗ: Ελαστικό (3) ΕΞΩΤ. ΕΠΕΝΔΥΣΗ: P.V.C. (4)	
	Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης
mm ²	mm	Mm
2 x 1,5	0,7	10,0
2 x 2,5	0,8	11,5
2 x 4	0,8	12,5
2 x 6	0,8	13,5
2 x 10	1,0	16,5
2 x 16	1,0	20,0
3 x 1,5	0,7	10,5
3 x 2,5	0,8	12,0
3 x 4	0,8	13,0
3 x 6	0,8	14,5
3 x 10	1,0	17,5
3 x 16	1,0	21,5
4 x 1,5	0,7	11,5
4 x 2,5	0,8	13,0
4 x 4	0,8	14,5
4 x 6	0,8	16,0
4 x 10	1,0	19,0
4 x 16	1,0	23,5
5 x 1,5	0,7	12,0
5 x 2,5	0,8	14,0
5 x 4	0,8	16,0
5 x 6	0,8	17,5
5 x 10	1,0	21,0
5 x 16	1,0	26,0

	<p>ΤΥΠΟΣ : A05VV – R (NYM_(rm)) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.4 ΑΓΩΓΟΣ : Μονόκλωνος ή πολύκλωνος από συρματίδια ανοπτημένου χαλκού (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2) ΕΣΩΤ. ΕΠΕΝΔΥΣΗ: Ελαστικό (3) ΕΞΩΤ. ΕΠΕΝΔΥΣΗ: P.V.C. (4)</p>	
Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου
mm ²	mm	Mm
2 x 1,5	0,7	10,5
2 x 2,5	0,8	12,0
2 x 4	0,8	12,5
2 x 6	0,8	13,5
2 x 10	1,0	16,5
2 x 16	1,0	17,5
3 x 1,5	0,7	11,0
3 x 2,5	0,8	13,0
3 x 4	0,8	14,5
3 x 6	0,8	15,5
3 x 10	1,0	19,0
3 x 16	1,0	21,5
4 x 1,5	0,7	12,0
4 x 2,5	0,8	13,5
4 x 4	0,8	15,0
4 x 6	0,8	17,0
4 x 10	1,0	20,5
4 x 16	1,0	23,5
5 x 1,5	0,7	12,5
5 x 2,5	0,8	14,5
5 x 4	0,8	17,0
5 x 6	0,8	18,5
5 x 10	1,0	22,0
5 x 16	1,0	26,0

	ΤΥΠΟΣ : H05VV – F (ΝΥΜΗΥ) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.5 (V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2) ΕΠΕΝΔΥΣΗ : P.V.C. (3)																																																					
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Όνομαστική διατομή αγωγού</th> <th>Πάχος μόνωσης</th> <th>Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου</th> </tr> <tr> <th>mm²</th> <th>Mm</th> <th>Mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 x 0,75</td><td>0,6</td><td>7,6</td></tr> <tr><td>2 x 1,0</td><td>0,6</td><td>8,0</td></tr> <tr><td>2 x 1,5</td><td>0,7</td><td>9,0</td></tr> <tr><td>2 x 2,5</td><td>0,8</td><td>11,0</td></tr> <tr><td>3 x 0,75</td><td>0,6</td><td>8,0</td></tr> <tr><td>3 x 1,0</td><td>0,6</td><td>8,4</td></tr> <tr><td>3 x 1,5</td><td>0,7</td><td>9,8</td></tr> <tr><td>3 x 2,5</td><td>0,8</td><td>12,0</td></tr> <tr><td>4 x 0,75</td><td>0,6</td><td>8,6</td></tr> <tr><td>4 x 1,0</td><td>0,6</td><td>9,4</td></tr> <tr><td>4 x 1,5</td><td>0,7</td><td>11,0</td></tr> <tr><td>4 x 2,5</td><td>0,8</td><td>13,0</td></tr> <tr><td>5 x 0,75</td><td>0,6</td><td>9,6</td></tr> <tr><td>5 x 1,0</td><td>0,6</td><td>10,0</td></tr> <tr><td>5 x 1,5</td><td>0,7</td><td>12,0</td></tr> <tr><td>5 x 2,5</td><td>0,8</td><td>14,0</td></tr> </tbody> </table>	Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου	mm ²	Mm	Mm	2 x 0,75	0,6	7,6	2 x 1,0	0,6	8,0	2 x 1,5	0,7	9,0	2 x 2,5	0,8	11,0	3 x 0,75	0,6	8,0	3 x 1,0	0,6	8,4	3 x 1,5	0,7	9,8	3 x 2,5	0,8	12,0	4 x 0,75	0,6	8,6	4 x 1,0	0,6	9,4	4 x 1,5	0,7	11,0	4 x 2,5	0,8	13,0	5 x 0,75	0,6	9,6	5 x 1,0	0,6	10,0	5 x 1,5	0,7	12,0	5 x 2,5	0,8
Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου																																																				
mm ²	Mm	Mm																																																				
2 x 0,75	0,6	7,6																																																				
2 x 1,0	0,6	8,0																																																				
2 x 1,5	0,7	9,0																																																				
2 x 2,5	0,8	11,0																																																				
3 x 0,75	0,6	8,0																																																				
3 x 1,0	0,6	8,4																																																				
3 x 1,5	0,7	9,8																																																				
3 x 2,5	0,8	12,0																																																				
4 x 0,75	0,6	8,6																																																				
4 x 1,0	0,6	9,4																																																				
4 x 1,5	0,7	11,0																																																				
4 x 2,5	0,8	13,0																																																				
5 x 0,75	0,6	9,6																																																				
5 x 1,0	0,6	10,0																																																				
5 x 1,5	0,7	12,0																																																				
5 x 2,5	0,8	14,0																																																				

	ΤΥΠΟΣ : H03VV – F (ΝΥΛΗΥ) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/300V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.5 (B.S. 6500/75 ή V.D.E. 0281) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος μαλακός ανωπτημένος χαλκός (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (2) ΜΑΝΔΥΑΣ : P.V.C. (3)																							
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Όνομαστική διατομή αγωγού</th> <th>Πάχος μόνωσης</th> <th>Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου</th> </tr> <tr> <th>mm²</th> <th>mm</th> <th>mm</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>2 x 0,5</td><td>0,5</td><td>6,0</td></tr> <tr><td>2 x 0,75</td><td>0,5</td><td>6,4</td></tr> <tr><td>3 x 0,5</td><td>0,5</td><td>6,2</td></tr> <tr><td>3 x 0,75</td><td>0,5</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>4 x 0,5</td><td>0,5</td><td>6,8</td></tr> <tr><td>4 x 0,75</td><td>0,5</td><td>7,4</td></tr> </tbody> </table>	Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου	mm ²	mm	mm	2 x 0,5	0,5	6,0	2 x 0,75	0,5	6,4	3 x 0,5	0,5	6,2	3 x 0,75	0,5	6,8	4 x 0,5	0,5	6,8	4 x 0,75	0,5
Όνομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου																						
mm ²	mm	mm																						
2 x 0,5	0,5	6,0																						
2 x 0,75	0,5	6,4																						
3 x 0,5	0,5	6,2																						
3 x 0,75	0,5	6,8																						
4 x 0,5	0,5	6,8																						
4 x 0,75	0,5	7,4																						

			ΤΥΠΟΣ : H03VH – H (ΝΥΦΑΖ) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/300V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 563.5 (V.D.E. 0281 ή B.S. 6500) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος από συρματίδια ανωπτημένου χαλκού (1) ΜΟΝΩΣΗ : P.V.C. (οι πόλοι μπορούν να αποχωρισθούν) (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου	
mm ²	mm	mm	
2 x 0,5	0,8	3 x 6	
2 x 0,75	0,8	3,2 x 6,4	

			ΤΥΠΟΣ : H05SJ – K ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 623.3 (V.D.E. 0282) ΑΓΩΓΟΣ : Εύκαμπτος επικασσιτερωμένος λεπτοπολύκλωνος από συρματίδια ανωπτημένου χαλκού (1) ΜΟΝΩΣΗ : Μίγμα ελαστικού – σιλκόνης (2)
Ονομαστική διατομή αγωγού	Πάχος μόνωσης	Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου	
mm ²	mm	mm	
0,50	0,6	3,4	
0,75	0,6	3,6	
1,00	0,6	3,8	
1,50	0,7	4,3	
2,50	0,8	5,0	
4,00	0,8	5,6	
6,00	0,8	6,2	
10,00	1,0	8,2	
16,00	1,0	9,6	

	ΤΥΠΟΣ : H05RR – F (NMH) ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 300/500V ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 623.4 (B.S. 6500, V.D.E. 0282 & CEI-UNEL 35363) ΑΓΩΓΟΣ : Λεπτοπολύκλωνος από επικασσιτερωμένα ή γυμνά συρματίδια ανωπτημένου χαλκού (διαχωριστικό στρώμα για τους γυμνούς αγωγούς, προαιρετικό για τους επικασσιτερωμένους αγωγούς) (1) ΜΟΝΩΣΗ : Ελαστικό (2) ΜΑΝΔΥΑΣ : Ελαστικό (3)	
	Ονομαστική διατομή αγωγού mm ²	Πάχος μόνωσης mm
2 x 0,75	0,6	8,2
2 x 1,0	0,6	8,8
2 x 1,5	0,8	10,5
2 x 2,5	0,9	12,5
3 x 0,75	0,6	8,8
3 x 1,0	0,6	9,2
3 x 1,5	0,8	11,0
3 x 2,5	0,9	13,0
3 x 4	1,0	14,5
3 x 6	1,0	18,5
4 x 0,75	0,6	9,6
4 x 1,0	0,6	10,0
4 x 1,5	0,8	12,5
4 x 2,5	0,9	14,0
4 x 4	1,0	16,5
4 x 6	1,0	20,5
5 x 0,75	0,6	11,0
5 x 1,0	0,6	11,5
5 x 1,5	0,8	13,5
5 x 2,5	0,9	15,5

	<p>ΤΥΠΟΣ : J1VV – U (NYY_(re)) J1VV – R (NYY_(rm)) J1VV – S (NYY_(sm))</p> <p>ΟΝΟΜ. ΤΑΣΗ : 600/1000V</p> <p>ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ : ΕΛ.Ο.Τ. 843/85</p> <p>ΑΓΩΓΟΣ : Μονόκλωνος ή πολύκλωνος από συρματίδια ανοπτημένου χαλκού (1)</p> <p>ΜΟΝΩΣΗ : Θερμοπλαστική ύλη P.V.C. (2)</p>	
<p>ΕΣΩΤ.ΕΠΕΝΔΥΣΗ: - Για αγωγούς κυκλικής διατομής: Ελαστικό - Για αγωγούς διατομής κυκλικού τομέα: ταινία από θερμοπλαστική ύλη P.V.C. ελικοειδώς τυλιγμένη πάνω από τους στριμμένους αγωγούς, με επικάλυψη (3)</p> <p>ΕΞΩΤ.ΕΠΕΝΔΥΣΗ: Θερμοπλαστική ύλη P.V.C. (4)</p>		
<p>Όνομαστική διατομή αγωγού</p> <p>mm²</p>	<p>Πάχος μόνωσης</p> <p>Mm</p>	<p>Μέγιστη εξωτερική διάμετρος καλωδίου</p> <p>Mm</p>
1 x 1,5 U	0,8	6,0
1 x 1,5 R	0,8	6,0
1 x 2,5 U	0,8	6,5
1 x 2,5 R	0,8	6,5
1 x 4 U	1,0	7,0
1 x 4 R	1,0	7,5
1 x 6 U	1,0	7,5
1 x 6 R	1,0	8,0
1 x 10 R	1,0	9,0
1 x 16 R	1,0	10,0
2 x 1,5 U	0,8	10,5
2 x 1,5 R	0,8	11,5
2 x 2,5 U	0,8	11,0
2 x 2,5 R	0,8	11,5
2 x 4 U	1,0	13,0
2 x 4 R	1,0	14,0
2 x 6 U	1,0	14,0
2 x 6 R	1,0	15,0
2 x 10 R	1,0	16,5
2 x 16 R	1,0	19,0
2 x 25 R	1,2	22,0
2 x 25 S	1,2	18,0
2 x 35 S	1,2	20,0
2 x 50 S	1,4	23,0
3 x 1,5 U	0,8	11,0
3 x 1,5 R	0,8	11,5
3 x 2,5 U	0,8	11,5
3 x 2,5 R	0,8	12,0
3 x 4 U	1,0	13,5
3 x 4 R	1,0	14,0
3 x 6 U	1,0	15,0
3 x 6 R	1,0	15,5
3 x 10 R	1,0	17,5

3 x 16 R	1,0	19,5
3 x 25 R	1,2	23,5
3 x 25 S	1,2	20,5
3 x 35 S	1,2	22,5
3 x 50 S	1,4	26,0
4 x 1,5 U	0,8	11,5
4 x 1,5 R	0,8	12,0
4 x 2,5 U	0,8	12,5
4 x 2,5 R	0,8	13,0
4 x 4 U	1,0	14,5
4 x 4 R	1,0	15,5
4 x 6 U	1,0	15,5
4 x 6 R	1,0	16,5
4 x 10 R	1,0	19,0
4 x 16 R	1,0	21,5
4 x 25 R	1,2	25,5
4 x 25 S	1,2	23,0
4 x 35 S	1,2	25,5
4 x 50 S	1,4	29,5
5 x 1,5 U	0,8	12,5
5 x 1,5 R	0,8	13,0
5 x 2,5 U	0,8	13,5
5 x 2,5 R	0,8	14,0
5 x 4 U	1,0	15,5
5 x 4 R	1,0	16,5
5 x 6 R	1,0	18,5
5 x 10 R	1,0	21,0

2.3 ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ

Για κάθε μονωμένο αγωγό υπάρχει ένα ανώτατο όριο έντασης ρεύματος που επιτρέπεται να διαρρέει αυτόν συνεχώς. Αν το όριο αυτό ξεπεραστεί, φθείρονται οι μονώσεις των αγωγών, δημιουργούνται βραχυκυκλώματα και προκαλούνται πυρκαγιές.

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ένταση για ένα αγωγό εξαρτάται από τρεις παράγοντες:

- τη διατομή
- το είδος της μόνωσης
- τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας.

Όπως περνάει το ρεύμα μέσα από τους αγωγούς, λόγω της ωμικής των αντίστασης R , μέρος της ηλεκτρικής του ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα (φαινόμενο Τζάουλ, $Q=I^2Rt$). Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος, τόσο περισσότερη είναι η εκλυόμενη θερμότητα και συνεπώς υψηλότερη η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στον αγωγό.

Η αντίσταση R του αγωγού είναι αντιστρόφως ανάλογη προς τη διατομή του ($R=\kappa \cdot l/S$, όπου κ = συντελεστής πλέξης καλωδίων, ρ = ειδική αντίσταση αγωγού, l = μήκος του αγωγού, S = διατομή του αγωγού).

Συνεπώς όσο μικρότερη είναι η διατομή του αγωγού τόσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία που αναπτύσσεται στον αγωγό και αντιστρόφως, όσο μεγαλύτερη είναι η διατομή τόσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία.

Η αντοχή της μόνωσης των αγωγών σε υψηλές θερμοκρασίες εξαρτάται από το υλικό της μόνωσης με το οποίο είναι κατασκευασμένοι οι διάφοροι τύποι καλωδίων. Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων με τις συνηθισμένες μονώσεις των αγωγών από ελαστικό ή PVC αντέχουν σε θερμοκρασίες μέχρι τους 60 ή 70⁰C περίπου αντίστοιχα. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες η μόνωση καταστρέφεται (γίνεται σκληρή και θρυμματίζεται). Γι' αυτό επιδιώκουμε η ένταση του ρεύματος που περνάει μέσα από αυτούς τους αγωγούς να μην προκαλεί άνοδο θερμοκρασίας μεγαλύτερη από τα παραπάνω όρια. Για ειδικές χρήσεις υπάρχουν καλώδια με κατάλληλη μόνωση αγωγών που αντέχουν σε πολύ χαμηλές και πολύ υψηλές θερμοκρασίες (π.χ. η μόνωση από σιλικόνη αντέχει από -60 έως 180⁰C).

Η θερμοκρασία του χώρου στον οποίο βρίσκεται ή διέρχεται το καλώδιο επηρεάζει προφανώς την απαγωγή θερμότητας των αγωγών. Γι' αυτό αποφεύγουμε τη διέλευση των καλωδίων από ιδιαίτερα θερμά σημεία (π.χ. καμινάδες), ενώ σε περιπτώσεις που έχουμε καλώδια σε θερμαινόμενους χώρους με θερμοκρασία υψηλότερη των 25⁰C (π.χ. φούρνους) λαμβάνουμε υπόψη μας ορισμένους συντελεστές διόρθωσης για τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση.

Η απαγωγή της θερμότητας των αγωγών γίνεται δυσκολότερα όταν τα καλώδια βρίσκονται π.χ. μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες και ευκολότερα όταν βρίσκονται

στον αέρα με κάποια ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους. Γι' αυτό ανάλογα με την τοποθέτησή τους τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων χωρίζονται σε τρεις ομάδες.

Ομάδες καλωδίων εσωτερικών εγκαταστάσεων

ΟΜΑΔΑ Α	ΟΜΑΔΑ Β	ΟΜΑΔΑ Γ
Ένα ή περισσότερα μονοπολικά καλώδια σε σωλήνες.	Πολυπολικά καλώδια, πεπλατυσμένα καλώδια, εύκαμπτα καλώδια.	Μονοπολικά καλώδια στον αέρα με ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση τη διάμετρό τους.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς ροής για καλώδια με μόνωση ελαστικού ή PVC και για θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C.

Πίνακας 2.4.1.

Ονομαστική διατομή καλωδίων	ΟΜΑΔΑ Α Ένα ή περισσότερα μονοπολικά καλώδια σε σωλήνες (π.χ. H07V-R)	ΟΜΑΔΑ Β Πολυπολικά καλώδια, πεπλατυσμένα καλώδια, εύκαμπτα καλώδια	ΟΜΑΔΑ Γ Μονοπολικά καλώδια στον αέρα με ελάχιστη μεταξύ τους απόσταση τη διάμετρό τους
0,75	-	13	16
1	12	16	20
1,5	16	20	25
2,5	21	27	34
4	27	36	45
6	35	47	57
10	48	65	78
16	65	87	104
25	88	115	137
35	110	143	168
50	140	178	210

Όταν η θερμοκρασία του χώρου που βρίσκονται τα καλώδια είναι μεγαλύτερη των 25°C, για να υπολογίσουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση, πολλαπλασιάζουμε την ένταση του παραπάνω πίνακα των 25°C με τον κατάλληλο συντελεστή διόρθωσης, αφού λάβουμε υπόψη μας και το υλικό της μόνωσης των καλωδίων.

Πίνακας 2.4.2.

Θερμοκρασία περιβάλλοντος σε °C	Συντελεστές διόρθωσης	
	Μόνωση ελαστικού	Μόνωση P.V.C.
25	1,00	1,00
30	0,92	0,94

35	0,85	0,88
40	0,75	0,82
45	0,65	0,75
50	0,53	0,67
55	0,38	0,58

Π.χ. εάν το μονοπολικό καλώδιο H07V-R διατομής 10mm^2 βρίσκεται μέσα σε σωλήνα (ομάδα καλωδίων A) και σε θερμοκρασιακό περιβάλλον $50\text{ }^\circ\text{C}$, η μέγιστη επιτρεπόμενη έντασή του περιορίζεται.

Από τον πίνακα 2.4.1. για διατομή 10mm^2 και ομάδα A βρίσκουμε μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση 48A.

Από τον πίνακα 2.4.2. για θερμοκρασία $50\text{ }^\circ\text{C}$ και για μόνωση PVC, που έχει το συγκεκριμένο καλώδιο, βρίσκουμε συντελεστή διόρθωσης 0,67.

Επομένως η τελική μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση στους $50\text{ }^\circ\text{C}$ είναι $I_{\mu}=48 \times 0,67=32,16\text{A}$

Μέσα σε ένα καλώδιο όσο περισσότεροι ενεργοί αγωγοί υπάρχουν, τόσο περισσότερο θερμαίνονται και συνεπώς μειώνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση για κάθε αγωγό. (Ενεργοί αγωγοί ονομάζονται εκείνοι που διαρρέονται από ρεύμα, δηλ. οι αγωγοί των φάσεων και ο ουδέτερος στα μονοφασικά και στα ασύμμετρα τριφασικά συστήματα).

Σε περίπτωση που τοποθετήσουμε πολυπολικά καλώδια, τριών το πολύ ενεργών αγωγών, μέσα σε σωλήνες, για περισσότερη προστασία, σε ορατές ή χωνευτές εγκαταστάσεις, υπολογίζουμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση από τον παρακάτω πίνακα σύμφωνα με το **άρθρο 126 των Κ.Ε.Η.Ε.** και για θερμοκρασία περιβάλλοντος $30\text{ }^\circ\text{C}$.

Πίνακας 2.4.3

Ονομαστική διατομή καλωδίων	Πολυπολικά καλώδια σε σωλήνα
1	11
1,5	14
2,5	20
4	25
6	33
10	43
16	60
25	83
35	100
50	127

Σημείωση:

Για καλώδια με περισσότερους από τρεις αγωγούς ισχύουν οι παρακάτω συντελεστές διόρθωσης:

Πίνακας 2.4.4

αριθμός ενεργών αγωγών	4-6	7-9
συντελεστής	0,8	0,7

Σε περίπτωση που έχουμε περισσότερους από τρεις αγωγούς και θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 30°C, οι δύο συντελεστές των πινάκων 2.4.3 και 2.4.4 πολλαπλασιάζονται.

Επίσης, όταν ένα καλώδιο βρίσκεται μέσα στο έδαφος, επειδή επικρατούν πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες σε σχέση με τον αέρα το καλοκαίρι, η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών είναι αρκετά υψηλότερη.

Στον παρακάτω πίνακα 2.4.5. δίνονται ενδεικτικές μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις για τα καλώδια ενέργειας J1VV-U, J1VV-R, J1VV-S (ΕΛ.Ο.Τ. 843/85).

Πίνακας 2.4.5

Ονομαστική διατομή αγωγού	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση για καλώδια στο έδαφος / στον αέρα				
	1 x	2 x	3 x	4 x	5 x
1,5	36 / 25	30 / 20	27 / 18	27 / 18	27 / 18
2,5	50 / 35	40 / 30	35 / 25	35 / 25	35 / 25
4	65 / 45	50 / 36	45 / 35	45 / 35	45 / 35
6	85 / 56	65 / 47	56 / 45	56 / 45	56 / 45
10	105 / 77	85 / 64	75 / 58	75 / 58	75 / 58
16	140 / 100	115 / 87	98 / 80	98 / 80	
25	185 / 135	145 / 117	130 / 103	130 / 103	
35	235 / 170	175 / 145	150 / 125	150 / 125	
50	275 / 210	205 / 175	180 / 155	180 / 155	

Στον παρακάτω πίνακα 2.4.6. δίνονται ενδεικτικές μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις για γυμνούς αγωγούς στον αέρα.

Πίνακας 2.4.6

Ονομαστική διατομή αγωγών χαλκού mm ²	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση κατά DIN 48201
10	90
16	125
25	160
35	200
50	250
70	310
95	380
120	440
150	510
185	585
240	700

300	800
400	960
500	1110

Σημείωση:

Οι παραπάνω τιμές ισχύουν για διαφορές θερμοκρασίας:

- θερμοκρασία περιβάλλοντος 35°C
- θερμοκρασία αγωγού 70°C

καθώς επίσης για 60 Hz, ταχύτητα ανέμου 0,6 m/sec και ηλιοφάνεια. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις, οι παραπάνω τιμές μειώνονται μέχρι και 30%.

Για καλώδια ειδικών χρήσεων δίνονται από τους κατασκευαστές οι μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις καθώς και οι συντελεστές διόρθωσης όπου απαιτούνται.



Απαγορεύεται η συνύπαρξη στον ίδιο σωλήνα αγωγών τάσης 230V και αγωγών τηλεφώνου.



Απαγορεύεται η τοποθέτηση αγωγών που δεν έχουν σχέση με την εγκατάσταση του ανελκυστήρα στο φρεάτιο του ανελκυστήρα.



Οι σωλήνες ηλεκτρικού τοποθετούνται πάνω από τους σωλήνες ζεστού νερού και σε αρκετή απόσταση για να αποφεύγονται: η περίπτωση διαρροής νερού, η υπερθέρμανση και ο σχηματισμός συμπυκνωμένων υδρατμών.



Στους προστατευτικούς σωλήνες επιλέγονται πορείες κατακόρυφες και οριζόντιες. Στους θερμαινόμενους χώρους, όμως για την αποφυγή συμπύκνωσης, η οριζόντια πορεία έχει κλίση 2%.

2.5 ΟΙ ΜΙΚΡΟΤΕΡΕΣ ΑΠΟΔΕΚΤΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΑΓΩΓΩΝ

Ανεξάρτητα από το προβλεπόμενο φορτίο προβλέπονται κατά περίπτωση ορισμένες ελάχιστες διατομές αγωγών.

Πίνακας 2.5.1.	mm ²	Χρήσεις
<i>Τάση ≤ 50V</i>	0,5	Τηλεφωνικές εγκαταστάσεις: Φωτεινές και ακουστικές σημάνσεις: Κυκλώματα ελέγχου ρελέ και μετρητών, που λειτουργούν με τάση μικρότερη των 50 V.
<i>Κρεμαστός αγωγός</i>	0,75	Για την τροφοδότηση ξεχωριστών λαμπτήρων και ηλεκτρικών συσκευών.
<i>Αγωγοί διακλάδωσης</i>	1,5	Για την τροφοδότηση ξεχωριστών συσκευών φωτισμού ή ξεχωριστών λήψεων πριζών με ονομαστική δυναμικότητα μικρότερη από 16 A.
	2,5	Για την τροφοδότηση ξεχωριστών λήψεων πριζών από 16 A ή για την τροφοδότηση περισσότερων από μια λήψεων με δυναμικότητα χαμηλότερη από 16 A.
	4	Για δευτερεύουσα διακλάδωση, που προορίζεται για την τροφοδότηση περισσότερων από μία λύσεων με δυναμικότητα 16 A ή για σταθερές συσκευές κατανάλωσης. Επίσης, για την τροφοδότηση λήψης από 2,5 A και πάνω.
	6	Για την κύρια διακλάδωση.

2.5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ

Η μεταφορά ηλεκτρικού ρεύματος για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ή μετάδοση ηλεκτρικών σημάτων γίνεται με τους *αγωγούς*.

Οι *αγωγοί*, κυρίως από χαλκό, μπορούν να είναι *μονόκλωνοι*, *πολύκλωνοι* ή *λεπτοπολύκλωνοι*.

Όσους περισσότερους κλώνους έχει ένας αγωγός τόσο περισσότερη ευκαμψία παρουσιάζει.

Οι αγωγοί μπορεί να είναι γυμνοί ή μονωμένοι. Η μόνωση των ηλεκτροφόρων αγωγών κατασκευάζεται κυρίως από θερμοπλαστική ύλη (PVC) ή από ελαστικό.

Σημαντικό χαρακτηριστικό κάθε αγωγού αποτελεί το μέγεθος της διατομής του, π.χ. 10mm^2 .

Καλώδιο ονομάζεται το σύνολο των μονωμένων αγωγών που βρίσκονται μέσα στο ίδιο περίβλημα.

Ανάλογα με τη χρήση για την οποία προορίζονται τα καλώδια κατασκευάζονται με ορισμένες προδιαγραφές και βέβαια πάντα σύμφωνα με κανονισμούς ή πρότυπα (ΕΛ.Ο.Τ., V.D.E. κ.λπ.).

Έτσι έχουμε διάφορες κατηγορίες καλωδίων όπως, *εσωτερικών εγκαταστάσεων*, *τηλεφωνικά*, *μεταφοράς δεδομένων*, *σιλικόνης*, *ενέργειας* κ.λπ.

Για να διακρίνονται οι διάφοροι αγωγοί μεταξύ τους σε ένα καλώδιο, χρησιμοποιείται υλικό μόνωσης με διαφορετικά χρώματα, που καθορίζονται από τις προδιαγραφές κατασκευής της κάθε κατηγορίας καλωδίων.

Σε ορισμένα καλώδια λόγω της ιδιαιτερότητας της χρήσης τους απαιτείται *ηλεκτρική θωράκιση*. Η θωράκιση αυτή π.χ. στα τηλεφωνικά καλώδια ή τα καλώδια μεταφοράς δεδομένων προστατεύει το μεταφερόμενο σήμα, ενώ στα καλώδια ενέργειας εξομαλύνει το ηλεκτρικό πεδίο.

Ονομαστική τάση ενός καλωδίου είναι η τάση η οποία προσδιορίζει τα όρια συνεχούς λειτουργίας του και αποτελεί μέρος των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών του καλωδίου.

Οι πιο συνηθισμένοι τύποι καλωδίων που χρησιμοποιούνται στις εσωτερικές εγκαταστάσεις είναι οι NAY, και NYC, των οποίων όμως η ονοματολογία έχει αλλάξει τελευταία από τον ΕΛ.Ο.Τ. για εναρμόνιση με τα διεθνή πρότυπα. Ο κάθε τύπος καλωδίου φέρει ορισμένα *σύμβολα* (λατινικά κεφαλαία γράμματα ή αριθμούς), τα οποία προσδιορίζουν ορισμένα χαρακτηριστικά του.

Τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων είναι *μονοπολικά* (με έναν αγωγό) και μόνωση από PVC ή *πολυπολικά* (από δύο έως έξι αγωγούς) με μόνωση των αγωγών από PVC ή ελαστικό και εξωτερική επένδυση (μανδύα) από PVC ή ελαστικό.

Ορισμένα πολυπολικά φέρουν επιπλέον εσωτερική επένδυση από ελαστικό, ενώ άλλα δε φέρουν εξωτερική επένδυση π.χ. τα εύκαμπτα πλακέ και τα καλώδια για υψηλή θερμοκρασία με μόνωση ελαστικού σιλικόνης.

Το είδος του καλωδίου που θα επιλέξουμε τελικά εξαρτάται από τη χρήση για την οποία προορίζεται.

Για κάθε μονωμένο αγωγό υπάρχει ένα ανώτατο όριο έντασης ρεύματος που επιτρέπεται να διαρρέει αυτόν συνεχώς. Αν το όριο αυτό ξεπεραστεί, φθείρονται οι μονώσεις των αγωγών, δημιουργούνται βραχυκυκλώματα και προκαλούνται πυρκαγιές.

Η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη ένταση για ένα αγωγό εξαρτάται από τη διατομή, το είδος της μόνωσης και τις συνθήκες τοποθέτησης και λειτουργίας.

Όπως περνάει το ρεύμα μέσα από τους αγωγούς, λόγω της ωμικής των αντίστασης, μέρος της ηλεκτρικής του ενέργειας μετατρέπεται σε θερμότητα. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση του ρεύματος και μικρότερη η διατομή του αγωγού, τόσο περισσότερο ο αγωγός θερμαίνεται.

Η μόνωση των αγωγών από ελαστικό αντέχει μέχρι τους 60⁰C και από PVC μέχρι τους 70⁰C περίπου. Σε υψηλότερες θερμοκρασίες η μόνωση καταστρέφεται (γίνεται σκληρή και θρυμματίζεται). Γι' αυτό επιδιώκουμε η ένταση του ρεύματος που περνάει μέσα από αυτούς τους αγωγούς να μην τους υπερθερμαίνει.

Η απαγωγή της θερμότητας των αγωγών γίνεται δυσκολότερα όταν τα καλώδια βρίσκονται π.χ. μέσα σε προστατευτικούς σωλήνες και ευκολότερα όταν βρίσκονται στον αέρα με κάποια ελάχιστη απόσταση μεταξύ τους. Γι' αυτό ανάλογα με την τοποθέτησή τους τα καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων χωρίζονται σε τρεις ομάδες.

Η θερμοκρασία του χώρου στον οποίο βρίσκεται ή διέρχεται το καλώδιο επηρεάζει προφανώς την απαγωγή θερμότητας των αγωγών. Για τους ιδιαίτερα θερμούς χώρους, αφού λάβουμε υπόψη μας το είδος της μόνωσης, χρησιμοποιούμε ορισμένους συντελεστές διόρθωσης για τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση.

Επίσης σε ένα καλώδιο όσο περισσότεροι ενεργοί αγωγοί υπάρχουν, τόσο περισσότερο θερμαίνονται και συνεπώς μειώνεται η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση για κάθε αγωγό, ενώ στο έδαφος, σε σχέση με τον αέρα, η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση των αγωγών είναι υψηλότερη.

Πάντως, ανεξάρτητα από το προβλεπόμενο φορτίο, για ορισμένες χρήσεις προβλέπονται κατά περίπτωση ορισμένες ελάχιστες διατομές αγωγών.

2.6. ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ-ΑΣΚΗΣΕΙΣ

Ομάδα Α:

(Αιτιολογήστε τις απαντήσεις σας)

1. Ένας αγωγός μπορεί να περιλαμβάνει πολλά καλώδια.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
2. Οι αγωγοί μέσα στα καλώδια είναι μονωμένοι.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
3. Τα καλώδια με μονόκλωνους αγωγούς είναι πιο εύκαμπτα από εκείνα με πολύκλωνους αγωγούς.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
4. Οι αγωγοί με μεγάλη διατομή είναι πολύκλωνοι.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
5. Οι λεπτοπολύκλωνοι αγωγοί είναι πολύκλωνοι αγωγοί όπου ο κάθε κλώνος αποτελείται από συρματίδια.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
6. Τα καλώδια ενέργειας είναι κατασκευασμένα για τάση 230/400V.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
7. Τα τηλεφωνικά καλώδια (μέγιστη τάση λειτουργίας 300V) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τροφοδότηση ηλεκτρικών συσκευών.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
8. Το καλώδιο A05VV-U (NYM(re)) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
9. Τα μονοπολικά καλώδια φέρουν μανδύα.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
10. Η ηλεκτρική θωράκιση στα καλώδια ενέργειας προστατεύει το μεταφερόμενο σήμα.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
11. Το καλώδιο A05VV-U (NYM(re)) φέρει ηλεκτρική θωράκιση.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
12. Η ηλεκτρική θωράκιση κατασκευάζεται από PVC.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ

13. Το καλώδιο H03VV-F (NYLHY) με αγωγούς 2x0,75 μπορεί να τροφοδοτήσει μονοφασική κατανάλωση στο σύνηθες δίκτυο 230/400V.
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
14. Το πλακέ καλώδιο H03VH-H (NYFAZ) μπορεί να τροφοδοτήσει τριφασική συσκευή
α) ΝΑΙ β) ΟΧΙ
15. Ποιο από τα παρακάτω καλώδια είναι εύκαμπτο;
α) H07V-U
β) H07V-R
γ) H07V-K
δ) H05V-U
16. Ποιο από τα παρακάτω σύμβολα στο τέλος ενός καλωδίου δηλώνει ότι είναι υπερέυκαμπτο;
α) -U
β) -R
γ) -S
δ) -F
17. Ένα μονοπολικό καλώδιο έχει:
α) ένα αγωγό
β) δύο αγωγούς
γ) τρεις αγωγούς
δ) τέσσερις αγωγούς
18. Η γείωση σε ένα καλώδιο έχει χρώμα:
α) κίτρινο
β) μπλε ανοικτό
γ) μπλε/πράσινο
δ) πράσινο/κίτρινο
19. Σε σύγχρονη εγκατάσταση τετραπολικού καλωδίου ποιο χρώμα αγωγού δεν ανταποκρίνεται στην πραγματικότητα;
α) φάση R, καφέ
β) φάση S, μαύρο
γ) φάση T, κόκκινο
δ) ουδέτερος O, μπλε ανοικτό
20. Αν υπερβούμε τη μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ενός αγωγού:
α) φθείρονται οι μονώσεις των αγωγών
β) δημιουργούνται βραχυκυκλώματα
γ) προκαλούνται πυρκαγιές
δ) όλα τα παραπάνω
-

21. Σε ποια περίπτωση από τις παρακάτω για το ίδιο καλώδιο η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση παίρνει τη χαμηλότερη τιμή;
- α) μέσα σε εντοιχισμένο σωλήνα διαμερίσματος
 - β) στον αέρα
 - γ) στο έδαφος
 - δ) σε λεβητοστάσιο
22. Δύο μονοπολικά καλώδια H07V-R διατομής 4mm^2 διέρχονται μέσα από σωλήνα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 25°C . Η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση τους είναι:
- α) 21A
 - β) 27A
 - γ) 36A
 - δ) 45A
23. Ποια από τις παρακάτω διατομές δεν είναι τυποποιημένη;
- α) $1,5\text{ mm}^2$
 - β) $2,5\text{ mm}^2$
 - γ) 4 mm^2
 - δ) 5 mm^2
24. Ποια από τις παρακάτω διατομές δεν είναι τυποποιημένη;
- α) 6 mm^2
 - β) 10 mm^2
 - γ) 14 mm^2
 - δ) 16 mm^2
25. Για την τροφοδότηση ενός λαμπτήρα η μικρότερη αποδεκτή διατομή είναι:
- α) $0,5\text{ mm}^2$
 - β) $0,75\text{ mm}^2$
 - γ) $1,5\text{ mm}^2$
 - δ) $2,5\text{ mm}^2$

Ομάδα Β:

26. Ποια μαθηματική σχέση συνδέει τη διατομή ενός αγωγού με τη διάμετρό του;
Απάντηση: Όταν ο αγωγός είναι γυμνός και μονόκλωνος τότε $S=\pi d^2/4$ και από αυτόν $d=2\sqrt{S/\pi}$. Για τους γυμνούς πολύκλωνους αγωγούς ισχύει $S\approx n\pi d^2/4$ όπου n ο αριθμός των κλώνων και d η διάμετρος κάθε κλώνου. Η διάμετρος του πολύκλωνου αγωγού δίνεται από τον τύπο $d_{\pi}=2\sqrt{S/\pi}$. ($\pi=3,14$, S σε mm^2 , d σε mm).

Όταν οι αγωγοί έχουν μόνωση, στη διάμετρό τους προστίθεται και το πάχος της μόνωσης σε mm .

27. Κατά κανόνα το μήκος των υπερέυκαμπτων καλωδίων για την τροφοδότηση φορητών λαμπτήρων ή συσκευών δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 5 μέτρα. Σε περίπτωση που απαιτείται το μήκος της τροφοδότησης να ξεπερνά τα 5 μέτρα ποια λύση προτείνετε;

Απάντηση: Το μη χρησιμοποιούμενο τμήμα του καλωδίου να τυλίγεται σε τύμπανο.

28. Ποια είναι η μικρότερη επιτρεπόμενη διατομή των αγωγών που χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις φωτισμού;

Απάντηση: Η μικρότερη διατομή χαλκού είναι $1,5mm^2$. Οι αγωγοί με διατομή $0,75mm^2$ ή $1mm^2$ μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε φωτιστικές συσκευές ή πολύφωτα.

29. Ποια είναι η μεγαλύτερη επιτρεπόμενη διατομή των μονωμένων μονόκλωνων αγωγών;

Απάντηση: Η μεγαλύτερη διατομή των μονόκλωνων αγωγών είναι $16mm^2$. Πάνω από τη διατομή αυτή χρησιμοποιούνται αποκλειστικά πολύκλωνοι αγωγοί. Συγκεκριμένα οι μονόκλωνοι αγωγοί κατασκευάζονται: ο H07V-U (NYAre) μέχρι και τα $16mm^2$, ο A05VV-U (NYMre) μέχρι και τα $10mm^2$ και ο J1VV-U (NYyre) μέχρι και $6mm^2$.

30. Η χρήση γυμνών αγωγών μέσα σε χώρους που είναι προσιτοί σε όλους, επιτρέπεται;

Απάντηση: Επιτρέπεται μόνο όταν υπάρχουν διαβρωτικοί ατμοί για τη μόνωση. Στις περιπτώσεις αυτές όμως πρέπει να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα προστασίας των γυμνών αγωγών που αποκλείουν τα βραχυκυκλώματα και την τυχαία επαφή.

31. Σε πολυπολικό καλώδιο (με πολλούς αγωγούς) τι χρώμα έχει η γείωση και σε ποια στρώση βρίσκεται;

Απάντηση: Η γείωση έχει χρώμα κίτρινο/πράσινο και βρίσκεται στην εξωτερική στρώση.

32. Τα καλώδια μέσα στο έδαφος σε τι βάθος τοποθετούνται;

Απάντηση: Τοποθετούνται στα 70 cm.

33. Στα καλώδια που τοποθετούνται μέσα στο έδαφος θα έχουμε μεγαλύτερη απαγωγή θερμότητας όταν τα περάσουμε και μέσα από σωλήνες;

Απάντηση: Όχι, γι' αυτό όταν τοποθετούνται σε σωλήνες μέσα στο έδαφος, η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση είναι ίση με το 80% των τιμών για καλώδια απ' ευθείας μέσα στο έδαφος. Εάν όμως το διάστημα ανάμεσα στα καλώδια και τους σωλήνες γεμίζεται με άμμο, η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση θα είναι ίση με το 90% των τιμών για καλώδια απ' ευθείας μέσα στο έδαφος.

Ομάδα Γ:

34. Ποιες οι ομοιότητες και ποιες οι διαφορές μεταξύ μονωμένων μονόκλωνων και πολύκλωνων αγωγών ίδιας διατομής και ίδιου μονωτικού υλικού;

35. Ένα καλώδιο A05VV-R διατομής $5 \times 10 \text{mm}^2$ δίνει ρεύμα σε ένα μηχάνημα που βρίσκεται σε χώρο θερμοκρασίας 50°C . Ποια η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση αυτού του καλωδίου;

ΑΝΑΘΕΣΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάθε μαθητής, αφού επισκεφθεί ηλεκτρολογικό κατάστημα της γειτονιάς του, να φέρει δείγματα των διαφόρων τύπων καλωδίων και να αναφέρει για το καθένα τον τύπο του, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του και που συνήθως χρησιμοποιείται.
