

**ΣΧΟΛΗ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΔΟΚΙΜΩΝ
ΕΔΡΑ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ
Γ' ΕΤΟΣ**

ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΕΤΟΣ 2006-2007

~~CONFIDENTIAL~~

ΠΡΟΛΟΓΟΣ (Εκπ. Έτος 2002-2003)

Το παρόν περιλαμβάνει μόνον τα ΚΕΦΑΛΑΙΑ 10 έως και 15 του «Εγχειρίδιο ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ και ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ», Έκδοση 1999, και απσκοπεί σε προσωρινή κάλυψη των Διδακτικών αναγκών για μέρος της ύλης του Βου Τετραμήνου του Γ' Έτους στη ΣΝΔ.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ Έκδοσης 1999

Στο παρόν Εγχειρίδιο έχει γίνει (*) μια συλλογή κειμένων και τεχνικών πληροφοριών σχετικά με θέματα ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΑΣ και ΗΛΕΚΤΡΟΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ, για χρήση στην εκπαίδευση των Ν. Δοκίμων.

Έχουν χρησιμοποιηθεί :

- α. αποσπάσματα από διάφορα Βιβλία, Εγχειρίδια και Σημειώσεις του διδακτικού προσωπικού της έδρας Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ (μονίμων μελών καθώς και εκτάκτων κατά καιρούς συνεργατών της) όπως :
 - Ν. ΚΟΡΙΚΗ
 - Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ
 - Δ. ΧΡΙΣΤΟΦΟΡΟΥ
 - ΑΡ. ΜΑΓΟΥΛΑ
 - Κ. ΦΩΣΤΙΕΡΗ
 - Κ. ΖΑΦΕΙΡΙΟΥ
 - Γ. ΤΖΙΚΑΚΗ
 - Π. ΛΑΙΜΟΥ
- β. - πληροφορίες και αποσπάσματα από τα Εγχειρίδια Εργαστηριακών Πειραμάτων της εταιρίας Lab-Volt, εργαστηριακές τράπεζες της οποίας διαθέτουν τα Εργαστήρια Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ
- κείμενο οδηγίων από Εργαστήρια έδρας Ηλεκτρονικής ΣΝΔ (παραγρ. 4.5 και 4.6)
- γ. αποσπάσματα από :
 - Για το Κεφάλαιο 2 :
 - Βιβλίο Ι.Γ. ΜΑΓΚΑΝΑΡΗ, "Ηλεκτρολογικό Σχέδιο Αυτοματισμού", 1978
 - Βιβλίο Α. ΓΟΥΤΗ, «Το Ηλεκτρολογικό Σχέδιο», 1992
 - Βιβλίο Α. ΦΑΚΑΡΟΥ, (παραγρ. 11.1 και 11.2.2)
 - την έκδοση 1971 του "ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ", (παραγρ. 13.5 και 15.7)
 - Βιβλίο ΟΤΕ, "Γειώσεις & Αντικεραυνική Προστασία εις τον ΟΤΕ", 1987 (παραγρ. 12.3 και 12.4)
 - περιοδικό "ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ" του Τ.Ε.Ε., αρ. 10-12/1986. Α.Θ. ΣΑΡΑΜΑΝΤΗΣ, άρθρα σε Σεμινάριο περί "Πυροπροστασίας", (παραγρ. 15.6).
- δ. Επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί Σχήματα και Διαγράμματα από τα Βιβλία :
 - Για το Κεφάλαιο 13,
 - Π. ΝΤΟΚΟΠΟΥΛΟΥ, "Εσωτερικές Ηλ. Εγκαταστάσεις", 1987
 - Για το Κεφάλαιο 14,
 - Μ. ΜΟΣΧΟΒΙΤΣ, "Ηλ. Εγκαταστάσεις Καταναλωτών", Εκδ. Ευγενιδείου Ιδρ.
 - Α. ΜΑΧΙΑΣ, "Μελέτη και Σχεδίαση Ηλ. Εγκαταστάσεων", 1985
 - SIEMENS, "Χρησιμοποίηση των Ασφαλειών στην Τεχνική των Ηλ. Εγκαταστάσεων"
Εκδόσεις Παπαζήση
 - SIEMENS, "Κύκλωμα Προστασίας μέσω Διακόπτη Διαφυγής Εντάσεως"
Εκδόσεις Παπαζήση

Η πρώτη έκδοση του Εγχειριδίου αυτού έγινε το 1989. Η παρούσα βελτιωμένη έκδοση (1999) δεν περιλαμβάνει - σε αντίθεση με την αρχική έκδοση - τα όργανα των τριών Εργαστηρίων της έδρας Ηλεκτροτεχνίας ΣΝΔ, των οποίων η περιγραφή και οι οδηγίες χρήσεως περιέχονται πλέον σε ξεχωριστό Εγχειρίδιο με τίτλο "Όργανα Μετρήσεων Εργαστηρίων Ηλεκτροτεχνίας".

(*) Επιμέλεια : Ι.Κ. ΧΑΤΖΗΛΑΟΥ

— * —

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΤΟ ΔΙΕΘΝΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΟΝΑΔΩΝ
2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΟΛΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΚΥΚΛΩΜΑΤΩΝ
 - 2.1 Σύμβολα Ηλεκτρικών Στοιχείων και Εξαρτημάτων
 - 2.2 Ηλεκτρολογικό Σχέδιο
 - 2.3 Διακόπτες - Κυκλώματα Διακοπής
3. ΚΩΔΙΚΕΣ ΧΡΩΜΑΤΩΝ
ΚΑΙ ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΝ / ΠΥΚΝΩΤΩΝ / ΠΗΝΙΩΝ
 - 3.1 Κώδικες Χρωμάτων Αντιστάσεων, Πυκνωτών και Πηνίων
 - 3.2 Πυκνωτές - Κυκλώματα Κ-0
 - 3.3 Αυτεπαγωγή - Πηνία
4. ΤΟ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟ ΡΕΥΜΑ
 - 4.1 Αποτελέσματα
 - 4.2 Κίνδυνοι
 - 4.3 Μέτρα Προστασίας
 - 4.4 Κανόνες Ασφαλείας
 - 4.5 Προφυλάξεις επί Εργασιών σε Κυκλώματα υπό Τάση
 - 4.6 Παροχή Πρώτων Βοηθειών
5. ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
 - 5.1 Εισαγωγή
 - 5.2 Αίτια που Προκαλούν Σφάλματα στις Μετρήσεις
 - 5.3 Ορια Σφαλμάτων και Ακρίβεια Οργάνων
 - 5.4 Είδη Σφαλμάτων
 - 5.5 Διόρθωση Σφάλματος
 - 5.6 Μέσος Ορος
 - 5.7 Παράσταση Αποτελεσμάτων της Μέτρησης
 - 5.8 Μεγέθη και Μονάδες
 - 5.9 Κατηγορίες Ηλεκτρικών Μετρήσεων
6. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΟΡΓΑΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 - 6.1 Κύρια Μέρη των Οργάνων Μετρήσεων
 - 6.2 Γενικά Κατασκευαστικά Στοιχεία των Οργάνων Μετρήσεων
 - 6.3 Είδη Οργάνων
 - 6.4 Μεγέθη προς Μέτρηση
 - 6.5 Διαίρεση Οργάνων
 - 6.6 Ενδείξεις Αναγραφόμενες επί των Οργάνων Μετρήσεων
7. ΑΡΧΕΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΟΡΓΑΝΩΝ
 - 7.1 Εισαγωγή
 - 7.2 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Μόνιμο Μαγνήτη
 - 7.3 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Μαγνητικό Πυρήνα
 - 7.4 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Ανορθωτές Μετρήσεων
 - 7.5 Όργανο με Κινητό Πηνίο και Θερμικό Μετασχηματιστή
 - 7.6 Όργανο με Διασταυρωμένα Πηνία
 - 7.7 Ηλεκτροδυναμικά Όργανα
 - 7.8 Ηλεκτροστατικό Όργανο

- 7.9 Επαγωγικό Όργανο
- 7.10 Όργανο Ταλαντώσεων (Συχνόμετρο)
- 7.11 Όργανο θερμαινόμενου Σύρματος
- 7.12 Όργανα Κινητού Σιδήρου (όργανα μαλακού σιδήρου)
- 7.13 Όργανα Μετρήσεως Ακριβείας μετά Κινητού Σιδήρου
- 7.14 Ισχύς - Βαττόμετρο
 1. Τα ηλ. στοιχεία και οι στοιχειώδεις ηλ. νόμοι - Ισχύς
 2. Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με δυο ακροδέκτες π.χ. στο Ε.Ρ.
 3. Η ισχύς που απορροφά τμήμα ενός κυκλώματος με περισσότερους από δυο ακροδέκτες (θεώρημα Blondel)
 4. Ηλεκτροδυναμικό όργανο - Βαττόμετρο
 5. Μέτρηση ισχύος στα πολυφασικά συστήματα
8. "ΨΗΦΙΑΚΕΣ" ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ "ΨΗΦΙΑΚΑ" ΟΡΓΑΝΑ
 - 8.1 Αναλογικά και Ψηφιακά Σήματα -Μετατροπή
 - 8.2 Ψηφιακές Μετρήσεις
 - 8.3 GPIB-ΙΕΕΕ488
 - 8.4 Ψηφιακά Πολύμετρα
 - 8.5 Παλμογράφος
9. ΣΥΜΠΛΗΡΩΜΑΤΙΚΑ ΣΤΑ ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ
 - 9.1 Αλλαγή Κλίμακος και Ρύθμιση Βολτομέτρου
 - 9.2 Αλλαγή Κλίμακος Αμπερομέτρου
 - 9.3 Μέθοδοι Μετρήσεως Αντιστάσεως
 1. Με χρήση βολτομέτρου και αμπερομέτρου
 2. Με σύγκριση τάσεων
 3. Με σύγκριση εντάσεων
 4. Γέφυρα Wheatstone
10. ΤΑ ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ
 - 10.1 Γενικά για τα Μονωτικά Υλικά - Οριακές θερμοκρασίες
 - 10.2 Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά
 - 10.3 Χημικά Χαρακτηριστικά
 - 10.4 Θερμικά Χαρακτηριστικά
 - 10.5 Μηχανικές Ιδιότητες
11. ΜΕΤΡΗΣΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΕΩΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ
 - 11.1 Μεγαωμόμετρο, Περιγραφή-Αρχή Λειτουργίας
 - 11.2 Μέτρηση Μονώσεων
 1. Γενικά
 2. Μέτρηση μονώσεως εγκαταστάσεως
 3. Μέτρηση αντιστάσεων μονώσεων αγωγών
 4. Απόσπασμα από τον Ελληνικό Νηογνώμονα
12. ΚΕΡΑΥΝΟΙ - ΚΡΟΥΣΠΙΚΗ ΤΑΣΗ
 - 12.1 Ηλεκτρική θωράκιση - Κλωβός Faraday
 - 12.2 Κατανομή Ηλ. Φορτίου σε Αγωγό - Ισχύς Ακίδων
 - 12.3 Περιγραφή του Φαινομένου του Κεραυνού
 - 12.4 Κρουστικές Τάσεις - Γεννήτριες Κρουστικών Τάσεων
13. ΓΕΙΩΣΕΙΣ
 - 13.1 Γενικά
 - 13.2 Αντίσταση Γειώσεως

- 13.3 Μέτρηση της Αντιστάσεως Γειώσεως
- 13.4 Γειώσεις Δικτύων Χαμηλής Τάσεως
- 13.5 Απόσπασμα από Ελληνικό Νηογνώμονα

14. ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

- 14.1 Γενικά
- 14.2 Ασφάλειες Τηκτών
- 14.3 Ασφαλειοδιακόπτες
- 14.4 Επιλεκτική Απόζευξη
- 14.5 Διακόπτης Διαφυγής

15. ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ

- 15.1 Γενικά περί Καλωδίων
 - 15.2 Τυποποιημένες Διατομές και Τύποι Καλωδίων
 - 1. Τυποποίηση αγωγών ηλ. εγκαταστάσεων
 - 2. Καλώδια Αμερικανικού Ναυτικού
 - 3. Επιδράσεις στην Ικανότητα Ροής Ρεύματος
 - 15.3 Υπολογισμός Διατομής Αγωγών Ηλεκτρικού Δικτύου
 - 1. Γενικά
 - 2. Μεθοδολογία και κριτήρια επιλογής/υπολογισμού διατομής
 - 3. Υπολογισμός πτώσης τάσεως γραμμής στο Σ.Ρ.
 - 4. Απώλεια ισχύος στη γραμμή στο Σ.Ρ.
 - 5. Υπολογισμός διατομής στο Σ.Ρ. με κριτήρια $\Delta V_{\max}$ και $\Delta P_{\max}$
 - 6. Υπολογισμός αγωγών μονοφασικών και τριφασικών δικτύων Ε.Ρ.
 - 7. Παραδείγματα υπολογισμού γραμμών στο Σ.Ρ.
 - 15.4 Αντίσταση Μονώσεως Καλωδίων
 - 15.5 Σφάλματα Καλωδίων - Μέθοδος Murray
 - 15.6 Πυροφραγμοί - Πυρκαϊές σε Ηλ. Καλώδια
 - 1. Πυροφραγμοί - Πυρκαϊές σε καλώδια
 - 2. Πυρκαϊές σε ηλ. καλώδια
 - 3. Πυρκαϊές κοντά σε εγκαταστάσεις με τάση
 - 15.7 Απόσπασμα από τον "Ελληνικό Νηογνώμονα"
-

— * —

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

ΤΑ ΜΟΝΩΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

10.1 Γενικά για τα μονωτικά υλικά - Οριακές θερμοκρασίες

• Τα μονωτικά υλικά. Στην σύγχρονη τεχνολογία είναι απαραίτητη η μό-
νωση των ενεργών τμημάτων μιας ηλεκτρικής μηχανής ή μιας ηλεκτρικής εγκατά-
στασης τόσο από τα υπόλοιπα ενεργά όσο και από τα μη ενεργά μέρη τους. Η μό-
νωση επιτυγχάνεται με την χρήση κατάλληλων μονωτικών υλικών, που μπορεί να
είναι σε υγρή, σε στερεή, ή σε αέρια κατάσταση. Στην παράγραφο αυτή θα α-
σχοληθούμε κυρίως με τα μονωτικά υλικά, που χρησιμοποιούνται στις ηλεκτρικές
μηχανές.

Κάθε μονωτικό υλικό, για να ανταποκριθεί στον προορισμό του, πρέπει να
παρουσιάζει ένα πλήθος ιδιοτήτων, που μπορεί να διαχωρισθούν σε "ηλεκτρικές"
"χημικές", "θερμικές" και "μηχανικές". Η κατάλληλη εκλογή του μονωτικού
σε κάθε περίπτωση είναι αποτέλεσμα οικονομοτεχνικής μελέτης.

Τα μονωτικά υλικά ανάλογα με την χρήση τους στην ηλεκτρική μηχανή έχουν διάφορες ονομασίες, όπως π.χ. διαχωριστικά φάσεων (μπαίνουν μεταξύ των φάσεων μιας πολυφασικής μηχανής), διαχωριστικά αυλάκων (μπαίνουν μεταξύ του σιδηρομαγνητικού πυρήνα της μηχανής και του τυλίγμάτος της) κ.λ.π. Τα υλικά, που αναφέραμε, είναι στερεής μορφής. Μονωτικά υλικά υγρής μορφής είναι τα λάδια των μετασχηματιστών και των διακοπών λαδιού. Τα μονωτικά βερνίκια, που χρησιμοποιούμε στις ηλεκτρικές μηχανές και στους ηλεκτρομαγνήτες, πουλιούνται σε συσκευασία υγρής μορφής, αλλά κατά την χρήση τους έχουν στερεοποιηθεί, αφού προηγουμένως έχουν ψηθεί μέσα σε ηλεκτρικό φούρνο (βερνίκια φούρνου) ή έχουν ξεραθεί μέσα σε ρεύμα ζεστού αέρα (βερνίκια αέρα).

Τα μονωτικά βερνίκια εκτός από τις άλλες τους εφαρμογές χρησιμοποιούνται και στην μόνωση των χάλκινων συρμάτων των τυλιγμάτων των ηλεκτρικών μηχανών και των ηλεκτρομαγνητών. Για να μονωθεί το χάλκινο σύρμα, βαφτίζεται μέσα σε λουτρό βερνικιού, καθώς βγαίνει από το έλαστρο και στην συνέχεια ξεραίνεται και το βερνίκι, που το περιβάλλει στερεοποιείται. Ανάλογα με το επιθυμητό πάχος της μόνωσης, το σύρμα βυθίζεται περισσότερες από μία φορές μέσα στο λουτρό με το βερνίκι. Τόσον οι διατομές των συρμάτων, όσο και τα πάχη της μόνωσης (δηλαδή του στρώματος του βερνικιού) ανά διατομή σύρματος ακολουθούν τυποποιήσεις. Στον πίνακα Π-8 περιλαμβάνονται οι τυποποιημένες διατομές και πάχη μονώσεων των συρμάτων των τυλιγμάτων κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς.

Τα μονωτικά βερνίκια είναι διαλύματα ρητινοειδών υλικών (όπως είναι η γόμα, η άσφαλτος κ.λ.π.) μέσα σε πτητικά υγρά (όπως είναι το πετρέλαιο, η βενζίνη, οι αλκοόλες, ο αιθέρας, η ακετόνη, το λάδι κ.λ.π.). Τα μονωτικά βερνίκια ανάλογα με την χρήση τους τα διακρίνουμε σε διάφορες κατηγορίες. Έτσι ονομάζουμε "βερνίκια εμβάπτισης" τα βερνίκια των ηλεκτρικών μηχανών, που χρησιμεύουν, για να κλείνουν τους πόρους των στερεών μονωτικών υλικών (χαρτί, ύφασμα, πρεσπάν κ.λ.π.) των μηχανών. Ονομάζουμε "βερνίκια επικαλύψεως" τα βερνίκια, που χρησιμοποιούμε, για να προσδώσουμε μια σκληρή στιλπνή επιφάνεια σε υλικά, που είναι ευαίσθητα στις ατμοσφαιρικές ή άλλες συνθήκες. Ονομάζουμε τέλος "συνδετικά βερνίκια" τα βερνίκια, που δένουν μεταξύ τους τα διάφορα μονωτικά και μη υλικά με τον πυρήνα της μηχανής, ώστε να εξουδετερωθούν οι φυγόκεντρες δυνάμεις, που τείνουν να πετάξουν το τύλιγμα και τις μονώσεις του έξω από τα αυλάκια του στρεπτού μέρους της μηχανής. Τα συνδετικά βερνίκια χρησιμεύουν ακόμα και για την εξουδετέρωση των μαγνητικών δυνάμεων, που αναπτύσσονται κατά τα γνωστά στα ενεργά τμήματα της μηχανής.

Όταν οι διαστάσεις της μηχανής το επιτρέπουν, είναι καλύτερα το βερνί-

κωμά της να γίνεται με βύθισή της μέσα σε λουτρό βερνικιού. Στην περίπτωση αυτή η βύθιση πρέπει να γίνεται με πολύ αργό ρυθμό, ώστε αφ' ενός μεν να αποφεύγεται η δημιουργία φουσαλίδων αέρα μέσα στο βερνίκι (γιατί αποτελούν ασθενή σημεία της μόνωσης), αφ' ετέρου δε να προλαβαίνει να ανεβαίνει στην επιφάνεια του λουτρού ο αέρας, που βρίσκεται μέσα στις κοιλότητες της μηχανής.

Μια καλή μέθοδος για το βερνίκωμα μιας μεσαίου μεγέθους ηλεκτρικής μηχανής είναι η εξής. Με το δοχείο του λουτρού κενό φέρνουμε το τμήμα της μηχανής, που θέλουμε να βερνικώσουμε, μέσα στο δοχείο και το συγκρατούμε με κάποιο ανυψωτικό μέσο μερικά εκατοστά ψηλότερα από τον πάτο του δοχείου. Στην συνέχεια με ένα σωλήνα στενής σχετικά διατομής, που ακουμπάει σχεδόν στον πάτο του δοχείου, γεμίζουμε αργά αργά το δοχείο με το βερνίκι, έως ότου σκεπασθεί καλά και το ψηλότερο σημείο της μηχανής. Ύστερα αφήνουμε την μηχανή μερικές ώρες στην θέση αυτή, ώστε να δοθεί χρόνος στον παγιδευμένο αέρα να ανέβει στην επιφάνεια και τέλος σηκώνουμε με το ανυψωτικό την μηχανή με πολύ αργό ρυθμό προσέχοντας να μη δημιουργηθούν κατά την έξοδό της από το λουτρό παφλασμός και φουσαλίδες.

Η επόμενη φάση είναι το στέγνωμα του βερνικιού, που έχει κολλήσει πάγω στο τμήμα της μηχανής, που βυθίστηκε μέσα στο λουτρό. Όπως και πιο πάνω αναφέραμε, το στέγνωμα ανάλογα με την θερμική αντοχή του βερνικιού και των άλλων μονωτικών της μηχανής θα γίνει είτε σε ηλεκτρικό φούρνο, είτε με ξερό ζεστό αέρα. Στο ρεύμα του αέρα ξεραίνονται τα βερνίκια, που δεν έχουν μεγάλη αντοχή στην θερμότητα. Τέτοια βερνίκια είναι τα βερνίκια των κατηγοριών 0, Α και Ε, όπως περιγράφονται στην συνέχεια της παραγράφου. Εκείνα τα βερνίκια, που ξεραίνονται στους ηλεκτρικούς φούρνους δέχονται μια σταθερή θερμοκρασία επί χρονικό διάστημα 8 έως 12 ωρών, η τιμή της οποίας εξαρτάται από την κατηγορία του βερνικιού.

Αν το επισκευασθέν τμήμα της μηχανής είναι το στρεπτό της μέρας, πριν από την συναρμολόγησή της είναι απαραίτητο να γίνει ζυγοστάθμιση του στρεπτού, γιατί αλλιώς η μηχανή μετά από μικρής διάρκειας λειτουργία θα καταστραφεί.

Όταν θέλουμε να επιλέξουμε ένα μονωτικό υλικό, ένα από τα πρώτα πράγματα, που θα σκεφτούμε, είναι η θερμοκρασία, στην οποία πρόκειται να εργασθεί, γιατί τα μονωτικά υλικά ανάλογα με την σύνθεσή τους έχουν μια περιορισμένη άντοχή στην θερμότητα. Από τα αποτελέσματα των εργαστηριακών πειραμάτων και κυρίως της πράξης έχουν καθορισθεί οι θερμοκρασίες, που αντιστοιχούν στην ασφαλή χρησιμοποίηση των διαφόρων μονωτικών υλικών. Οι θερ-

μοκρασίες αυτές είναι γνωστές σαν "οριακές θερμοκρασίες". Η διατήρηση των θερμοκρασιών λειτουργίας της ηλεκτρικής μηχανής ή του ηλεκτρομαγνήτη κάτω από την οριακή θερμοκρασία της μόνωσής τους αποτελεί βασικότατο παράγοντα για την διάρκεια της ζωής τους. Έτσι, ενώ η διάρκεια ζωής μιας ηλεκτρικής μηχανής, που λειτουργεί συνέχεια χωρίς διακοπή, μπορεί να ξεπεράσει τα 20 χρόνια, αν η θερμοκρασία της λειτουργίας της ξεπεράσει και κατά μικρό μόνο ποσοστό την οριακή θερμοκρασία της μόνωσής της, η μηχανή και αν ακόμα δεν καταστραφεί αμέσως, θα έχει σημαντικά μειωμένη διάρκεια ζωής.

Σύμφωνα με την διεθνή τυποποίηση τα μονωτικά υλικά ανάλογα με την οριακή τους θερμοκρασία έχουν χωρισθεί σε 7 κατηγορίες. Στον πίνακα Π-4 αναφέρονται λεπτομερώς οι κατηγορίες της τυποποίησης αυτής. Επειδή η διαφορά του κόστους μεταξύ των υλικών των κατηγοριών Β και Ε δεν είναι πολύ μεγάλη, επικρατεί σήμερα η τάση να μην κατασκευάζονται μηχανές "κλάσης μόνωσης" Β και αντ' αυτών να κατασκευάζονται μηχανές "κλάσης μόνωσης" Ε. Η κατηγορία Η περιλαμβάνει τις σιλικόνες, που είναι πολύ ανθεκτικές στην θερμότητα. Οι σιλικόνες είναι μίγμα οργανικών και μη οργανικών ουσιών και παρουσιάζουν εξαιρετικές ιδιότητες, όπως είναι η χημική τους αδράνεια, η υψηλή διηλεκτρική αντοχή τους και η καλή θερμική αγωγιμότητα. Λόγω των ιδιοτήτων αυτών οι σιλικόνες εκτός από τις περιπτώσεις, που θέλουμε να έχουμε μεγάλη αντοχή στην θερμότητα, χρησιμοποιούνται και σε περιπτώσεις, που θέλουμε να έχουμε:

- αντοχή στα απότομα ξεκινήματα, που οφείλονται σε μεγάλες ροπές φορτίου.
- αντοχή σε απότομα και συχνά φρεναρίσματα.
- μεγάλες μηχανικές ροπές στις μικρές ταχύτητες.
- περιορισμένες διαστάσεις της μηχανής (δηλαδή μεγάλη ισχύ ανά μονάδα βάρους της μηχανής).
- λειτουργία σε μεγάλο υψόμετρο.
- παρατεταμένες υπερφορτώσεις.

Η διάρκεια ζωής κάθε μονωτικού υλικού, όταν εργάζεται μέσα στην θερμοκρασιακή περιοχή της τυποποίησής του, μεταβάλλεται μέσα σε πλατιά όρια και είναι συνάρτηση της ποιότητας του υλικού, της χημικής του "καθαριότητας", του τρόπου της χρήσης του και κυρίως της υγρασίας. Η διηλεκτρική αντοχή των μονωτικών υλικών πέφτει κατακόρυφα, αν στην ατμόσφαιρα υπάρχει μεγάλη υγρασία, ή αν τα υλικά βραχούν. Όπως και πιο πριν είπαμε, μεγάλη προσοχή πρέπει να δίνεται κατά το βερνίκωμα της μηχανής, ώστε να μην εγκλωβίζονται ψασαλίδες αέρα, σκόνη ή άλλες ξένες ουσίες μέσα στο βερνίκι, γιατί αποτελούν ασθενή σημεία, στα οποία θα γίνει διάσπαση του μονωτικού σε θερμοκρασίες πολύ χαμηλό-

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 4

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ	Υ Λ Ι Κ Ο	ΟΡΙΑΚΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ
O	Μπαμπάκι, μετάξι, χαρτί και παρόμοια οργανικά υλικά, όταν δεν έχουν ποτισθεί με διηλεκτρικό υγρό	90° C
A	Μπαμπάκι, χαρτί, μετάξι, πρεσπάν, υφάσματα και παρόμοια οργανικά υλικά, όταν είναι ποτισμένα με διηλεκτρικό υγρό. Υλικά λιωμένα και μορφοποιηθέντα σε στρώσεις ανάμικτα με κελλουλόζη, φαινολικές ρητίνες και άλλες ρητίνες με παρόμοιες ιδιότητες. Μεμβράνες και φύλλα οξικών αλάτων κελλουλόξης και άλλα παράγωγα της κελλουλόξης με όμοιες ιδιότητες. Βερνίκια, όπως εφαρμόζονται στους αγωγούς.	105° C
E	Εμαγιέ με ή χωρίς φύλλα κελλουλόξης σε βάση πολυβιλίνης. Κελλουλόξη για κάλυψη αγωγών κ.λ.π.	120° C
B	Μίκα, αμίαντος, υδρύαλος, μηχανίτης και παρόμοια ανόργανα υλικά ανακατεμένα με συγκολλητικές οργανικές ουσίες.	130° C
F	Μίκα, αμίαντος, γυαλί, μηχανίτης με συγκολλητικές ουσίες.	155° C
H	Μίκα, αμίαντος, γυαλί με συγκολλητικές οργανικές ουσίες, μηχανίτης, καθαρές σιλικόνες.	180° C
C	Εξ ολοκλήρου από μίκα, πορσελάνη, γυαλί, χαλαζία και παρόμοια ανόργανα υλικά.	—

τερες από τις οριακές, που αναφέρονται στον πίνακα Π-4.

Για τον προσδιορισμό της θερμοκρασίας λειτουργίας του μονωτικού πρέπει να λάβουμε υπ' όψη μας, ότι η μετρούμενη θερμοκρασία είναι γενικά μικρότερη από την πραγματική, γιατί υπεισέρχονται διάφοροι παράγοντες, που καθιστούν αδύνατη την λήψη της πραγματικής θερμοκρασίας του πιο θερμού σημείου της μόνω-

σης. Μερικοί από τους παράγοντες αυτούς είναι:

- η ανομοιομορφία της ψύξης της μηχανής.
- το δυσπρόσβατο του πιο θερμού σημείου του μονωτικού.
- το πάχος και το είδος της μόνωσης.
- ο ρυθμός απαγωγής της θερμότητας.
- ο τύπος του τυλίγματος της μηχανής.
- η σχετικότητα των θέσεων της δημιουργίας και της απαγωγής της θερμότητας.
- η στιγμή της εκτέλεσης της μέτρησης, όταν το φορτίο είναι μεταβλητό.

Για τις παραπάνω αιτίες πρέπει να θεωρούμε, ότι η θερμοκρασία, που μετράει το θερμόμετρό μας είναι περίπου κατά 25% μικρότερη από την θερμοκρασία λειτουργίας του πιο θερμού σημείου του μονωτικού υλικού. Αν οι μετρήσεις γίνουν αντί με θερμόμετρο, με άλλες ακριβέστερες μεθόδους, το ποσοστό αυτό μπορεί να μειωθεί ως στο 10%.

Στην συνέχεια θα αναφερθούμε στα χαρακτηριστικά και στις ιδιότητες των στερεών μονωτικών υλικών.

10. 2 - Ηλεκτρικά χαρακτηριστικά.

Τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των στερεών μονωτικών είναι τα ακόλουθα:

(1) Συντελεστής ισχύος.

Μέσα σε ένα τέλειο διηλεκτρικό το διάνυσμα της πυκνότητας $\vec{J}_{\text{μετ}}$ του ρεύματος της μετατόπισης προηγείται της εφαρμοζόμενης εναλλασσόμενης τάσης κατά 90° . Στην πράξη τέλεια διηλεκτρικά δεν υπάρχουν και έτσι εκτός από το ρεύμα της μετατόπισης μέσα από το μονωτικό περνάει και κάποιο μικρό ρεύμα αγωγιμότητας, που είναι τόσο μικρότερο, όσο η ποιότητα του μονωτικού είναι καλύτερη. Το διάνυσμα της πυκνότητας του συνολικού ρεύματος, που περνάει μέσα από το μονωτικό, σχηματίζει με την εφαρμοζόμενη εναλλασσόμενη τάση μια γωνία ϕ , που είναι μικρότερη από τις 90° κατά μία γωνία δ . Την γωνία δ την ονομάζουμε "γωνία διηλεκτρικών απωλειών". Η γωνία δ είναι συνήθως πολύ μικρή και όσο μικρότερη είναι τόσο καλύτερη είναι η ποιότητα του μονωτικού, γιατί τόσο λιγότερο ρεύμα αγωγιμότητας περνάει από μέσα του.

"Συντελεστής ισχύος" του μονωτικού ονομάζουμε το συνημίτονο της συμπληρωματικής γωνίας της δ . Ο συντελεστής ισχύος είναι ανάλογος του τετραγώνου της εναλλασσόμενης τάσης, της συχνότητας, της χωρητικότητας και της εφαπτομένης της γωνίας δ . Όσο μεγαλύ-

τερος είναι ο συντελεστής ισχύος, τόσο χειρότερη είναι η ποιότητα του μονωτικού. Υλικά με ϵ_{ϕ} της τάξης του 0,08 ή και μεγαλύτερης είναι φτωχά μονωτικά. Τα καλά μονωτικά έχουν ϵ_{ϕ} της τάξης του 10^{-4} . Ο συντελεστής ισχύος συχνά χρησιμοποιείται και ως κριτήριο της ομοιομορφίας και της καθαρότητας του υλικού, γιατί είναι πολύ ευαίσθητος στις μεταβολές της χημικής σύνθεσής του.

(2) Διηλεκτρικότητα.

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά των μονωτικών υλικών είναι η διηλεκτρικότητά τους ϵ (αποφεύγουμε να χρησιμοποιήσουμε τον όρο "απόλυτη διηλεκτρική σταθερή", που έχει επικρατήσει, γιατί η παράμετρος του υλικού ϵ κάθε άλλο από σταθερή είναι, αφού μεταβάλλεται με την θερμοκρασία και την συχνότητα και στους κρυστάλλους και με την κατεύθυνση). Η διηλεκτρικότητα ϵ ονομάζεται ~~α-~~κόμα και "απόλυτη διηλεκτρικότητα" του υλικού, ενώ τα ϵ_0 της ϵ δια της διηλεκτρικότητας ϵ_0 του κενού χώρου ονομάζεται "σχετική διηλεκτρικότητα". Σύμφωνα με τα παραπάνω, αν συμβολίσουμε με ϵ_r την σχετική διηλεκτρικότητα, θα ισχύει η σχέση:

$$\epsilon = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \quad (\text{Π-48})$$

Τόσο το ϵ , όσο και το ϵ_0 στο σύστημα μονάδων MKSA εκφράζονται σε Farad/meter.

Εξετάζοντας την διηλεκτρικότητα από φυσική έννοια μπορούμε να πούμε, ότι είναι η ιδιότητα του διηλεκτρικού, που ελέγχει την χωρητικότητα του συστήματος, στο οποίο χρησιμοποιείται το διηλεκτρικό. Ισούται με τον λόγο της χωρητικότητας ενός πυκνωτή, που έχει για διηλεκτρικό το εξεταζόμενο υλικό, προς την χωρητικότητα του ίδιου του πυκνωτή, όταν για διηλεκτρικό έχει το κενό (για πρακτικούς λόγους τον αέρα).

Στις περισσότερες εφαρμογές χρησιμοποιούμε διηλεκτρικά, που έχουν σχετική διηλεκτρικότητα μερικών μονάδων, ενώ τα διηλεκτρικά με την μεγάλη σχετική διηλεκτρικότητα τα χρησιμοποιούμε κυρίως σε πυκνωτές, στους οποίους η οικονομία του χώρου είναι πολύ σημαντικός παράγοντας.

Οι κρύσταλλοι γενικά είναι ανισότροποι γεγονός, που σημαίνει, ότι οι ιδιότητές τους μεταβάλλονται με την διεύθυνση. Ένα παράδειγμα ανισότροπου κρυσταλλικού υλικού αποτελεί το Rutile (TiO_2). Η σχετική διηλεκτρικότητά του εξαρτάται από την κατεύθυνση, που έχει το εφαρμοζόμενο ηλεκτρικό πεδίο σε σχέση με τον άξονα του κρυ-

στάλλου του* έτσι η σχετική διηλεκτρικότητά του ισούται με 89, όταν το πεδίο είναι κάθετο πάνω σε ένα κρυσταλλικό άξονα και με 173, όταν το πεδίο είναι παράλληλο με τον άξονα αυτόν. Για ένα τυχαίο προσανατολισμό των κρυστάλλων του Rutile η σχετική διηλεκτρικότητά του ισούται με 114. Όλοι οι κρύσταλλοι εκτός από του κυβικού συστήματος είναι ανισότροποι στα ηλεκτρικά πεδία γεγονός, που σημαίνει, ότι οι ιδιότητές τους μεταβάλλονται με την διεύθυνση του εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Σε πολλές περιπτώσεις η διαφορά από διεύθυνση σε διεύθυνση είναι μικρή (όπως π.χ. είναι στην περίπτωση του χαλαζία, που η σχετική διηλεκτρική σταθερή του μεταβάλλεται από 4,7 μέχρι 5,1 και έτσι η μέση τιμή της 4,9 δεν απέχει πολύ από καμιά ακραία περίπτωση).

Στον πίνακα Π-5 δίνονται οι τιμές της σχετικής διηλεκτρικότητας διαφόρων διηλεκτρικών μέσων για στατικές συνθήκες (ή ακόμα και για χαμηλές συχνότητες). Οι τιμές του πίνακα εκτός από τις περιπτώσεις του κενού και του αέρα είναι προσεγγίζουσες.

(3) Ειδική αντίσταση όγκου.

Τα διηλεκτρικά, που χρησιμοποιούνται στην πράξη σαν μονωτικά υλικά δεν είναι τέλεια και έτσι διαρρέονται από μικρά μεν, αλλά πεπερασμένης τιμής ρεύματα αγωγιμότητας. Τα ρεύματα αυτά είναι φυσικά πολύ μικρότερα από αυτά, που διαρρέουν τους αγωγούς. Γενικά υπάρχουν δυο δρόμοι διαρροής των ρευμάτων αγωγιμότητας. Ο ένας δρόμος περνάει μέσα από το σώμα του διηλεκτρικού και ο άλλος πάνω από την επιφάνειά του. Το ρεύμα, που περνάει μέσα από τον όγκο του διηλεκτρικού, έχει να υπερνικήσει την αντίσταση του όγκου του μονωτικού. Η αντίσταση της μονάδας του όγκου ονομάζεται "ειδική αντίσταση όγκου" του διηλεκτρικού. Η μονάδα της ισούται με την αντίσταση του όγκου, που παρεμβάλλεται μεταξύ των δύο απέναντι εδρών ενός μοναδιαίου κύβου, που είναι κατασκευασμένος από το διηλεκτρικό υλικό και έχει μια συγκεκριμένη θερμοκρασία.

Η ειδική αντίσταση είναι ένα κριτήριο της ποιότητας των μονωτικών υλικών. Η αντίσταση της μόνωσης του ηλεκτρικού εξοπλισμού (μηχανές, συσκευές κ.λ.π.) εξαρτάται πολύ από την ειδική αντίσταση του χρησιμοποιούμενου μονωτικού. Η δοκιμή της αντίστασης της μόνωσης του εξοπλισμού υπήρξε μια από τις πρώτες δοκιμασίες καταλληλότητας των μονωτικών υλικών, που εφαρμόσθηκαν και είναι μια γρήγορη και απλή μέθοδος, που απαιτεί φτηνά και απλά όργανα, για να

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 5

Υ Λ Ι Κ Ο	ΜΟΡΦΗ	ϵ_r	ΑΝΤΟΧΗ KV/mm	ΕΙΔΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ $\Omega \cdot \text{cm}$
Αέρας	αέριο	1,000590	3	
Αιθυλική αλκοόλη	υγρό	25		
Αιθυλικός αιθέρας	υγρό	4,4		
Ακετόνη	υγρό	21		
Αμμωνία υγρή	υγρό	22		
Ανιλίνη	υγρό	7,2		
Βακελίτης	στερεό	4 έως 6	10 ως 40	$10^{11}-10^{16}$
Βενζίνη	υγρό	21		
Βενζόλη	υγρό	2,27		
Βερνίκι	στερεό	2,3 ως 4	48 ως 84	10^{16}
Γλυκερίνη	υγρό	52		
Γομαλάκα	στερεό	2,8 ως 3,7		
Γουταπέρκα	στερεό	2,5 ως 4	15	$2 \cdot 10^9$
Γυαλί	στερεό	4 έως 10	10 ως 40	$10^{11}-10^{15}$
Διοξειδίο άνθρακα	αέριο	1,000985		
Εβονίτης	στερεό	2 έως 5	25	10^{18}
Ηλεκτρο	στερεό	2,7 ως 2,9	20 ως 30	$10^{16}-10^{18}$
Θειάφι	στερεό	2 έως 4		10^{17}
Θειούχος άνθρακας	στερεό	2,5		
Κηροζίνη	υγρό	2		
Κορούντιο	στερεό	11 ως 13		
Λάδι μετασχηματιστών	υγρό	2,2 ως 2,5	10 ως 16	$10^{12}-10^{19}$
Λάστιχο	στερεό	2,2 ως 3,5	15 ως 25	$10^{16}-10^{18}$
Λουσίτης	στερεό	3,2 ως 3,5		10^{15}
Μάρμαρο	στερεό	8,3		10^9-10^{11}
Μαρμαρυγίας	στερεό	4 έως 8		
Μεθάνιο	αέριο	1,000944		
Μεθυλική αλκοόλη	υγρό	33		
Μετάξι βερνικωμένο	στερεό	3,5 ως 5	32 ως 45	$10^{12}-10^{13}$
Μίκα	στερεό	4,5 ως 8	32 ως 200	$10^{13}-10^{17}$
Μικανίτης	στερεό	4,6 ως 6	15 ως 20	10^{15}
Νάυλον	στερεό	2 έως 5		
Νεοπρέν	στερεό	6,5		
Νερό αποσταγμένο	υγρό	81		10^{16}
Εύλο	στερεό	2,5 ως 7,7		$10^{10}-10^{13}$
Πάγος	στερεό	2 έως 3		
Παραφίνη	στερεό	1,7 ως 2,4	10 ως 30	$10^{15}-10^{18}$
Πετρέλαιο	υγρό	2,2		
Πίσσα	στερεό	2,6 ως 3,3	6 ως 15	
Πολυαιθυλίνη	στερεό	1,6 ως 3	40 ως 100	$10^{14}-10^{17}$
Πολυεστέρας	στερεό	3,6		
Πολυστερίνη	στερεό	2,2 ως 2,8		10^{17}
Πορσελάνη	στερεό	5 ως 7,5	6 ως 20	$10^{14}-10^{15}$
P.V.C.	στερεό	2,5 ως 2,7	32	
Ρουτιλούχα υλικά	στερεό	40 ως 120		
Στεατίτης	στερεό	6,1 ως 6,5	10	10^{20}
Φίλμπερ	στερεό	3,5 ως 7	4 ως 11	10^{10}
Χαλαζίας	στερεό	3,8 ως 5	30 ως 40	10^{19}
Χαρτί βερνικωμένο	στερεό	3 έως 4	10 ως 40	$10^{14}-10^{15}$

γίνει.

Η ειδική αντίσταση όγκου δεν παρέχει μια ολοκληρωμένη εικόνα του υλικού, όταν χρησιμοποιείται στο εναλλασσόμενο ρεύμα. Στην περίπτωση του εναλλασσόμενου ρεύματος αντί της ειδικής αντίστασης ως κριτήριο του υλικού χρησιμοποιούμε τις δοκιμές του συντελεστή ισχύος, που γίνονται στην περιοχή της τάσης και της συχνότητας του δικτύου.

Η ειδική αντίσταση χρησιμεύει επίσης και για την ανίχνευση μικρών μεταβολών της σύνθεσης των υλικών, στις οποίες είναι πολύ εύπαθη. Η ειδική αντίσταση μεταβάλλεται με την κατάσταση του μονωτικού υλικού (στερεή, υγρή ή αέρια), με την υγρασία και με την θερμοκρασία του περιβάλλοντος.

(4) Διηλεκτρική αντοχή.

Είναι η ιδιότητα των διηλεκτρικών υλικών να αντέχουν χωρίς αστοχία στην πεδιακή ένταση του εφαρμοζόμενου ηλεκτρικού πεδίου. Εκφράζεται σαν η ελάχιστη τιμή της πεδιακής έντασης, στην οποία αστοχεί το διηλεκτρικό κάτω από καθορισμένες συνθήκες. Στην πράξη λαμβάνεται σαν το πηλίκο της τάσης αστοχίας (διάσπασης) δια του πάχους του διηλεκτρικού, που παρεμβάλλεται μεταξύ των ηλεκτροδίων της δοκιμής ανεξάρτητα από το, αν η τιμή αυτή αντιστοιχεί στην μέγιστη πραγματική πεδιακή ένταση, που μπορεί να υπάρχει στα άκρα των ηλεκτροδίων, ή σε κάποιο άλλο σημείο λόγω ανομοιομορφίας του πεδίου.

Οι τιμές δοκιμής της διηλεκτρικής αντοχής του υλικού μεταβάλλονται κατά τρόπο, που δεν μπορεί να προκαθορισθεί, γιατί η διηλεκτρική αντοχή είναι συνάρτηση πολλών παραγόντων. Έτσι, όσο μικρότερο είναι το πάχος του διηλεκτρικού, τόσο μεγαλύτερη είναι η διηλεκτρική αντοχή του· επίσης, όσο μικρότερη είναι η διάρκεια της επιβαλλόμενης τάσης, τόσο μεγαλύτερη είναι η διηλεκτρική αντοχή.

Το σχήμα και η μορφή των ηλεκτροδίων είναι παράγοντες, που επηρεάζουν την τιμή της διηλεκτρικής αντοχής. Ακόμα την διηλεκτρική αντοχή επηρεάζουν η συχνότητα και η μορφή του επιβαλλόμενου κύματος.

Η θερμοκρασία του δοκιμίου επηρεάζει τα αποτελέσματα της δοκιμής. Στα περισσότερα υλικά η διηλεκτρική αντοχή τους ελαττώνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας τους.

Για όλες τις παραπάνω αιτίες δεν είναι πρακτικό να καθορίζου-

με με εργαστηριακές μετρήσεις την διηλεκτρική αντοχή των μονωτικών υλικών, οι εργαστηριακές όμως δοκιμές είναι χρήσιμες για τον καθορισμό διαφόρων τιμών προδιαγραφών των υλικών αυτών, όταν πρόκειται να τα συγκρίνουμε μεταξύ τους.

(5) Κρουστική διηλεκτρική αντοχή.

Η ιδιότητα αυτή είναι όμοια με την προηγούμενη με την διαφορά, ότι η εφαρμοζόμενη τάση δοκιμής είναι κρουστική και παράγεται από μια γεννήτρια απλής κατεύθυνσης, που δημιουργεί παλμούς. Μια τυποποιημένη για τις δοκιμές μορφή παλμού είναι η $1,5 - 40 \text{ } [\mu\text{sec}]$, που σημαίνει, ότι η μέγιστη τιμή του παλμού λαμβάνεται σε $1,5$ μικροδευτερόλεπτο και στην συνέχεια απαιτούνται 40 μικροδευτερόλεπτα, για να μειωθεί η τιμή της τάσης στο μισό της μέγιστης τιμής της. Τα δοκίμια δέχονται επανειλημμένους παλμούς ξεκινώντας από μια μέγιστη τιμή παλμού αρκετά μικρότερη από την διηλεκτρική αντοχή του μονωτικού. Τα πειράματα έδειξαν, ότι οι επαναλαμβανόμενοι αυτοί παλμοί με τιμές αρκετά μικρότερες από την διηλεκτρική αντοχή του διηλεκτρικού δεν καταστρέφουν τα δοκίμια.

Η δοκιμή αυτή έχει σημασία για το μονωτικό, γιατί λίγο ή πολύ όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα υπόκεινται σε κρουστικές τάσεις κατά το ανοιγόκλειμα των διακοπών, τις εκφορτίσεις, τις απότομες μεταβολές του φορτίου, τις πτώσεις κεραυνών κ.λ.π. Σε πολλές περιπτώσεις το απαιτούμενο πάχος του μονωτικού καθορίζεται από την κρουστική διηλεκτρική αντοχή του.

(6) Αντίσταση τόξου (αντίσταση σε ηλεκτρική εκφόρτιση).

Η "αντίσταση τόξου" είναι ένα μέτρο της ικανότητας της εξωτερικής επιφάνειας των διηλεκτρικών να αντιστέκονται στις ηλεκτρικές εκφορτίσεις, που προκαλούνται πάνω στην επιφάνεια μεταξύ δύο ηλεκτροδίων με την βοήθεια ενός μετασχηματιστή υψηλής τάσης. Το μήκος του τόξου, το ρεύμα του τόξου και ο χρόνος εφαρμογής ελέγχονται πλήρως. Το ρεύμα και η διάρκεια αυξάνουν, έως ότου συμβεί η διάσπαση (συνήθως με την δημιουργία ενός αποτεφρωμένου αγώνιμου δρόμου στην επιφάνεια του μονωτικού μεταξύ των σημειακών ηλεκτροδίων ή σε μερικές περιπτώσεις με το λιώσιμο του μονωτικού κατά μήκος του τόξου).

Τα μονωτικά, που χρησιμοποιούνται σε εξαρτήματα υψηλής τάσης, υπόκεινται συχνά σε τέτοιες συνθήκες δημιουργίας τόξου. Οι συνθήκες αυτές μπορεί να δημιουργηθούν από την παρουσία χημικών ακαθαρσιών ή σκόνης πάνω στην επιφάνεια του μονωτικού, από τον ιονισμό,

από την παρουσία φυσαλίδων αέρα ή στρωμάτων αέρα μέσα στο σώμα του μονωτικού ή μεταξύ του μονωτικού και των αγωγίμων επιφανειών, που απομονώνουμε ή τέλος από την ύπαρξη ακαθαρσιών πάνω στην επιφάνεια του μονωτικού.

Η γνώση της αντίστασης στην δημιουργία τόξου του μονωτικού είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την εκλογή του κατάλληλου μονωτικού.

(7) Περιοχή συχνότητας λειτουργίας.

Είναι η περιοχή της συχνότητας, στην οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί το μονωτικό χωρίς υπερβολικές διηλεκτρικές απώλειες. Σημειώνεται, ότι οι ηλεκτρικές ιδιότητες πολλών υλικών και κυρίως ο βαθμός απόδοσης και ο συντελεστής ϵ της διηλεκτρικότητας μεταβάλλονται με την αλλαγή της χρησιμοποιούμενης συχνότητας. Στον πίνακα Π-6 δίνεται η μεταβολή των παραγόντων αυτών για διάφορες συχνότητες σε μερικά μονωτικά υλικά.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 6

ΥΛΙΚΟ	ΔΙΗΛΕΚΤΡΙΚΟΤΗΤΑ			ΣΥΝΤΕΛ. ΙΣΧΥΟΣ %		
	50 Hz	100 MHz	10 GHz	50 Hz	1 MHz	100 MHz
Βακελίτης	4,90	4,40	3,52	2	1	
Γυαλί (πλάκα)					0,50	
Μίκα				0,5	0,30	0,03
Μικάρτα	4,60	3,98	3,62			
Λάδι M/T				0,01	0,01	0,04
Λάστιχο				1	1	
Νεοπρέν	6,50	4,50	4,00			
Παραφίνη				0,02	0,02	0,02
Πολυαιθυλίνη				0,03	0,03	0,03
Πολυστερίνη	2,55	1,83	1,46	0,02	0,02	0,03
Ρουτίλιο					0,06	
Φορμίκα	4,25	3,77	3,36			
Χαλαζίας				0,09	0,02	0,02

10.3 Χημικά χαρακτηριστικά.

Τα χημικά χαρακτηριστικά των στερεών μονωτικών υλικών είναι τα ακόλουθα:

(1) Ικανότητα χρήσης μέσα στο νερό.

Γενικά τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των υλικών αλλάζουν, όταν τα υλικά απορροφήσουν νερό. Η ηλεκτρική αντίσταση μειώνεται, ο συντελεστής ισχύος αυξάνει και η διηλεκτρικότητα μειώνεται. Τα μονωτικά υλικά, που χρησιμοποιούνται γύρω από αρνητικά φορτισμένους αγωγούς,

είναι πιδ ευπαθή στο νερό από τα υλικά, που μονώνουν αγωγούς θετικά φορτισμένους.

(2) Ικανότητα χρήσης σε μεγάλη υγρασία.

Τα μονωτικά υλικά, που εκτίθενται στις ατμοσφαιρικές συνθήκες, πρέπει να έχουν ανεπτυγμένη την ικανότητα αυτή σε μεγάλο βαθμό. Αν και η επίδραση της υγρασίας πάνω στις ιδιότητες των μονωτικών είναι μικρότερη από ό,τι, όταν το μονωτικό βυθίζεται τελείως μέσα στο νερό, εν τούτοις τα αποτελέσματα είναι ανάλογα, όπως και στην περίπτωση εκείνη. Η έκθεση του μονωτικού σε μεγάλη υγρασία έχει και οξειδωτικές επιδράσεις. Αν στον αέρα υπάρχουν αναθυμιάσεις οξέων ή άλλες ακαθαρσίες, μπορεί να δημιουργήσουν με τους υδατμούς χημικές ενώσεις και να προσβάλλουν την επιφάνεια του μονωτικού. Η επικάλυψη διαφόρων αγωγίμων σωματιδίων πάνω στην επιφάνεια του μονωτικού δημιουργεί ημιαγωγιμά στρώματα, που ελαττώνουν την αντίσταση δημιουργίας τόξου του μονωτικού γεγονός, που συχνά οδηγεί στην αστοχία των μονωτήρων των ηλεκτρικών γραμμών μεταφοράς.

(3) Ικανότητα χρήσης σε ορυκτέλαια.

Πολλά ηλεκτρικά εξαρτήματα αποτελούνται από τμήματα, που περιέχουν στερεά μονωτικά βυθισμένα μέσα σε υγρά μονωτικά, όπως είναι το ορυκτέλαιο, που χρησιμοποιείται και για μόνωση και για ψύξη. Στα εξαρτήματα αυτά θα πρέπει τα στερεά και τα υγρά μονωτικά να συνεργάζονται χωρίς να επιδρούν χημικά τα μεν πάνω στα δε. Τυπικά παραδείγματα τέτοιων εξαρτημάτων είναι οι διακόπτες λαδιού, οι μετασχηματιστές και οι πυκνωτές.

(4) Ικανότητα χρήσης σε οξέα και αλκάλια.

Το νερό και το λάδι, όταν έρχονται σε επαφή με στερεά μονωτικά υλικά έχουν την τάση να δημιουργήσουν οξέα ή αλκαλίνες. Πολλά από τα στερεά μονωτικά, αν προσβληθούν χημικά κατά τον τρόπο αυτόν, χάνουν μέρος από τις ηλεκτρικές και τις μηχανικές τους ιδιότητες.

(5) Ικανότητα αντοχής στις ατμοσφαιρικές συνθήκες.

Πολλά μονωτικά υλικά επηρεάζονται πολύ από το φως του ήλιου, την υγρασία, την βροχή, την μεταβολή της θερμοκρασίας ή ακόμα και από το συνδυασμό μερικών από αυτά. Για τον λόγο αυτόν στα μονωτικά, που τοποθετούνται σε εξωτερικούς χώρους, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η επίδραση των καιρικών συνθηκών πάνω τους, ώστε, αν δεν παρουσιάζουν αντοχή σ'αυτές, να τα σκεπάσουμε με άλλα υλικά, που διαθέτουν

επαρκή αντοχή στις ατμοσφαιρικές συνθήκες, όπως είναι π.χ. τα βερνίκια επικαλύψεως. Η πιο συνηθισμένη επίδραση των καιρικών συνθηκών είναι η μείωση της επιφανειακής αντίστασης των μονωτήρων, που προκαλεί υπερβολικές διαρροές, εκφορτίσεις ή ακόμα και την διασπδήσή τους.

(6) Αντίσταση στην διάβρωση των μετάλλων.

Τα μονωτικά υλικά συνήθως ή περιβάλλουν μεταλλικούς αγωγούς ή περιβάλλονται από μεταλλικά περιβλήματα. Η πιο συνηθισμένη μορφή αγωγών είναι ο χαλκός, το αλουμίνιο και ο σκεπασμένος με μόλυβδο ή τσίγγο χαλκός (ο μόλυβδος και ο τσίγγος τοποθετούνται για προστασία του χαλκού από τις χημικές διαβρώσεις). Τα αγώγιμα περιβλήματα των καλωδίων είναι συνήθως μολύβδινα. Η διάβρωση των μετάλλων μειώνει την αγωγιμότητά τους και τα κάνει και εύθραυστα. Ακόμα η διάβρωση των μετάλλων δημιουργεί χημικά προϊόντα, που μπορεί να έχουν δυσμενή επίδραση πάνω στο μονωτικό υλικό, που έρχεται σε επαφή με τα μέταλλα.

(7) Αναφλεξιμότητα.

Τα ηλεκτρικά σφάλματα (βραχυκυκλώματα) δημιουργούν συνήθως φλόγα και τοπικά ψηλή θερμοκρασία. Στην περίπτωση αυτή η μόνωση στη θέση του σφάλματος μπορεί να καεί. Αν το μονωτικό συντηρήσει την φλόγα, η φωτιά μπορεί να μεταδοθεί και σε άλλα τμήματα του δικτύου και να προκαλέσει έτσι μεγάλες καταστροφές. Αν αντίθετα το μονωτικό δεν είναι σε θέση να συντηρήσει την φλόγα, η ζημιά θα περιορισθεί μόνο στην περιοχή του σφάλματος.

Η επιλογή ακούστων μονωτικών δεν είναι πάντοτε δυνατή, γιατί τα μονωτικά πρέπει να συνδυάζουν ανάλογα με την περίπτωση και άλλες ιδιότητες, αλλά η ιδιότητα αυτή πρέπει να σταθμίζεται με βαρύτητα κατά την εκλογή του μονωτικού ανάλογα με την κάθε περίπτωση.

(8) Αντίσταση στο όζο.

Πολλά μονωτικά υλικά είναι πολύ ευπαθή στο όζο, ακόμα και όταν υπάρχουν ελάχιστες ποσότητές του. Ιδιαίτερα ευπαθή είναι τα συνθετικά ελαστικά, στα οποία το όζο προκαλεί θραύση της μόνωσης συχνά σε όλο το πάχος της με αποτέλεσμα την δημιουργία ηλεκτρικών σφαλμάτων. Τα συνθετικά αυτά μονωτικά είναι ευπαθή, όταν βρίσκονται υπό τάση.

Το όζο δημιουργείται συχνά γύρω υπό τις ηλεκτρικές εγκαταστά-

σεις λόγω των ηλεκτρικών εκκενώσεων ή του ιονισμού του αέρα· άρα είναι απαραίτητο να εξετάζουμε την αντίσταση στο όζο κάθε μονωτικού, που θα χρησιμοποιηθεί στην ψηλή τάση, ή σε χαμηλή τάση, που γειτονεύει με άλλη ψηλή τάση.

(9) Επίδραση των διαλυμάτων.

Τα διαλύματα χρησιμοποιούνται συχνά σαν φορείς των μονωτικών, όπως π.χ. συμβαίνει με τα μονωτικά βερνίκια. Διαλύματα μπορεί να υπάρχουν και στα γειτονικά με το μονωτικό υλικά και να επιδράσουν δυσμενώς πάνω του προκαλώντας την αποσκλήρυνση ή ακόμα και την αποσύνθεσή του.

10.4 Θερμικά χαρακτηριστικά.

Τα θερμικά χαρακτηριστικά των στερεών μονωτικών είναι τα ακόλουθα:

(1) Μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας.

Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα ζεσταίνονται πάντοτε από τις απώλειες της ηλεκτρικής ενέργειας, που δαπανώνται στο εσωτερικό τους. Οι περισσότερες από τις απώλειες αυτές είναι μια συνάρτηση του μεγέθους του ρεύματος, που περνάει μέσα από τους αγωγούς, ενώ άλλες απώλειες οφείλονται στα δινορρέυματα και στην υστέρηση των σιδηρομαγνητικών υλικών των μαγνητικών κυκλωμάτων. Ρεύματα απωλείων περνάνε και από το εσωτερικό ή από την επιφάνεια των μονωτικών υλικών προς τον περιβάλλοντα χώρο. Οι τελευταίες αυτές απώλειες του μονωτικού είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του.

Σαν μέγιστη θερμοκρασία λειτουργίας του μονωτικού δεχόμαστε τη θερμοκρασία εκείνη, στην οποία αντιστοιχεί η μέγιστη ηλεκτρική ενέργεια, που μπορεί να μεταφέρει η διάταξη.

(2) Σημείο θραύσης.

Τα ηλεκτρικά εξαρτήματα συχνά τοποθετούνται ή λειτουργούν σε πολύ χαμηλές θερμοκρασίες. Αν κατά την λειτουργία της εγκατάστασης το μονωτικό υλικό κάμπτεται, πρέπει να είναι γνωστή η θερμοκρασία, που το μονωτικό γίνεται εύθραυστο.

(3) Σημείο τήξης.

Η μόνωση συχνά τοποθετείται στους αγωγούς σε ψηλές θερμοκρασίες υπό λιωμένη ή πλαστική μορφή. Η θερμοκρασία, στην οποία λιώνει η μόνωση, πρέπει να είναι γνωστή και οπωσδήποτε πολύ μεγαλύτερη από την θερμοκρασία λειτουργίας της εγκατάστασης, ώστε να αποκλεισθεί η πε-

ρίπτωση της αποσύνθεσης του μονωτικού, τόσο κατά την κανονική λειτουργία, όσο και κατά τις περιπτώσεις των στιγμιαίων υπερφορτίσεων

(4) Ειδική θερμότητα.

Σαν ειδική θερμότητα ορίζουμε τον λόγο της θερμικής ενέργειας, που απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας της μονάδας της μάζας του υλικού κατά ένα βαθμό Κελσίου προς το μέγεθος της ενέργειας, που απαιτείται για την ανύψωση της θερμοκρασίας της μονάδας της μάζας του νερού κατά ένα βαθμό Κελσίου, όταν το νερό βρίσκεται σε υγρή κατάσταση.

Την ειδική θερμότητα την χρησιμοποιούμε στον προσδιορισμό της θερμοχωρητικότητας του μονωτικού υλικού.

(5) Θερμοχωρητικότητα.

Θερμοχωρητικότητα ονομάζουμε το μέτρο του μεγέθους της θερμότητας που απαιτείται, για να υψώσει την θερμοκρασία μιας δεδομένης μάζας του υλικού κατά ένα βαθμό. Αντίθετα με την ειδική θερμότητα η θερμοχωρητικότητα εξαρτάται από το μέγεθος του θεωρούμενου υλικού καθώς επίσης και από τις χρησιμοποιούμενες μονάδες.

Η θερμοχωρητικότητα χρησιμοποιείται στον προσδιορισμό της μεταβολής της θερμότητας του ηλεκτρικού εξοπλισμού και είναι ιδιαίτερης σημασίας στον υπολογισμό της μικρής διάρκειας επικίνδυνων υπερφορτίσεων του εξοπλισμού αυτού.

(6) Συντελεστής θερμικής διαστολής όγκου.

Ο συντελεστής αυτός δίνει την ανά βαθμό θερμοκρασίας μεταβολή του όγκου σε σχέση με τον όγκο του μονωτικού στην θερμοκρασία αναφοράς. Ο συντελεστής αυτός χρησιμεύει στον υπολογισμό του απαιτούμενου χώρου για την τοποθέτηση του μονωτικού, γιατί το μονωτικό στις θερμοκρασίες της λειτουργίας του θα διασταλλεί.

Όσα στερεά εξαρτήματα βρίσκονται συνέχεια σε στενή επαφή μεταξύ τους, πρέπει να έχουν τον ίδιο περίπου συντελεστή διαστολής.

(7) Θερμική αντίσταση.

Σαν θερμική αντίσταση ορίζουμε το μέτρο της διαφοράς της θερμοκρασίας, που αναπτύσσεται μεταξύ των απέναντι πλευρών ενός μοναδιαίου κύβου κατά την διέλευση της ενέργειας μέσα από τον κύβο. Η θερμική ειδική αντίσταση χρησιμεύει στον καθορισμό της διαφοράς της θερμοκρασίας μεταξύ των άκρων των μονωτικών υλικών για τα διάφορα ηλεκτρικά φορτία, που φέρονται από τα ηλεκτρικά εξαρτήματα, στα ο-

ποία είναι τοποθετημένα τα μονωτικά υλικά. Η θερμική ειδική αντίσταση καθορίζει τα μέγιστα επιτρεπόμενα ηλεκτρικά φορτία, που μπορεί να φέρουν τα ηλεκτρικά εξαρτήματα, χωρίς να ξεπερασθούν οι επιτρεπόμενες θερμοκρασίες λειτουργίας.

10.5 Μηχανικές ιδιότητες.

Οι μηχανικές ιδιότητες των στερεών μονωτικών είναι οι ακόλουθες:

(1) Αντοχή σε εφελκυσμό.

Είναι η δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας της αρχικής διατομής (δηλαδή της διατομής, που έχει το δοκίμιο, πριν εφαρμοσθεί η δύναμη), που απαιτείται, για να αστοχήσει το υλικό, όταν η δύναμη αυτή εφαρμόζεται με ένα καθορισμένο τρόπο πάνω στο δοκίμιο του μονωτικού.

Η αντοχή σε εφελκυσμό πρέπει να είναι οπωσδήποτε γνωστή κατά την σχεδίαση των μονωτήρων (από πορσελάνη, από γυαλί ή από φαινολικά υλικά), από τους οποίους αναρτώνται οι εναέριες γραμμές μεταφοράς.

Η αντοχή σε εφελκυσμό χρησιμεύει συχνά και σαν κριτήριο ποιότητας των υλικών τόσο πριν την αρχική τους χρησιμοποίηση όσο και κατά την γήρανσή τους ιδίως, όταν πρόκειται για εύκαμπτα μονωτικά υλικά.

(2) Επιμήκυνση.

Είναι η αύξηση του μήκους των υλικών κατά την δοκιμασία τους σε εφελκυσμό. Συνήθως σε ποσοστό επί τοις εκατό του αρχικού μήκους του δοκιμίου. Δίνει ένα μέτρο του μεγέθους της μηχανικής τάσης, που επιτρέπεται να δεχθεί το μονωτικό κατά την λειτουργία του. Η μεταβολή της επιμήκυνσης με την γήρανση του υλικού είναι ένα σημαντικό κριτήριο για την ποιότητά του.

(3) Αντοχή σε θλίψη.

Είναι η δύναμη ανά μονάδα εγκάρσιας επιφάνειας του δοκιμίου, η οποία, όταν εφαρμόζεται κάθετα πάνω στην επιφάνεια αυτή, προκαλεί μια μόνιμη παραμόρφωση ή ακόμα και την θραύση του δοκιμίου. Η αντοχή σε θλίψη είναι ένα σημαντικό κριτήριο για την επιλογή των στερεών μονωτικών υλικών, που χρησιμοποιούνται στην στήριξη των αγωγών και δέχονται θλιπτικά φορτία κατά την χρήση τους.

(4) Σκληρότητα.

Είναι μια ιδιότητα, που χρειάζονται τα μονωτικά υλικά, όταν κατά

την λειτουργία έρχονται σε τριβή με άλλα υλικά.

(5) Κρουστική αντοχή.

Είναι μια έκφραση της σχετικής σκληρότητας του υλικού και καθορίζεται από την ενέργεια, που απαιτείται, για να σπάσει ένα δοκίμιο του μονωτικού με ένα μόνο κτύπημα.

Μέχρι σήμερα δεν μας είναι γνωστή καμιά σχέση, που να συνδέει μεταξύ τους τις στατικές δοκιμασίες (εφελκυσμός, θλίψη κ.λ.π) με την κρουστική δοκιμασία του υλικού.

Είναι σημαντικό το γεγονός, ότι πολλές φορές ο διαχωρισμός των υλικών με βάση τα αποτελέσματα των στατικών τους δοκιμασιών είναι δύσκολος (γιατί παρουσιάζουν παρόμοια χαρακτηριστικά), ενώ ο διαχωρισμός τους με βάση την κρουστική τους δοκιμασία είναι πάντοτε άνετος.

(6) Ειδικό βάρος.

Είναι ο λόγος του βάρους ενός όγκου του μονωτικού υλικού προς το βάρος ενός ίσου όγκου νερού σε μια καθορισμένη θερμοκρασία αναφοράς. Το ειδικό βάρος χρησιμεύει στον υπολογισμό του βάρους του υλικού, που έτσι μπορεί να ελεγχθεί ως προς την χημική του καθαριότητα.

Ανάλογες ιδιότητες με τα στερεά μονωτικά υλικά πρέπει να παρουσιάζουν επίσης και τα υγρά και τα αέρια μονωτικά. Τις ιδιότητες των υλικών αυτών δεν θα τις αναφέρουμε· παραθέτουμε μόνο τον πίνακα Π-7, στον οποίο φαίνεται η επίδραση της θερμοκρασίας πάνω στην σχετική διηλεκτρικότητα μερικών υγρών μονωτικών υλικών.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 7

Υ Λ Ι Κ Ο	Θερμοκρασία °C						
	0	10	20	25	30	40	50
Αιθυλική αλκοόλη	27,88	26,41	25,00	24,25	23,52	22,16	20,87
Αιθυλικός αιθέρας	4,80	4,58	4,38	4,27	4,15		
Ακετόνη	23,30	22,50	21,40	20,90	20,50	19,50	18,70
Βενζίνη		2,30	2,29	2,27	2,26	2,25	2,22
Νερό	87,83	83,86	80,08	78,25	76,47	73,02	69,73
Τετραχλωριούχος άνθρακας			2,24	2,23	2,22	2,20	2,18

Στον πίνακα Π-8, που ακολουθεί, αναφέρονται οι τυποποιημένες διατομές κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς των συρματιδίων κυκλικής διατομής με μόνωση σμάλτου. Ο πίνακας έχει χωρισθεί σε δύο τμήματα (σελίδες). Στο πρώτο

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 8

DIN 46435

ΑΠΛΗ ΜΟΝΩΣΗ (L)

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΝΟΧΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΧΑΛΚΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΟΛΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΘΜΙΚΗ ΑΝΤ. ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ ΣΤΟΥΣ 20 C (Ohms)
d (mm)	(mm)	d ₁ (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₂ (mm)	
0,032	(*)	(*)	(*)	0,036	0,040	21,44
0,04				0,044	0,050	13,72
0,05				0,056	0,062	8,781
0,063				0,068	0,078	5,531
0,071				0,076	0,086	4,355
0,08				0,088	0,098	3,430
0,09				0,098	0,110	2,710
0,1				0,109	0,121	2,195
0,12				0,122	0,134	1,750
0,125	± 0,003	0,122	0,128	0,135	0,149	1,405
0,14		0,137	0,143	0,152	0,166	1,120
0,16		0,157	0,163	0,173	0,187	0,8575
0,18		0,177	0,183	0,195	0,209	0,6775
0,2		0,197	0,203	0,216	0,230	0,5488
0,224	± 0,004	0,221	0,227	0,242	0,256	0,4375
0,25		0,246	0,254	0,268	0,284	0,3512
0,28		0,276	0,284	0,301	0,315	0,2800
0,315		0,311	0,319	0,336	0,352	0,2212
0,355		0,351	0,359	0,377	0,395	0,1742
0,4	± 0,005	0,395	0,405	0,424	0,442	0,1372
0,45		0,445	0,455	0,475	0,495	0,1084
0,5		0,495	0,505	0,526	0,548	0,08781
0,56	± 0,006	0,554	0,566	0,587	0,611	0,07000
0,63	± 0,007	0,624	0,636	0,658	0,684	0,05531
0,71		0,703	0,717	0,739	0,767	0,04355
0,75	± 0,008	0,742	0,758	0,779	0,809	0,03903
0,8		0,792	0,808	0,829	0,861	0,03430
0,85	± 0,009	0,841	0,859	0,879	0,913	0,03038
0,9		0,891	0,909	0,929	0,965	0,02710
0,95	± 0,010	0,940	0,960	0,979	1,017	0,02432
1		0,990	1,010	1,030	1,068	0,02195
1,06	± 0,011	1,049	1,071	1,090	1,130	0,01953
1,12		1,109	1,131	1,150	1,192	0,01750
1,18	± 0,012	1,168	1,192	1,210	1,254	0,01576
1,25	± 0,013	1,237	1,263	1,281	1,325	0,01405
1,32		1,307	1,333	1,351	1,397	0,01259
1,4	± 0,014	1,386	1,414	1,433	1,479	0,01120
1,5	± 0,015	1,485	1,515	1,533	1,581	0,009757
1,6	± 0,016	1,584	1,616	1,633	1,683	0,008575
1,7	± 0,017	1,683	1,717	1,733	1,785	0,007596
1,8	± 0,018	1,782	1,818	1,832	1,888	0,006775
1,9	± 0,019	1,881	1,919	1,932	1,990	0,006081
2	± 0,020	1,980	2,020	2,032	2,092	0,005488
2,12	± 0,021	2,099	2,141	2,154	2,214	0,004884
2,24	± 0,022	2,218	2,262	2,274	2,336	0,004375
2,36	± 0,024	2,336	2,384	2,393	2,459	0,003941
2,5	± 0,025	2,475	2,525	2,533	2,601	0,003512
2,65	± 0,027	2,623	2,677	2,682	2,754	0,003126
2,8	± 0,028	2,772	2,828	2,831	2,907	0,002800
3	± 0,030	2,970	3,030	3,030	3,110	0,002439

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - 8

DIN 46435

ΔΙΠΛΗ ΜΟΝΩΣΗ (2L)

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΝΟΧΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΧΑΛΚΟΥ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΟΛΙΚΗ ΜΕΓΙΣΤΗ	ΩΜΙΚΗ ΑΝΤ. ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ ΣΤΟΥΣ 20 C (Ohms)
d (mm)	(mm)	d ₁ (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₂ (mm)	
0,032				0,041	0,043	21,44
0,04				0,050	0,054	13,72
0,05				0,062	0,068	8,781
0,063				0,077	0,085	5,531
0,071				0,087	0,095	4,355
0,08				0,099	0,105	3,430
0,09				0,109	0,117	2,710
0,1				0,121	0,129	2,195
0,112		0,109	0,115	0,135	0,143	1,750
0,125		0,122	0,128	0,147	0,159	1,405
0,14		0,137	0,143	0,164	0,176	1,120
0,16		0,157	0,163	0,185	0,199	0,8575
0,18		0,177	0,183	0,206	0,222	0,6775
0,2		0,197	0,203	0,227	0,245	0,5488
0,224		0,221	0,227	0,252	0,272	0,4375
0,25		0,246	0,254	0,279	0,301	0,3512
0,28		0,276	0,284	0,310	0,334	0,2800
0,315		0,311	0,319	0,349	0,371	0,2212
0,355		0,351	0,359	0,392	0,414	0,1742
0,4		0,395	0,405	0,438	0,462	0,1372
0,45		0,445	0,455	0,490	0,516	0,1084
0,50		0,495	0,505	0,543	0,569	0,08781
0,56		0,554	0,566	0,606	0,632	0,07000
0,63		0,624	0,636	0,678	0,706	0,05531
0,71		0,703	0,717	0,762	0,790	0,04355
0,75		0,742	0,758	0,802	0,832	0,03903
0,8		0,792	0,808	0,853	0,885	0,03430
0,85		0,841	0,859	0,905	0,937	0,03038
0,9		0,891	0,909	0,956	0,990	0,02710
0,95		0,940	0,960	1,007	1,041	0,02432
1		0,990	1,010	1,059	1,093	0,02195
1,06		1,049	1,071	1,121	1,153	0,01953
1,12		1,109	1,131	1,181	1,217	0,01750
1,18		1,168	1,192	1,241	1,279	0,01576
1,25		1,237	1,263	1,313	1,351	0,01405
1,32		1,307	1,333	1,385	1,423	0,01259
1,4		1,386	1,414	1,466	1,506	0,01120
1,5		1,485	1,515	1,568	1,608	0,009757
1,6		1,584	1,616	1,669	1,711	0,008575
1,7		1,683	1,717	1,771	1,813	0,007596
1,8		1,782	1,818	1,870	1,916	0,006775
1,9		1,881	1,919	1,972	2,018	0,006081
2		1,980	2,020	2,074	2,120	0,005488
2,12		2,099	2,141	2,195	2,243	0,004884
2,24		2,218	2,262	2,316	2,366	0,004375
2,36		2,336	2,384	2,436	2,488	0,003941
2,5		2,475	2,525	2,577	2,631	0,003512
2,65		2,623	2,677	2,728	2,784	0,003126
2,8		2,772	2,828	2,878	2,938	0,002600
3		2,970	3,030	3,078	3,142	0,002439

τιμήματα αναφέρεται σε λεπτά πάχη μόνωσης του σύρματος, ενώ στο δεύτερο σε μεγαλύτερα πάχη μόνωσης. Η ανά μέτρο μήκους αντίσταση του σύρματος, που αναφέρεται στην τελευταία στήλη του πίνακα, έχει υπολογισθεί για χαλκό ειδικής αγωγιμότητας $5,6 \cdot 10^7$ [$\text{π} \cdot \text{Ω} \cdot \text{m}$]. Στις περιοχές του πίνακα, που σημειώνονται με (*), λόγω της μικρής διαμέτρου δεν είναι δυνατός ο καθορισμός της ανοχής. Στις περιοχές αυτές η παραδοχή ή η απόρριψη γίνεται με βάση την ωμική αντίσταση.

11.1 ΜΕΓΑΩΜΕΤΡΟ (MEGGER) ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ - ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

Ἐάν καλέσωμεν I_1 καὶ I_2 τὰ ρεύματα διὰ τῶν πηνίων 1 καὶ 2 ἀντιστοίχως καὶ F_1 , F_2 τὰ ἄροισμα τῶν δύναμεων τῶν ἐμπαισθημένων ἐπὶ τῶν δύο τοῦτων πηνίων ἀντιστοίχως τότε ἀναλυόντας ταῦτα εἰς τὰς καθέτους συνιστώσας τῶν θ_1 καὶ θ_2 ἔχουμεν

$$F'_1 = F_1 \cup \nu\varphi \quad \text{και} \quad F'_2 = F_2 \cup \nu\alpha$$

οὕτω προκαλοῦν ροπὰς ἡλεκτρικὰς M , καὶ M_2 ἀντιστοίχως .

Ἐάν, θεωρήσωμεν ὅτι ἡ μαγνητική ἐπαγωγή ἐλαττοῦται ἀπὸ τὴν μεγαλυτέραν αὐτῆς τιμὴν B_m εἰς τὸ μέσον συνάρτησι τοῦ συναμιγμένου τῆς γωνίας α ἥτοι

$$B = B_{\text{συνα}}$$

τότε αἱ ἡλεκτρικαὶ ροαὶ τῶν δύο πηγῶν διὰ μίαν γωνίαν τοῦτων 90° καὶ ἐντάσεις I_1 καὶ I_2 θά εἶναι

$$M_1 = C_1 I_1 B_m \sigma_{\text{ααα}} \quad (\text{όπου } C_1, C_2 \text{ συντελεστές άναλογίας})$$

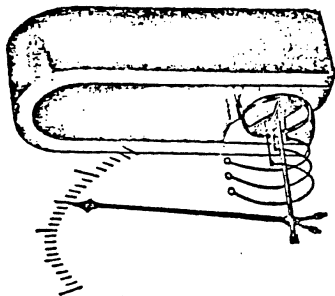
$$M_2 = C I_2 B \sin(90 - \alpha) = C I_2 B_m \eta \mu \hat{a}, \text{ το } M_1$$

αυξάνονται και το M_2 αυξάνεται. Είς το σημειον αύτο εις το δροϊον $M_1 = M_2$ τα διασταυρούμενα πηρία δινητοποιούνται ήτοι δταν

$$C_1 I_1 B_{\text{συνα}} - C_2 I_2 B_{\text{ημα}}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{C_2^2}{C_1^2} = C \frac{\eta \mu_a}{\sigma \nu \nu a} = C \varepsilon \varphi \alpha \quad (1) \quad (\varepsilon \nu \vartheta \alpha \quad C_2^2 = C).$$

Ἄρα ἡ ἀπόκλησις τοῦ ὀργάνου εἶναι μία συνάρτησις τοῦ πηλίκου τῶν δύο ρευμάτων τὰ ὅποια διαρρέουν τὰ κηρία

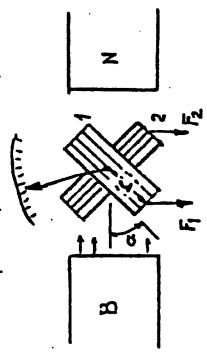
[illegible]

Ex. 13

Ἔνα τοιοῦτον ὄργανον οἰκονύσσεται εἰς τὸ Σχ. 13 (κατασκευασθὲν ὑπὸ τῆς φέρμας Kartmann und Braun). Εἰς τὸ διὰ δάκτυλον ἄκρος μεταξὺ τῶν πόλων ἑνὸς μονήμιου μαργήτου εὐδαιμονισαμένου μονήμιου στερεωμένος πυρήν σιδήρου. Τὸ μονήμιον γνηθῆται ἐν τῷ δακτύλῳ τοῦ ἄκρου εἰς τὰς διαφύλλους θέσεις τοῦτοῦ εἰναι ἀνομοιόμορφως ἰσχυρὸν (μὴ ὁμογενές). Ἐντός τοῦ διακτύλου τοῦτοῦ εἰναι διατεταγμένα δύο πηνία, προσηρμοσμένα καθέως μεταξὺ τῶν (ἢ πρὸς μίαν κατεύθυνσιν) ἑλικοειδῶς στρεφτὰ περί τῆς ἀξὸς στρεφόμενος ἐπὶ τὸ ὄργανον. Μὲ τὸν ἀξὸνα τῶν πηνίων εἰναι συνδεδεμένος καὶ ὁ δέξτης τοῦ ὄργανου. Τὸ πηνίον διαβιβάζεται εἰς ἀμφοτέρω κατεύθυνσιν τοῦ ὄργανου. Μὲν τῶν μεταλλικῶν ταυμάτων ἀπὸ ταῦτα ὁ δέξτης ἔχων οὐδεμίαν ἑπανακτικὴν δύναμιν (δηλαδή δὲν πρὸς μετακίνησιν περὶ ἑπανακτικῶν ἐλαστηρίων) εἰς τῶντων ὥστε παρακινῆται περὶ ἑπανακτικῶν μηχανικῆν ῥοπήν καὶ ἔξασκεται ἐπὶ τοῦ κινήσεως τοῦ συστήματος. Οὕτω τὰ διατεταγμένα πηνία καὶ ὁ δέξτης τοῦ ὄργανου δὲν εἰναι συνδεδεμένοι μετ' ὁ ἑαυτῶν ἀλλ' ἔχουν καμίαν σταθερὰν ἑστίαν ἰσορροπίας (δηλαδή δύναται νὰ ἀκίνητον εἰς οἰανδήποτε θέσιν). Τὰ δύο πηνία εἰναι κατὰ τοιοῦτον τρόπον συνδεδιομοιογενήματα ὥστε κατὰ τὴν διαμάρτησιν αὐτῶν ὑπὸ πρῆματος αἱ ῥοπαὶ στρέφωσιν αὐτῶν νὰ εἰναι μεταξὺ τῶν ἀντιθέτων. Αἱ παραγόμεναι ῥοπαὶ στρέφωσιν, κατὰ τὴν διαμάρτησιν τοῦ ὄργανου ὑπὸ πρῆματος ἔξασκονται κατὰ τὸν ἑκάστοτε πᾶν κατὰ τὴν ἑστίαν εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ῥοπή νὰ στρέφωσιν ἀπὸ τοῦ ὄργανου κατὰ τὴν ἑστίαν εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ῥοπή νὰ στρέφωσιν τοῦ ἑκαστοῦ πηνίου. Τὰ διατεταγμένα πηνία στρέφωσιν τοῦ ἑκαστοῦ πηνίου ὥστε κατὰ τὴν ἑστίαν εἰς τὴν ὁποίαν ἡ ῥοπή νὰ στρέφωσιν τοῦ ἑκαστοῦ πηνίου, ἔνεκα δὲ τοῦτοῦ ἡ ἑκάστοτε θέσις τῶν πηνίων ἔξασκονται κατὰ τὴν ὁποίαν τὴν ἐντάσαν τῶν πηνμάτων εἰς τὰ δύο πηνία.

2- Αρχή λειτουργίας του Megger

Το όργανο αυτό βασίζεται επί της αρχής λειτουργίας των οργάνων μετά διεστρωμένων πηνίων.



Σχ. 8.3
 γεται: δύο τριών (δράσεις επί πολυήμεν λίθων) δεν φέρει δέ διεστρωτικά έλαστικότητα, ως συμβαίνει εις τά όργανα μετά κινητού πηνίου.

Εάν διά του πηνίου 1 διέρχεται ρεύμα έντάσεως J_1 , άσκει-
 ραι επί αυτού δύναμις F_1 διδεμένη υπό της σχέσεως

$$F_1 = C_1 J_1 B$$

όπου Β ή μαγνητική ένταση του πεδίου κτίσι σταθερά έξαρ-
 τήμενη εκ του πηνίου (διαστάσεις, άριθμός έλινγμάτων).

Η δύναμις F_1 προκαλεί ροπήν M_1 ως προς τον άξονα περιε-
 τρούς, (Σχ. 8.4)

$$M_1 = F_1 r_1 \text{ ευναι} = C_1 J_1 B r_1 \text{ ευναι}$$

ή $M_1 = K_1 J_1 \text{ ευναι}$
 ένθα $K_1 = C_1 B r_1$ σταθερός άριθμός.

Ομοίως εάν διά του πηνίου 2 (σχηματίσαντος γωνίαν 90° α
 μετά του άξονος του μαγνητ. πεδίου) διέρχεται ρεύμα έν-
 τάσεως J_2 ή ροπή στρέψεως θά είναι

$$M_2 = K_2 J_2 \text{ ηλια, όντα } K_2 \text{ σταθερός άριθμός.}$$

Αί δύο ροπαί έχουν αντίθετους διευ-
 θυνσεις, το πηνίον δό ισορροπία
 εις την θέσιν όθον $M_1 = M_2$
 ήτοι

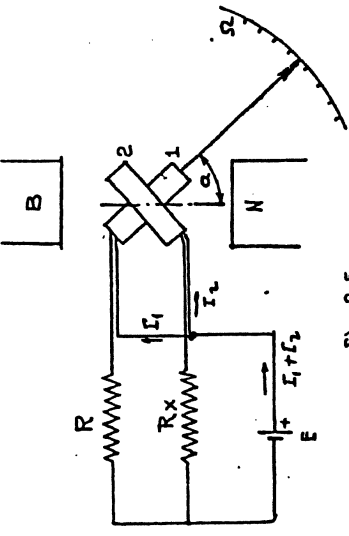
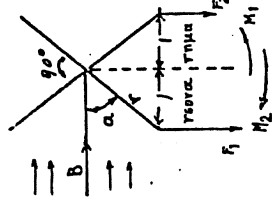
$$K_1 J_1 \text{ ευναι} = K_2 J_2 \text{ ηλια}$$

$$\text{ή } \frac{J_1}{J_2} = \frac{K_2 \eta \text{λια}}{K_1 \text{ευναι}} = \frac{K_2}{K_1} \text{εφα} = K \text{εφα}$$

όθον $K = \frac{K_2}{K_1}$ σταθερός άριθμός.

άλλαδή ή θέσις την όποιαν θά λάβη ό
 άξον (καί ό μετ αυτού κινούμενος
 δείκτης) έξαρτάται εκ του λόγου των
 έντάσεων των δύο πηνίων.

Τά όργανα αυτά είναι κατάλληλα διά
 την μέτρησην έντάσεων.



Σχ. 8.5
 'Εάν εις την σύνδεσιν του Σχ. 8.5 R_x ή άγνωστος έντάσεως
 καί R γνωστή τοιαύτη, αι δέ έντάσεις των πηνίων, άμει-
 τέει, είναι

$$J_1 = \frac{E}{R}$$

$$J_2 = \frac{E}{R_x}$$

$$\text{εφα } \frac{J_1}{J_2} = \frac{R_x}{R}$$

ή φ'ιτέρου είναι

$$\frac{J_1}{J_2} = K \text{εφα}$$

εφα $\frac{R_x}{R} = K \text{εφα}$

$$\text{καί } R_x = R \cdot K \text{εφα}$$

Εάν ή R είναι σταθερά έντάσεως (έντός του όργάνου)

$$R_x = \mu \cdot \text{εφα}$$

(μ σταθερός άριθμός)

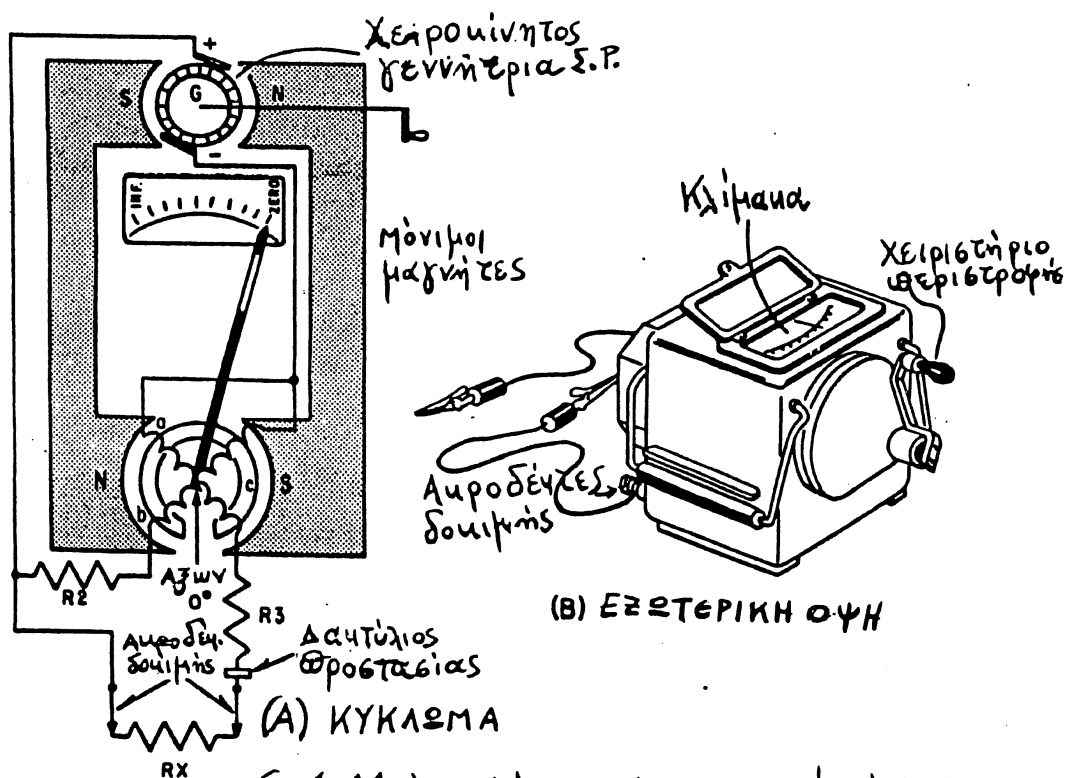
Η θέσις την όποιαν θά λάβη ό δείκτης (χαρκτηριζο-
 μένη υπό της γωνίας α) είναι ένδεξαστος της τάσεως Ε της
 πηγής. Επομένως εάν ή πηγή είναι μια άνομομηχανή, της όποι-
 ας ή τάσις έξαρτάται εκ της ταχύτητος περιστροφής, ή ένδει-
 ξις θά είναι ένδεξαστος της ταχύτητος ταύτης.

Η κλίμαξ του όργάνου είναι άπ' εύθείας βαθμολογημένη εις α
 (ή πολλαπλάσια αυτού). Η βαθμολόγησις της κλίμακας δεν εί-
 ναι άμοιόμορρος. (όχι είναι μν τραχηλινύ).

3 - ΜΕΓΑ - ΩΜΟΜΕΤΡΟ (MEGGER) ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ

α — Ένα σύνηθες ωμόμετρο δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση αντίστασης πολλών εκατομμυρίων Ωμς όπως είναι οι μονώσεις των καλωδίων και των ηλεκτρικών μηχανών. Για αποτελεσματική δοκιμή μιάς μόνωσης η οποία έχει διασπασθεί είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί τάση μεγαλύτερη από αυτή που διαθέτει το ξηρό στοιχείο (μπαταρία) ενός απλού ωμόμετρου.

β — Ένα όργανο που ονομάζεται μέγα-ωμόμετρο χρησιμοποιείται για αυτές τις δοκιμές (ΣΧ. 1). Το μεγα-ωμόμετρο είναι φορητό όργανο καθ' αποτελείται από δύο κύρια στοιχεία: α) Τήν χειροκίνητο γεννήτρια Σ.Ρ. η οποία παράγει την απαραίτητη τάση για την εκτέλεση της μέτρησης και β) το όργανο ένδειξης της τιμής της αντίστασης που μετριέται. Το όργανο έχει δύο διασταυρωμένα πηνία α ρεύματος και β' τάσης που είναι τοποθετημένα υπό σταθερά γωνία μαζί με το δείκτη στον πυρήνα C. Όλο το στοιχείο είναι ελεύθερο να στρέφεται στο μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από δύο μόνιμους μαγνήτες.



ΣΧ.1 Μέγα-ωμόμετρο, Α.Εσωτερικό κύκλωμα
Β.Εξωτερική όψη.

Τό πηνίο β τείνει νά κινεί τό δείκτη αριστερόστροφα πρὸς τό άπειρο ενώ τό πηνίο α δεξιόστροφα πρὸς τό μηδέν,

Τό πηνίο α (ρεύματος) συνδέεται εν σειρά μέ τήν αντίσταση R_3 καί τήν άγνωστη αντίσταση R_X η οποία συνδέεται στους ακροδέκτες δοκιμής " ΓΡΑΜΜΗ " καί " ΓΕΙΩΣΗ " .

Τό πηνίο β (τάσης) συνδέεται εν σειρά μέ τήν αντίσταση R_2 . Καί τό δύο προαναφερθέντα κυκλώματα συνδέονται στό + καί - της εξόδου της χειροκίνητης γεννήτριας. Η τροφοδότηση τών πηνίων γίνεται μέ εύκαμπτους αγωγούς. Δέν υπάρχουν επανατακτικά ελατήρια στό κινητό στοιχείο τού οργάνου. Έτσι όταν η γεννήτρια δέν περιστρέφεται ο δείκτης είναι ελεύθερος νά ηρεμεί σέ οποιαδήποτε θέση τής κλίμακας.

Ο δακτύλιος προστασίας (GUARD) δέν επιτρέπει στά ρεύματα διαρροής νά περνούν μέσα από τό κύκλωμα τού οργάνου, οδηγώντας τα στόν αρνητικό πόλο τής γεννήτριας καί νά επηρεάζουν έτσι τήν ένδειξη του.

Σέ όργανα πού χρησιμοποιούν τάση μεγαλύτερη τών 500 V συνδέουν τόν δακτύλιο στό εξωτερικό κύκλωμα διά τού ακροδέκτη G ώστε νά συμπεριλαμβάνεται στό κύκλωμα προστασίας καί η μόνωση πού δοκιμάζεται.

Δέν κυκλοφορεί ρεύμα στό πηνίο α όταν οι ακροδέκτες " ΓΡΑΜΜΗ " καί " ΓΕΙΩΣΗ " είναι ανοικτοί, αντίθετα όμως κυκλοφορεί ρεύμα (εσωτερικό κύκλωμα) στό πηνίο β, τό οποιο αποκλείνει τόν δείκτη πρὸς τήν ένδειξη άπειρο (AP) της κλίμακας (η αντίσταση R_X είναι πολύ μεγάλη γιά νά μετρηθεί).

Όταν η αντίσταση συνδεθεί στους ακροδέκτες " ΓΡΑΜΜΗ " καί " ΓΕΙΩΣΗ " ρεύμα θά κυκλοφορήσει στό πηνίο α τείνοντας νά στρέψει τόν δείκτη πρὸς τό μηδέν (ΔΕ). Σέ αυτή τήν κατάσταση δημιουργούνται δύο αντιτιθέμενες ροπές από τά πηνία α καί β πού προκαλούν τήν ηρεμία τού κινητού πηνίου (καί τού δείκτη) στην θέση ισορροπίας των. Αυτή η θέση εξαρτάται από τήν τιμή τής εξωτερικής αντίστασης η οποία ελέγχει τό ρεύμα στό πηνίο α. Αν οι ακροδέκτες " ΓΡΑΜΜΗ " καί " ΓΕΙΩΣΗ " βραχυκυκλωθούν ο δείκτης ηρεμεί στό μηδέν επειδή τό ρεύμα τού πηνίου α είναι σχετικά μεγάλο.

Η R_3 περιορίζει τό ρεύμα στό πηνίο α γιά νά μήν καταστραφεί τό όργανο στίς μικρές ένδειξεις. Οι μεταβολές της τάσης της γεννήτριας Σ.Ρ δέν επηρεάζουν τό όργανο επειδή ενεργούν μέ τήν ίδια αναλογία καί στό δύο πηνία.

γ — Η τιμή τού μαγνητικού πεδίου είναι συνάρτηση της γωνίας περιστροφής καί δεδομένου οτι τό διάκενο τού αέρα είναι μεταβλητό, οι ροπές πού εξασκούνται σέ κάθε πηνίο θά είναι:

$$M_{K1} = K_1 I_1 f_1(\theta)$$

$$M_{K2} = K_2 I_2 f_2(\theta)$$

K_1 και K_2 είναι σταθερές που εξαρτώνται κυρίως από την μαγνητική επαγωγή του πεδίου (B) από τις σπείρες του πηνίου (W) από την ακτίνα του πηνίου (r) και από το ενεργό μήκος του πηνίου (l).

Οι φορές των ρευμάτων I_1 και I_2 είναι τέτοιες ώστε οι M_{K1} και οι M_{K2} να είναι αντίθετης φοράς. Το κινητό στοιχείο ηρεμεί όταν $M_{K1} = M_{K2}$

Αυτή η κατάσταση ισορροπίας δίδει τη σχέση:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{K_2}{K_1} \cdot \frac{f_2(\theta)}{f_1(\theta)} = K \cdot f(\theta) \quad (\text{Σχ 2})$$

Αρα η απόκλιση του δείκτη του οργάνου είναι μία συνάρτηση του πηλίκου των δύο ρευμάτων που διαρρέουν τα πηνία α και β, γι αυτό τα όργανα αυτού του είδους καλούνται και "όργανα πηλίκου",

δ — Οι γεννήτριες των Μεγα-ωμομέτρων που χρησιμοποιούνται στα πολεμικά πλοία είναι τάσης 500 VOLTS, 100 MW σέ ταχύτητα περιστροφής 160 ή 120 στροφών/λεπτό. Τα περισσότερα Μεγα-ωμόμετρα διαθέτουν μηχανισμό ολίσθησης στροφών ο οποίος λειτουργεί όταν η γεννήτρια περιστρέφεται γρηγορότερα από 160 στροφές/λεπτό για να αποφευχθεί υπέρταση. Για την μέτρηση μεγαλύτερων αντιστάσεων χρησιμοποιούνται μεγαλύτερες τάσεις. Τελευταία οι γεννήτριες Σ.Ρ. έχουν αντικατασταθεί από γεννήτριες Ε.Ρ. των οποίων η έξοδος μετατρέπεται σέ Σ.Ρ. διαμέσου ανορθωτικής διάταξης. Επίσης έχουν προστεθεί περισσότερες της μίας κλίμακας διά μετατροπής του εσωτερικού κυκλώματος του οργάνου.

4 - ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΟΡΓΑΝΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ

(I) — Χρησιμοποιήσατε το όργανο σέ σταθερή και σχεδόν επίπεδη επιφάνεια και ΕΚΤΟΣ ισχυρών μαγνητικών πεδίων. Για να ελέγξετε την ένδειξη "άπειρο" στρέψατε την γεννήτρια σέ ταχύτητα 160 στροφές/λεπτό χωρίς ακροδέκτες, ο δείκτης πρέπει να δείχνει στό ΑΠΕΙΡΟ.

Για να ελέγξετε την ένδειξη Μηδέν βραχυκυκλώσατε τούς ακροδέκτες ελέγχου (ΓΡΑΜΜΗ-ΓΕΙΩΣΗ) στρέψατε την γεννήτρια ο δείκτης πρέπει να δείχνει στό μηδέν.

1.- Πρίν χρησιμοποιηθεί το όργανο σέ εγκατάσταση ή σέ ηλεκτρική μηχανή θά πρέπει νά δοκιμάζονται όλα τά άκρα τών καλωδίων και μηχανών για νά βεβαιωθείτε ότι δέν υπάρχει τάση μεταξύ τών άκρων και μεταξύ κάθε άκρου πρós την γή. Δοκιμή μέ τό όργανο ενεργοποιημένων καλωδίων και μηχανών θά επιφέρει την καταστροφή αυτού.

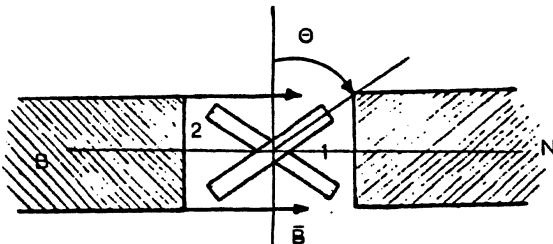
2.- Οπου υπάρχουν συνδεδεμένοι ημιαγωγοί (δίοδοι-τρανζίστορ) σέ κυκλώματα και μηχανές που πρόκειται νά δοκιμασθούν θά πρέπει νά γεφυρώνονται ή νά αφαιρούνται για νά μήν καταστραφούν.

3.- Οι υπάρχοντες πυκνωτές θά πρέπει νά εκφορτίζονται.

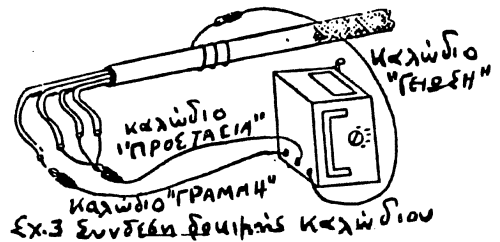
4.- Γιά νά μετρήσουμε μόνωση συνδέουμε τόν ακροδέκτη LINE (ΓΡΑΜΜΗ) σέ αγώγιμο άκρο τού υπό δοκιμήν αντικειμένου τού ακροδέκτη ΓΕΙΩΣΗ (GROUND) σέ μία πολύ καλή γείωση, μέ τήν οποία νά έρχονται σέ επαφή τά μή αγώγιμα μέρη τού δοκιμαζομένου αντικειμένου. Ο ακροδέκτης GUARD σέ μονωμένο τμήμα τού δοκιμαζομένου αντικειμένου.

(II)-Γιά τόν καθορισμό τού ελάχιστου επιτρεπτού όριου αντίστασης μόνωσης τών ηλεκτρικών εγκαταστάσεων καί μηχανών νά συμβουλευέσθε τίς τεχνικές οδηγίες Ναυτικού τό ΝSTM καί τά εγχειρίδια τού κατασκευαστή. Ενδεικτικά αναφέρονται ελάχιστα όρια μόνωσης κυκλωμάτων πλοίων

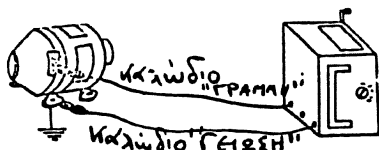
- α) Κυκλώματα δυνάμεως 1 ΜΩ
- β) Κυκλώματα φωτισμού 0,5 ΜΩ
- γ) Αντιμαγνητικό καλώδιο 0,1 ΜΩ



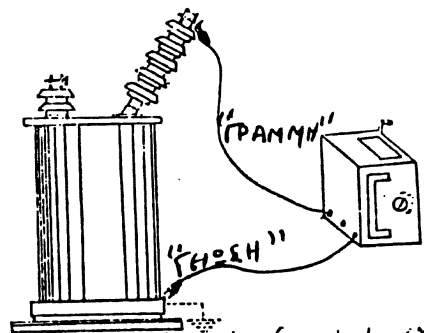
Σχ. 2 Όργανο διαστ. θηνίων (γωνία)



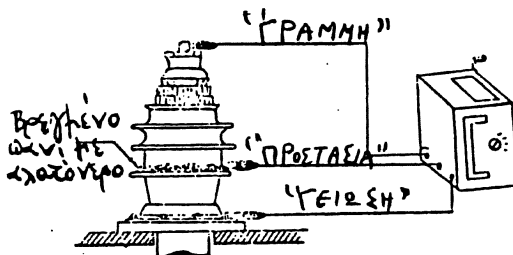
Σχ. 3 Σύνδεση θηνιού καλώδιου



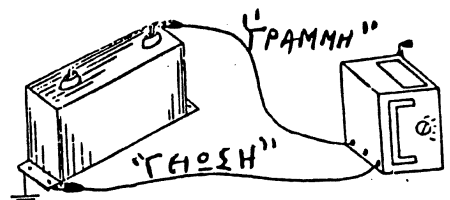
Σχ. 4 Σύνδεση θηνιού μηχανής



Σχ. 5 Δομική μεταβλητικότητα

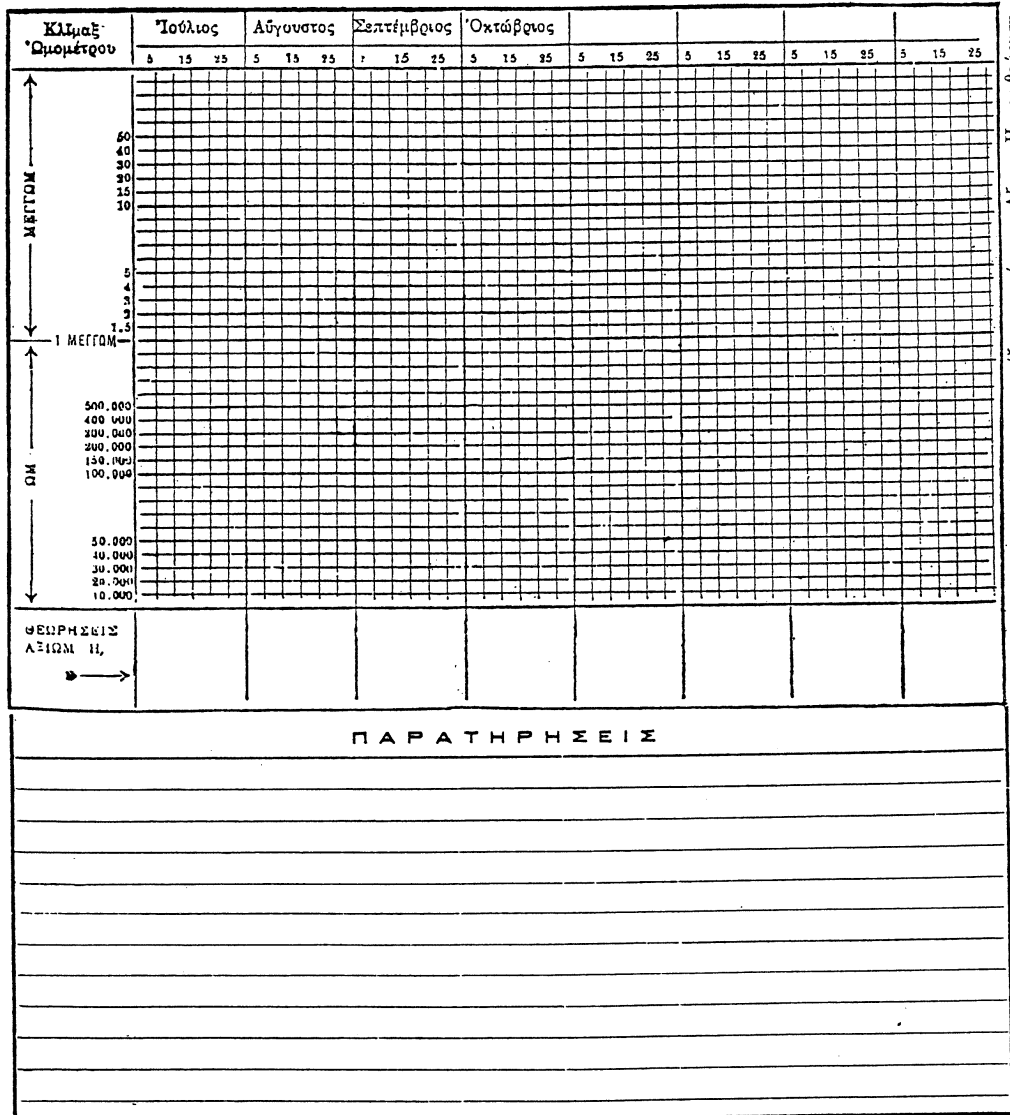


Σχ. 6 Δομική διαφορά πόντιρα.



Σχ. 7 Δομική σύνδεση

Μηχάνημα :



*-Έντονο για τη χαράξη διαγράμματος (Rkon, t) προς παρακολούθηση της αντίστασης μονώδως σε διάφορα μηχανήματα βελήγια.

11.2 ΜΕΤΡΗΣΗ ΜΟΝΩΣΕΩΝ

1- ΓΕΝΙΚΑ

Ἡ διατάξεις καὶ ἡ καλὴ λειτουργία τῶν ηλεκτρικῶν μηχανῶν καὶ εγκαταστάσεων ἐξαρτῶνται ἀπὸ τὴν κατάστασιν τῶν μονώσεων αὐτῆς. Διὰ τοῦτο πρέπει αὕτη νὰ ἐλέγχεται περιοδικῶς.

Ἡ μόνωσις εἶναι μίᾳ ἀντίστασις μεγάλης τιμῆς καὶ ἐπομένως πρὸς μέτρησιν μιᾶς μονώσεως εἶναι δύναται ἡ χρησιμοποίησις οὐδαμῶς τοῦ μεθόδου μετρήσεως ἀντιστάσεων.

Συνήθως ἐν τοῖς τοῖς, διὰ τὴν μέτρησιν τῶν μονώσεων ποιεῖται ἐξίσω δόξα, καλούμενον μεγέμετρον ἢ δόξαν Megger. Τοῦτο ἔχει πλὴν τοῦ κοινῶς δογάνου καὶ μικρὰν χειρὸς μηχανήν ἐννομομηχανήν, ἡ ὁποία παράγει τὸ διὰ τὴν μέτρησιν ἀπαιτούμενον ρεύμα. Ἡ δυναμηχανὴ αὕτη παράγει τῶν μέγιστον 500 V, ὅπου δὲ ἡ μέτρησις τῆς μονώσεως γίνεται ὑπὸ πᾶσιν περιστάσεσιν τῆς τάσεως λειτουργίας.

Ἡ τάσις τῶν 500V εἶναι ἐπικινδύνος διὰ τὸν ἄνθρωπον διότι ἡ μηχανή ἔχει μεγάλην ἐσωτερικὴν ἀντίστασιν (μικρὸν ὅσον) καὶ ἐπερίεως, ἐάν κλείστῃ κύκλωμα μέσῳ τοῦ ἀνθρώπου σωματός, τὸ ρεύμα τὸ ἔκτοιν ἐκ τοῦ σώματος αὐτοῦ εἶναι ἐξαιρετικῶς μικρὸν, μὴ δυνάμενον νὰ προκαλέσῃ ηλεκτροπληξίαν.

Τὸ ὄργανον εἶναι βαθμολογημένον εἰς Ωμ, ἢ πολλαπλάσιον αὐτοῦ. (1 KΩ = 10³ Ω, 1 MΩ = 10⁶ Ω).

Διὰ τὴν ἐκτέλεσιν τῆς μετρήσεως μονώσεως μεταξύ δύο ἀγόνων, συνδέομεν τοῦτον πρὸς τοὺς ἀποδέκτας τοῦ δογάνου καὶ περιστρέφομεν τὸν χειροστρόφαλον τῆς δυναμηχανῆς. Ἡ τιμὴ τῆς ἀντιστάσεως μονώσεως δίδεται ἀπ' εὐθείας ὑπὸ τοῦ δείκτη τοῦ δογάνου.

Ἡ ἐνδειξις τοῦ δογάνου εἶναι ἀνεξάρτητος τῆς ταχύτητος περιστροφῆς τοῦ χειροστροφάλου. Ἐν τούτοις ἐνδείκνυται ὅπως ἡ ταχύτης αὕτη εἶναι περίπου 20στρ/γ'.

2 ΜΕΤΡΟΙΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΣ

Ἐν πρώτοις μετῶνται ἡ ἀντίστασις μονώσεως ὁλοκληρου τῆς εγκαταστάσεως ὡς πρὸς τὴν γῆν. Εἰς τὸν πίνακα διανομῆς ἀφαιροῦνται αἱ ἀσφάλειαι καὶ ἐάν

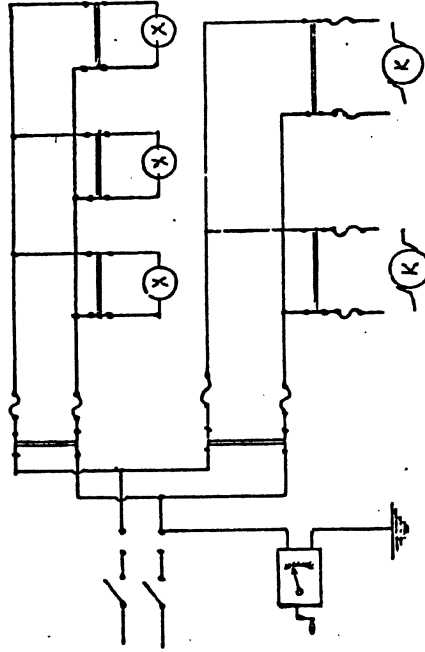
ὑπάρχῃ προσγειωμένον οὐδέτερον ἀγωγὸς (ὁ ὁποῖος δὲν ἔχει ἐσφάλειαν) ἀποσυνδέεται ἀπὸ τοῦ δικτύου. Κατ' αὐτὸν τὸν τρόπον δὲν ὑπάρχει καμία ἀγωγίμος συνδέσις τῆς εγκαταστάσεως πρὸς τὸ δίκτυον τροφοδότησεως.

Κλείονται ὅλοι αἱ διακόπται τῆς εγκαταστάσεως καὶ παρεμβάλλονται ὅσαι αἱ συσκευαὶ (λυχνίαι, θερμαντικὰ σώματα κλπ) πλὴν κινητῶν οἱ ὁποῖοι ἐλέγχονται χωριστὰ, ὡς νὰ ἐπρόκειτο περὶ καταστάσεως λειτουργίας.

Εἰς τὸν πίνακα, ἡ καὶ εἰς οἱ ἀνδρότε καλὴν θέσιν τῆς εγκαταστάσεως, συνδέεται εἰς ἀγωγὸς αὐτῆς πρὸς τὸν ἑνῆ ἀποδέκτην τοῦ μεγεμέτρου, ἐνῶ ὁ ἕτερος ἀποδέκτης αὐτοῦ συνδέεται ἀγωγίμως πρὸς τὴν γῆν.

Ἡς προσγειώσεως δύναται νὰ χρησιμεύσῃ σωλὴ. ὁδρεύσεως, προσγεώσεως ἀλεξικερταύου, εἰς πλοῦα πᾶν ἀγώγιμον τεμάχιον τοῦ σκάφους καὶ εἰς εγκαταστάσεις ξηρὰς χρησιμοποιοῦσας προσγειωμένον οὐδέτερον ἀγωγόν, ὁ ἀγωγὸς αὐτὸς τοῦ δικτύου.

Στρέφεται τὸ χειροστρόφαλον τοῦ δογάνου καὶ ἀναγιγνώσκεται ἐπὶ τῆς κλίμακος ἡ ἐνδειξις τῆς ἀντιστάσεως.



Σκ. 8.1

Εἰς τὸ Σκ. 8.1 παρίσταται ἐγκατάστασις τροφοδότησεως 2 καλωδίων ἑνὸς φασίου καὶ ἑτέρου κενήσεως. Ἐχουν κλεισθῆ ὅσιντες εἰς διακόπται πλὴν τοῦ γενικού καὶ ἔχουν ἀφαιρηθῆ αἱ γενικαὶ ἀσφάλειαι. Ἀνασεί π. λυχνίαι εἶναι συνδεδεμένα ὡς ἐν ἐπρόκειτο περὶ καταστάσεως λειτουργίας.

Οι κινητήρες έχουν υποσυνδέση.

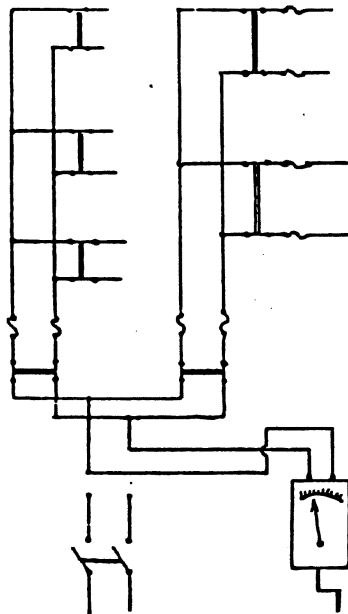
Συνήθως αντίστασεις μονώσεως της εγκαταστάσεως άνω του 1 MΩ (= 1.000.000 Ω) θεωρούνται ικανοποιητικές, περί τέ 500 KΩ μέτρειται και άνω 100 KΩ και κάτω καίται.

Οι γεωμετρικοί κανονισμοί δρίζουν σαφέστερον ότι η ελαχίστη επιτρεπτή αντίστασις μονώσεως μιας εγκαταστάσεως, μετρούμενη εώς Ω είναι 1000πλασία της τάσεως λειτουργίας, εώς V μετρομένης.

Ούτω διά τάσιν λειτουργίας ITON η ελαχίστη επιτρεπόμενη αντίστασις μονώσεως είναι ITON KΩ. Διά τάσιν 220V αυτή είναι 220 KΩ κ.ο.κ.

Εν συνεχεία μετράται η αντίστασις μονώσεως μεταξύ άγωγών της εγκαταστάσεως εώς την έκτέλεισιν της μετρήσεως σύτης κλείνεται και πάλιν όλοι οι διακόπται άλλ' άφαιρούνται όλοι αι λυχνίες και λοιπαί καταναλώσεις (αί λομπητρούδες (ντουί) παρεμύνουν).

Τώρα οι δύο άκροδέκται του μεγαμέτρου συνδέονται προς τους δύο άγωγούς, ως δεικνύεται εώς τό Σχ. 8.2, τό όποιον παριστά την αυτήν, ως και πρότερον, εγκαταστάσιν.



Σχ. 8.2

και εώς την μέτρησιν αυτήν αι αντίστασεις μονώσεως πρέπει νά είναι ως εις προηγουμένως όρισθείσαι.

Μέτρησις μονώσεως μηχανών

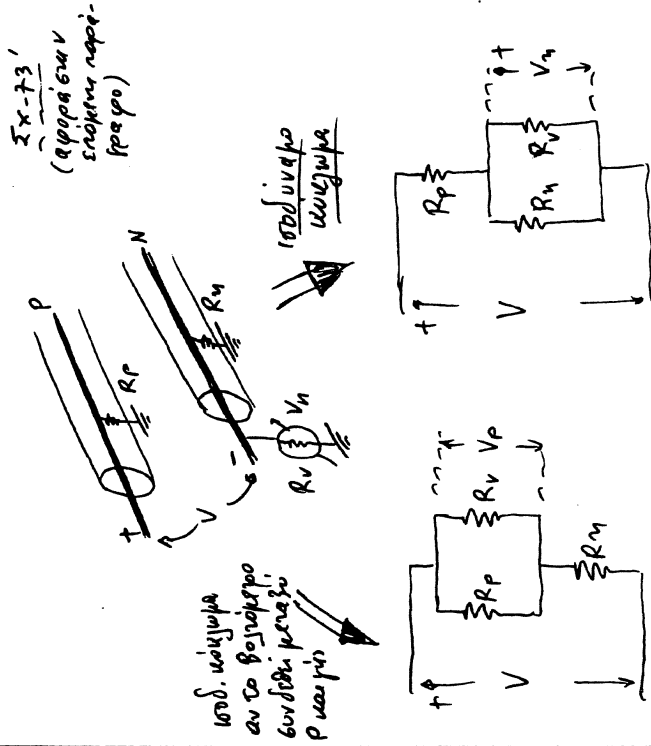
Αι μονώσεις των μηχανών ελέγχονται κατ' άλλον τρό-

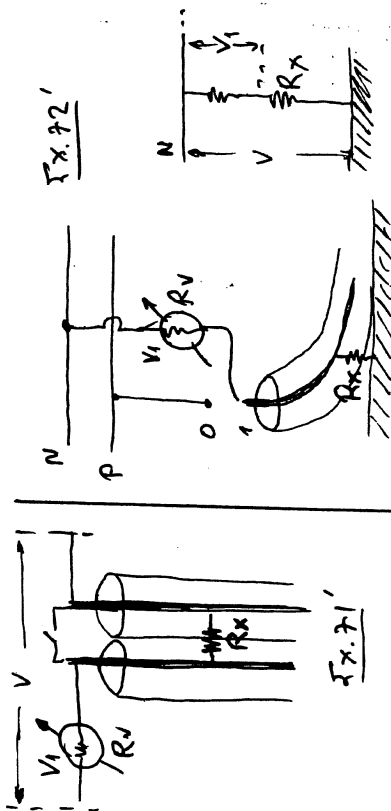
πον, διά χρήσεως ύψηλης τάσεως. Εν τούτοις ή διά μεγαμέτρου μέτρησις της αντίστασεως μονώσεως γίνεται πολύ συχνά προς έλεγchon της καταστάσεως της μονώσεως του μηχανήματος κτ' άποτελει ένδεικτικόν στοιχείον πολύ χρήσιμον διά την προηκούσθην της καταστάσεως της μηχανής.

Διά του μεγαμέτρου ελέγχεται ή μόνωσις των άγωγών της μηχανής ως προς τό περίβλημα (σώμα) αυτής.

Άρκει να συνδεθ' ό εώς άκροδέκτης του μεγαμέτρου εώς έν ομόδηστον τμήμα του άγωγίου μέρους της μηχανής (κ.χ. εώς τον ένν άκροδέκτην αυτής), ό δέ έτερος άκροδέκτης του μεγαμέτρου να συνδεθ' ένι του σώματος αυτής.

Αντίστασις μικρότερα των 700000 Ω είναι μη ικανοποιητική και πρέπει ήμέσως νά έντοπίζεται ποίον είναι άσθενές σημείον της μονώσεως και νά έντονεύεται.



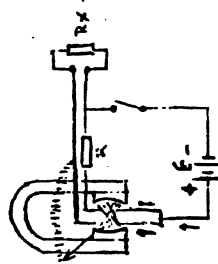


Ex. 71'

3 - Μέτρησης των αντίστασεων των μονώσεων Αφωγών

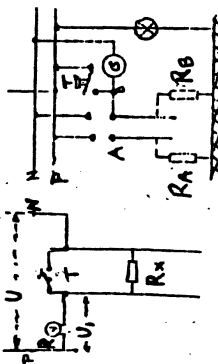
Αι μονωτικές ύλεις των άφωγών δεν μονώνουν ποτέ απο-
λύτως αυτούς διότι άρ' ενός μέν απολύτως μονωτικά ούσαι δεν
υπάρχουν άρ' έτέρου δε αι μο-
νωτικά ούσαι μεταβάλλονται
μέ την πάροδον του χρόνου. Αι
μεταβολαί αΐται δύναται νά
κατασφύρουν τελεώς τής μο-
νώσεως εάν αΐται είναι έκτε-
θειμέναι εις χημικάς μεταβο-
λές η έν ύγρασία.

Εάν λοιπόν τοποθετηθώμεν μέν
τάσιν εις δύο άγωγούς μονώ-
μένους μεταξύ των τότε πέλει
ένα έστω καί ελάχιστον ρεύμα
έκδ' των έναν άγωγόν μέσω της
μονώσεως προς τόν άλλον. Τό
ρεύμα τούτο πρέπει νά είναι
πολύ μικρόν οπιοδή ή αντίστασις μεταξύ των άγω-
γών ή δυνατομένη αντίστασις μονώσεως πρέπει νά είναι άσόν
τό δυνατόν μεγαλυτέρα. Διά τής μετρήσεως τής αντίστασεως
ταύτης έχομεν την καλλιτέραν εικόνα διά την κατάστασιν τής
μονώσεως των άγωγών μιας έγκαταστάσεως. Επειδή ποτέ δεν δυ-



Ex. 74 (Wheeler)

νάμεθα εις τούς άγρούς χώρους νά έχομεν την αύτην άντί-
στασιν πού έχομεν καί εις τούς έξηρούς διά τούτο οι κανο-
νισμοί δεν δίδουν καθυφαινομένης τιμές πού πρέπει νά έχη ή
αντίστασις μονώσεως μόνον επιβάλλουν εις συνθήρας έγκατα-
στάσεις εις έτηράν χώρον την αντίστασιν μονώσεως μεταξύ δύο
άγωγών νά είναι χιλίας φορές μεγαλυτέρα τής τάσεως λει-
τούργιας ούτω π.χ. μία έγκατάστασις 220 V πρέπει νά έχη
τό ελιγώτερον αντίστασιν μονώσεως 220000 Ω. Επειδή όμως
ή αντίστασις μονώσεως γίνεταί τόσο μικροτέρα όσοι μακρό-
τεροι είναι οι άγωγοί διά τούτο διά την εξέτασιν τής δ-
υστάσεως μονώσεως εις μέν γραμμήν μετρώμεν ταύτην με-
ταξύ δύο διαδοχικών ασφαλειών τής γραμμής ή μετά την τε-
λευταίαν ασφαλειαν. Μία βεβαία μέτρησις τής αντίστασεως
μονώσεως είναι δυνατή μόνον μέ τάσιν, διά τούτο οι κανο-
νισμοί άπαντούν όπως τοιαύται μετρήσεις διεξάγυνται, μέ
την τάσιν του δικτύου ή τό ελιγώτερον μέ 100 V.



Ex. 71

Μέτρησις αντίστασεως
μονώσεως Rx
μετάς δύο άφωγών.

Ex. 72

Μέτρησις αντίστα-
σεως μονώσεως άρ-
προς την γήν.

Ex. 73

Μέτρησις αντίστα-
σεως μονώσεως άρ-
τά την διάρκειαν
λειτούργιας τής
έγκαταστάσεως.

(Για καμπύλη παρανόμια, βλ και τα
παράγραφα 71', 72' εν σελ. 137
και το Ex. 73' εν σελ.)

* — Μίαν άλλη συνδεσμολογία προς μέτρηση της αντίστασης με την τάση λειτουργίας δεικνύει το Σχ.71. Είς το όποιον εμφανίζονται δύο άγωγοι και η αντίστασις μονώσεως μεταξύ αυτών R_x . 'Η αντίστασις R_x είναι μέ' ένα βολτόμετρον (μέ την γνωστήν εσωτερικήν αντίστασιν R) εν σειρά συνδεσμολογημένη υπό την τάσιν λειτουργίας U . Δεικνύει τό βολτόμετρον την μερικήν τάσιν U_1 τότε ή τάσις της αντίστασεως μονώσεως είναι $U - U_1$ πρέπει δέ να υπάρχη ή σχέσις

$$\frac{R_x}{R} = \frac{U - U_1}{U_1} \quad \text{δηότε} \quad \boxed{R_x = \frac{R(U - U_1)}{U_1}} \quad (1) \Rightarrow \frac{R_x}{R} = \left(\frac{U}{U_1} - 1 \right)$$

Διά νά δυνάμεθα νά μετρώμεν εύκόλως την τάσιν λειτουργίας U υπάρχει ή έπαφή T ή οποία κλειομένη βραχυκυκλώνη την αντίστασιν προς μέτρηση R_x (διαν κλειφεται ή έπαφή T τό βολτόμετρον συνδέεται μέ τό δίκτυον καί δεικνύει την τάσιν αυτού).

* — Συνήθως ζητούμεν νά εύρωμεν την αντίστασιν μονώσεως όχι μόνον μεταξύ δύο άγωγών αλλά τό άγωγό έναντι της γής. Σχ.72 δεικνύει την συνδεσμολογίαν μίας τοιαύτης μετρήσεως ή οποία μπορεί νά γίνη μέ την τάσιν τοϋ δικτύου. Αι αντίστασις μονώσεως των δύο άγωγών A καί B , R_A καί R_B παρουσιάζονται έστιγμέναι. Είς την διάταξιν τοϋ σχ.72 μετράται ή αντίστασις R_B της μονώσεως τοϋ άγωγού B . Όταν ή έπαφή T είναι κλειστή τό βολτόμετρον δεικνύει την τάσιν τοϋ δικτύου καί μέ άνοιγμένη έπαφήν την τάσιν U_1 τοϋ τύπου (1). 'Επειδή ή ιδία αντίστασις R τοϋ βολτομέτρου είναι γνωστή δυνάμεθα μέ τον τύπον (1) νά εύρωμεν την αντίστασιν μονώσεως R_x . Κατά την μέτρησην πρέπει δ άλλος πόλος τοϋ δικτύου P νά γειωθί π.χ. είς μίαν σωληνώσιν νεροϋ. 'Επειδή υπάρχει πιθανότης καί δ πόλος N νά είναι γειωμένος όποτε μέσω γής θά προκληθί βραχυκύκλωμα συνιστάται νά συνδεσμολογείται μία λυχνία L ή οποία έμποδίζει τό βραχυκύκλωμα θά πρέπει όμως νά υπολογισθί καί ή αντίστασις

αυτής εάν έπιθυμούμεν λίαν άκριβή μέτρησην έπειδή όμως ή αντίστασις αυτής εν σχέσει μέ την αντίστασιν μονώσεως είναι πολύ μικρά συνήθως δέν την λαμβάνομεν μεχωρισηένως ύπ' όψιν μας.

* — Αι μέθοδοι μετρήσεως του άναφέρθησαν προϋποθέτουν ότι οι προς μέτρηση άγωγοί εύρίσκονται εκτός λειτουργίας. 'Εάν δέν έπιθυμούμεν νά διακόψωμεν την λειτουργίαν της εγκαταστάσεως δυνάμεθα νά χρησιμοποιήσωμεν την διάταξιν τοϋ Σχ.73. 'Εστω αι αντίστασις μονώσεως των προς μέτρηση άγωγών R καί R_H . Τό βολτόμετρον V μέ την ιδίαν εσωτερικήν αντίστασιν R συνδεσμολογείται κατ' άρχάς μεταξύ P καί γής όποτε έστω ότι δεικνύει την τιμήν U καί άκολουθως μεταξύ N καί γής έστω δέ ή ένδειξις αυτού Ρείς την περίπτωση ταύτην U_N . Τελικώς μετράται ή τάσις U μεταξύ P καί N . Αι αντίστασις μετρήσεως υπολογίζονται εκ των άκολούθων τύπων.

$$R_p = \frac{R(U - U_p - U_n)}{U_n} \quad \text{καί} \quad R_n = \frac{R(U - U_p - U_n)}{U_p}$$

α) 'Οργάνων μετά διασταυρουμένων πηνίων ως άμέμετρον διά την μέτρησην μεγάλων αντίστασεων.

Μέ ένα όργανον διασταυρουμένων πηνίων κατά τό Σχ.74 δυνάμεθα νά μετρώμεν την αντίστασιν R_x . 'Η μέτρον είς ετή είναι άνεξάρτητος της τιμής της τάσεως μετρήσεως. Είς τό ένα πηνιον συνδεσμολογείται ή σταθερά αντίστασις R . 'Η άπόκλισις τοϋ δέκτου τοϋ συστήματος δεί την τιμήν της αντίστασεως άπ' εύθείας είς 'Ωμ.

14 - Απόσπασμα από το άρθρο 20 - κ.φ.μ. του ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ
ΝΗΟΓΝΟΜΟΝΑ (1971) σχετικά με τις ΔΟΚΙΜΕΣ ως ΗΛ.
ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ.

Ἀντίστασις Μονώσεως

2002 ΟΡΓΑΝΑ — Ἡ ἀντίστασις μονώσεως θὰ μετρήται διὰ χρησιμοποίησεως αὐτοδυνάμου ὀργάνου ὡς τὸ ἀπ' εὐθείας ἐνδείξεων ὁμόμετρον τύπου μετὰ γεννητριᾶς παρεχούσης τάσιν κατ' ἐλάχιστον 500 Βόλτ.

Ὅταν κύκλωμα ἐμπεριέχῃ πυκνωτὰς συνολικῆς χωρητικότητος μείζονος τῶν 2 μικροφαρὰδ, θὰ χρησιμοποιῆται ὄργανον τύπου σταθερᾶς τάσεως πρὸς ἐξασφάλισιν ἀκριβείας εἰς τὰς ἀναγνώσεις τῶν μετρήσεων.

(α) ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΚΙΝΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΙ — Ἡ ἀντίστασις μονώσεως μετὰξὺ πάντων τῶν μονωμένων πόλων καὶ γῆς, καὶ ὅπου εἶναι ἐφικτὸν μετὰξ' ὁ πόλων, θὰ εἶναι κατ' ἐλάχιστον 1 Μεγώμ.

Ἡ ἐγκατάστασις δύνανται νὰ ὑποδικαιωθῇ καὶ δύνανται νὰ ἀποσυνδεθῶν καὶ συσκευαί ἐὰν αἱ ἀρχικαὶ μετρήσεις δίδουν κατώτερα ἀποτελέσματα ἀπὸ τὴν τιμὴν ταύτην.

(β) ΚΥΚΛΩΜΑΤΑ ΕΝΔΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ — Κυκλώματα λειτουργοῦντα ὑπὸ τάσιν 50 Βόλτ καὶ ἄνω θὰ ἔχουν ἀντίστασιν μονώσεως μετὰξὺ ἀγωγῶν, ὡς καὶ μετὰξὺ ἐκάστου ἀγωγοῦ καὶ γῆς, κατ' ἐλάχιστον 1 Μεγώμ.

Κυκλώματα λειτουργοῦντα ὑπὸ τάσιν κατωτέρων τῶν 50 Βόλτ θὰ ἔχουν ἀντίστασιν μονώσεως κατ' ἐλάχιστον 0,33 Μεγώμ.

(γ) ΠΙΝΑΚΕΣ ΖΕΥΞΕΩΣ, ΚΑΤΑΝΟΜΗΣ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗΣ — Ἡ ἀντίστασις μονώσεως θὰ εἶναι κατ' ἐλάχιστον 1 Μεγώμ μετρουμένη μετὰξὺ ἐκάστης συλλεκτηρίου ράβδου ρεύματος καὶ γῆς ὡς καὶ μετὰξὺ συλλεκτηρίων ράβδων. Ἡ μέτρησις αὕτη δύνανται νὰ ἐκτελεσθῇ ἀφοῦ ἀνοιχθοῦν ὅλοι οἱ αὐτόματοι καὶ ἀπλοῖ διακόπται καὶ ἀφαιρεθῶν ὅλα τὰ φυσίγγια ἀσφαλειῶν τῶν ἐνδεικτικῶν λαμπτήρων, λαμπτήρων ἀπωλειῶν, βολτομέτρων κλπ. καὶ ἀποσυνδεθῶν προσωρινῶς πηνία τάσεως τὰ ὅποια ἐν ἑναντίᾳ περιπτώσει θὰ ἠδύναντο νὰ βλαβοῦν.

(δ) ΓΕΝΗΤΡΙΕΙΣ ΚΑΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ. — Ἡ ἀντίστασις μονώσεως τῶν γεννητριῶν καὶ κινητήρων ὑπὸ κανονικᾶς συνθήκης λειτουργίας καὶ μετὰ πάντα τὰ ἐξαρτήματά των εἰς τὰς θέσεις των θὰ μετρηθῇ καὶ θὰ καταγραφῇ.

Ἡ μέτρησις θὰ ἐκτελεσθῇ, εἰ δυνατόν, τῆς μηχανῆς οὐσῆς θερμῆς. Ἡ ἀντίστασις μονώσεως τῶν καλωδίων γεννητριῶν καὶ κινητήρων, περιελίξεων μαγνητικοῦ πεδίου καὶ μηχανισμῶν χειρισμοῦ θὰ εἶναι κατ' ἐλάχιστον 1 Μεγώμ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 12ΚΕΡΑΥΝΟΙ - ΚΡΟΥΣΤΙΚΗ ΤΑΞΗ12.1 Ηλεκτρική θωράκιση - Κλωβός FARADAY

Ένας κοίλος κλειστός άγωγός (φλοιός) προστατεύει τόν έσωτερικόν χῶρον από κάθε ηλεκτροστατικήν έπίδρασιν. Τοῦτο προκύπτει από τόν έξῆς συλλογισμόν.

Έάν συμβῇ εἰς τόν έξωτερικόν χῶρον κάποια ηλεκτροστατική μεταβολή, π.χ. εμφάνισις ενός φορτίου, τότε αἱ έξ αὐτοῦ προερχόμεναι δυναμικαί γραμμαῖ σταματοῦν εἰς τήν έπιφάνειαν τοῦ φλοιοῦ. Διότι τῶν δυναμικῶν γραμμῶν διαμέσου τοῦ φλοιοῦ αποκλείεται, διότι έντός τῆς άγωγίμου μάξης τοῦ φλοιοῦ δέν εἶναι δυνατόν νά υπάρξῃ ηλεκτροστατικόν πεδίου. Τό πείραμα έπιβεβαιώνει το γεγονός αὐτό. Τά φύλλα ενός άφορτίστου ηλεκτροσκοπίου, τοποθετουμένου έντός τοῦ φλοιοῦ, παραμένουν παράλληλα, άκόμη καί άν αναπτυχθοῦν έσχυρότατα έξωτερικά πεδία.

Ο φλοιός συμπεριφέρεται έξωτερικῶς ὡς όλόσωμος άγωγός, καί προστατεύει τόν έσωτερικόν χῶρον. Ο φλοιός δέν προστατεύει τόν έξωτερικόν χῶρον από έσωτερικῆς ηλεκτρικῆς μεταβολῆς. Εἰς τήν πρᾶξιν ὁ φλοιός δέν εἶναι συμπαγής, αλλά έχει τήν μορφήν δικτυωτοῦ ἢ κλωβοῦ.

Ένας προσγειωμένος μεταλλικός κλωβός άπομονώνει ηλεκτρικῶς καί προστατεύει πανταχόθεν τόν έσωτερικόν χῶρον, εἰς τόν όποιον εἶναι δυνατόν νά τοποθετηθοῦν ὄργανα ἢ διάφορα έξαρτήματα. Ο προστατευτικός κλωβός όνομάζεται κλωβός FARADAY, καί άποτελεῖ ηλεκτρικήν θωράκισιν. Έχει δέ σπουδαιοτάτην έφαρμογήν διά τήν προστασίαν τῶν διαφόρων ὀργάνων ἢ σωμάτων από τῆς έπενεργείας έξωτερικῶν ηλεκτρικῶν πεδίων εύρισκομένων εἰς γειτονικήν περιοχήν. Διά τήν προστασίαν, τά ὄργανα ἢ τά σώματα έγκλείονται έντός τοῦ μεταλλικοῦ κλωβοῦ, ὅτε τά έξ έπίδράσεως αναπτυσσόμενα φορτία περιορίζονται μόνον έπί τῆς έξωτερικῆς έπιφανείας τοῦ κλωβοῦ καί οὕτω δέν επηρεάζουν τά έντός τοῦ κλωβοῦ εύρισκόμενα σώματα.

12.2 Κατανομή ηλεκτρικού φορτίου επί αγωγού. Ίσχύς ακίδων

Σχετικώς μέ τήν κατανομήν τοῦ ηλεκτρικοῦ φορτίου ἐπὶ ἐνός αγωγοῦ εὐρίσκεται πειραματικῶς διὰ τῆς χρήσεως τοῦ δοκιμαστικοῦ πεδίου (ἥτοι ἐνός μεμονωμένου μεταλλικοῦ κυλίνδρου ἢ σφαίρας) καί τοῦ ηλεκτροσκοπίου ὅτι:

α) Ὅλο τό φορτίον ἐντοπίζεται εἰς τήν ἐπιφάνειαν τοῦ αγωγοῦ, εἴτε κοῖλος εἴτε πλήρης εἶναι οὗτος, ἐνῶ εἰς τό ἐσωτερικόν δέν ὑφίσταται φορτίον. Ἐπ' αὐτοῦ στηρίζονται οἱ διὰφοροι μεταλλικοί κλωβοί, οἱ ὁποῖοι χρησιμοποιούνται διὰ τήν προστασίαν εὐαισθητῶν ηλεκτρικῶν ὀργάνων ἀπό ἐξωτερικᾶς ἐπιδράσεως,

β) Ἡ πυκνότης τοῦ φορτίου εἶναι μεγαλύτερα εἰς τὰς περιοχὰς τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας αἱ ὁποῖαι παρουσιάζουν τήν μεγαλύτεραν καμπυλότητά ἥτοι ἐκεῖ ὅπου εἶναι περισσότερον ἀίχμηροί.

Γενικῶς δεικνύεται ὅτι, ὅταν ὁ αγωγός παρουσιάζει ὀξύ σημεῖον, ὡς π.χ. ἀκίδα, εἰς τήν περιοχὴν ταύτην τό ηλεκτρικόν φορτίον δεικνύει τήν μεγίστην πυκνότητα, διότι τό ἄκρον τῆς ἀκίδος ἀποτελεῖ περιοχὴν μεγίστης καμπυλότητος. Ἡ συγκέντρωσις μάλιστα τοῦ φορτίου ἐπὶ τῆς ἀκίδος εἶναι τόσον μεγάλη, ὥστε τοῦτο ἐγκαταλείπει τήν ἀκίδα καί εἰσχωρεῖ εἰς τόν περιβάλλοντα αὐτὴν ἀέρα, οὕτω δέ προκαλεῖται ἐκκένωσις τοῦ αγωγοῦ (προστασία κατὰ τῆς συγκεντρώσεως φορτίων ἐπὶ τοῦ σώματος τοῦ ἀεροσκάφους διὰ ἀκίδων ἐπὶ τῶν πτερύγων καί λοιπῶν σημείων αὐτοῦ). Ἐάν μάλιστα πλησίον τῆς ἀκίδος φρετισμένου αγωγοῦ πλησιάζωμεν φλόγα κηρίου, παρατηροῦμεν ὅτι δημιουργεῖται φύσημα τό ὅποιον πολλάκις δύναται νά ἀποσβέση τήν φλόγαν.

12.3 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟΥ ΤΟΥ ΚΕΡΑΥΝΟΥ

1. Γενικά

Είς τὰ κατωτέρω ἐκτιθέμενα ἀναφέρονται ἐν συντομίᾳ τὰ βασικὰ ἐκεῖνα χαρακτηριστικά τοῦ φαινομένου τοῦ κεραυνοῦ.

2. Περιγραφή τοῦ φαινομένου

Τὸ φαινόμενον μιᾶς ἀτμοσφαιρικῆς ἐκκενώσεως ἀρχίζει ταυτοχρόνως μὲ τὴν ἐναρξιν τῆς δραστηριότητος μιᾶς ἀτμοσφαιρικῆς θυέλλης καὶ μὲ τὸν, κατὰ συνέπειαν, διαχωρισμὸν τῶν φορτίων ἀντιθέτου πολικότητος εἰς τὰ νέφη.

Ἄρκει νὰ λεχθῇ γενικῶς ὅτι τὰ νέφη παρουσιάζουν εἰς τὸ κάτω μέρος ἕνα σημαντικὸν φορτίον (κυμαινόμενον ἀπὸ μερικὰς δεκάδας ἕως μερικὰς ἑκατοντάδας Cb) ἀρνητικῆς πολικότητος καὶ ἕνα φορτίον θετικόν, τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους, εἰς τὸ ἄνω μέρος. Συχνά, ἀλλ' ὄχι πάντοτε, εἰς τὴν βᾶσιν τοῦ νέφους, παρουσιάζεται ἐπίσης ἕνα φορτίον θετικῆς πολικότητος, μικρόν πάντως ἐν συγκρίσει μὲ τὰ προηγούμενα.

Εἰς τὸν χώρον μεταξὺ νεφῶν καὶ γῆς, ἀναπτύσσεται ἕνα ἠλεκτρικὸν πεδίον, τοῦ ὁποίου αἱ δυναμικαὶ γραμμαὶ κλίνουν εἰς τὴν γῆν, ἐπάνω εἰς τὸ φορτίον ἀντιθέτου πολικότητος μὲ ἐκείνην τῶν νεφῶν, ὡς δεικνύεται εἰς τὸ σχῆμα 3.1.

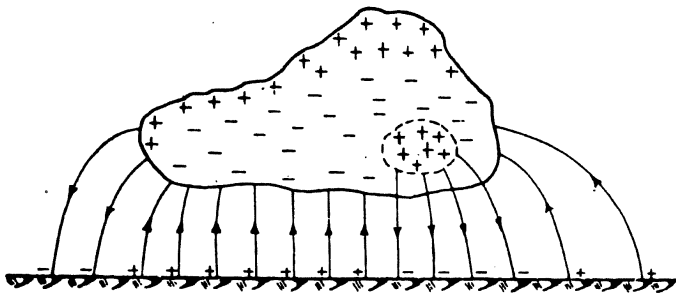
Ὅταν πλησίον τοῦ νέφους ἢ τῆς γῆς, τὸ πεδίον λάβῃ μίαν κρίσιμον τιμὴν, ἀρχίζει ἡ ἐκκένωσις, ἡ ὁποία θὰ εἶναι κατερχομένη ἀπὸ τὸ νέφος πρὸς τὴν γῆν εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν ἢ ἀνερχομένη ἀπὸ τὴν γῆν πρὸς τὸ νέφος εἰς τὴν δευτέραν.

Ὡς πολικότης τῆς ἐκκενώσεως μεταξὺ γῆς καὶ νέφους, λαμβάνεται, ἐξ ὁρισμοῦ, ἐκείνη τοῦ φορτίου τοῦ νέφους τὸ ὁποῖον ἐδημιούργησε τὸ φαινόμενον.

2.1. Ἐκκένωσις κατερχομένη

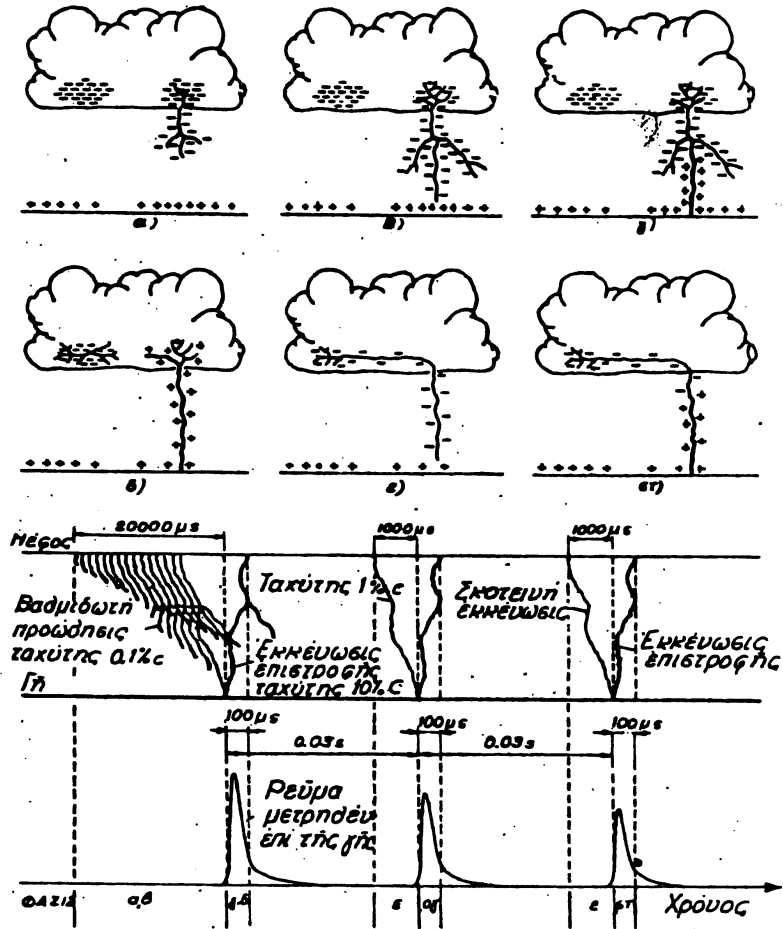
Μία ἀρχικὴ ἐκκένωσις ἡ ὁποία ἀναπτύσσεται ἀπὸ τὸ κάτω μέρος τοῦ νέφους ἐξ αἰτίας τοῦ ἐντόνου ἠλεκτρικοῦ τοπικοῦ πεδίου, βοηθουμένη ἀπὸ τὴν ἀραίωσιν τῆς ἀτμοσφαίρας, δύναται ταχέως νὰ λάβῃ τὰς διαστάσεις ἐνὸς καναλιοῦ, μὲ πολλὰς διακλαδώσεις, τὸ ὁποῖον ὁδεύει πρὸς τὴν γῆν. Τὸ κανάλι τοῦτο ἀποτελεῖται ἀπὸ ἕνα πυρῆνα, λίαν ἀγώγιμον, διαμέτρου τῆς τάξεως τοῦ ἐνὸς cm περικλειόμενον ἀπὸ ἕνα περίβλημα φορτίου χώρου, ἀμυδρὰς φωτεινότητος (μανδύας Corona), ἀκτίνος ἀπὸ μερικὰ μέτρα ἕως μερικὰς δεκάδας μέτρων, ἔχοντα τὴν αὐτὴν πολικότητα μὲ ἐκείνην τῶν φορτίων τῶν εὐρίσκομένων εἰς τὸ κάτω μέρος τοῦ νέφους.

Ὁ ἰονισμένος ἀέρας εἰς τὸν πυρῆνα τοῦ καναλιοῦ ἔχει συμπιεσθῇ, μὲ τὴν βοήθειαν μαγνητικῶν δυνάμεων, εἰς 20 Kp/cm² καὶ ἔχει θερμανθῇ εἰς θερμοκρασίαν 25.000°C περίπου.



Κατανομή τοῦ φορτίου ἐντὸς τοῦ νέφους
Ἡλεκτρικὸν πεδίον νέφους γῆς.

Σχ. 3.1



Κατερχόμενος κεραυνός. Φάσεις εκκένωσης
($c = \eta$ ταχύτης του φωτός)

Σχ. 3.2

Τὸ κανάλι, κυρίως κατὰ τὰ πρῶτα στάδια, ὁδεύει κατὰ ζικ-ζάκ, τῆς διευθύνσεως ὁδεύσεως καθοριζομένης ἐκάστοτε ἀπὸ τὰς μεταβαλλομένας τοπικὰς συνθήκας. Ἡ προώθησις τοῦ καναλιοῦ γίνεται κατὰ διαδοχικὰς βαθμίδας (Σχ. 3.2., α, β) μήκους μερικῶν δεκάδων μέτρων καὶ παύσεις, μεταξὺ βαθμίδων, τῆς τάξεως τῶν 50μs.

Καθὼς τὸ κατερχόμενον κανάλι προχωρεῖ πρὸς τὴν γῆν, ἐλαττώνων δλον καὶ περισσότερον τὸ ἀρχικῶς εὑρισκόμενον εἰς τὸ νέφος φορτίον, τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίου ἐπὶ τῆς γῆς αὐξάνεται. Οὕτω εἶναι δυνατόν νὰ δημιουργηθῇ, ἰδίως εἰς τὰ ἐξέχοντα σημεῖα, ἓνα φαινόμενον τύπου corona τὸ ὁποῖον καταλήγει εἰς μίαν ἐκκένωσιν, ἀνερχομένην γενικῶς, μήκους οὐχὶ μεγαλύτερου τῶν μερικῶν δεκάδων μέτρων, ἢ ὁποία τείνει νὰ συναντήσῃ τὸ κατερχόμενον κανάλι.

Εἰς τὸν πίνακα (3.1) ἔχουν συγκεντρωθῇ τὰ βασικὰ χαρακτηριστικά μιᾶς ἐκκενώσεως κατερχομένης καὶ ἀρνητικῆς.

2.1.1. Ἐκκενώσεις ἐπιστροφῆς

Ὅταν τὸ κατερχόμενον κανάλι συναντᾷ ἐκεῖνο τῆς ἀντιθέτου ἐκκενώσεως, ἢ, ἁλλοίφει τούτου, τὴν γῆν, ἀρχίζει ἡ διαδικασία ἀπαγωγῆς εἰς τὴν γῆν τῶν φορτίων τῶν ἐναποθηκευμένων κατὰ μήκος τοῦ κατερχομένου καναλιοῦ. Ἡ διαδικασία αὕτη συνοδεύεται ἀπὸ τὴν ἐκδήλωσιν τῆς ἐκκενώσεως ἐπιστροφῆς ἢ ὁποία μεταδίδεται πρὸς τὰ ἐπάνω, κατὰ μήκος τοῦ καναλιοῦ, μὲ ταχύτητα κυμαινομένην μεταξὺ 4% καὶ 65% τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός (Σχ. 3.2 γ, δ).

Ἡ ἐκκενώσις ἐπιστροφῆς φωτίζει ἐντόνως τὸ κανάλι καὶ τὰς διακλαδώσεις του καὶ ἀποτελεῖ τὸ ὁρατὸν μέρος τοῦ φαινομένου τοῦ κεραυνοῦ.

Ἡ ἔντασις τῆς κυρίως ἐκκενώσεως πρὸς γῆν, εἶναι πολὺ μεγαλύτερα ἐκείνης ποῦ συνοδεύει τὴν κάθοδον τοῦ καναλιοῦ πρὸς γῆν. Πράγματι ἡ ποσότης τοῦ πρὸς μεταφορὰν φορτίου εἶναι ἡ αὕτη καὶ εἰς τὰς δύο περιπτώσεις, ἀλλὰ ἐνθ' εἰς τὴν πρώτην περίπτωσιν κατέρχεται ἀπὸ τὸ νέφος πρὸς τὴν γῆν μὲ μέσην ταχύτητα περίπου 1% τῆς ταχύτητος τοῦ φωτός, εἰς τὴν δευτέραν διοχετεύεται πρὸς τὴν γῆν μὲ μίαν ταχύτητα 1.000 φορές μεγαλύτεραν τῆς προηγούμενης.

Οὕτω ἐξηγεῖται πῶς, ἐνθ' ὁ ρεῦμα τὸ ὁποῖον ἀφορᾷ εἰς τὸ κατερχόμενον κανάλι μεταβάλλεται ἀπὸ μερικὰ A ἕως μερικὰς ἑκατοντάδας A, εἰς τὴν φάσιν τῆς ἐκκενώσεως πρὸς γῆν εἶναι δυνατόν νὰ παρατηρηθοῦν ἐντάσεις ρεύματος ἑκατοντάδων χιλιάδων A.

2.1.2. Σκοτεινὴ ἐκκένωσις

Ἀφοῦ παύσει ἡ ροὴ τοῦ ρεύματος τοῦ κεραυνοῦ, τὸ φαινόμενον τῆς ἐκκενώσεως νέφους - γῆς δύνανται νὰ σταματήσῃ ἢ καὶ ὅχι. Ἐκεῖνο τὸ ὁποῖον, μὲ γυμνὸν ὀφθαλμόν, φαίνεται ὡς μία ἐκκένωσις, δύνανται νὰ ἀποτελῇται ἀπὸ μίαν σειρὰν συνεχομένων ἐκκενώσεων. Πράγματι, ἐὰν εἰς τὸ νέφος εἶναι διαθέσιμον ἓνα φορτίον μεγαλύτερον ἐκείνου τὸ ὁποῖον ἄγεται εἰς τὴν γῆν μὲ τὴν πρώτην ἐκκένωσιν, εἶναι δυνατόν, μεταξὺ τοῦ ἄνω ἄκρου τοῦ προηγούμενου ἀγωγοῦ καὶ περι-

χῆς τιγος τοῦ νέφους, νὰ ἀναπτυχθοῦν διακλαδωταὶ ἐκκενώσεις, αἱ ὁποῖαι συγκρατοῦν τὸ φορτίον, καθιστῶσαι τοῦτο διαθέσιμον διὰ μίαν νέαν κατερχομένην ἐκκένωσιν.

Μία σκοτεινὴ ἐκκένωσις (Σχ. 3.2, ε) θὰ ἀναπτυχθῇ ἐπομένως κατὰ μήκος τοῦ προηγούμενου κατερχομένου καναλιοῦ, αὐξάνουσα τὸν βαθμὸν ἰονισμού, ἐναποθηκεύουσα φορτία κατὰ μήκος αὐτοῦ καὶ ἐλαττώνουσα διὰ μίαν ἀκόμη φορὰν τὸ δυναμὶζον τοῦ νέφους πρὸς τὴν γῆν. Ἡ σκοτεινὴ αὕτη ἐκκένωσις ἀντιστοιχεῖ πρὸς τὸ ἀρχικὸν κατερχόμενον κανάλι, δημιουργοῦνται δὲ δι' αὐτῆς αἱ συνθήκαι διὰ μίαν νέαν ἐκκένωσιν πρὸς γῆν (Σχ. 3.2στ), κ.ο.κ. Ἡ σειρά αὕτη τῶν συνεχομένων ἐκκενώσεων, ἀποτελεῖ τὰς λεγόμενας «πολλαπλῆς ἐκκενώσεις». Ἡ σκοτεινὴ ἐκκένωσις δὲν διακλαδίζεται, ἀλλὰ προχωρεῖ συνεχῶς πρὸς τὴν γῆν μὲ μίαν ταχύτητα περίπου 2m/μs, ἐναποθηκεύουσα κατὰ μήκος τοῦ καναλιοῦ ἓνα φορτίον μικρότερον ἀπὸ ἐκεῖνο τοῦ πρώτου ἀγωγοῦ.

2.1.3. Πολλαπλές εκκενώσεις

Το χρονικόν διάστημα μεταξύ των δύο πληγμάτων της αὐτῆς εκκενώσεως, δύναται νὰ εἶναι τῆς τάξεως τῶν δεκάτων τοῦ δευτερολέπτου, ἐάν κατὰ τὴν διάρκειαν αὐτῆν, κατὰ μήκος τοῦ καναλιοῦ ἐξακολουθῇ νὰ περνᾷ ἓνα μικρὸν ρεῦμα, τὸ ὁποῖον χρησιμεύει διὰ νὰ διατηρῇ μίαν ὀρισμένην ἀγωγιμότητα εἰς τὸ κανάλι. Τὸ χρονικόν διάστημα μεταξύ δύο πληγμάτων κυμαίνεται μεταξύ 0,2' καὶ 0,02 sec. Ὁ ἀριθμὸς τῶν μερικῶν εκκενώσεων δύναται νὰ φθάσῃ μέχρι καὶ 30, ἀλλὰ ὁ συνήθης ἀριθμὸς αὐτῶν εἶναι 2 ἢ 3.

Τὸ φαινόμενον αὐτὸ παρατηρεῖται τόσον διὰ ἀνερχομένους κεραυνούς ὥσον καὶ διὰ κατερχομένους, ἀλλὰ πρακτικῶς μόνον ἐάν ἡ πολικότης τῆς εκκενώσεως εἶναι ἀρνητικὴ.

2.2. Ἐκκένωσις ἀνερχομένη

Εἰς ὑψηλὰς κατασκευάς, ἰδίως ἐάν εὐρίσκονται εἰς προεξέχοντα σημεία τοῦ ἐδάφους, κατὰ τὴν διάρκειαν θυέλλης εἶναι δυνατόν νὰ παρουσιασθοῦν τοιαῦται συνθήκαι ὥστε νὰ δημιουργηθοῦν εκκενώσεις αἱ ὁποῖαι ἀρχικῶς μὲν εἶναι τοῦ τύπου Corona, ἀλλὰ ὑπὸ τὴν ἐπίδρασιν τοῦ ἐντόνου ηλεκτρικοῦ πεδίου καταλήγουν εἰς πραγματικὰ ἀνερχομένας εκκενώσεις.

Ἐκκενώσεις αὐτοῦ τοῦ εἴδους ἀναπτύσσονται πρὸς τὰ ἄνω μὲ ἑκτασὶν ἑκατόντάδων καὶ ἐνίοτε χιλιάδων μέτρων, ἀνερχόμεναι βαθμῆδόν καὶ ἐναποθηκεύουσαι, διακλαδιζόμεναι κατὰ μήκος τῆς διαδρομῆς των, φορτίον πολικότητος ἀντιθέτου ἐκείνης τοῦ νέφους. Τὸ φαινόμενον εἶναι πολὺ περισσότερον συχνὸν ἀπ' ὅ, τι συνήθως νομίζεται (πλέον τοῦ 70% τῶν περιπτώσεων).

Ἡ διάρκεια τῶν φαινομένων εἶναι γενικῶς τῆς τάξεως κλάσματος τοῦ δευτερολέπτου, συνοδεύεται δὲ ἀπὸ μικρὰ ρεύματα, τῶν ὀλίγων KA.

Εἶναι δυνατόν ὅμως, τὸ ἀνερχόμενον κανάλι νὰ συναντήσῃ κανάλια, ἐκκενώσεως μεταξύ νεφῶν ἢ κανάλια κατερχόμενα, μερικῶς μόνον ἀνεπνευγμένα. Εἰς

τὴν περίπτωσιν αὐτὴν, τὸ ἀνερχόμενον κανάλι ἀποτελεῖ μίαν ὁδὸν μεταξύ τῶν φορτισμένων νεφῶν καὶ τῆς γῆς, διὰ τῆς ὁποίας εἶναι δυνατόν νὰ πραγματοποιηθῇ ἡ εκκένωσις εἰς τὴν γῆν ἐντόνων ρευμάτων τῆς αὐτῆς τάξεως μεγέθους μὲ ἐκείνας αἱ ὁποῖαι παρατηροῦνται κατὰ τὰς κατερχομένας εκκενώσεις.

3. Πολικότης τῆς εκκενώσεως

Ὡς ἔχει ἤδη λεχθῇ, ὡς πολικότης μιᾶς εκκενώσεως μεταξύ γῆς καὶ νέφους ὁρίζεται ἡ πολικότης τοῦ φορτίου τοῦ νέφους, τὸ ὁποῖον προεκάλεσε τὴν εκκένωσιν αὐτὴν.

Σύμφωνα μὲ τὴν συνθήκην αὐτὴν τὸ 80% - 90% τῶν εκκενώσεων μεταξύ γῆς καὶ νέφους εἶναι ἀρνητικῆς πολικότητος.

Διὰ τὰς κατερχομένας θετικὰς εκκενώσεις, ὁ μηχανισμὸς προωθήσεως διὰ βαθμίδων δὲν εἶναι τόσον ἐμφανὴς ὥσον εἰς τὰς κατερχομένας ἀρνητικὰς εκκενώσεις. Ἐπὶ πλέον αἱ ἀνερχόμεναι θετικαὶ εκκενώσεις ἔχουν πάντα περιορισμένον μήκος.

Ἀν καὶ ὀλιγώτερον συχναὶ ἀπὸ τὰς ἀρνητικὰς εκκενώσεις, αἱ θετικαὶ εκκενώσεις προκαλοῦν ἐντόνωτατα ρεύματα, τόσον ἀπὸ πλευρὰς μέσης ὥσον καὶ μεγίστης τιμῆς.

4. Εύρος και μορφή του κύματος του ρεύματος κεραυνού.

Αναφορικός με την έντασιν του ρεύματος του κεραυνού, υπάρχουν πολλά πειραματικά δεδομένα, συλλεχθέντα με διάφορα συστήματα μετρήσεως (μαγνητικοί ράβδοι, κλυδογράφοι, παλμογράφοι κ.λ.π.) από τα όποια προκύπτει ότι :

— Αι μέγισται εντάσεις των ρευμάτων του κεραυνού φθάνουν εις μερικάς εκατοστάδας ΚΑ.

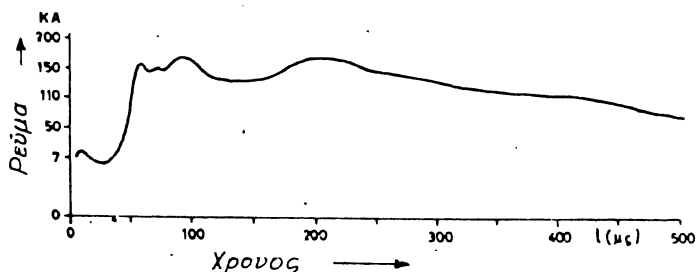
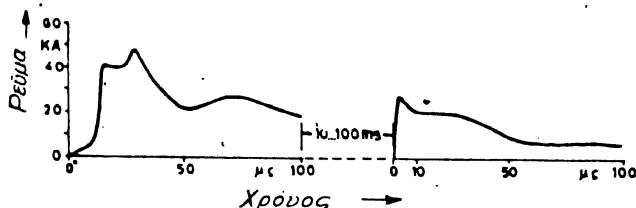
— Η μέση τιμή είναι πολύ μικρότερα, της τάξεως των 20 ΚΑ.

— Το εύρος της πρώτης μερικής εκκενώσεως είναι γενικώς μεγαλύτερον εκείνου των τυχόν επομένων εκκενώσεων.

Το μεγαλύτερον μέρος των διαθεσίμων δεδομένων ως προς την μορφήν του κύματος του ρεύματος του κεραυνού, προκύπτει από μετρήσεις πραγματοποιηθείσας με όργανα μικράς ακριβείας, ευαίσθητα όμως εις την μεγίστην κλίσιν του μέτρου ή εις την μέσσην κλίσιν.

Τα πλέον σωστά αποτελέσματα είναι, πιθανόν, εκείνα τα όποια έχουν επιτευχθῇ με παλμογράφους ή shunts μετρήσεως (Σχ. 3.3.). Ως φαίνεται, η μορφή του κύματος του ρεύματος των «ἀρνητικῶν κεραυνῶν» παρουσιάζει ἕνα ἀρχικόν τμήμα διαρκείας ὀλίγων μς με μικράν κλίσιν, ἀκολουθούμενον ἀπὸ ἕτερον τμήμα πολὺ περισσότερον κατακόρυφον (μεγίστη κλίσις 20 ΚΑ/μς), ἕως τὴν τιμὴν κορυφῆς καὶ τέλος ἀπὸ μίαν οὐράν, περισσότερον ἢ ὀλιγώτερον ἐπιμήκη, με ἀκανόνιστον διαδρομήν.

Ἀντιθέτως, αἱ ἐπόμεναι εκκενώσεις ἔχουν μέτωπον πρακτικῶς γραμμικὸν με κλίσιν περίπου 80 ΚΑ/μς καὶ χρόνον ἕως τὴν κορυφὴν τῆς τάξεως τοῦ ἑνὸς μς.



Τυπικά παλμογραφήματα του ρεύματος του κεραυνού

α) Ἀρνητικός κεραυνός

β) Θετικός κεραυνός

Οι «θετικοί κεραυνοί» αντίθετως, αποτελούνται από εν μόνον πλήγμα.
 Ο καλμός είναι σχετικώς μακρὺς (περίπου 500 μς ἔως τὸ ἥμισυ τῆς τιμῆς)
 καὶ ἔχει μετώπων ἐπίπεδον (περίπου 10 ΚΑ/μς).

5. Παράγοντες ὅσοι ἐπηρεάζουν τὰ χαρακτηριστικά τοῦ κεραυνοῦ.

Περιοριζόμενοι μόνον εἰς τὰς περιοχὰς με εὐκράτον κλίμα· παρατηρούμεν ὅτι ἄλλοι παράγοντες, οἱ ὅσοι ἐπηρεάζουν πολὺ τὰ χαρακτηριστικά τοῦ κεραυνοῦ (μορφὴ κύματος, πολικότης, μέγιστη ἔντασις), εἶναι κυρίως ἡ ὁρογραφικὴ κατάστασις τῆς περιοχῆς καὶ ἡ περίοδος τοῦ ἔτους κατὰ τὴν ὁποίαν παρουσιάζεται ἡ θύελλα.

Εἰς ὁρεινὰς περιοχὰς πράγματι, ἡ ἔντασις τοῦ ρεύματος τοῦ κεραυνοῦ ὡς καὶ τὸ σχετικὸν φορτίον εἶναι ἀρκετὰ μικρά. Τοῦτο δύναται νὰ ἐξηγηθῇ ἐκ τοῦ γεγονότος ὅτι ἡ μικρὰ ἀπόστασις γῆς-νέφους ἀφ' ἑνὸς μὲν προκαλεῖ ἐκκενώσεις εἰς τὴν γῆν, πρὶν ὁλοκληρωθῇ ἡ διαδικασία φορτίσεως τοῦ νέφους, ἀφ' ἑτέρου δέ, λόγω τοῦ μικροῦ μήκους τοῦ ἀγωγοῦ τοῦ κεραυνοῦ, ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν συσσώρευσιν ἐνὸς μικροῦ φορτίου κατὰ μῆκος αὐτοῦ.

Ὁ ἀριθμὸς τῶν ἐκκενώσεων εἶναι πάντως πολὺ μεγαλύτερος ἀπὸ ἐκεῖνον τῶν πεδινῶν περιοχῶν.

Εἰς πεδινὰς περιοχὰς, ὅπου ἡ ἀπόστασις νέφους-γῆς εἶναι μεγαλύτερα, σημειοῦνται σχετικῶς ὀλίγα ἐκκενώσεις, ἀλλὰ με ὕψηλὴν ἔντασιν ρεύματος. Ὁ μικρὸς ἀριθμὸς ἐκκενώσεων ὀφείλεται εἰς τὸ γεγονὸς ὅτι μόνον ὀσπινῶς τὸ ἠλεκτρικὸν πεδίον εἶναι τοιοῦτον ὥστε νὰ ἐπιτρέψῃ κεραυνὸν νέφους - γῆς, ἐνῶ ἡ μεγαλύτερα ἔντασις ρεύματος ὀφείλεται εἰς τὴν παρουσίαν νεφῶν πολὺ φορτισμένων καὶ καναλιῶν ἐκφορτίσεως μεγάλου μήκους.

Πράγματι, ἐπειδὴ τὰ νέφη γενικῶς ἀποτελοῦνται ἀπὸ μίαν χαμηλὴν περιοχὴν με φορτίον κυρίως ἀρνητικόν καὶ ἀπὸ μίαν ὕψηλὴν περιοχὴν με φορτίον κυρίως θετικόν, τὸ μεγαλύτερον μῆκος τοῦ ἀγωγοῦ διὰ τὴν θετικὴν πολικότητα ἔχει ὡς ἀποτέλεσμα τὴν μεγαλύτεραν ἔντασιν τοῦ ρεύματος.

Κατ' ἀνάλογον τρόπον ἐξηγεῖται καὶ ἡ ἐποχικὴ ἐπίδρασις.

Πράγματι τὸ καλοκαίρι, ἐξ αἰτίας τοῦ σημαντικοῦ ὅψεως τῶν νεφῶν ἐκ τοῦ ἐδάφους, πολλαὶ ἐκκενώσεις πραγματοποιοῦνται ἐντὸς ἐνὸς νέφους ἢ μεταξὺ νέφους καὶ νέφους. Τοῦτο ἔχει ὡς συνέπειαν μίαν ὑπότομον μεταβολὴν τοῦ ἠλεκτρικοῦ πεδίου εἰς τὴν ἐπιφάνειαν τοῦ ἐδάφους. Ἐὰν ὑπάρχῃ κάποια αἰχμηρὰ κατασκευὴ, τὸ πεδίον πλησίον τοῦ ἐδάφους δύναται νὰ γίνῃ τόσον ἔντονον ὥστε νὰ δημιουργήσῃ μίαν ἀνερχομένην ἐκκένωσιν.

Ὁ ἀριθμὸς ἐπομένως τῶν ἀνερχομένων ἐκκενώσεων κατὰ τὴν καλοκαιρινὴν περίοδον εἶναι πολὺ μεγαλύτερος ἐκείνου τῶν κατερχομένων. Ἐπὶ πλέον, ἐξ αἰτίας τοῦ μεγάλου μήκους τοῦ καναλιοῦ, αἱ ἐκκενώσεις αὗται συνοδεύονται ἀπὸ φορτία μερικῶν ἑκατοντάδων Cb μεταφερόμενα ἀπὸ ρεύματα τῆς τάξεως τῶν χιλίων A εἰς χρόνους τῆς τάξεως τοῦ δεκάτου τοῦ δευτερολέπτου.

Κατὰ τὰς ἄλλας ἐποχὰς (Ἀνοιξίς, Φθινόπωρον) τὰ νέφη εἰσὶν ὀλίγα καὶ χαμηλότε-

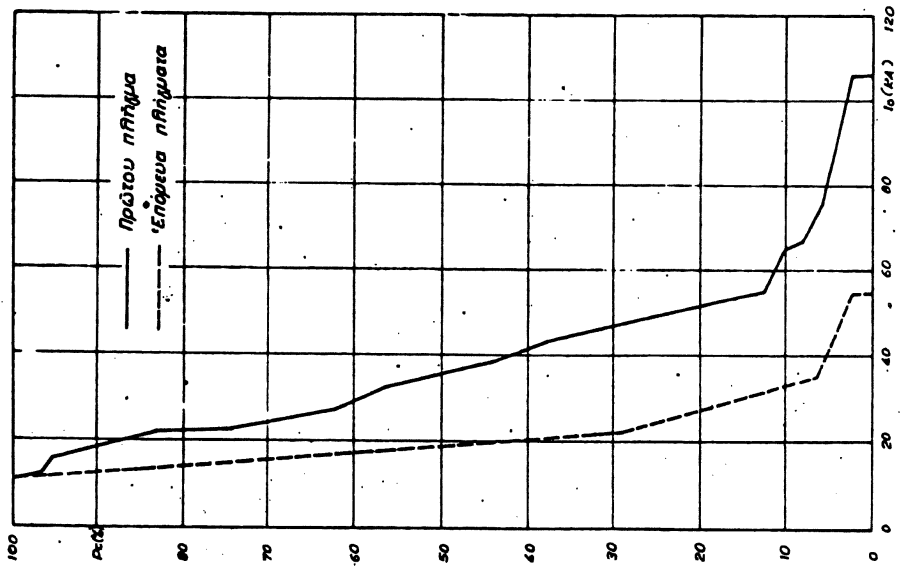
ρον. Τοῦτο διευκολύνει τὴν ἐκκένωσιν πρὸς γῆν, πρὶν ἀκόμη ἡ διαδικασία φορτίσεως τοῦ νέφους ὁλοκληρωθῇ, καθιστῶσα ὀλιγώτερον συχνὰς τὰς ἐκκενώσεις μεταξὺ τῶν νεφῶν καί, ἐπομένως, τοὺς ἀνερχομένους κεραυνούς.

6. Στατιστικὰ δεδομένα.

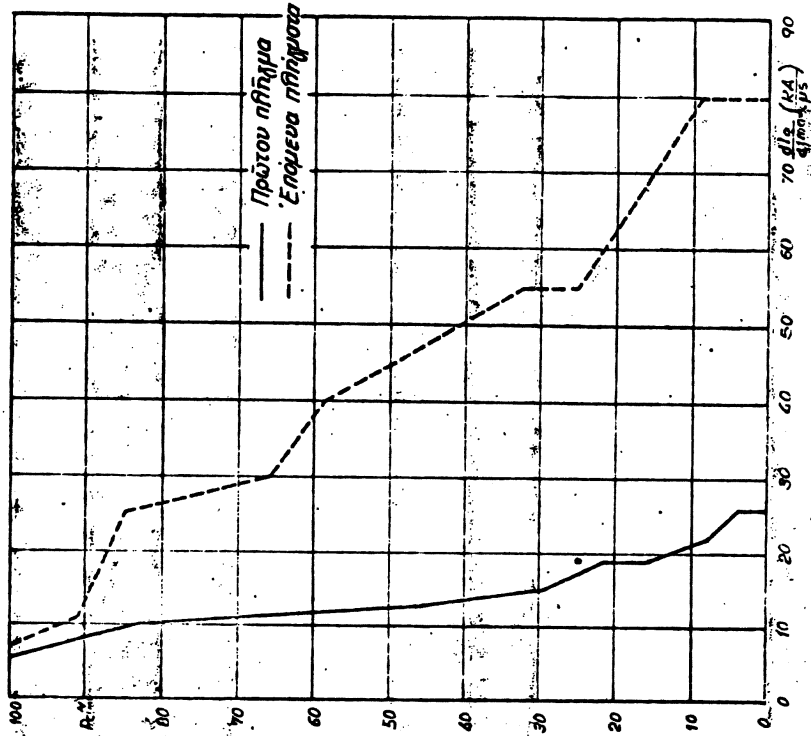
Πρὸς τὸν σκοπὸν συγκεντρώσεως ἱκανοῦ ἀριθμοῦ στοιχείων, οὕτως ὥστε νὰ δύναται νὰ ἐξαχθοῦν ἐξ αὐτῶν στατιστικὰ δεδομένα, ἔχουν πραγματοποιηθῇ πάρα πολλαὶ μετρήσεις εἰς διάφορα κράτη. Ἐδῶ θ' ἀναφερθοῦν μόνον ἀποτελέσματα συλλεγέντα ἀπὸ μετρήσεις πού ἔχουν γίνῃ εἰς τὴν Ἰταλίαν (Σταθμὸς μετρήσεων ἐπὶ τῷ ὄρει San Salvatore), αἱ ὁποῖαι ἔχουν διεξαχθῇ εἰς τὰς αὐτὰς ὁρογραφικὰς συνθήκας εἰς τὰς ὁποίας γενικῶς ὑπόκεινται οἱ Σταθμοὶ A/T καὶ ἀπεικονίζονται εἰς τὰ σχήματα 3.4 καὶ 3.5.

Π Ι Ν Α Ξ 3.1

	Ελάχ.	Κανον.	Μέγιστ.
<u>Προώθησις κατά βαθμίδα (όρχ. κανάλι)</u>			
Μήκος τών βαθμίδων (m)	3	50	200
Χρονικόν διάστημα μεταξύ τών βαθμίδ (μs)	30	50	125
Μέση ταχύτης διαδόσεως (m/sec)	$1 \cdot 10^5$	$1,5 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^5$
Φορτίον έναποθηκευμένον εἰς τό κανάλι (Cb)	3	5	20
<u>Σκοτεινή ἐκκένωσις</u>			
Ταχύτης διαδόσεως (cm/sec)	$1 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$2,1 \cdot 10^6$
Φορτίον. έναποθηκευμένον εἰς τό κανάλι (Cb)	0,2	1	6
<u>Ἐκκένωσις ἐπιστροφῆς</u>			
Ταχύτης διαδόσεως (m/sec)	$2 \cdot 10^7$	$5 \cdot 10^7$	$1,4 \cdot 10^8$
Κλίσις τοῦ κύματος τοῦ ρεύματος (KA/μs)	<1	10	>80
Ρεύμα κορυφῆς (KA)	—	10-20	110
Χρόνος ἕως τήν κορυφήν (μs)	<1	2	30
Χρόνος ἕως τό ἥμισυ τῆς τιμῆς (μs)	10	40	250
Φορτίον μεταφερόμενον ἀπό τὰς ὠθήσεις (Cb)	0,2	2,5	20
Μήκος τοῦ ἀγωγοῦ (Km)	2	5	14
<u>Πολλαπλαί ἐκκενώσεις</u>			
Ἀριθμός πληγμάτων (ἐκκενώσεων)	1	3-4	26
Χρονικόν διάστημα μεταξύ τών πληγμάτων	3	40	100
Συνολική διάρκεια (sec)	10^2	0,2	2
Συνολικόν μεταφερόμενον φορτίον (Cb)	3	25	90

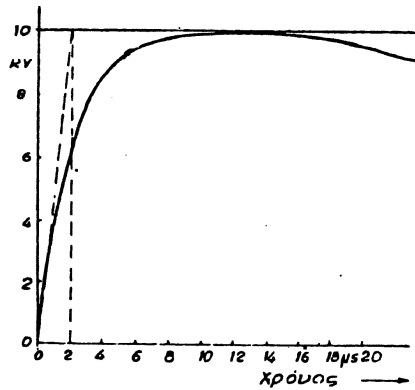


Ποσοστιαία ευκρίνεια εργασιών της έντασης του ρεύματος των αργετικών κατεργασιών κεραυνών
Σχ. 3.4



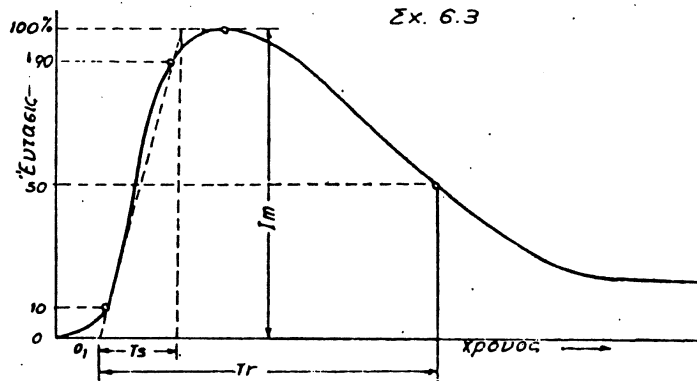
Ποσοστιαία ευκρίνεια εργασιών της έντασης του ρεύματος των αργετικών κατεργασιών κεραυνών
Σχ. 3.5

12.4 Κρουστικές Τάσεις - Γεννήτριες Κρουσικών Τάσεων



κρουσική τάση (σφηνοειδής κυμάτωση)
για δοκιμές απαγωγών υπέρτασης.

Σχ. 6.3



κρουσικού υψους (6/20 μs)

- I_m : Πλάτος υψους (KA)
- T_s : Διάρκεια μετώπου (μs)
- T_r : Διάρκεια ήμισεως εΐρους (μs)

Σχ. 6.4

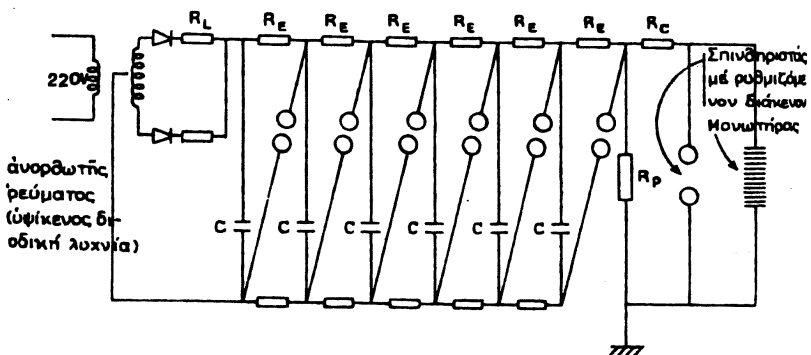
Παραδείγματα τυποποιημένων μορφών κρουσικών
τάσεων για δοκιμές

Επίτευξις υψηλών τάσεων από πηγήν χαμηλής τάσεως.

Εφαρμογή της παραλλήλου καί της έν σειρᾷ συνδέσεως τῶν πυκνωτῶν εἶναι καί αἱ συσκευαί ἐπιτεύξεως υψηλῶν τάσεων ἀπό πηγήν χαμηλῆς τάσεως.

Διὰ τόν σκοπόν τοῦτον οἱ πυκνωταί τῆς συσκευῆς φορτίζονται συνδεδεμένοι παραλλήλως καί κατόπιν, φορτισμένοι πλέον συνδέονται έν σειρᾷ.

Ἡ μέθοδος αὕτη χρησιμοποιεῖται εἰς τὰς συσκευάς MARX διὰ νά ἐπιτύχωμεν υψηλὰς κρουστικᾶς τάσεις. Αἱ κρουστικαί τάσεις προκύπτουν ἀπό τήν ἀπότομον ἐκκένωσιν τῶν πυκνωτῶν καί παρουσιάζουν τήν ἰδίαν περίπου μορφήν μέ τὰς τάσεις αἱ ὁποῖαι προκύπτουν ἀπό τήν ἔμμεσον ἐπίδρασιν τῶν κεραυνῶν ἐπὶ τῶν γραμμῶν μεταφορᾶς. Διὰ τόν λόγον τοῦτον αἱ συσκευαί MARX (Σχ. 38) χρησιμοποιοῦνται διὰ τήν μελέτην τῆς ἀντοχῆς μονωτικῶν ὀλικῶν (μονωτῶν, μονώσεων, τυλιγμάτων κ.λ.π.) εἰς κρουστικὰς τάσεις.



Σχ. 38

Ἡ μορφή τῆς παραγομένης κρουστικῆς τάσεως εἶναι τυποποιημένη διὰ νά εἶναι δυνατόν ἡ ἐξαγωγή συμπερασμάτων ἀπό τὰς δοκιμὰς αἱ ὁποῖαι γίνονται εἰς τὰ διάφορα ἐργαστήρια ὑψηλῶν τάσεων, διότι ἡ κλίσις τοῦ μετώπου τῆς κρουστικῆς τάσεως καθορίζει τήν τάσιν ἡ ὁποία χρειάζεται διὰ νά παρουσιασθῇ ὁ ἰονισμός τοῦ αἰθέρος πέριξ τοῦ δοκιμαζομένου σώματος π.χ. ἐνός μονωτήρος. Ὅσον μεγαλύτερα εἶναι ἡ κλίσις τοῦ μετώπου, τόσον μεγαλύτερα εἶναι καί ἡ τάσις ἡ ὁποία χρειάζεται διὰ νά ἰονισθῇ ὁ αἰθρ, διότι διὰ νά ἰονισθῇ ὁ αἰθρ ἀνεξαρτήτως ἀπὸ τήν ταχύτητα μεταβολῆς τῆς τάσεως χρειάζεται ἓνα ὥρισμένο χρονικόν διάστημα. Ἐνταῦθα πρέπει νά σημειώσωμεν ὅτι ἡ διάσπαισις τοῦ μονωτικοῦ ὕλικου π.χ. τοῦ ὕλικου ἐκ τοῦ ὁποίου εἶναι κατασκευασμένος εἰς μονωτήρ ἐξαρτᾶται μόνον ἀπὸ τήν τιμὴν τῆς τάσεως ἡ ὁποία ἐπιβάλλεται. Ἐπειδὴ δὲ πάντα ἐπιθυμοῦμεν νά ἔχωμεν διαπῆδησιν παρὰ διατήρησιν τοῦ μονωτήρος ἡ ἐξωτερικὴ μορφή του ἐκλέγεται ἔτσι ὥστε νά ἔχωμεν πρῶτον διαπῆδησιν καί ἀκολούθως διάσπαισιν τοῦ ὕλικου τοῦ μονωτήρος.

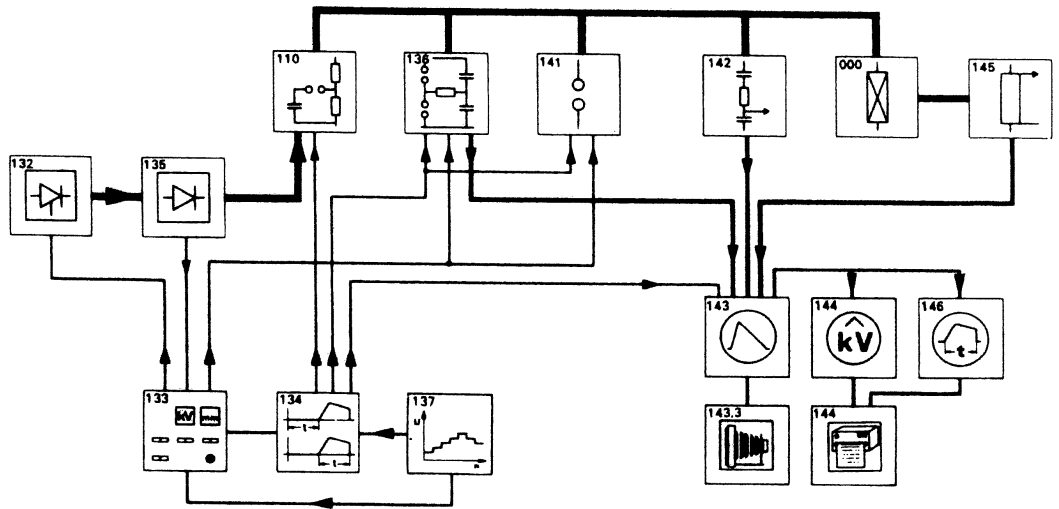
Ἡ συσκευή MARX (Σχ. 38) διὰ τήν παραγωγὴν κρουστικῆς τάσεως λειτουργεῖ ὡς ἑξῆς:

Οἱ πυκνωταὶ φορτίζονται συνδεδεμένοι παραλλήλως καί κατόπιν διὰ τῶν σφαιρικῶν σπινθηριστῶν ἐπιτυγχάνεται ἡ ἐν σειρᾷ ζεῦξις αὐτῶν. Ἡ τάσις ἡ ὁποία ἐπιβάλλεται εἰς τὸν μονωτήρα μετᾶται ἀπὸ τὸ διάκενον σφαιρικοῦ σπινθηριστοῦ διὰ τὸν ὁποῖον προηγουμένως ἔχει βρεθῇ ἡ ἀντιστοιχία μεταξὺ τάσεως καί ἀποστάσεως τῶν σφαιρικῶν ἡλεκτροδίων.

Μέ τοιαύτας συσκευάς ἔχουν ἐπιτευχθῇ τάσεις μέχρις 5.10⁶ V.

Impulse voltage test system Système d'essais de tension de choc Stoßspannungsprüfsystem

100 kV–10000 kV



Ordering No. for bulletins

110	Impulse generator
136	Chopping gap
141	Sphere gap
142	Impulse voltage divider
000	Test object
145	Shunt
132	Solid state controller
135	Charging rectifier
133	Control desk, control console
134	Trigatron trigger device
137	Program control unit
143	Impulse oscilloscope
143.3	Photographic equipment
144	Impulse peak voltmeter
144	Digital printer
146	Time-to-breakdown meter

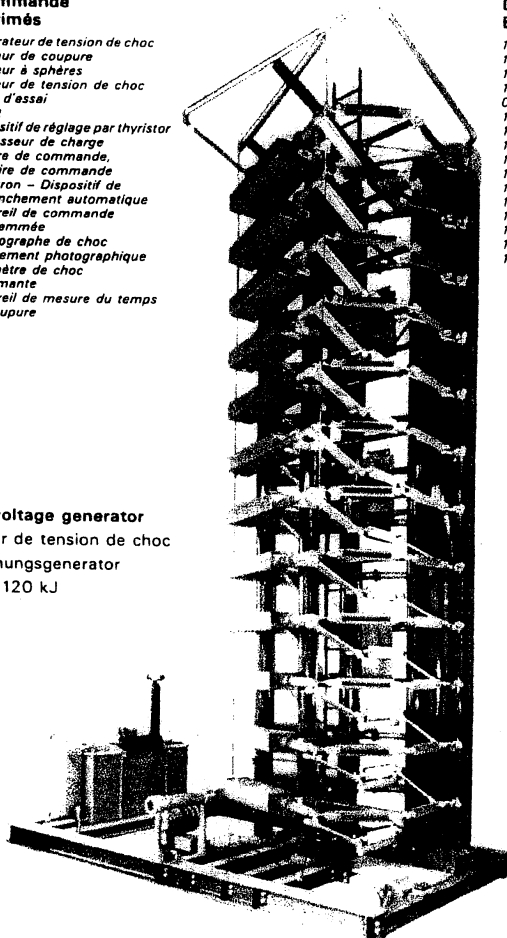
No de commande pour imprimés

110	Générateur de tension de choc
136	Eclateur de coupure
141	Eclateur à sphères
142	Diviseur de tension de choc
000	Objet d'essai
145	Shunt
132	Dispositif de réglage par thyristor
135	Redresseur de charge
133	Pupitre de commande
134	Armoire de commande
137	Trigatron - Dispositif de déclenchement automatique
137	Appareil de commande programmée
143	Oscillographe de choc
143.3	Équipement photographique
144	Voltmètre de choc
144	Imprimante
146	Appareil de mesure du temps de coupure

Druckschriften-Bestellnummer

110	Stoßspannungsgenerator
136	Abschneidfunkstrecke
141	Kugelfunkstrecke
142	Stoßspannungsteiler
000	Prüfobjekt
145	Shunt
132	Thyristorsteleinheit
135	Ladegleichrichter
133	Steuerpult, Steuerschrank
134	Trigatron-Auslösegerät
137	Programmsteuergerät
143	Stoßoszillograph
143.3	Fotoausrüstung
144	Stoßspannungsvoltmeter
144	Messwertdrucker
146	Abschneidzeit-Messgerät

Impulse voltage generator
Générateur de tension de choc
Stoßspannungsgenerator
2400 kV, 120 kJ
• 114.1



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 13

ΓΕΙΩΣΕΙΣ

13.1 Γενικά

Λέγοντας γείωση εννοούμε την αχώριμη σύνδεση ενός σημείου ενός ηλ δικτύου με την γη. Η σύνδεση αυτή γίνεται με το λεγόμενο ηλεκτρόδιο γείωσης.

Τις γείωσεις μπορούμε να τις διακρίνουμε σε 2 κατηγορίες

i) Γείωσεις λειτουργίας

Γείωση λειτουργίας είναι η γείωση στοιχείων τα οποία βρίσκονται σε τάση για λόγους λειτουργίας (π.χ ηλεκτρικοί διηλεκτρικοί) δηλ το εδαφός της γης χρησιμοποιείται ως αγωγός του ηλ ρεύματος.

ii) Γείωσεις προστασίας

Γείωση προστασίας είναι η γείωση στοιχείων τα οποία δύν πρέπει κανονικά να βρίσκονται σε τάση. Η γείωση αυτή γίνεται για αποφυγή ατυχημάτων σε περίπτωση βλάβης της μονώσεως (π.χ. γείωση μεταλλικών περιβλημάτων ηλ. συσκευών).

Επίσης γείωσεις χρησιμοποιούνται στα αλφεικέραινα (γείωση προστασίας κατό των κεραιών).

13.2 Αντίσταση γείωσης

Όπως προαναφέραμε η γείωση επιτυγχάνεται με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Το ηλεκτρόδιο αυτό είναι ένα μεταλλικό αντικείμενο βυθισμένο στο εδαφός και η αντίσταση διαβάσεως του ηλ ρεύματος από το ηλεκτρόδιο προς τη γη ονομάζεται αντίσταση γείωσης. Προφανώς η αντίσταση γείωσης πρέπει να έχει πολύ μικρή τιμή.

Η αντίσταση γείωσης μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από 3 μέρη, δηλ

$$\text{αντίσταση γείωσης} = (\text{αντίσταση ηλεκτροδίου γείωσης}) + (\text{αντίσταση επαφής ηλεκτροδίου-γης}) + (\text{αντίσταση εδαφούς μέχρι απόσταση 30m γύρω από το ηλ/δίο})$$

Στο σημείο αυτό αναφέρουμε το εξής:

Το γηίνο εδαφός έχει γενικά πολύ μεγάλη ειδική αντίσταση π.χ

$$\text{Υγρό χώμα} \quad \rho = 10^2 \Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{Ξερό χώμα} \quad \rho = 10^3 \Omega \cdot \text{m}$$

$$\text{Βράχος} \quad \rho = 10^4 \Omega \cdot \text{m}$$

αλλά παρ' όλα αυτά λόγω της απείρου εκταίσεως του εδαφούς (ή καλύτερα υπερδαφούς) οι διατομές δια των οποίων ρέει το ηλ ρεύμα τείνουν και αυτές στο άπειρο με συνέπεια τελικά το εδαφός να παρουσιάζει σχεδόν μηδενική αντίσταση. Αυτός είναι και ο λόγος για τον οποίο η γη χρησιμοποιείται σαν αγωγός.

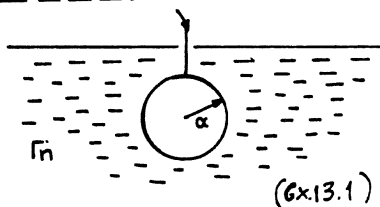
13.2.1 Υπολογισμός της αντίστασης γειώσεως

Η αντίσταση γειώσεως εξαρτάται από την μορφή και τις διαστάσεις του ηλεκτροδίου γειώσεως, από το βάθος στο οποίο είναι τοποθετημένο και από τη σύσταση του εδάφους γύρω από το ηλ/δίο.

Γενικά ο υπολογισμός της αντίστασης γειώσεως είναι ένα περίπλοκο πρόβλημα, και μπορούμε να έχουμε ευκολα τη λύση για ορισμένες απλές περιπτώσεις (δηλ για απλά σχήματα ηλεκτροδίων)

Παρακάτω δίνουμε ορισμένους τύπους υπολογισμού (τα ηλ/δία θεωρούνται τέλει αγωγοί)

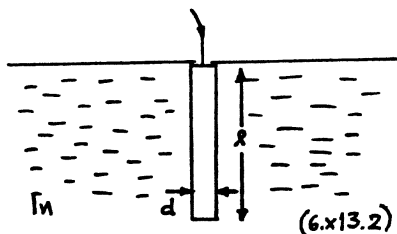
ι) Σφαιρικό ηλεκτρόδιο



$$R_{\text{γειώσεως}} = \frac{\rho}{4\pi\alpha}$$

ρ : ειδική αντίσταση εδάφους
 α : ακτίνα σφαίρας

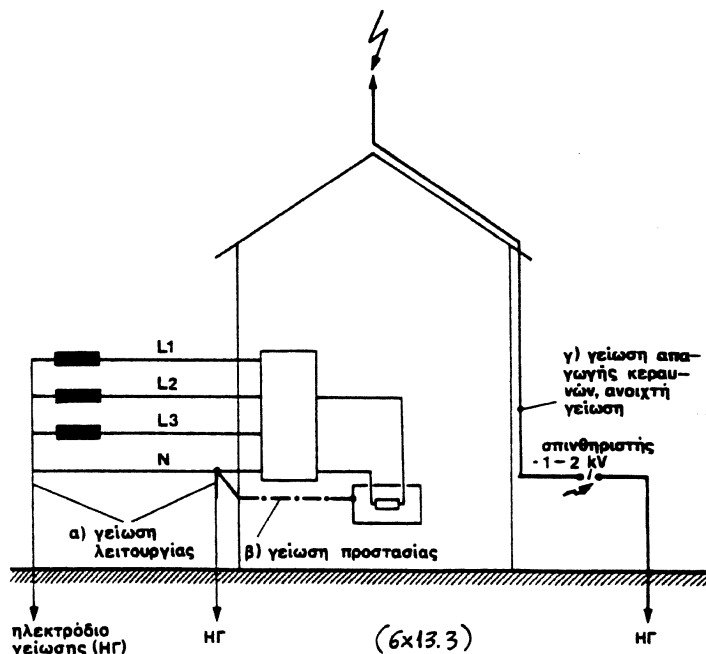
ιε) Κατακορυφή ράβδος



$$R_{\text{γειώσεως}} = \frac{\rho}{2\pi\ell} \left(\ln\left(\frac{8\ell}{d}\right) - 1 \right)$$

ℓ : μήκος ράβδου
 d : διάμετρος
 ρ : ειδική αντίσταση εδάφους

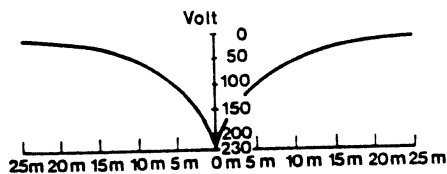
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μία εγκατάσταση που περιλαμβάνει διάφορες γειώσεις



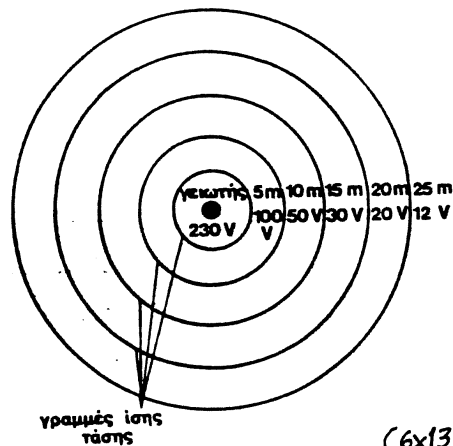
13.2.2. Χοάνη δυναμικού - Βηματική τάση - Τάση επαφής

Αν ένας χειωτής (ηλεκτροδίο χειώσης) τεθεί υπό τάση V , ως προς το σημείο αναφοράς του δυναμικού, (σημείο σε απείρη απόσταση) δημιουργείται ένα πεδίο ροής γύρω από τον χειωτή. (βλ 6x13.4)

Όσο απομακρυνόμαστε από τον χειωτή τόσο μειώνεται η διαφορά δυναμικού μεταξύ δύο σημείων που απέχουν σταθερή απόσταση μεταξύ τους



Χοάνη δυναμικού



(6x13.4)

Το διάγραμμα δυναμικού απόστασης ονομάζεται χοάνη δυναμικού (βλ. 6x13.5)

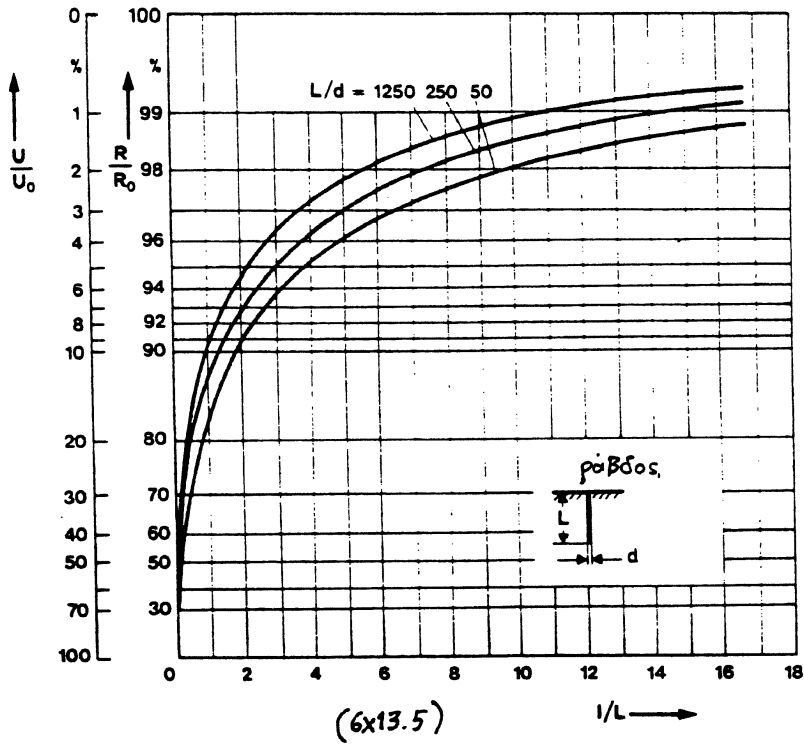
Από την χοάνη δυναμικού μπορούμε να υπολογίσουμε την τάση επαφής και την βηματική τάση

Τάση επαφής είναι η πτώση τάσης σε απόσταση 1m από τον χειωτή

Βηματική τάση είναι η πτώση τάσης σε απόσταση 1m γύρω από το σημείο που μας ενδιαφέρει (βλ 6x13.6)

Από την χοάνη δυναμικού μπορούμε επίσης να βρούμε την περική επίδραση του χειωτή. Δηλαδή την απόσταση πέρα από την οποία η μεταβολή του δυναμικού είναι αμελητέα (κάτω από ένα όριο). Η απόσταση αυτή, από τον χειωτή, πρακτικά, μπορεί να θεωρηθεί σαν η απόσταση του απείρου

Αναφέρουμε ότι η αντίσταση χειώσης εξαρτάται από την ειδική αντίσταση του εδάφους. Η ειδική αντίσταση του εδάφους εξαρτάται από το είδος του εδάφους, την υγρασία και τη θερμοκρασία.



Χαμένες δυνάμεις για χειωτές μορφής ραβδού

l : απόσταση από την ραβδό

R_0 : αντίσταση χειώτη (όταν $l \rightarrow \infty$)

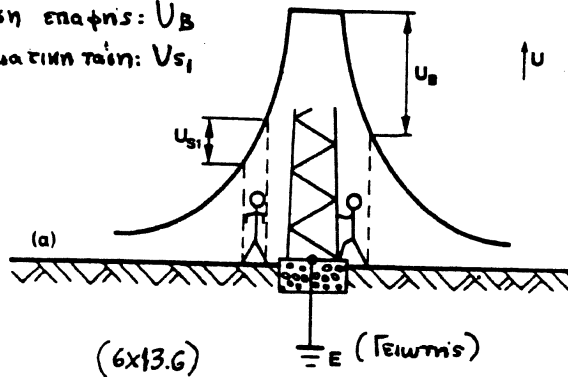
R : αντίσταση χειώτη που μετράμε σε απόσταση l στο έδαφος

U : τάση σε απόσταση l

U_0 : τάση σε απόσταση $l=0$

Τάση επαφής: U_B

Βηματική τάση: U_{S1}



(6x13.6)

$\equiv E$ (Γειωτής)

13.3 Μέτρηση της αντίστασης χείωσης

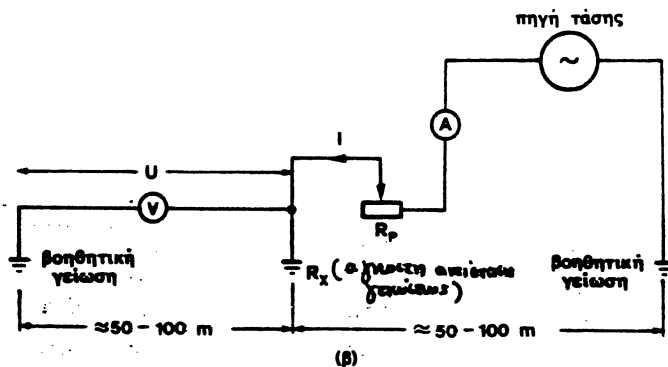
Μπορεί να γίνει με 2 τρόπους

i) Με χρήση βολτομέτρου και αμπερομέτρου

ii) Με γέφυρα

13.3.1 Μέτρηση με χρήση βολτομέτρου και αμπερομέτρου

Χρησιμοποιείται η ακόλουθη διάταξη (6x13.7)



(6x13.7)

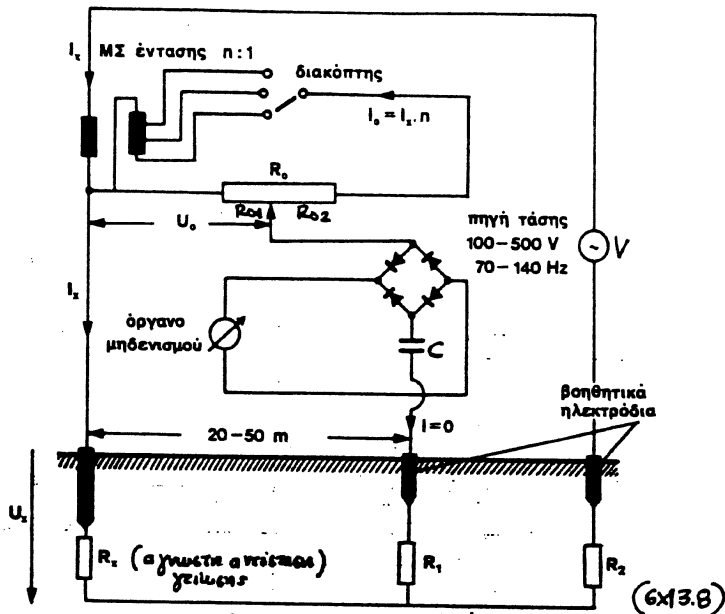
Χρησιμοποιείται μία πηγή εναλλασσομένου ρεύματος της οποίας το ένα άκρο γαιώνεται. Το άλλο άκρο συνδέεται μέσω μιας ρυθμιζόμενης αντίστασης και ενός αμπερομέτρου στη χείωση που θέλουμε να μετρήσουμε. Η τάση του χείωτη αυτού ως προς το άπειρο μετράται με ένα βολτομέτρο, το οποίο συνδέεται μεταξύ της άγνωστης χείωσης και ενός υπηφείου σε αρκετή απόσταση απ' αυτήν σε μία βοηθητική γείωση.

Η άγνωστη αντίσταση χείωσης είναι ίση με το πηλίκο των ενδείξεων των δύο οργάνων

$$R_{χ\eta\iota} = \frac{V}{I}$$

13.3.2 Μέτρηση με χεφύρα

Χρησιμοποιείται η ακόλουθη διάταξη (6x13.8)



Χρησιμοποιείται μια πηγή τάσης $100-500 \text{ V}$ συχνότητας $70-140 \text{ Hz}$

Αυτή χειώνεται μέσω ενός βοηθητικού χεώτη με αντίσταση χεώσης R_2 . Το άλλο άκρο της πηγής οδηγείται στον χεώτη με άγνωστη αντίσταση R_x . Μέσω ενός μετασχηματιστού ρεύματος με λόγο $1:n$ τροφοδοτείται μια χεφύρα Wheatstone που σχηματίζεται από τις R_x , R_1 και τα 2 τμήματα της ρυθμιστικής αντίστασης R_0 .

Μηδενίζοντας το ρεύμα στο όργανο έχουμε $U_x = U_0$ ορα $R_x I_x = R_{01} I_0$

δηλαδή τελικά:

επειδή $I_0 = n I_x$

$$R_x = n R_{01}$$

Ο πυκνωτής C χρησιμεύει για απόκοψη τυχόν συνεχούς συνιστώσας

Σημειώνουμε 2 παρατηρήσεις:

- Η μέτρηση γίνεται με εναλλασσόμενο ρεύμα για αποφυγή ηλεκτρολυτικών δράσεων από το έδαφος

- Η συχνότητα του ρεύματος πρέπει να είναι διαφορετική από 50 Hz για αποφυγή εφέδρων λόγω τυχαίας αλληλεπίδρασης με κυκλοφορούντα ρεύματα από τυχόν διαρροές του δικτύου

Καταληγοντας αναφέρουμε ότι μια καλή χεΐωση πρέπει να έχει αντίσταση μικρότερη των 10Ω

13.4 Γειώσεις δικτύων χαμηλής τάξεως

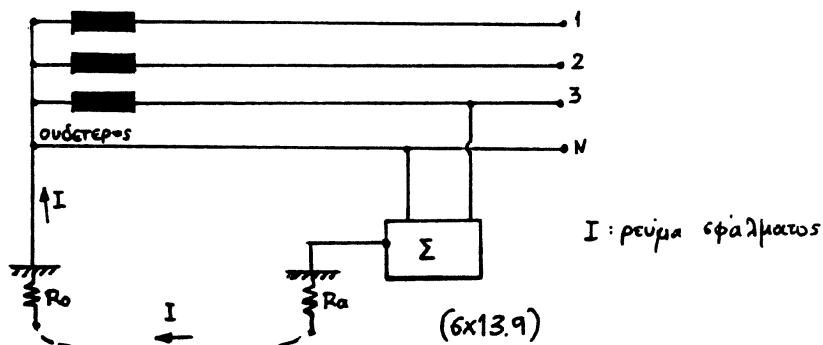
Αναφερόμενοι σε μια γείωση εαίν "γείωση προστασίας", διακρίνουμε 2 βασικές μεθόδους πραγματοποίησης της

α) Άμεση γείωση (6x13.9)

β) Ουδέτερωση (6x13.10)

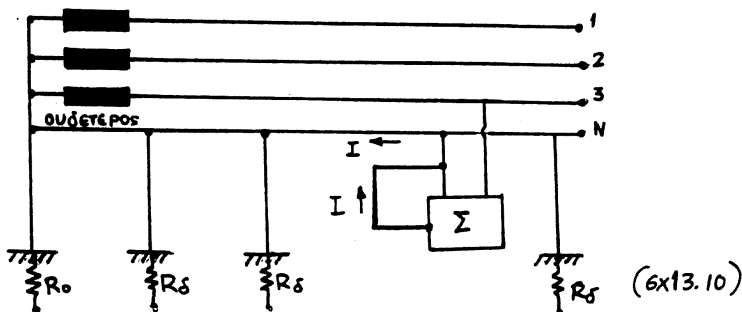
Σχηματικά έχουμε

13.4.1 Άμεση γείωση



Τα περιβλήματα των συσκευών και γενικά όλα τα μεταλλικά τμήματα που μπορεί να βρεθούν υπό τάση λόγω βλάβης της μονώσεως συνδέονται με μία ανεξάρτητη γείωση R_a . Σε περίπτωση βλάβης το ρεύμα σφάλματος ακολουθεί τη διαδρομή που φαίνεται στο σχήμα δηλ διέρχεται από την γείωση R_a και την γείωση R_0 του ουδέτερου κόμβου.

13.4.2 Ουδέτερωση



Εδώ τα περιβλήματα των συσκευών και τα μεταλλικά τμήματα συνδέονται στον ουδέτερο αγωγό του δικτύου χαμηλής τάξεως και επομένως σε περίπτωση βλάβης το ρεύμα σφάλματος διέρχεται από τον ουδέτερο εαίν να είχε υπάρξει βραχυκύκλωμα μεταξύ φάσης και ουδέτερου. Όπως φαίνεται από το σχήμα ο ουδέτερος γειώνεται σε καθορισμένες αποστάσεις.

13.5 Αποσπάσματα από το κεφ. μ των ΕΛΛΗΝΙΚΟΥ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ (1971) Σχετικά με το θέμα "Γείωση"

Γείωσις

108 (α) Τὰ μὴ ηλεκτροφόρα μεταλλικά μέρη τῆς ηλεκτρικῆς ἐγκαταστάσεως ὅα εἶναι πραγματικῶς γειωμένα. Ἐκεῖ ὅπου εἶναι ἀναγκαστικὴ συνδέσεις γειώσεως, ὅα εἶναι ἐκ χαλκοῦ ἢ ἐτέρου ἐγκειμένου ὕλικου καὶ ὅα εἶναι προστατευμένοι ἐναντίον βλαβῶν καί, ὅπου εἶναι ἀναγκαῖον, καὶ ἐναντίον ηλεκτρολυτικῆς δράσεως. Γενικῶς, ὅα ἔχουν διατομὴν ἴσην πρὸς τὴν τοῦ ρευματοφόρου ἀγωγοῦ μέχρι 16 χστ.² (0.0225 δακτ.²). Δι' ἀνωτέρας τῆς τιμῆς ταύτης διατομῆς ρευματοφόρων ἀγωγῶν, ὅα εἶναι κατ' ἐλάχιστον ἴση πρὸς τὸ ἡμισυ τῆς διατομῆς τοῦ ρευματοφόρου ἀγωγοῦ οὐχὶ δὲ μικροτέρα τῶν 16 χστ.² (0.0225 δακτ.²).

(β) ΦΟΡΙΤΟΣ ΕΞΑΙΡΤΙΣΜΟΣ—Οἱ μεταλλικοὶ σκελετοὶ πᾶσων τῶν φορητῶν λυχνιῶν, ἐργαλείων χειρὸς καὶ παρεμμερῶν συσκευῶν, οἵτινες παρέχονται ὡς ἐφόδια τοῦ πλοίου καὶ λειτουργοῦν μετὰ τάσιν ὑπερβαίνουσιν τὰ 55 Βόλτ., ὅα εἶναι γειωμένοι μέσῳ καταλλήλου ἀγωγοῦ, ἐκτός ἐάν εἶναι ληφθῇ πρόνοια ἰσχυρᾶς ἐξασφαλίσεως τῶν, ὡς π.χ. διὰ διπλῆς μονώσεως ἢ διὰ μετασχηματιστοῦ ἀπομονώσεως.

Ἡλεκτρικὴ Συνοχὴ Γειώσεως

2003 Ὅα ἐκτελεσθῶν δοκιμαίαι πρὸς ἐξικρίβωσιν ἐάν πάντες οἱ ἀγωγοὶ γειώσεως παρουσιάζουν ἀποτελεσματικὴν ηλεκτρικὴν συνοχήν καὶ ὅτι ἡ σύνδεσις καὶ ἡ γείωσις μεταλλικῶν σωλήνων καὶ/ἢ ἐπενδύσεων καλωδίων εἶναι ἀποτελεσματικῇ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 14

ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ - ΑΣΦΑΛΕΙΟΔΙΑΚΟΠΤΕΣ

14.1. ΓΕΝΙΚΑ

1. Σκοπός των είναι :

- α. Η προστασία των ηλεκτρικών μηχανών, συσκευών και καλωδίων έναντι βραχυκυκλωμάτων και υπερφορτίσεων (υπερεντάσεων).
- β. Η προστασία του προσωπικού.
- γ. Η απομόνωση των κυκλωμάτων ή συσκευών.
- δ. Η διακοπή του κυκλώματος που έχει βλάβη.
- ε. Η επιλεκτική διακοπή σε περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερέντασης, ανοίγοντας το πρώτο προστατευτικό εξάρτημα του κυκλώματος από τη βλάβη προς τη γεννήτρια.
- στ. Η γρήγορη διακοπή του κυκλώματος που έχει τη βλάβη.

2. Α σ φ ά λ ε ι ε ς

- α. Το πιο απλό εξάρτημα είναι η ασφάλεια η οποία παρέχει προστασία έναντι υπερφορτίσεων και βραχυκυκλωμάτων. Διατίθεται ως βιδωτή, κυλινδρική και μαχαιρωτή, περιέχει υλικό που απορροφά την θερμότητα και αποσβήνει το ρεύμα διακοπής.
- β. Όσο μακρύτερη είναι μία ασφάλεια σε τόσο μεγαλύτερη τάση ανθίσταται και όσο παχύτερη είναι σε τόσο μεγαλύτερη ένταση.
- γ. Ως προς το χρόνο διακοπής, από την έναρξη της υπερέντασης, διατίθενται σε ταχείας και βραδείας τήξης. Οι βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται συνήθως για την προστασία των κινητήρων, επειδή κατά την εκκίνησή των απαιτείται μεγαλύτερη ένταση από αυτή της κανονικής λειτουργίας.

3. Δ ι α κ ό π τ ε ς

- α. Όλοι οι διακόπτες που περιγράφονται παρακάτω είναι τύπου αέρα, μπορούν να λειτουργούν χειροκίνητα ή ηλεκτροκίνητα ή/και με τους δύο τρόπους. Μπορούν επίσης να φέρουν προστατευτικές διατάξεις έναντι υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος ή/και τα δύο, ενώ άλλοι να είναι απλώς διακόπτες.
- β. Διακόπτες ALB (AUTOMATIC LIGHT BREAKER) Χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές χαμηλής τάσης (μέχρι 125V) είναι μονοπολικό ή τριπολικό φέρουν θερμικά στοιχεία διακοπής από 10-200 A τα οποία ούτε ρυθμίζονται ούτε αφαιρούνται. Περικλείονται μέσα σε πλαστική χυτή θήκη.
- γ. Διακόπτες NLB (NON AUTOMATIC LIGHT BREAKER) Είναι ίδιοι με τους ALB εκτός από το ότι δε φέρουν θερμικά στοιχεία διακοπής αλλά χρησιμοποιούνται απλώς σαν διακόπτες.

δ. Διακόπτες AQB (AUTOMATIC QUENCHING BREAKER)

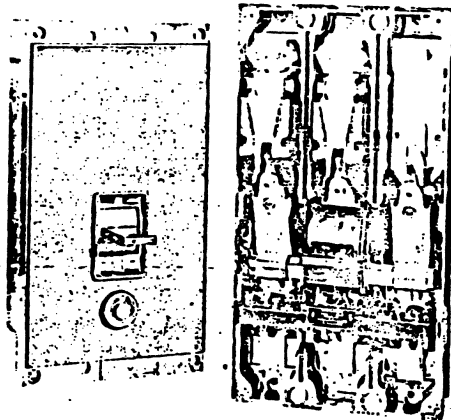
(1) Χρησιμοποιούνται :

- α. Για τη διακοπή μονοφασικών και τριφασικών κυκλωμάτων των κύριων πινάκων διανομής.
- β. Για να συνδέουν πίνακες μικράς ισχύος.
- γ. Για την εκκίνηση μεγάλων κινητήρων.

(2) Σχεδίαση

- α. Περικλείονται σε χυτή μονωμένη θήκη.
- β. Κατασκευάζονται μέχρι 1600 A, τα πιο κοινά μεγέθη είναι των 100 A, 225 A (ή 250 A) και 600 A.
- γ. Φέρουν ρυθμιζόμενο θερμικό στοιχείο έναντι υπερ-εντάσεως με χαρακτηριστικά αντιστροφής χρονικής καθυστέρησης και ρυθμιζόμενα μαγνητικά στοιχεία έναντι βραχυκυκλώματος με ελάχιστη (στιγμιαία) χρονική καθυστέρηση. Αμφότερα έχουν ρυθμισθεί σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 50° C.
- δ. Ο μηχανισμός διακοπής του (ανοίγματος) αντέχει σε κρούσεις 2.000 FT.LIBRES. Ανοίγουν σε εντάσεις βραχυκυκλωμάτων μέχρι 10.000 A.

- (3) Είναι ο περισσότερο χρησιμοποιούμενος διακόπτης. Τους έχουν αντικαταστήσει οι νεώτεροι διακόπτες τύπων AQB - A 101 κ.τ.λ. οι οποίοι φέρουν ασφάλειες και έτσι αυξάνεται η ικανότητα διακοπής στα 100.000 A.



ΕΙΚ. 2-1 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ AQB

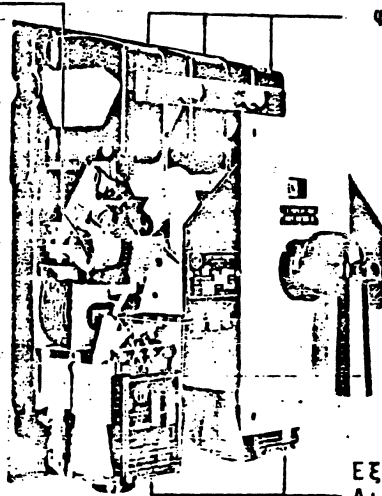
ε. Διακόπτες ΝQΒ (NON QUENCHING BREAKER)

Είναι ίδιοι με τους ΑQΒ εκτός από το ότι δε φέρουν θερμικά και μαγνητικά στοιχεία διακοπής. Χρησιμοποιούνται συνήθως σαν διακόπτες αποσύνδεσης όπως αυτοί των γεννητριών Ε.Ρ. και Σ.Ρ.

στ. Διακόπτες ΑCΒ (AIR CIRCUIT BREAKER)

Χρησιμοποιούνται σαν αυτόματοι διακόπτες των γεννητριών Ε.Ρ., Σ.Ρ. και σαν συνδέτες των ζυγών. Είναι κατασκευασμένοι σε μεγέθη από 640 - 4000 Α. Στα Α/Τ τύπου FRAM χρησιμοποιείται το μέγεθος 800 Α. Οι προστατευτικές τους διατάξεις αναφέρονται στο κεφάλαιο των γεννητριών.

εύκαμπος
σύνδεση



φλογοκρύπτες

Εξάρτημα
Διακοπής λόγω
υπερέντασης

ΕΙΚ. 2-2 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ ΚΥΚΛΩΜΑΤΟΣ ΑCΒ

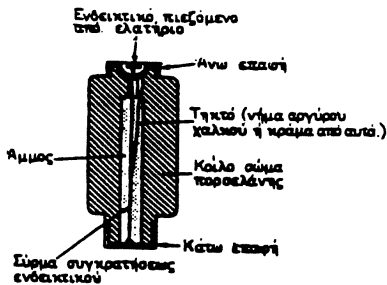
14.2 Ασφαλείς τηκτών

Η αρχή λειτουργίας τους βασίζεται στην τήξη ενός λεπτού εύπλαστου ευρματιδίου όταν απ' αυτό περάσει μεγάλη ένταση ρεύματος.

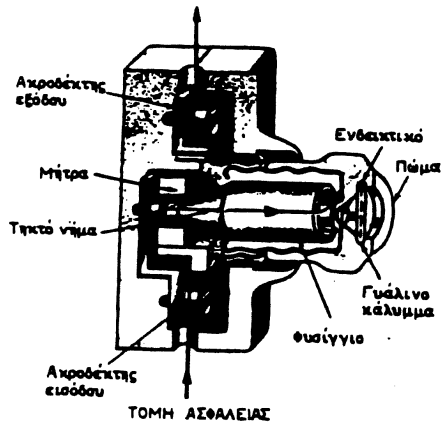
Το ευρματίδιο αυτό που λήγεται τηκτό βρίσκεται μέσα στην ασφαλεία. Η ασφαλεία συνδέεται προφανώς με όλα τα κύκλωμα και στην αρχή του (αμέσως μετά την παροχή τάσης).

Οι ασφαλείς τηκτών υπάρχουν σε πολλά είδη ανάλογα με το είδος της εγκατάστασης που χρησιμοποιούνται. Έτσι έχουμε:

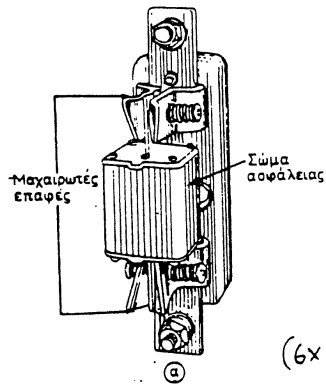
-βιδωτές ασφαλείς (είναι η συνήθισμένη μορφή ασφαλείας χαμηλής τάσης)
(βλ βλ. 2.1)



βιδωτή ασφαλεία τηκτού
(βλ 2.1)

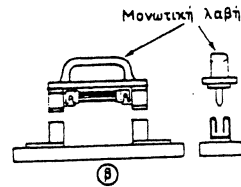


Μαχαίρωτες ασφάλειες (χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις μεγάλων εντάσεων ρεύματος) (βλ 6x 2.2)

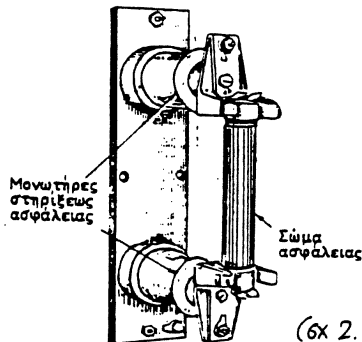


(6x 2.2)

Μαχαίρωτες
Ασφάλειες



Κυλινδρικές ασφάλειες (χρησιμοποιούνται σε εγκαταστάσεις υψηλής τάσεως) (βλ 6x 2.3)



Κυλινδρική
ασφάλεια

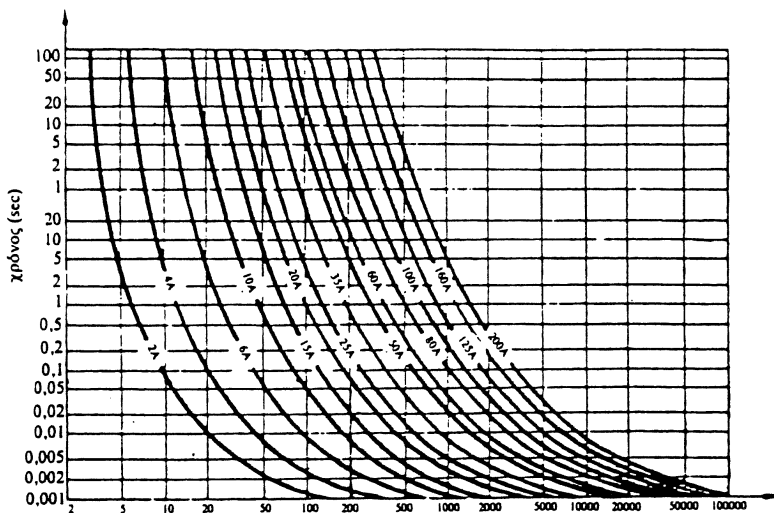
Καμπύλη λειτουργίας

Οι ασφάλειες τηκτών χαρακτηρίζονται από το ονομαστικό ρεύμα τους (π.χ. 6, 10, 16, 20 A κ.λπ.) την ονομαστική τάση, και τον χρόνο λειτουργίας τους

Γενικά για κάθε ασφάλεια υπάρχει μια καμπύλη λειτουργίας στην οποία φαίνεται ο χρόνος τήξεως εναρτηθεί του ρεύματος για δεδομένο ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας

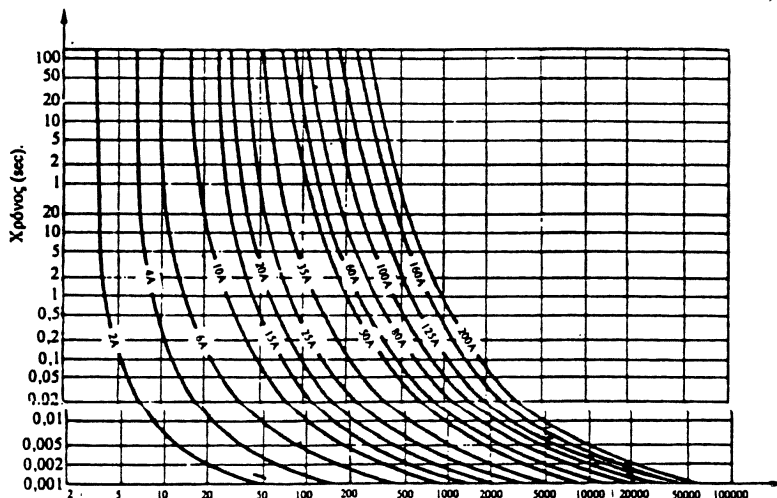
Ανάλογα λοιπόν με το χρόνο τήξεως οι ασφάλειες τηκτών διακρίνονται σε ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξεως

Παρακάτω έχουμε 2 διαγράμματα λειτουργίας για ασφάλειες ταχείας και βραδείας τήξεως (6x 2.4 και 2.5)



Ασφαλείες Βραδείας Τήξεως
(6x 2.4)

Ρεύμα βραχυκύκλωσης (A)



Ασφαλείες Ταχείας Τήξεως
(6x 2.5)

Ρεύμα βραχυκύκλωσης (A)

Από τα δύο σχήματα παρατηρούμε π.χ. ότι για ασφαλεία 4A (ονομαστική ένταση) και για ρεύμα βραχυκύκλωσης 20A προκύπτει χρόνος τήξεως 0,1 sec για ασφαλεία βραδείας τήξης και 0,01 sec για ασφαλεία ταχείας τήξης

Οι ασφάλειες βραδείας τήξης χρησιμοποιούνται στα κυκλώματα κίνησης και σε γενικούς πίνακες διανομής

Οι ταχείας τήξης χρησιμοποιούνται σε κυκλώματα φωτισμού

Αν δούμε τους ΠΙΝΑΚΕΣ τυποποιήσεως καλωδίων (βλ. κεφ. 15) θα παρατηρήσουμε ότι μας δίδεται για κάθε διατομή αγωγού την ονομαστική ενταση της ασφασίας που προστατεύει πλήρως τη γραμμή από υπερφόρτωση

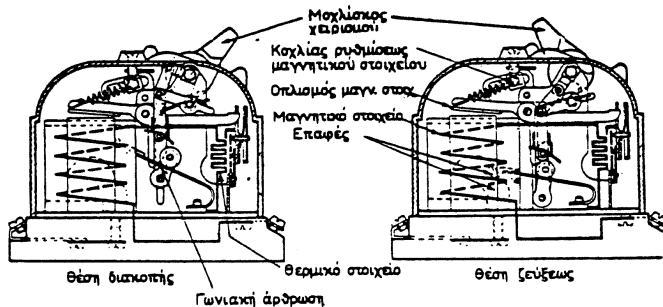
14.3 Αυτοματοί διακόπτες (ασφαλείο διακόπτες)

Οι αυτόματοι διακόπτες προκαλούν διακοπή του ρεύματος, όπως και οι ασφάλειες τήκων, αλλά έχουν διαφορετική αρχή λειτουργίας. Στα κυκλώματα μπορούν να παρατηρηθούν μικρές σχετικά αυξήσεις της εντάσεως του ρεύματος, πάνω από την κανονική, οι οποίες έχουν γενικά μεγάλη διάρκεια και οφείλονται σε διάφορα αίτια. Οι αυξήσεις αυτές ονομάζονται υπερφορτώσεις.

Όταν το ρεύμα περάσει από τον αυτόματο διακόπτη θερμαίνει ένα διμεταλλικό στοιχείο (θερμικό στοιχείο). Με την θέρμανση το διμεταλλικό στοιχείο κάμπτεται και διακόπτεται το κύκλωμα.

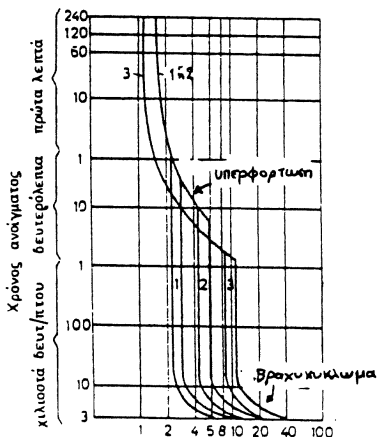
Όταν συμβεί βραχυκύκλωμα, ρεύμα πολύ μεγαλύτερο από το κανονικό διέρχεται από ένα μαγνητικό στοιχείο (πλεκτρομαγνήτης) και προκαλεί σχεδόν ακαριαίο ανοίγμα του διακόπτη.

Δηλαδή οι αυτόματοι διακόπτες περιλαμβάνουν θερμικό και μαγνητικό στοιχείο και το μείν θερμικό προστατεύει από υπερφορτώσεις το δε μαγνητικό από βραχυκυκλώματα.



Αυτόματος διακόπτης (τομή)

(6x2.6)



ΜΕΓΕΣ καμπύλες λειτουργίας αυτοματων διακοπών

- 1: οικιακές εγκαταστάσεις
- 2: βιομηχ. εγκαταστάσεις
- 3: προστασίας μηχανών

(6x2.7)

14.4 Ε Π Ι Λ Ε Κ Τ Ι Κ Η Α Π Ο Ζ Ε Υ Ξ Η

1. Γ ε ν ῖ κ ᾶ

Ο σκοπός της επιλεκτικής απόζευξης (άνοιγμα) είναι να απομονώσει το τμήμα του κυκλώματος που παρουσιάζει βλάβη και ταυτόχρονα να εξακολουθεί να τροφοδοτεί όσο το δυνατό μεγαλύτερο μέρος του κυκλώματος. Αυτό επιτυγχάνεται με συνδιασμό των χαρακτηριστικών χρόνου-ρεύματος (έντασης) των

προστατευτικών εξαρτημάτων, έτσι ώστε ο διακόπτης ο πλησιέστερος προς την βλάβη να ανοίγει πρώτος, ενώ ο διακόπτης ο πιο απομακρυσμένος από αυτήν και πλησιέστερος προς τη γεννήτρια να ανοίγει τελευταίος. Ένα τμήμα κάποιου κυκλώματος

διανομής με διακόπτες κυκλώματος που χρησιμοποιεί επιλεκτική απόζευξη φαίνεται στην εικόνα 2-3 Α.

Ο χρόνος της άμεσης απόζευξης είναι ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για να ανοίξει ο διακόπτης και να απομονώσει ένα κύκλωμα, όταν το άνοιγμα του διακόπτη δεν έχει ρυθμισθεί για χρονική καθυστέρηση. Ο διακόπτης ανοίγει μόλις το ρεύμα ξεπεράσει την ονομαστική τιμή της άμεσης απόζευξης, σε λιγότερο, από 0.1 SEC. Οι επί μέρους διακόπτες σε μια ομάδα παραγωγής-διανομής ρεύματος (γεννητριών, συνδέσεως ζυγών, κυκλωμάτων) διαφέρουν μεταξύ των ανάλογα με :

α. Το διαθέσιμο ρεύμα του φορτίου.

β. Το διαθέσιμο ρεύμα βραχυκυκλώματος.

γ. Τη ζώνη του χρόνου απόζευξης και τις ρυθμίσεις του ρεύματος απόζευξης που έχουν επιλεγεί.

Όλοι όμως οι διακόπτες της ομάδας έχουν χαρακτηριστικά που βρίσκονται μέσα στην ζώνη. Η ζώνη είναι η σχέση μεταξύ ρεύματος και χρόνου απόζευξης (διακοπής) μιάς ομάδας διακοπών κυκλωμάτων που έχουν την ίδια ονομαστική ρύθμιση.

Η επιλεκτική απόζευξη των διακοπών επιτυγχάνεται συνήθως με την βοήθεια ενός ηλεκτρομαγνητικού-μηχανικού εξαρτήματος (στοιχείου) μικρής χρονικής καθυστέρησης. Το εξάρτημα αυτό μπορεί να ρυθμίζεται ανάλογα με τις προδιαγραφές.

Τελευταία έχει αρχίσει η χρησιμοποίηση διακοπών που φέρουν ηλεκτρονικά εξαρτήματα αντι των παλαιών ηλεκτρομαγνητικών, για την προστασία των κυκλωμάτων έναντι υπερεντάσεως ή βραχυκυκλώματος. Παρακάτω αναφέρονται μερικά από τα προτερήματά τους:

α. Μεγαλύτερη αντοχή στις μηχανικές κρούσεις.

β. Αξιοπιστότερες καμπύλες έντασης-χρόνου με αποτέλεσμα την καλύτερη συνεργασία μεταξύ διακοπών διαφορετικών μεγεθών έντασης.

2. Σειρά απόζευξης διακοπών

Ο αυτόματος διακόπτης της γεννήτριας που είναι ο πλησιέστερος προς αυτήν, έχει την μεγαλύτερη ονομαστική τιμή ρεύματος, την υψηλότερη προδιαγραφή ρεύματος βραχυκυκλώσεως και την μεγαλύτερη χρονική καθυστέρηση απόζευξης, παρόλα αυτά και αυτός ο διακόπτης θα ανοίξει σε κάποιο προκαθορισμένο χρονικό διάστημα, όταν διαρρέεται από το ρεύμα βραχυκυκλώσεως (σημείο P₁ - P σχήματος 2-3-B). Οι διακόπτες συνδέσεως ζυγών (BUS-TIE) συνήθως ρυθμίζονται να ανοίγουν μετά από μία χρονική καθυστέρηση όπου είναι στο 80% περίπου της γεννήτριας. Στα επί μέρους

κυκλώματα που αναχωρούν από τους κύριους πίνακες διανομής δεν χρησιμοποιούνται συνήθως διακόπτες άμεσης απόζευξης. Η κατασκευή των διακοπών που διαθέτουν επιλεκτική απόζευξη για ρεύματα μικρότερα από αυτά της άμεσης απόζευξης, είναι τέτοια που προκαλεί προμελετημένη καθυστέρηση στην απόζευξη του διακόπτη. Η χρονική καθυστέρηση είναι μεγαλύτερη στις μικρές εντάσεις από ότι στις μεγάλες και ως εκ τούτου είναι γνωστή ως "αντίστροφη χρονική καθυστέρηση". Η ένταση που θα άνοιγε αμέσως το διακόπτη φορτίου τύπου AQB και θα απομόνωνε το κύκλωμα, δεν θα άνοιγε αμέσως το διακόπτη κυκλώματος ACB εκτός αν η ένταση διατηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Η ίδια σειρά λειτουργίας συμβαίνει και σε άλλες ομάδες διακοπών που έχουν ρυθμισθεί για επιλεκτική απόζευξη στο σύστημα. Η διαφορά μεταξύ των χρόνων άμεσου απόζευξης των διακοπών είναι αρκετή ώστε να επιτρέπει σε κάθε διακόπτη να ανοίγει και να απομονώνει το κύκλωμα πριν ο επόμενος διακόπτης αρχίσει να λειτουργεί.

3. Παράδειγμα απόζευξης διακοπών

Υποθέστε ότι μια βλάβη παρουσιάζεται σε καλώδιο στο σημείο A (εικόνα 2-3-A) και εξ αυτής προξενείται μια υψηλή ένταση I (εικόνα 2-3-B) που διαρρέει το διακόπτη φορτίου (κατανάλωσης) AQB και το διακόπτη κυκλώματος ACB. Ο διακόπτης φορτίου θα απομονώσει το κύκλωμα (και θα διακόψει την ένταση) σε χρονικό διάστημα T που είναι μικρότερο από το T₁ που απαιτείται για να ανοίξει ο διακόπτης κυκλώματος ACB. Έτσι ο διακόπτης κυκλώματος ACB θα παραμείνει κλειστός, όταν ο διακόπτης φορτίου AQB απομονώνει το κύκλωμα.

Ομως αν το ρεύμα της βλάβης (βραχυκύκλωμα) υπερβεί την ικανότητα διακοπής του διακόπτη AQB (π.χ. πάνω από 10.000 A) τότε αυτός (ο AQB) δεν θα μπορέσει να διακόψει το κύκλωμα χωρίς να καταστραφεί. Ο διακόπτης ACB στον κύριο πίνακα διανομής IS ανοίγει σε χρόνο T (σχεδόν αμέσως) ο οποίος χρησιμοποιείται σαν διακόπτης κάλυψης (BACK-UP) του διακόπτη AQB για να αποτραπεί η καταστροφή του.

Μια βλάβη στο σημείο B που προξενεί υπερένταση I θα ανοίξει το διακόπτη κυκλώματος ACB σε χρόνο T₁ ενώ δεν θα ανοίξει τον αυτόματο διακόπτη ACB της γεννήτριας ή το διακόπτη σύνδεσης ζυγών οι οποίοι απαιτούν για να ανοίξουν μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα T₃ και T₂ αντίστοιχα.

Μια βλάβη στο σημείο C που προξενεί υπερένταση I θα ανοίξει

και τους δύο διακόπτες ACB σύνδεσης ζυγών σε χρονικό διάστημα T₂.

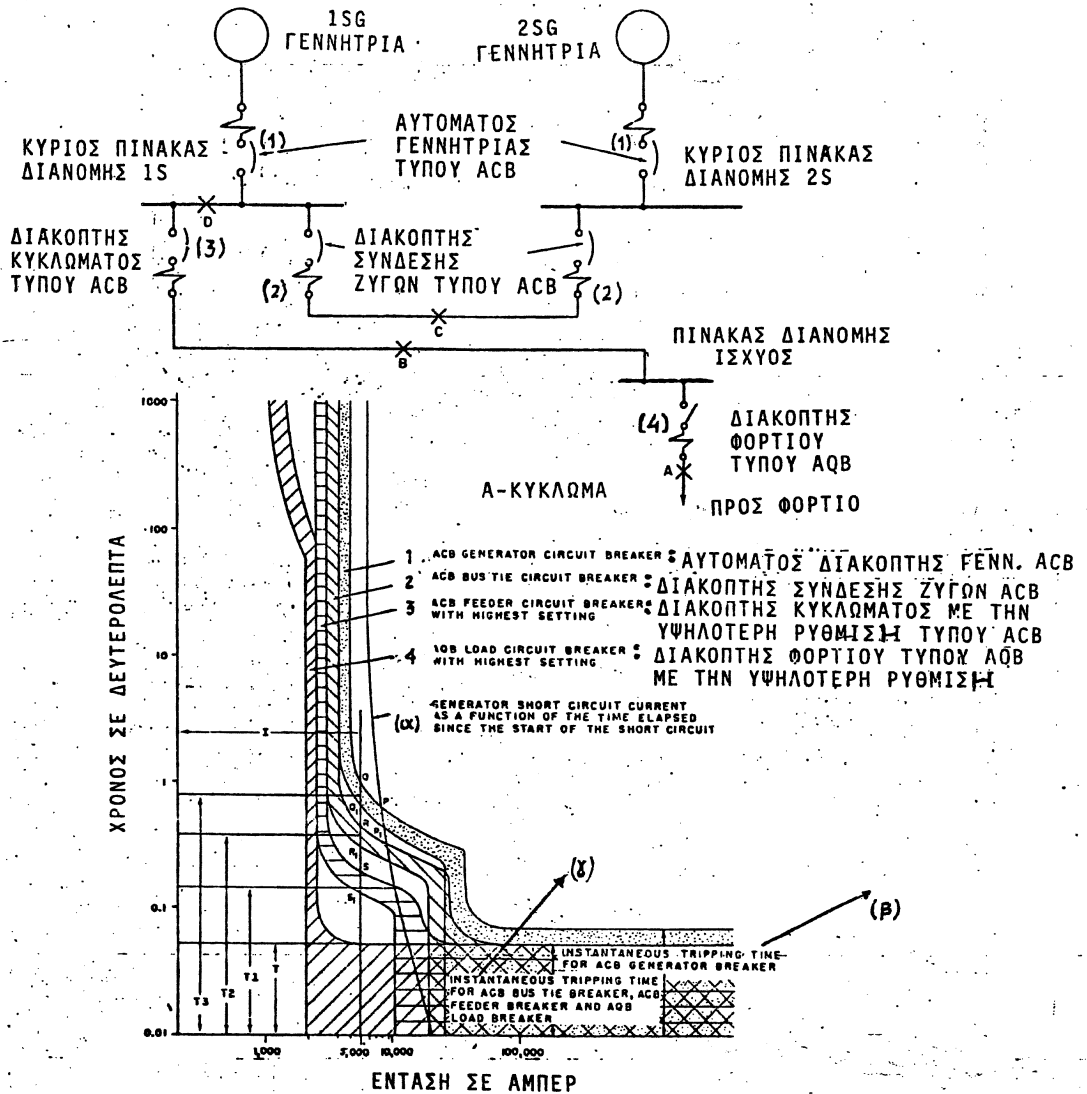
Μια βλάβη στο σημείο D που προξενεί υπερένταση I στον κύριο πίνακα διανομής 1S θα ανοίξει τον αυτόματο διακόπτη ACB της γεννήτριας 1SG σε χρονικό διάστημα T₃ και τον έναν ή και τους δύο διακόπτες ACB σύνδεσης ζυγών (εφόσον οι γεννήτριες λειτουργούν παράλληλα) σε χρονικό διάστημα T₂. Σε κάθε περίπτωση το ελαττωματικό τμήμα του κυκλώματος απομονώθηκε ενώ διατηρήθηκε ενεργοποιημένο όσον το δυνατό μεγαλύτερο μέρος του συστήματος, σε σχέση προς το σημείο της βλάβης.

Η επίτευξη της επιλεκτικής απόζευξης απαιτεί προσεκτικό συντονισμό των χαρακτηριστικών χρόνου-έντασης των διάφορων ομάδων των διακοπών κυκλωμάτων. Για παράδειγμα, κοιτάξτε το σύστημα της εικόνας 2-3 του οποίου οι γεννήτριες με τους αντίστοιχους πίνακες λειτουργούν ανεξάρτητα (ανοικτοί οι διακόπτες ACB σύνδεσης ζυγών). Αν εναλλαχθούν τα χαρακτηριστικά χρόνου-ρεύματος του διακόπτη ACB τροφοδότησης κυκλωμάτων και του αυτόματου διακόπτη ACB της γεννήτριας 1SG, τότε μια υπερένταση I στο σημείο B θα ανοίξει τον αυτόματο διακόπτη ACB της γεννήτριας 1SG σε χρονικό διάστημα T₁ αλλά δεν θα ανοίξει τον διακόπτη ACB του κυκλώματος ACB (χρονικό διάστημα T₃).

Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να απενεργοποιηθούν όλα τα κυκλώματα που τροφοδοτούνται από τον κύριο πίνακα διανομής 1S και να μην απομονωθεί το ελαττωματικό κύκλωμα. Επομένως δεν θα πρέπει να γίνονται αλλαγές στις ρυθμίσεις των διακοπών επειδή μπορεί να διαταράξουν πλήρως την προστασία που βασίζεται στην επιλεκτική απόζευξη. Οι ρυθμίσεις της επιλεκτικής απόζευξης των διακοπών έχουν γίνει και σφραγισθεί στο εργαστήριο.

4 Εξαιρέσεις επιλεκτικής απόζευξης

Δεν είναι δυνατόν να υπάρξει προστασία του συστήματος παροχής και διανομής ηλεκτρικής ισχύος με επιλεκτική απόζευξη των διακοπών σε όλους τους τύπους των πλοίων ή σε όλα τα κυκλώματα. Π.χ. Τα συστήματα διανομής Σ.Ρ. των παλαιότερων πλοίων και όλα τα κυκλώματα φωτισμού χρησιμοποιούν ασφάλειες. Η χρονική καθυστέρηση μπορεί σε αυτές τις περιπτώσεις να συνενεργήσει μόνο στο βαθμό που επιτρέπεται από τα χαρακτηριστικά των ασφαλειών. Η χρήση των ασφαλειών των οποίων οι τιμές αυξάνουν προοδευτικά από το φορτίο προς τη γεννήτρια παρέχει κάποια επιλεκτικότητα προστασίας έναντι υπερέντασης ή περιορισμένης βλάβης.



Β-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΧΡΟΝΟΥ ΑΠΟΖΕΥΞΗΣ

ΕΙΚ. 2-3 ΕΠΙΛΕΚΤΙΚΗ ΑΠΟΖΕΥΞΗ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ

- (α) Ρεύμα βραχυκυκλώσεως γεννήτριας ως συνάρτηση του παρέρχόμενου χρόνου από την έναρξη του βραχυκυκλώματος.
- (β) Άμεσος χρόνος απόζευξης για τον αυτόματο διακόπτη γεννήτριας τύπου ACB
- (γ) Άμεσος χρόνος απόζευξης για διακόπτη σύνδεσης ζυγών ACB, διακόπτη κυκλώματος ACB και διακόπτη φορτίου AQB.

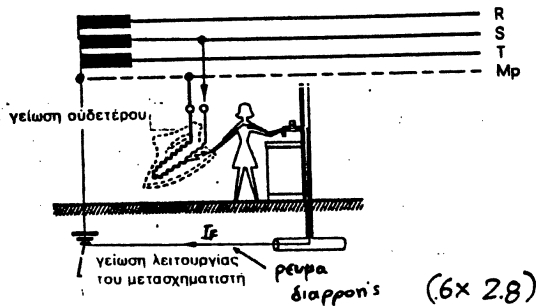
14.5 Διακόπτης διαφυγής

Σε μια ηλεκτρική εγκατάσταση υπάρχει πάντα το ενδεχόμενο να παρουσιαστούν βλάβες στη μόνωση των διαφόρων ηλ. συσκευών λόγω φθοράς ή εσφαλμένης μεταχείρισης.

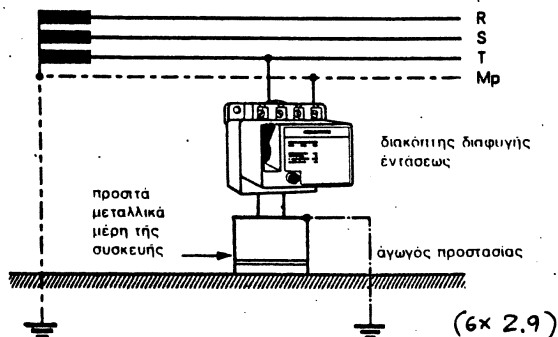
Στην περίπτωση αυτή οι κίνδυνοι είναι μεγάλοι γιατί είναι δυνατόν οι υπο τάση αγωγοί να έρθουν σε επαφή με τα μεταλλικά μέρη της συσκευής.

Αν τώρα ένας άνθρωπος αγγίξει μεταλλικό μέρος που βρίσκεται υπο τάση και ταυτόχρονα αγγίξει χειωρένο μεταλλικό αντικείμενο τότε κινδυνεύει από ηλεκτροπληξία. (βλ 6x 2.8)

Το ρεύμα I_f που διέρχεται μέσω του ανθρώπου προς τη γη ονομάζεται ρεύμα διαρροής



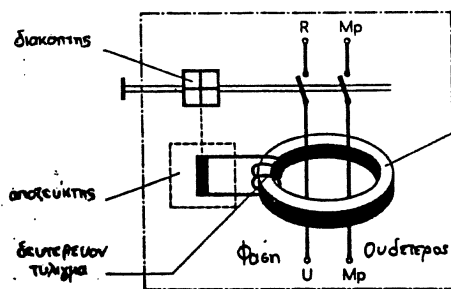
Απαιτείται λοιπόν η εγκατάσταση διακόπτη του ρεύματος στην περίπτωση αυτή. Αυτό επιτυγχάνεται με τον διακόπτη διαφυγής έντασης (6x 2.9)



Ο διακόπτης διαφυγής έντασης ενεργοποιείται σε περίπτωση διαρροής προς τη γη

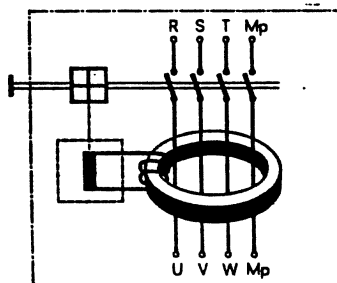
Περιγραφή του διακόπτη διαφυγής εντάξεως

Αποτελείται από ένα πυρήνα ειδήρου σε μορφή δακτυλίου μέσα από τον οποίο περνούν όλοι οι αγωγοί του προστατευμένου κυκλώματος καθώς και ο ουδέτερος αγωγός, αν υπάρχει. Ο πυρήνας ειδήρου έχει ένα δευτερεύον τυλίγμα που συνδέεται με το πηνίο ενός ηλεκτρομαγνητή (αποψεύκτης). Ο αποψεύκτης επενεργεί μηχανικά στον διακόπτη του κυκλώματος



Αρχή λειτουργίας
διακόπτη διαφυγής

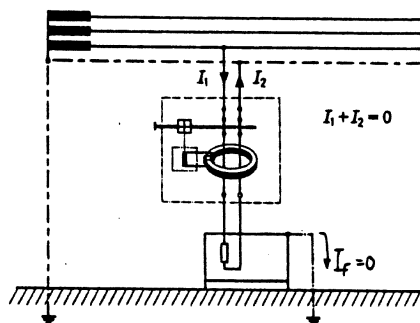
Μονοφασικός
διακόπτης
διαφυγής



Τριφασικός
διακόπτης
διαφυγής

(6x 2.10)

Σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας, δηλ. όταν δεν υπάρχει διαρροή προς τη γη στα συνδεδεμένα με το δίκτυο μέρη του κυκλώματος, ο πυρήνας ειδήρου δεν διεγείρεται μαγνητικά διότι οι μαγνητικές επιδράσεις από τα ρεύματα των αγωγών αλληλοεξουδετερώνονται. Έτσι στο δευτερεύον τυλίγμα δεν επαίγεται τάση και ο διακόπτης διαφυγής παραμένει κλειστός (βλ. κατωτέρω σχήμα 2.11)



(6x 2.11)

Λειτουργία του διακόπτη διαφυγής

Όταν εμφανιστεί ρεύμα διαρροής I_f (που μπορεί να έχει τιμή από 0 έως πολλά Ampere) τότε αυτό προκαλεί μια πτώση τάσης στην αντίσταση γείωσης R_E . Η τάση $U_B = I_f \cdot R_E$ ονομάζεται ως χλωστόν τάση επαφής

Στην περίπτωση αυτή τα ρεύματα των αγωγών δια μέσου του δακτυλίου δεν αλληλοεξουδετερώνονται γιατί το I_f δεν επιστρέφει μέσα από τον πυρήνα αλλά ρέει προς τη γη (βλ 6x 2.12)

Τότε ο πυρήνας διεγείρεται μαγνητικά και ο διακόπτης διαφυγής ανοίγει και διακόπτει την παροχή μέσα σε χρόνο 0,03 sec περίπου.

Υπάρχει μια οριζόμενη τιμή του ρεύματος διαρροής I_f για την οποία ενεργοποιείται ο διακόπτης. Το ρεύμα αυτό ονομάζεται "ονομαστικό ρεύμα διαρροής".

Στην πράξη για την προστασία από ηλεκτροπληξίες χρησιμοποιείται διακόπτης διαφυγής με $I_{f0n} = 30\text{mA}$

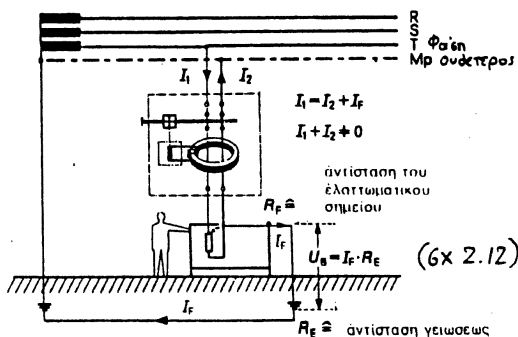
Ετσι π.χ. για τάση επαφής $U_B = 50\text{V}$ και $I_{f0n} = 30\text{mA}$

η μεγαλύτερη τιμή της αντίστασης γείωσης μπορεί να είναι

$$R_E = \frac{50\text{V}}{30\text{mA}} = 1667\ \Omega \quad \text{τιμή που εύκολα επιτυγχάνεται}$$

Η ομαλή λειτουργία του διακόπτη διαφυγής εντάως μπορεί να ελεγχθεί με κατάλληλη διάταξη

Σημειώνουμε ότι ο διακόπτης διαφυγής προσφέρει προστασία ακόμη και όταν διακόπει λόγω βλάβης ο αγωγός προστασίας διότι η τάση των 30mA, για διάρκεια 0,03sec, είναι ακίνδυνη για τον άνθρωπο αλλά αρκετή για να προκαλέσει ανοίγμα του διακόπτη.



Τρόπος λειτουργίας του διακόπτη διαφυγής

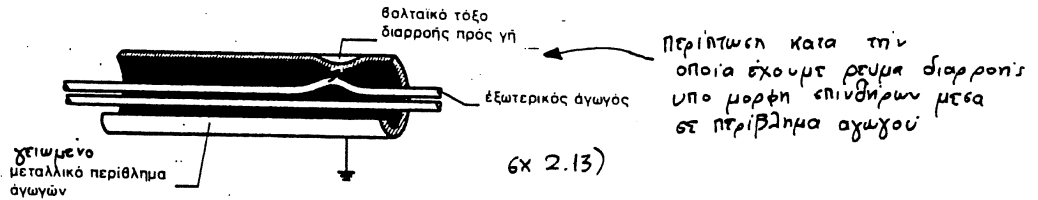
$$I_f \neq 0$$

R_f : αντίσταση ελαττωματικού σημείου δηλ αντίσταση μεταξύ του αγωγού φάσης και της μεταλλικής επιφάνειας που βρίσκεται υπό τάση λόγω σφάλματος

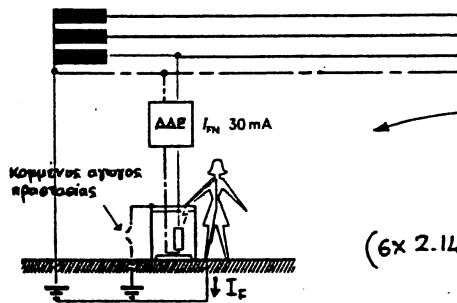
R_E : αντίσταση γείωσης

Επίσης ο διακόπτης διαφυγής επαίστως προστατεύει την εγκατάσταση από κίνδυνο πυρκαγιάς.

Ο κίνδυνος αυτός εμφανίζεται όταν υπάρχουν ρεύματα διαρροής υπό μορφή επιβλήρων (βολταϊκό τόξο) ή μέσα σε περιβλήματα αγωγών. Έχει βρεθεί ότι ρεύματα διαρροής μεγαλύτερα από 0,5 A μπορούν να προκαλέσουν πυρκαγιά.

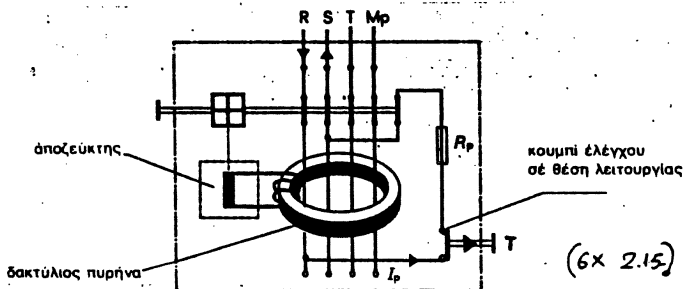


Περίπτωση κατά την οποία έχουμε ρεύμα διαρροής υπό μορφή επιβλήρων μέσα σε περίβλημα αγωγού



Περίπτωση διακοπής του αγωγού χείωσης (προστασίας)

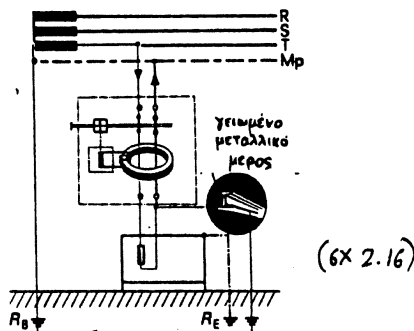
Εδώ ολόκληρο το ρεύμα διαρροής διαρρέει από τον άνθρωπο



Διαδικασία ελέγχου του διακόπτη διαφυγής:

Η αντίσταση R_p είναι έτσι υπολογισμένη ώστε να προκαλεί ρεύμα διαρροής λίγο μεγαλύτερο από το ονομαστικό ρεύμα του διακόπτη. Πιέζοντας τον διακόπτη T προκαλούμε "τεχνητή διαρροή" και έτσι ελέγχουμε τον διακόπτη διαφυγής

Τέλος αναφέρουμε ότι ο ουδέτερος αγωγός θα πρέπει να είναι μονωμένος ως προς τη γη μετά τον διακόπτη διαφυγής, γιατί σε αντίθετη περίπτωση ένα μέρος του ρεύματος του ουδέτερου θα έρχεται μέσα από τη γη και θα ενεργοποιούσε το διακόπτη



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 15ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΑ15.1 - ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Τα καλώδια είναι αγωγοί του ηλεκτρικού ρεύματος, που έχουν διάφορα περιβλήματα, για την παροχή μόνωσης, προστασίας μηχανικής, προστασίας έναντι οξέων κ.λ.π.

Τα καλώδια, ανάλογα για την χρήση που προορίζονται, κατασκευάζονται κατά διαφόρους τρόπους και έχουν διάφορες μορφές. Έτσι διακρίνουμε καλώδια μονόκλινα (μέχρι διατομής 16 mm^2), πολύκλινα, εύκαμπτα, ομοαξονικά κλπ. Ανάλογα με την χρήση τους τα καλώδια τα διακρίνουμε σε καλώδια ισχύος, ελέγχου, συνεννοήσεως κλπ. Καλώδια ειδικών χρήσεων θεωρούνται τα καλώδια των ορυχείων, τα κινητά (οικοδομικοί γερανοί, γερανογέφυρες κλπ), τα τύπου σωλήνα (υψηλής πίεσεως λαδιού ή αερίου) κ.λ.π.

Η επιλογή του κατάλληλου κατά περίπτωση καλωδίου είναι οικονομοτεχνικό θέμα και ξεφεύγει από την ύλη του μαθήματος. Ανεξάρτητα πάντως από τον τύπο του καλωδίου που θα επιλεγεί, θα πρέπει η διατομή του καλωδίου να ικανοποιεί τα γνωστά κριτήρια σε υπερθέρμανση αφ' ενός και σε πτώση τάσεως αφ' ετέρου.

Τα καλώδια χαρακτηρίζονται από διάφορα γράμματα, (π.χ. Ν.Υ.Υ. ή Ν.Κ.Β.Α. κ.λ.π.), τα οποία είναι χαρακτηριστικά της μορφής (μόνωση, μανδύας κλπ) του καλωδίου.

Επειδή σε ένα καλώδιο μέσα, μπορεί να περιέχονται και περισσότεροι του ενός αγωγοί, ο χαρακτηρισμός του καλωδίου συμπληρώνεται από μια ομάδα αριθμών. Έτσι π.χ. ΝΥΥ 3Χ50 σημαίνει ότι το καλώδιο είναι κατηγορίας ΝΥΥ και έχει τρεις αγωγούς των $50 \text{ (mm}^2\text{)}$ έκαστο, ενώ το καλώδιο ΝΥΥ 3Χ50+25 έχει τέσσερις αγωγούς, εκ των οποίων οι τρεις είναι $50 \text{ (mm}^2\text{)}$ έκαστος και ο τέταρτος έχει διατομή $25 \text{ (mm}^2\text{)}$.

Η μόνωση των αγωγών ενός καλωδίου μπορεί να γίνει με διάφορα υλικά της σύγχρονης τεχνολογίας, όπως είναι οι πολυμεριστές, τα πλαστικά, τα λάστιχα και το βαφτισμένο μέσα σε μονωτικά βερνίκια χαρτί.

Έξω από την μόνωση των αγωγών τοποθετούνται οι διάφοροι μανδύες του καλωδίου, που ανάλογα με τις συνθήκες λειτουργίας του καλωδίου μπορεί να είναι πλαστικοί, λαστιχένοι ή μεταλλικοί.

Όταν υπάρχουν μεταλλικοί μανδύες στα καλώδια πρέπει να λαμβάνεται πρόνοια, ώστε να μην γίνεται διάβρωση των μετάλλων. Έτσι π.χ. αν έχουμε μολύβδινο

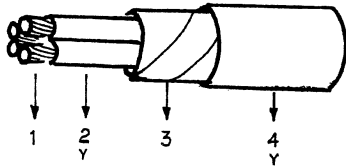
μανδύα, θα πρέπει εξωτερικά το καλώδιο να έχει ένα πλαστικό μανδύα ή να είναι τυλιγμένο με ασφαλτόχαρτο και αυτό με την σειρά του με βερνικωμένη ιούτη. Τα καλώδια, που έχουν αλουμινένιο μανδύα τα τυλίγουμε εξωτερικά με πλαστική ταινία.

Όταν θέλουμε να ενισχύσουμε τα καλώδια έναντι μηχανικών καταπονήσεων, τους προσθέτουμε χαλύβδινες ταινίες, ενώ στα πολύκλινα καλώδια προσθέτουμε και μερικά χαλύβδινα συρματάρια.

Μερικά τυπικά παραδείγματα καλωδίων δίνονται στα επόμενα σχήματα.

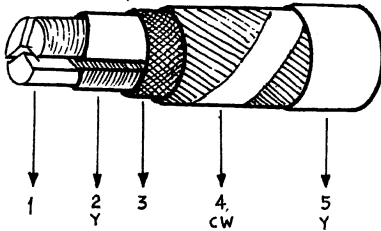
Τελειώνοντας πρέπει να αναφέρουμε, ότι όλα αυτά τα υλικά, που περιβάλλουν τους αγωγούς των καλωδίων έχουν ένα ορισμένο όριο αντοχής σε υπερθέρμανση, το οποίο αν υπερβούμε θα καταστραφούν και έτσι θα έχουμε ζημιά στο ηλεκτρικό μας δίκτυο.

NYY 3X25+16



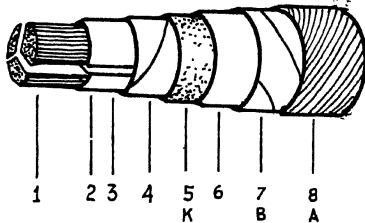
- 1.- Αγωγός χαλκού
- 2.- Μόνωση PROTODUR
- 3.- Ταινία
- 4.- Μανδύας PROTODUR
αγωγός 25 (mm^2) και ένας αγωγός
16 (mm^2)

NAY CWY Z



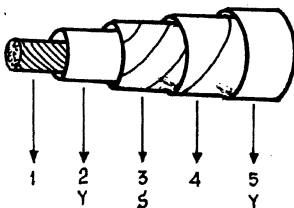
- 1.- Αγωγός αλουμινίου
- 2.- Μόνωση PROTODUR
- 3.- Εσωτερικός μανδύας ή ταινία
- 4.- Ομοαξονικός ουδέτερος ή γειωμένος
αγωγός χαλκού· αποτελείται από συρμα-
τίδια χαλκού και ελικοειδή χάλκινη
ταινία
- 5.- Μανδύας PROTODUR

N. K. B. A.



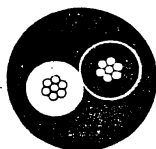
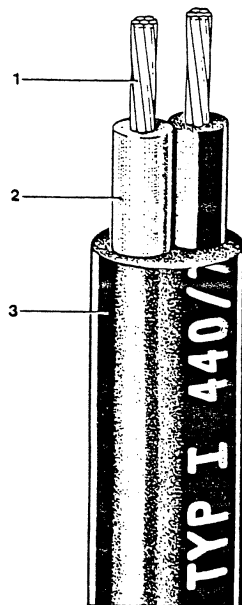
- 1.- Αγωγός χαλκού
- 2.- Μόνωση χάρτου
- 3.- Υλικά σφηνώσεως αγωγών
- 4.- Μονωτική ταινία (βερνικωμένο χαρτί)
- 5.- Μολύβδινος μανδύας
- 6.- Υλικά FIBER
- 7.- Οπλισμός χαλύβδινης ταινίας
- 8.- Προστασία γούτζ

N. Y. S. Y.



- 1.- Χάλκινος αγωγός
- 2.- Μόνωση PROTODUR
- 3.- Χάλκινη ταινία προστασίας
- 4.- Ταινία
- 5.- Μανδύας PROTODUR

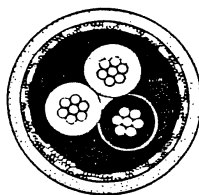
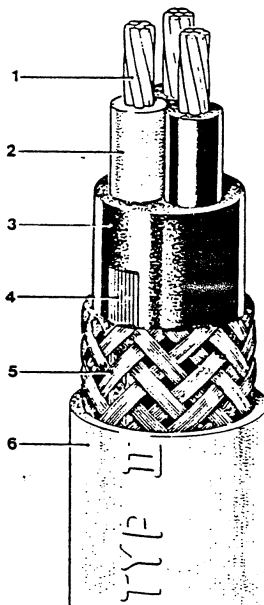
ΔΙΑΦΟΡΟΙ ΤΥΠΟΙ ΝΑΥΤΙΚΩΝ ΚΑΒΟΔΙΩΝ



IN-type I

1. Conductor: stranded annealed tinned copper wires
2. Conductor insulation: EP-rubber with core identification
3. Sheath: black polychloroprene marked "IN-Typ I 440/750 V"

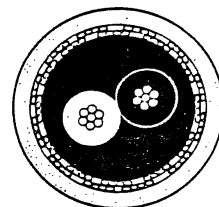
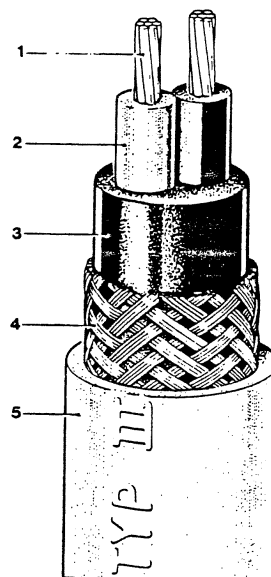
This version is mainly used in places where the cable is not exposed to mechanical damages. It may also be used elsewhere if adequate mechanical protection is provided.



IN-type II

1. Conductor: stranded annealed tinned copper wires
2. Conductor insulation: EP-rubber with core identification
3. Inner sheath: polychloroprene
4. Earthing wire: tinned copper wires
5. Braiding: galvanized steel wires
6. Outer sheath: grey PVC marked "IN-Typ II 440/750 V"

This version is an armoured cable that can be laid anywhere on board the ship. The armouring on this cable provides a reasonably good shielding against electromagnetic fields of moderate magnitude.



IN-type III

1. Conductor: stranded annealed tinned copper wires
2. Conductor insulation: EP-rubber with core identification
3. Inner sheath: polychloroprene
4. Screen: braiding of annealed copper wires
5. Outer sheath: grey PVC marked "IN-Typ III 440/750 V"

This version is a screened cable where the screen constitutes efficient protection against electromagnetic disturbances. It is intended for laying in places where electromagnetic fields can cause problems. If mechanical damages can be foreseen appropriate means for protection should be provided.

15.2 - Τυποποιημένες Διατομές και Τύποι Καλωδίων

15.2.1 - Τυποποίηση αγωγών ηγ. εγκαταστάσεων

Οι μονωμένοι αγωγοί ηγ. εγκαταστάσεων έχουν τυποποιηθεί ως προς τη διαμέτρή τους με βάση τις απώλειες Joule που παρουσιάζονται, και τη δυνατότητα απαγωγής της θερμότητας

Δηλαδή:

Η θερμοκρασία που αναπτύσσεται σε αγωγό που διαρρέεται από ρεύμα εξαρτάται από τη διατομή του αγωγού (δηλ από την εκλυόμενη θερμότητα) αλλά και από την εξωτερική επιφάνεια του (δηλ από την δυνατότητα απαγωγής της θερμότητας που είναι αναλογική προς την εξωτερική επιφάνεια του αγωγού) για μια δεδομένη θερμοκρασία περιβάλλοντος

Έτσι για τις διάφορες διατομές (σε mm²) των αγωγών ευρίσκεται η μέγιστη ένταση ρεύματος σε Α που επιτρέπεται να περάσει από τον αγωγό για ασφαλή λειτουργία, ώστε να μην υπερθερμανθεί.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ Τυποποίησης Αγωγών Ηγ. Εγκαταστάσεων

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1
Τυποποίηση αγωγών ηγ. εγκαταστάσεων

Διατομή αγωγών χαλκού (mm ²)	ΟΜΑΔΑ I		ΟΜΑΔΑ II		ΟΜΑΔΑ III	
	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση (Α)	Ονομαστική ένταση ασφάλ. (Α) αυτόματου διακ. (Α)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση (Α)	Ονομαστική ένταση ασφάλ. (Α) αυτόματου διακ. (Α)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση (Α)	Μέγιστη επιτρεπόμενη ονομαστική ένταση συνό. συσσκευής (Α)
0,75	—	—	15	10 16	12	7
1	11	6 10	19	16 20	15	9
1,5	15	10 16	23	20 25	19	10
2,5	20	16 20	32	25 35	25	15
4	25	20 25	42	35 35	33	20
6	33	25 35	54	35 50	44	26
10	45	35 50	73	63 63	60	35
16	60	50 63	97	80 100	81	48
25	83	63 80	128	100 125	107	65
35	102	80 100	156	125 160	133	78
50	130	100 125	197	160 200	166	100
70	163	125 160	242	200 224	—	—
95	195	160 200	288	224 250	—	—
120	232	200 224	339	250 300	—	—
150	—	—	386	300 355	—	—
185	—	—	442	355 425	—	—
240	—	—	521	425 500	—	—
300	—	—	600	500 600	—	—
400	—	—	716	600 710	—	—
500	—	—	818	710 800	—	—

Ο παραπάνω ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 αναφέρεται σε αγωγούς χαλκού. Όταν χρησιμοποιούνται αγωγοί αλουμινίου τότε ως μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση πρέπει να λαμβάνεται το 80% των τιμών του.

Οι ομάδες που κατατάσσονται στον ΠΙΝΑΚΑ 1.1 είναι οι αγωγοί βάσει του τρόπου εγκατάστασής τους!

ΟΜΑΔΑ I: Τρεις το πολύ ενεργοί αγωγοί μέσα στον ίδιο σωλήνα

ΟΜΑΔΑ II: Μονοπολικά καλώδια ή αγωγοί ορατών εγκαταστάσεων ή γραμμές προσαγωγής σε κινητές συσκευές

ΟΜΑΔΑ III: Σειρίδες (κορδόνια) τριών το πολύ ενεργών αγωγών σε ορατή εγκατάσταση και γραμμές προσαγωγής σε κινητές ή φορητές συσκευές

Ο ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1 ισχύει για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C . Για μεγαλύτερες θερμοκρασίες η μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση περιορίζεται σε ποσοστά (%) των τιμών του ΠΙΝΑΚΑ 1.1, που δίνονται στον ΠΙΝΑΚΑ 1.2

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.2
(διόρθωση των τιμών του πίνακα 1.1 για $\theta > 30^{\circ}\text{C}$)

Θερμοκρασία περιβάλλοντος ($^{\circ}\text{C}$)	Ποσοστό % των τιμών του ΠΙΝΑΚΑ 1.1	
	Μόνωση ελαστικού	Πλαστική μόνωση
35	91	95
40	81	88
45	70	81
50	57	72
55	41	62

Συσχέτιση διατομής-Έντάσεως ρεύματος κατά τους Έλλη-
νικούς κανονισμούς έσωτερικών εγκαταστάσεων.

ΠΙΝΑΚΑΣ

Μεγίστη επιτρεπόμενη ένταση συνεχούς ροής για χαλκίνους αγωγούς
μονώσως έξ έλαστικού ή θερμοπλαστικής ουσίας (κατά τους Έλλη-
νικούς κρατικούς κανονισμούς). (Θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C)

Διατο- μή σε [mm ²]	Αγωγοί τοποθε- τημένοι εντός αληθινών χω- νευτών ή όρα- τών. Ίσχύει για περιπτώσεις κατά τις οποίες έντός του ίδιου αληθινού τοποθε- τούνται 1,2,3 τό πολύ αγωγοί [Λ]	Ρεύμα για τό όποιο ύπολο- γίζον- ται οι απώλειες που άκα- λίζουν τους,ά- γωγούς [Λ]	Αντί- σταση αγωγού ανά χι- λίομ. [Ω/Km]	Βάρος άγω- γού ανά χιλι. [Kg/Km]	Ελάχ. πιχός μονώ- σεως έλαστι- κού [mm]
0.75	9	6	23,82	6,66	--
1	11	6	17,86	9,89	--
1,5	14	10	11,90	13,33	0,8
2,5	20	15	7,14	22,2	0,9
4	25	20	4,46	35,6	1,0
6	33	25	2,975	53,4	1,0
10	43	35	1,786	88,9	1,2
16	75	60	1,115	142.2	1,2
25	100	80	0,774	222	1,4
35	125	100	0,510	311	1,4
50	160	125	0,357	445	1,6
70	200	160	0,255	622	1,6
95	240	200	0,188	844	1,8
120	285	225	0,1488	1068	1,8
150	325	260	0,1190	1333	2,0
185	380	300	0,0965	1645	2,2
240	450	350	0,0744	2135	2,4
300	525	430	0,0595	2658	2,6
400	640	500	0,0446	3560	--
500	760	600	0,0357	4450	--
625	880	700	0,0286	5550	--
800	1050	850	0,0223	7110	--
1000	1250	1000	0,0179	8890	--

Σημείωση : 1) Γιά αγωγούς έξ άλουμινίου, οι έντάσεις των αντίστοιχού-
των ρευμάτων του πίνακος, μειούνται κατά 20% περίπου. 2) Γιά μονοπο-
λικούς αγωγούς σε όρατές εγκαταστάσεις οι έντάσεις των αντίστοιχού-
ντων ρευμάτων του πίνακα αύξάνονται κατά 65%-70% περίπου.

Αναγωγή της μέγιστης επιτρεπόμενης έντάσεως για
θερμοκρασία περιβάλλοντος άνω των 30 [°C]

Θερμοκρασία περιβάλλοντος
σε °C

Ποσοστόν της έντάσεως
του ΠΙΝΑΚΑ () πού
πρέπει νά ληφθεῖ (%)

30	 100
35	 91
40	 82
45	 71
50	 58
55	 41

ΤΥΠΟΠΟΙΗΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΣΥΡΜΑΤΙΔΙΩΝ ΜΕ ΜΟΝΩΣΗ ΣΜΑΛΤΟΥ

Στον πίνακα Π-Β, που ακολουθεί, αναφέρονται οι τυποποιημένες διατομές κατά τους Γερμανικούς κανονισμούς των συρματιδίων κυκλικής διατομής με μόνωση σμάλτου. Ο πίνακας έχει χωριστεί σε δύο τμήματα (σελίδες). Στο πρώτο τμήμα αναφέρεται σε λεπτά πάχη μόνωσης του σύρματος.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - Β

DIN 46435

ΔΙΠΛΗ ΜΟΝΩΣΗ (2L)

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ	ΑΝΟΧΗ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΧΑΛΚΟΥ		ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΛΙΚΗ		ΩΜΙΚΗ ΑΝΤ. ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ ΣΤΟΥΣ 20 °C (Ohms)
		ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	ΕΛΑΧΙΣΤΗ	ΜΕΓΙΣΤΗ	
d (mm)	(mm)	d ₁ (mm)	d ₁ (mm)	d ₂ (mm)	d ₂ (mm)	
0,032	(*)	(*)	(*)	0,041	0,043	21,44
0,04				0,050	0,054	13,72
0,05				0,062	0,066	8,781
0,063				0,077	0,085	5,531
0,071				0,087	0,095	4,355
0,08				0,099	0,105	3,433
0,09				0,109	0,117	2,710
0,1				0,121	0,129	2,195
0,112				0,135	0,143	1,750
0,125				0,147	0,159	1,405
0,14	± 0,003	0,137	0,143	0,164	0,176	1,120
0,16		0,157	0,163	0,185	0,199	0,8575
0,18		0,177	0,183	0,206	0,222	0,6775
0,2		0,197	0,203	0,227	0,245	0,5465
0,224		0,221	0,227	0,252	0,272	0,4375
0,25	± 0,004	0,246	0,254	0,279	0,301	0,3512
0,28		0,275	0,284	0,310	0,334	0,2850
0,315		0,311	0,319	0,349	0,371	0,2212
0,355		0,351	0,359	0,382	0,414	0,1742
0,4		0,395	0,405	0,438	0,462	0,1372
0,45	± 0,005	0,445	0,455	0,470	0,516	0,1084
0,50		0,495	0,505	0,543	0,569	0,08781
0,55		0,544	0,555	0,585	0,632	0,07000
0,63	± 0,006	0,624	0,635	0,678	0,706	0,05531
0,71	± 0,007	0,703	0,717	0,762	0,790	0,04355
0,75	± 0,008	0,742	0,758	0,802	0,832	0,03903
0,8		0,792	0,808	0,853	0,885	0,03430
0,85	± 0,009	0,841	0,859	0,905	0,937	0,03038
0,9		0,891	0,909	0,956	0,990	0,02710
0,95	± 0,010	0,940	0,960	1,007	1,041	0,02432
1		0,990	1,010	1,059	1,093	0,02195
1,06	± 0,011	1,049	1,071	1,121	1,153	0,01933
1,12		1,109	1,131	1,181	1,217	0,01750
1,18	± 0,012	1,168	1,192	1,241	1,279	0,01576
1,25	± 0,013	1,237	1,263	1,313	1,351	0,01405
1,32		1,307	1,333	1,385	1,423	0,01259
1,4	± 0,014	1,365	1,414	1,466	1,505	0,01120
1,5	± 0,015	1,425	1,515	1,529	1,608	0,009757
1,6	± 0,016	1,584	1,616	1,659	1,711	0,008575
1,7	± 0,017	1,653	1,717	1,771	1,813	0,007595
1,8	± 0,018	1,782	1,818	1,870	1,916	0,006775
1,9	± 0,019	1,891	1,919	1,972	2,018	0,006051
2	± 0,020	1,980	2,020	2,074	2,120	0,005489
2,12	± 0,021	2,099	2,141	2,195	2,243	0,004854
2,24	± 0,022	2,218	2,262	2,316	2,365	0,004375
2,36	± 0,023	2,335	2,384	2,435	2,488	0,003941
2,5	± 0,025	2,475	2,525	2,577	2,631	0,003512
2,65	± 0,027	2,623	2,677	2,728	2,784	0,003126
2,8	± 0,028	2,772	2,828	2,878	2,938	0,002800
3	± 0,030	2,970	3,030	3,078	3,142	0,002439

ενώ στο δεύτερο σε μεγαλύτερο πάχη μόνωσης. Η ανά μέτρο μήκους αντίσταση του σύρματος, που αναφέρεται στην τελευταία στήλη του πίνακα, έχει υπολογισθεί για χαλκό ειδικής αγωγιμότητας $5,6 \cdot 10^7$ [mhos/m]. Στις περιοχές του πίνακα, που σημειώνονται με (+), λόγω της μικρής διαμέτρου δεν είναι δυνατός ο καθορισμός της ανοχής. Στις περιοχές αυτές η παρόδοχη ή η απορρόφηση γίνεται με βάση την ωμική αντίσταση.

Π Ι Ν Α Κ Α Σ Π - Β

DIN 46435

ΑΠΛΗ ΜΟΝΩΣΗ (L)

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ d (mm)	ΑΝΟΧΗ (mm)	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΧΑΛΚΟΥ		ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΟΛΙΚΗ		ΩΜΙΚΗ ΑΝΤ. ΑΝΑ ΜΕΤΡΟ ΣΤΟΥΣ 20 C (Ω·mm)
		ΕΛΑΧΙΣΤΗ d ₁ (mm)	ΜΕΓΙΣΤΗ d ₁ (mm)	ΕΛΑΧΙΣΤΗ d ₂ (mm)	ΜΕΓΙΣΤΗ d ₂ (mm)	
0,032				0,036	0,040	21,44
0,04				0,044	0,050	13,72
0,05				0,056	0,062	8,781
0,063				0,068	0,078	5,531
0,071	(+)	(+)	(+)	0,076	0,086	4,355
0,08				0,089	0,098	3,430
0,09				0,099	0,110	2,710
0,1				0,109	0,121	2,195
0,12				0,122	0,134	1,750
0,125		0,109	0,115	0,122	0,134	1,405
0,14		0,122	0,128	0,135	0,149	1,120
0,15		0,137	0,143	0,152	0,166	0,8575
0,16	± 0,003	0,157	0,163	0,173	0,187	0,6775
0,18		0,177	0,183	0,195	0,209	0,5488
0,2		0,197	0,203	0,215	0,230	0,4375
0,224		0,221	0,227	0,242	0,256	0,3512
0,25		0,236	0,253	0,268	0,284	0,2800
0,28		0,276	0,284	0,301	0,315	0,2212
0,315	± 0,004	0,311	0,319	0,336	0,352	0,1742
0,355		0,351	0,359	0,377	0,395	0,1372
0,4		0,395	0,405	0,424	0,442	0,1034
0,45	± 0,005	0,445	0,455	0,475	0,495	0,08781
0,5		0,495	0,505	0,526	0,548	0,07060
0,56	± 0,006	0,554	0,566	0,587	0,611	0,05531
0,63		0,624	0,636	0,658	0,684	0,04355
0,71	± 0,007	0,703	0,717	0,739	0,767	0,03903
0,75	± 0,008	0,742	0,758	0,779	0,809	0,03430
0,8		0,792	0,808	0,829	0,851	0,03038
0,85	± 0,009	0,841	0,859	0,879	0,913	0,02710
0,9		0,891	0,909	0,929	0,955	0,02432
0,95	± 0,010	0,930	0,960	0,979	1,017	0,02195
1		0,990	1,010	1,030	1,068	0,01953
1,06	± 0,011	1,049	1,071	1,090	1,130	0,01750
1,12		1,109	1,131	1,150	1,192	0,01575
1,18	± 0,012	1,168	1,192	1,210	1,254	0,01405
1,25		1,237	1,263	1,281	1,325	0,01259
1,32	± 0,013	1,307	1,333	1,351	1,397	0,01120
1,4	± 0,014	1,366	1,413	1,433	1,479	0,009757
1,5	± 0,015	1,435	1,515	1,533	1,581	0,008575
1,6	± 0,016	1,504	1,616	1,633	1,683	0,007596
1,7	± 0,017	1,663	1,717	1,733	1,785	0,006775
1,8	± 0,018	1,752	1,818	1,832	1,893	0,006081
1,9	± 0,019	1,891	1,919	1,932	1,990	0,005488
2	± 0,020	1,980	2,020	2,032	2,092	0,004461
2,12	± 0,021	2,079	2,131	2,154	2,214	0,003941
2,24	± 0,022	2,218	2,262	2,274	2,336	0,003512
2,36	± 0,024	2,336	2,384	2,393	2,459	0,003126
2,5	± 0,025	2,475	2,525	2,533	2,601	0,002800
2,65	± 0,027	2,623	2,677	2,682	2,754	0,002439
2,8	± 0,028	2,772	2,828	2,831	2,907	
3	± 0,030	2,970	3,030	3,030	3,110	

15.2.2 ΚΑΛΩΔΙΑ ΑΜΕΡΙΚΑΝΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ

1- ΜΟΝΑΔΕΣ ΜΕΤΡΗΣΗΣ

Σάν πρότυπη μονάδα μεγέθους των συρμάτων χρησιμοποιείται το MIL FOOT. Ένα σύρμα είναι μεγέθους ενός MIL FOOT ^{όταν} έχει διάμετρο 1 χιλιοστό της ίντσας (MIL) και μήκος ένα πόδι. Η ειδική αντίσταση σε ΩM κάποιου υλικού δίδεται σε MIL-FOOT

Οι διατομές των ορθογωνικών αγωγών μετρώνται συνήθως σε τετραγωνικά χιλιοστά της ίντσας. Ένα τετραγωνικό χιλιοστό είναι η επιφάνεια (διατομή) ενός τετραγώνου του οποίου οι πλευρές είναι 1 χιλιοστό της ίντσας. Οι διατομές των κυκλικών αγωγών (συρμάτων) μετρώνται σε κυκλικά χιλιοστά της ίντσας (CIR-MIL). Ένα κυκλικό χιλιοστό είναι το εμβαδόν ενός κύκλου που έχει διάμετρο ενός χιλιοστού της ίντσας. Παράδειγμα: Ένα σύρμα (κυκλικό) διαμέτρου 10 χιλιοστών έχει διατομή 100 κυκλικά χιλιοστά (D^2) = (CIR-MIL).

Το κυκλικό χιλιοστό είναι το 0,7854 του τετραγωνικού χιλιοστού (SQUARE MIL) της ίντσας. Επομένως για να μετατραπούν τετραγωνικά χιλιοστά σε κυκλικά χιλιοστά αρκεί να τα διαιρέσουμε διά του 0,7854.

2- Μέτρηση συρμάτων (κλώνων) καλωδίων

Τα σύρματα κατασκευάζονται σε μεγέθη σύμφωνα με τον αμερικάνικο μετρητή συρμάτων (AWG- AMERICAN WIRE GAUGE) βλ. 7-3.

Στον πίνακα 7-3 φαίνονται όλα τα μεγέθη των συρμάτων με τα τεχνικά χαρακτηριστικά των. Για την αύξηση της ευκαμψίας των καλωδίων, οι αγωγοί κατασκευάζονται με πολλούς κλώνους.

Η διόταξη των κλώνων σε έναν αγωγό ομόκεντρων στρωμάτων γίνεται ως εξής: Στο κέντρο ένας κλώνος, το πρώτο στρώμα γύρω από το κέντρο αποτελείται από 6 κλώνους το δεύτερο από 12 το τρίτο από 18 κ.ο.κ. Συνεπώς τα πρότυπα καλώδια αποτελούνται από 1,7,19,37 κ.λ.π κλώνους. Στην ΕΙΚΩΝΑ 7-5 παρουσιάζεται ένας αγωγός με 37 κλώνους.

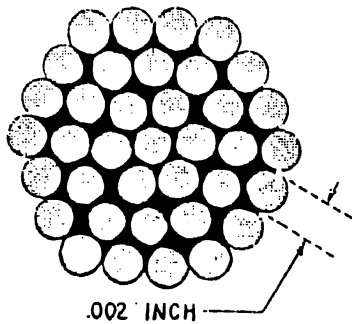
3- Συμβολισμός και ταξινόμηση καλωδίων

Ο οδηγός καλωδίων (CABLE COMPARISON GUIDE NAYSHIPS 0981-052-0890) σε συνδιασμό με το κεφάλαιο 40 του BSTM, αναφέρουν τα καλώδια που χρησιμοποιούνται στα πλοία, και διευκολύνουν την εκλογή των καταλλήλων καλωδίων που πρόκειται να αντικαταστήσουν τα χρησιμοποιούμενα παλαιά.

Τα καλώδια έχουν ταξινομηθεί σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- α) Μονίμου εγκατάστασης (δύσκαμπα).
- β) Εύκαμπα (φορητά).
- γ) Ειδικών εφαρμογών.

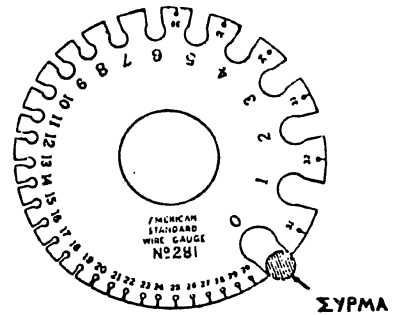
Στα πλοία για τα κυκλώματα φωτισμού και δυνάμεως, χρησιμοποιούνται πολλά μεγέθη και τύποι καλωδίων. Στον πίνακα 2-3 αναφέρονται μερικά



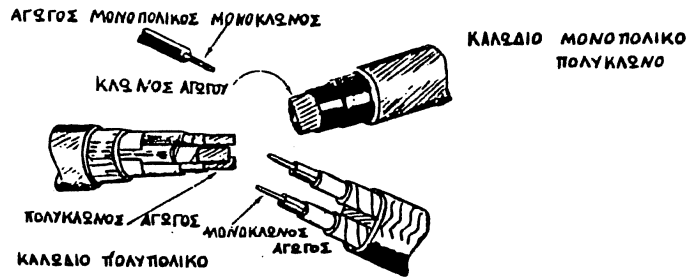
ΑΓΩΓΟΣ 37 ΚΛΩΝΩΝ

ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΒΕ ΚΛΩΝΟΥ = 0.002 INCH
 ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΒΕ ΚΛΩΝΟΥ ΣΕ ΧΙΛΙΟΣΤΑ = 2 MILS
 ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΒΕ ΚΛΩΝΟΥ ΣΕ ΚΥΚΛΙΚΑ
 ΧΙΛΙΟΣΤΑ (CIRCULAR MIL) = $D^2 = 4$ CM
 ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΤΟΥ ΑΓΩΓΟΥ = $4 \times 37 = 148$ CM

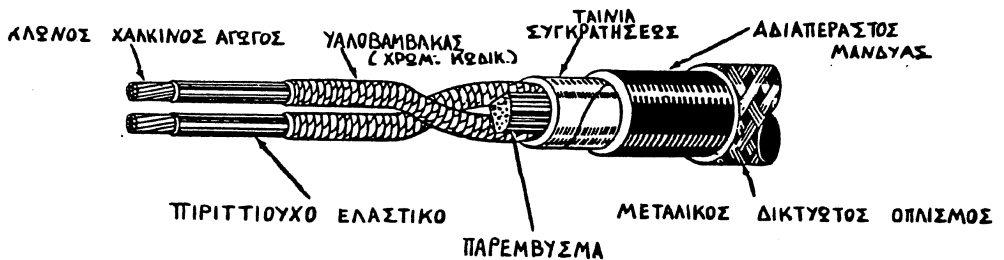
ΕΙΚΟΝΑ 7-5



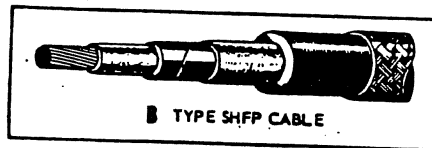
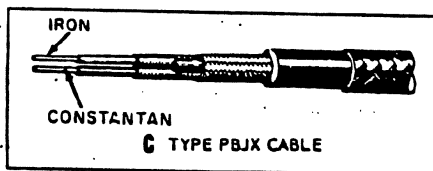
ΕΙΚΟΝΑ 7-3.- ΜΕΤΡΗΤΗΣ ΚΛΩΣΙΩΝ



ΕΙΚΟΝΑ 7-4.- ΑΓΩΓΟΙ



ΕΙΚΟΝΑ 2-1



ΕΙΚΟΝΑ 2-2 Β, C

ΠΡΟΤΥΠΑ ΑΝΩΤΤΗΜΕΝΑ ΧΑΛΚΙΝΑ ΣΥΡΜΑΤΑ
ΤΙΝΑΚΑΣ 7-3.—Standard annealed solid copper wire.

(American wire gage—B & S)

ΑΡΙΘΜΟΙ ΜΕΤΡΗΤΗ Gage number	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΣΕ ΧΙΛΙΟΣΤΑ Diameter (mils) ΤΩΤ ΙΑΤΕΑΣ ΧΙΛΙΟΣΤΑ	Cross section ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΥΚΛΙΚΗ Circular mils ΤΕΤΡΑΓ. Square inches ΙΩΤΕΕΣ		Ohms per 1,000 ft. 25° C. (= 77° F.) 65° C. (= 149° F.)		Ohms per mile 25° C. (= 77° F.)	Pounds per 1,000 ft.
		ΚΥΚΛΙΚΗ Circular mils ΧΙΛΙΟΣΤΑ	ΤΕΤΡΑΓ. Square inches ΙΩΤΕΕΣ	25° C. (= 77° F.)	65° C. (= 149° F.)	Ohms per mile 25° C. (= 77° F.)	Pounds per 1,000 ft.
0000	460.0	212,000.0	0.166	0.0500	0.0577	0.264	641.0
000	410.0	168,030.0	.132	.0630	.0727	.333	508.0
00	365.0	133,000.0	.105	.0795	.0917	.420	403.0
0	325.0	106,000.0	.0829	.100	.116	.528	319.0
1	289.0	83,700.0	.0657	.126	.146	.665	253.0
2	258.0	66,400.0	.0521	.159	.184	.839	201.0
3	229.0	52,600.0	.0413	.201	.232	1.061	159.0
4	204.0	41,700.0	.0328	.253	.292	1.335	126.0
5	182.0	33,100.0	.0260	.319	.369	1.685	100.0
6	162.0	26,300.0	.0206	.403	.465	2.13	79.5
7	144.0	20,800.0	.0164	.508	.586	2.68	63.0
8	128.0	16,500.0	.0130	.641	.739	3.38	50.0
9	114.0	13,100.0	.0103	.808	.932	4.27	39.6
10	102.0	10,400.0	.00815	1.02	1.18	5.38	31.4
11	91.0	8,230.0	.00647	1.28	1.48	6.75	24.9
12	81.0	6,530.0	.00513	1.62	1.87	8.55	19.8
13	72.0	5,180.0	.00407	2.04	2.36	10.77	15.7
14	64.0	4,110.0	.00323	2.58	2.97	13.62	12.4
15	57.0	3,260.0	.00256	3.25	3.75	17.16	9.86
16	51.0	2,580.0	.00203	4.09	4.73	21.6	7.82
17	45.0	2,050.0	.00161	5.16	5.96	27.2	6.20
18	40.0	1,620.0	.00128	6.51	7.51	34.4	4.92
19	36.0	1,290.0	.00101	8.21	9.48	43.3	3.90
20	32.0	1,020.0	.000802	10.4	11.9	54.9	3.09
21	28.5	810.0	.000636	13.1	15.1	69.1	2.45
22	25.3	642.0	.000505	16.5	19.0	87.1	1.94
23	22.6	509.0	.000400	20.8	24.0	109.8	1.54
24	20.1	404.0	.000317	26.2	30.2	138.3	1.22
25	17.9	320.0	.000252	33.0	38.1	174.1	0.970
26	15.9	254.0	.000200	41.6	48.0	220.0	0.769
27	14.2	202.0	.000158	52.5	60.6	277.0	0.610
28	12.6	160.0	.000126	66.2	76.4	350.0	0.484
29	11.3	127.0	.0000995	83.4	96.3	440.0	0.384
30	10.0	101.0	.0000789	105.0	121.0	554.0	0.304
31	8.9	79.7	.0000626	133.0	153.0	702.0	0.241
32	8.0	63.2	.0000496	167.0	193.0	882.0	0.191
33	7.1	50.1	.0000394	211.0	243.0	1,114.0	0.152
34	6.3	39.8	.0000312	266.0	307.0	1,404.0	0.120
35	5.6	31.5	.0000248	335.0	387.0	1,769.0	0.0954
36	5.0	25.0	.0000196	423.0	488.0	2,230.0	0.0757
37	4.5	19.8	.0000156	533.0	616.0	2,810.0	0.0600
38	4.0	15.7	.0000123	673.0	776.0	3,550.0	0.0476
39	3.5	12.5	.0000098	848.0	979.0	4,480.0	0.0377
40	3.1	9.9	.0000078	1,070.0	1,230.0	5,650.0	0.0299

Cur Dis Obs	TYPE MIL Type & Size	No of Cdr	Strands Per Cdr	Diam Copper Cdr	Area Cdr	Circuits Inch	Inch	LIGHTING AND POWER - Cont.										Volts (V) rms	Amperes (A)	Inch A	Inch B	Inch C	Inch D	Inch E	Inch F	Inch G	Inch H	Inch I	Inch J	Inch K	Inch L	Inch M	Inch N	Inch O	Inch P	Inch Q	Inch R	Inch S	Inch T	Inch U	Inch V	Inch W	Inch X	Inch Y	Inch Z	Inch AA	Inch AB	Inch AC	Inch AD	Inch AE	Inch AF	Inch AG	Inch AH	Inch AI	Inch AJ	Inch AK	Inch AL	Inch AM	Inch AN	Inch AO	Inch AP	Inch AQ	Inch AR	Inch AS	Inch AT	Inch AU	Inch AV	Inch AW	Inch AX	Inch AY	Inch AZ	Inch BA	Inch BB	Inch BC	Inch BD	Inch BE	Inch BF	Inch BG	Inch BH	Inch BI	Inch BJ	Inch BK	Inch BL	Inch BM	Inch BN	Inch BO	Inch BP	Inch BQ	Inch BR	Inch BS	Inch BT	Inch BU	Inch BV	Inch BW	Inch BX	Inch BY	Inch BZ	Inch CA	Inch CB	Inch CC	Inch CD	Inch CE	Inch CF	Inch CG	Inch CH	Inch CI	Inch CJ	Inch CK	Inch CL	Inch CM	Inch CN	Inch CO	Inch CP	Inch CQ	Inch CR	Inch CS	Inch CT	Inch CU	Inch CV	Inch CW	Inch CX	Inch CY	Inch CZ	Inch DA	Inch DB	Inch DC	Inch DD	Inch DE	Inch DF	Inch DG	Inch DH	Inch DI	Inch DJ	Inch DK	Inch DL	Inch DM	Inch DN	Inch DO	Inch DP	Inch DQ	Inch DR	Inch DS	Inch DT	Inch DU	Inch DV	Inch DW	Inch DX	Inch DY	Inch DZ	Inch EA	Inch EB	Inch EC	Inch ED	Inch EE	Inch EF	Inch EG	Inch EH	Inch EI	Inch EJ	Inch EK	Inch EL	Inch EM	Inch EN	Inch EO	Inch EP	Inch EQ	Inch ER	Inch ES	Inch ET	Inch EU	Inch EV	Inch EW	Inch EX	Inch EY	Inch EZ	Inch FA	Inch FB	Inch FC	Inch FD	Inch FE	Inch FF	Inch FG	Inch FH	Inch FI	Inch FJ	Inch FK	Inch FL	Inch FM	Inch FN	Inch FO	Inch FP	Inch FQ	Inch FR	Inch FS	Inch FT	Inch FU	Inch FV	Inch FW	Inch FX	Inch FY	Inch FZ	Inch GA	Inch GB	Inch GC	Inch GD	Inch GE	Inch GF	Inch GG	Inch GH	Inch GI	Inch GJ	Inch GK	Inch GL	Inch GM	Inch GN	Inch GO	Inch GP	Inch GQ	Inch GR	Inch GS	Inch GT	Inch GU	Inch GV	Inch GW	Inch GX	Inch GY	Inch GZ	Inch HA	Inch HB	Inch HC	Inch HD	Inch HE	Inch HF	Inch HG	Inch HH	Inch HI	Inch HJ	Inch HK	Inch HL	Inch HM	Inch HN	Inch HO	Inch HP	Inch HQ	Inch HR	Inch HS	Inch HT	Inch HU	Inch HV	Inch HW	Inch HX	Inch HY	Inch HZ	Inch IA	Inch IB	Inch IC	Inch ID	Inch IE	Inch IF	Inch IG	Inch IH	Inch II	Inch IJ	Inch IK	Inch IL	Inch IM	Inch IN	Inch IO	Inch IP	Inch IQ	Inch IR	Inch IS	Inch IT	Inch IU	Inch IV	Inch IW	Inch IX	Inch IY	Inch IZ	Inch JA	Inch JB	Inch JC	Inch JD	Inch JE	Inch JF	Inch JG	Inch JH	Inch JI	Inch JJ	Inch JK	Inch JL	Inch JM	Inch JN	Inch JO	Inch JP	Inch JQ	Inch JR	Inch JS	Inch JT	Inch JU	Inch JV	Inch JW	Inch JX	Inch JY	Inch JZ	Inch KA	Inch KB	Inch KC	Inch KD	Inch KE	Inch KF	Inch KG	Inch KH	Inch KI	Inch KJ	Inch KK	Inch KL	Inch KM	Inch KN	Inch KO	Inch KP	Inch KQ	Inch KR	Inch KS	Inch KT	Inch KU	Inch KV	Inch KW	Inch KX	Inch KY	Inch KZ	Inch LA	Inch LB	Inch LC	Inch LD	Inch LE	Inch LF	Inch LG	Inch LH	Inch LI	Inch LJ	Inch LK	Inch LM	Inch LN	Inch LO	Inch LP	Inch LQ	Inch LR	Inch LS	Inch LT	Inch LU	Inch LV	Inch LW	Inch LX	Inch LY	Inch LZ	Inch MA	Inch MB	Inch MC	Inch MD	Inch ME	Inch MF	Inch MG	Inch MH	Inch MI	Inch MJ	Inch MK	Inch ML	Inch MM	Inch MN	Inch MO	Inch MP	Inch MQ	Inch MR	Inch MS	Inch MT	Inch MU	Inch MV	Inch MW	Inch MX	Inch MY	Inch MZ	Inch NA	Inch NB	Inch NC	Inch ND	Inch NE	Inch NF	Inch NG	Inch NH	Inch NI	Inch NJ	Inch NK	Inch NL	Inch NM	Inch NN	Inch NO	Inch NP	Inch NQ	Inch NR	Inch NS	Inch NT	Inch NU	Inch NV	Inch NW	Inch NX	Inch NY	Inch NZ	Inch OA	Inch OB	Inch OC	Inch OD	Inch OE	Inch OF	Inch OG	Inch OH	Inch OI	Inch OJ	Inch OK	Inch OL	Inch OM	Inch ON	Inch OO	Inch OP	Inch OQ	Inch OR	Inch OS	Inch OT	Inch OU	Inch OV	Inch OW	Inch OX	Inch OY	Inch OZ	Inch PA	Inch PB	Inch PC	Inch PD	Inch PE	Inch PF	Inch PG	Inch PH	Inch PI	Inch PJ	Inch PK	Inch PL	Inch PM	Inch PN	Inch PO	Inch PP	Inch PQ	Inch PR	Inch PS	Inch PT	Inch PU	Inch PV	Inch PW	Inch PX	Inch PY	Inch PZ	Inch QA	Inch QB	Inch QC	Inch QD	Inch QE	Inch QF	Inch QG	Inch QH	Inch QI	Inch QJ	Inch QK	Inch QL	Inch QM	Inch QN	Inch QO	Inch QP	Inch QQ	Inch QR	Inch QS	Inch QT	Inch QU	Inch QV	Inch QW	Inch QX	Inch QY	Inch QZ	Inch RA	Inch RB	Inch RC	Inch RD	Inch RE	Inch RF	Inch RG	Inch RH	Inch RI	Inch RJ	Inch RK	Inch RL	Inch RM	Inch RN	Inch RO	Inch RP	Inch RQ	Inch RR	Inch RS	Inch RT	Inch RU	Inch RV	Inch RW	Inch RX	Inch RY	Inch RZ	Inch SA	Inch SB	Inch SC	Inch SD	Inch SE	Inch SF	Inch SG	Inch SH	Inch SI	Inch SJ	Inch SK	Inch SL	Inch SM	Inch SN	Inch SO	Inch SP	Inch SQ	Inch SR	Inch SS	Inch ST	Inch SU	Inch SV	Inch SW	Inch SX	Inch SY	Inch SZ	Inch TA	Inch TB	Inch TC	Inch TD	Inch TE	Inch TF	Inch TG	Inch TH	Inch TI	Inch TJ	Inch TK	Inch TL	Inch TM	Inch TN	Inch TO	Inch TP	Inch TQ	Inch TR	Inch TS	Inch TT	Inch TU	Inch TV	Inch TW	Inch TX	Inch TY	Inch TZ	Inch UA	Inch UB	Inch UC	Inch UD	Inch UE	Inch UF	Inch UG	Inch UH	Inch UI	Inch UJ	Inch UK	Inch UL	Inch UM	Inch UN	Inch UO	Inch UP	Inch UQ	Inch UR	Inch US	Inch UT	Inch UU	Inch UV	Inch UW	Inch UX	Inch UY	Inch UZ	Inch VA	Inch VB	Inch VC	Inch VD	Inch VE	Inch VF	Inch VG	Inch VH	Inch VI	Inch VJ	Inch VK	Inch VL	Inch VM	Inch VN	Inch VO	Inch VP	Inch VQ	Inch VR	Inch VS	Inch VT	Inch VU	Inch VV	Inch VW	Inch VX	Inch VY	Inch VZ	Inch WA	Inch WB	Inch WC	Inch WD	Inch WE	Inch WF	Inch WG	Inch WH	Inch WI	Inch WJ	Inch WK	Inch WL	Inch WM	Inch WN	Inch WO	Inch WP	Inch WQ	Inch WR	Inch WS	Inch WT	Inch WU	Inch WV	Inch WW	Inch WX	Inch WY	Inch WZ	Inch XA	Inch XB	Inch XC	Inch XD	Inch XE	Inch XF	Inch XG	Inch XH	Inch XI	Inch XJ	Inch XK	Inch XL	Inch XM	Inch XN	Inch XO	Inch XP	Inch XQ	Inch XR	Inch XS	Inch XT	Inch XU	Inch XV	Inch XW	Inch XX	Inch XY	Inch XZ	Inch YA	Inch YB	Inch YC	Inch YD	Inch YE	Inch YF	Inch YG	Inch YH	Inch YI	Inch YJ	Inch YK	Inch YL	Inch YM	Inch YN	Inch YO	Inch YP	Inch YQ	Inch YR	Inch YS	Inch YT	Inch YU	Inch YV	Inch YW	Inch YX	Inch YY	Inch YZ	Inch ZA	Inch ZB	Inch ZC	Inch ZD	Inch ZE	Inch ZF	Inch ZG	Inch ZH	Inch ZI	Inch ZJ	Inch ZK	Inch ZL	Inch ZM	Inch ZN	Inch ZO	Inch ZP	Inch ZQ	Inch ZR	Inch ZS	Inch ZT	Inch ZU	Inch ZV	Inch ZW	Inch ZX	Inch ZY	Inch ZZ	Inch AA	Inch AB	Inch AC	Inch AD	Inch AE	Inch AF	Inch AG	Inch AH	Inch AI	Inch AJ	Inch AK	Inch AL	Inch AM	Inch AN	Inch AO	Inch AP	Inch AQ	Inch AR	Inch AS	Inch AT	Inch AU	Inch AV	Inch AW	Inch AX	Inch AY	Inch AZ	Inch BA	Inch BB	Inch BC	Inch BD	Inch BE	Inch BF	Inch BG	Inch BH	Inch BI	Inch BJ	Inch BK	Inch BL	Inch BM	Inch BN	Inch BO	Inch BP	Inch BQ	Inch BR	Inch BS	Inch BT	Inch BU	Inch BV	Inch BW	Inch BX	Inch BY	Inch BZ	Inch CA	Inch CB	Inch CC	Inch CD	Inch CE	Inch CF	Inch CG	Inch CH	Inch CI	Inch CJ	Inch CK	Inch CL	Inch CM	Inch CN	Inch CO	Inch CP	Inch CQ	Inch CR	Inch CS	Inch CT	Inch CU	Inch CV	Inch CW	Inch CX	Inch CY	Inch CZ	Inch DA	Inch DB	Inch DC	Inch DD	Inch DE	Inch DF	Inch DG	Inch DH	Inch DI	Inch DJ	Inch DK	Inch DL	Inch DM	Inch DN	Inch DO	Inch DP	Inch DQ	Inch DR	Inch DS	Inch DT	Inch DU	Inch DV	Inch DW	Inch DX	Inch DY	Inch DZ	Inch EA	Inch EB	Inch EC	Inch ED	Inch EE	Inch EF	Inch EG	Inch EH	Inch EI	Inch EJ	Inch EK	Inch EL	Inch EM	Inch EN	Inch EO	Inch EP	Inch EQ	Inch ER	Inch ES	Inch ET	Inch EU	Inch EV	Inch EW	Inch EX	Inch EY	Inch EZ	Inch FA	Inch FB	Inch FC	Inch FD	Inch FE	Inch FF	Inch FG	Inch FH	Inch FI	Inch FJ	Inch FK	Inch FL	Inch FM	Inch FN	Inch FO	Inch FP	Inch FQ	Inch FR	Inch FS	Inch FT	Inch FU	Inch FV	Inch FW	Inch FX	Inch FY	Inch FZ	Inch GA	Inch GB	Inch GC	Inch GD	Inch GE	Inch GF	Inch GG	Inch GH	Inch GI	Inch GJ	Inch GK	Inch GL	Inch GM	Inch GN	Inch GO	Inch GP	Inch GQ	Inch GR	Inch GS	Inch GT	Inch GU	Inch GV	Inch GW	Inch GX	Inch GY	Inch GZ	Inch HA	Inch HB	Inch HC	Inch HD	Inch HE	Inch HF	Inch HG	Inch HH	Inch HI	Inch HJ	Inch HK	Inch HL	Inch HM	Inch HN	Inch HO	Inch HP	Inch HQ	Inch HR	Inch HS	Inch HT	Inch HU	Inch HV	Inch HW	Inch HX	Inch HY	Inch HZ	Inch IA	Inch IB	Inch IC	Inch ID	Inch IE	Inch IF	Inch IG	Inch IH	Inch II	Inch IJ	Inch IK	Inch IL	Inch IM	Inch IN	Inch IO	Inch IP	Inch IQ	Inch IR	Inch IS	Inch IT
-------------------	----------------------------	-----------------	-----------------------	-----------------------	-------------	------------------	------	----------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	------------------	-------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------	------------

καλώδια μονίμου εγκατάστασης.

Στήν πρώτη στήλη του πίνακα τα γράμματα σημαίνουν C= (CURRENT) χρησιμοποιούμενα, D= (DISCONTINUED) μη συνεχιζόμενα, O= (OBSOLETE) απηρχαιωμένα.

Στήν δεύτερη στήλη αναφέρεται ο τύπος και το μέγεθος των καλωδίων. Το αρχικό γράμμα μας δείχνει τον αριθμό των αγωγών π.χ S=μονοπολικό D= διπολικό, T= τριπολικό, F=τετραπολικό .

Μερικοί τύποι καλωδίων ιδίως τα πολυπολικά αντί για γράμμα φέρουν αριθμό, Π.χ. 6SGA. Ο συνδιασμός γραμμάτων που ακολουθεί το αρχικό γράμμα ή αριθμό περιγράφουν τις ιδιότητες των μονωτικών των αγωγών και καλωδίων, ή τον προορισμό χρησιμοποίησης του καλωδίου.

Ο αριθμός που ακολουθεί τα γράμματα δείχνει την κατά προσέγγιση διατομή του ενός αγωγού σε χιλιάδες κυκλικά χιλιοστά της ίντσας.

Παρακάτω εξετάζονται μερικοί τύποι καλωδίων του πίνακα 2-1 που χρησιμοποιούνται και συγκρίνονται με παλαιότερα καλώδια.

Καλώδιο TSGA-3 (TRIPLE CONDUCTOR SHIPBOARD GENERAL USE ARMORED) ΕΙΚΟΝΑ 2-1 (είναι δύο αγωγών) είναι τριών αγωγών, γενικής χρήσης επί πλοίων με μεταλλικό δικτυωτό οπλισμό, και έχει διατομή τρεις χιλιάδες (2,828) κυκλικά χιλιοστά της ίντσας. Ο αστερίσκος σημαίνει καλώδιο υδατοστεγανό. Ο τύπος αυτού του καλωδίου χρησιμοποιεί για μόνωση του χάλκινου αγωγού, περιττιούχο ελαστικό που το καθιστά ανθεκτικό στη θερμότητα και στις φλόγες. Εξωτερικά αυτής φέρει και άλλη μόνωση από χρωματιστές (κώδικας) ίνες υαλοβάμβακα.

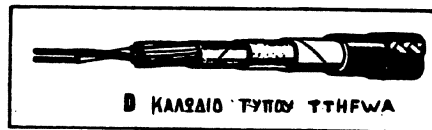
Οι αγωγοί συστρέφονται με παρέμβυσμα και όλα μαζί συγκρατούνται με ταινία. Εξωτερικά αυτών υπάρχει αδιαπέραστος μανδύας ο οποίος περιβάλλεται με μεταλλικό δικτυωτό οπλισμό. Αυτό το καλώδιο αντικαθιστά το παλαιότερο τύπο THFA-3 (TRIPLE HEAT AND FLAME RESISTANT ARMORED) το οποίο είναι τριών αγωγών, ανθεκτικό στη θερμότητα και στις φλόγες, φέρει μεταλλικό δικτυωτό οπλισμό, και έχει διατομή τρεις χιλιάδες (2.828) κυκλικά χιλιοστά.

Συγκρίνοντας τα συμπεραίνεται ότι αντέχουν στην ίδια ένταση, αλλά το καλώδιο τύπου TSGA-3 έχει κατά 18% μικρότερη εξωτερική διάμετρο και κατά 25% μικρότερο βάρος από το παλαιότερο καλώδιο τύπου THFA-3.

4- Εξαιρέσεις τύπων και μεγεθών.

Υπάρχουν εξαιρέσεις στον παραπάνω κανόνα των τύπων και μεγεθών.

1.- Στο καλώδιο τύπου THFWA-10 (εικόνα 2-2D) Τα γράμματα TT (TWISTED-PAIR TELEPHONE) σημαίνουν συνεστραμμένο τηλεφωνικό ζεύγος, τα HF σημαίνουν ανθεκτικό στη θερμότητα και στις φλόγες, το W σημαίνει υδατοστεγανό και το A μεταλλικός δικτυωτός οπλισμός. Ο αριθμός 10 σημαίνει τον αριθμό των ζευγών που έχει το καλώδιο.



D ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ ΤΗΦΩΑ

ΕΙΚΟΝΑ 2-2 D

- 2.- Στο καλώδιο τύπου MDGA-19(14) (εικόνα 2-2A) . Τό Μ σημαίνει πολυπολικό, τό D σημαίνει αντιμαγνητικό καλώδιο, τό GA όπως προηγουμένως εξηγήθηκαν. Ο αριθμός 19 σημαίνει τό πλήθος τών αγωγών καί ο αριθμός (14) - (14.380) τήν κατά προσέγγιση διατομή σέ χιλιάδες κυκλικά χιλιοστά.



A ΚΑΛΩΔΙΟ ΤΥΠΟΥ MDGA

ΕΙΚΟΝΑ 2-2 A

- 3.- Στο καλώδιο τύπου 6SGA-100 Ο αριθμός 6 σημαίνει τό πλήθος τών αγωγών καί τό υπόλοιπα όπως προηγουμένως εξηγήθηκαν
- 4.- Στο καλώδιο τύπου SS5P σημαίνουν S=μονοπολικό, S=γιά πλοίο, 5=5000 V καί P=προώσεως.
- 5.- Στο καλώδιο MSCA-7 Τό Μ σημαίνει πολυπολικό καλώδιο, τό C σημαίνει ενδοεπικοινωνιών καί ελέγχου πυροβολικού καί τό 7 σημαίνει τό πλήθος τών αγωγών. Σέ αυτού τού τύπου τά καλώδια η διατομή είναι συγκεκριμένη (αμετάβλητη). Στίς εικόνες 7-4, 2-2B,C δείχνονται διάφοροι αγωγοί καί καλώδια.
- 5- Μετατροπή μονάδων

Γιά τήν μετατροπή τών κυκλικών χιλιοστών τής έντασ (CIR-MIL) σέ τετραγωνικά χιλιοστά τού μέτρου πολλαπλασιάζατε επί 5067×10^{-7}
 Παράδειγμα: Σόρμα διατομής $10.400 \text{ CM} \times 5067 \times 10^{-7} = 5,269 \text{ MM}^2$

Αντίστροφα γιά τήν μετατροπή τετραγωνικών χιλιοστών τού μέτρου σέ κυκλικά χιλιοστά τής έντασ πολλαπλασιάζατε επί 1973,5
 Παράδειγμα: Σόρμα διατομής 6 MM^2 τετραγωνικών χιλιοστών τού μέτρου νά ευρεθεί η διατομή του σέ κυκλικά χιλιοστά τής έντασ.
 $6 \text{ MM}^2 \times 1973,5 = 11.841 \text{ CIR MIL}$

15.2.3 Επιδράσεις στην Ικανότητα Ροής Ρεύματος

(I) - Γενικά

Όπως αναπτύχθηκε και στις προηγούμενες παραγράφους, μέσα από ένα καλώδιο συγκεκριμένου τύπου, ορισμένης διατομής και υπό ορισμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος επιτρέπεται να διέρχεται συνεχώς και για θεωρητικά άπειρο χρόνο το πολύ μια μέγιστη τιμή ρεύματος, η "ένταση κανονικής λειτουργίας", η οποία δίνεται στους διάφορους Πίνακες τυποποίησης των καλωδίων.

Το σκοπούμενο είναι πάντοτε, να εξασφαλισθεί, ότι η θερμοκρασία της μόνωσης του καλωδίου θα διατηρείται συνεχώς κάτω από τα μέγιστα επιτρεπόμενα όρια (βλ.και παράγρ. 10.1).

Για έναν και τον αυτό τύπο καλωδίου συγκεκριμένης διατομής η επιτρεπόμενη "ένταση κανονικής λειτουργίας" επηρεάζεται από μια σειρά παράγοντες, οι σπουδαιότεροι από τους οποίους είναι οι εξής :

α. **Η Θερμοκρασία Περιβάλλοντος** (όπως ήδη έχει αναπτυχθεί)

Τα δεδομένα των διαφόρων Πινάκων των καλωδίων, αναφέρονται για μια ορισμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος έστω Θ_0 . Εάν εκτιμάται, ότι η πράγματι επικρατούσα θερμοκρασία στο χώρο που είναι το καλώδιο, θα είναι έστω Θ_1 διαφορετική από την Θ_0 του Πίνακα τυποποίησης, τότε πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένας κατάλληλος "συντελεστής διορθώσεως" (μικρότερος της μονάδας εάν $\Theta_1 > \Theta_0$ και μεγαλύτερος της μονάδας εάν $\Theta_1 < \Theta_0$), ο οποίος λαμβάνεται επίσης από κατάλληλους Πίνακες.

β. **Η Διαλλείπουσα Λειτουργία**

Σε ορισμένες περιπτώσεις οι ηλ. καταναλωτές ΔΕΝ είναι συνεχώς σε λειτουργία (π.χ. 24 ώρες το 24ωρο), αλλά λειτουργούν μόνον σε μικρά χρονικά διαστήματα (π.χ. μισή ή μια ώρα) και μετά για πολλές ώρες είναι εκτός λειτουργίας.

Στις περιπτώσεις αυτές, επιτρέπεται να διέλθει από το καλώδιο τροφοδοσίας του εν λόγω ηλ. καταναλωτή περισσότερο ρεύμα, απ' ότι η "ένταση κανονικής λειτουργίας", καθ' όσον λόγω της θερμοχωρητικότητας του καλωδίου και του μικρού χρονικού διαστήματος που διέρχεται το ρεύμα, η θερμοκρασία δεν προλαβαίνει να φθάσει ή να ξεπεράσει κατά πολύ το μέγιστο επιτρεπόμενο όριο.

Ετσι και για την περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται κατάλληλος "συντελεστής διορθώσεως" μεγαλύτερος της μονάδας.

γ. **Η Τοποθέτηση των Καλωδίων κατά "Δέσμες"**

Για μια συγκεκριμένη θερμοκρασία περιβάλλοντος στο χώρο που είναι/διέρχονται τα καλώδια, η πραγματική θερμοκρασία του αέρα στην περιοχή κοντά και γύρω από ένα καλώδιο - η "τοπική" θερμοκρασία - εξαρτάται και από το αν το καλώδιο είναι τοποθετημένο μόνο του ή αν είναι πολλά καλώδια μαζί τοποθετημένα κατά "δέσμες", από το πόσο αραιωμένα είναι μέσα στη δέσμη τα καλώδια μεταξύ τους κλπ.

Ετσι προκύπτει μια μείωση της επιτρεπόμενης να διέλθει μέγιστης έντασης ρεύματος, η οποία εκφράζεται πάλι από έναν "συντελεστή διορθώσεως" μικρότερο της μονάδας.

Στη συνέχεια στο (II) δίνεται απόσπασμα από τον "ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΝΗΟΓΝΩΜΟΝΑ" σχετικό με τους παραπάνω συντελεστές διορθώσεως, ενώ στο (III) παρακάτω αναπτύσσεται εκτενέστερα το θέμα της επίπτωσης της θερμοκρασίας στη "διάρκεια ζωής" των καλωδίων και της επίδρασης των "δεσμών καλωδίων" στην ικανότητα ροής ρεύματος μέσα από ένα καλώδιο της δέσμης.

(Απόφαση από "Ελληνικό Νοογνώμονα")

(II) Συντελεστές Διορθώσεως Ρεύματος Κανονικής Λειτουργίας.

814 (α) ΔΕΣΜΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ. — Έκεί όπου συνωθούνται περισσότερα των εξ καλωδίων αγκυρώντων εις τὸ αὐτὸ κύκλωμα, θὰ ἐφαρμόζεται συντελεστής διορθώσεως 0,85.

(b) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ. — Όταν εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ θερμοκρασία περιβάλλοντος εἶναι διάφορος ἐκείνης ἣτις δίδεται εἰς Μ 106, θὰ ἐφαρμόζονται οἱ συντελεστές διορθώσεως τοῦ Πίνακος Μ 8.5.

(c) ΔΙΑΔΕΙΠΟΥΣΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ. — Έκεί όπου τὸ φορτίον εἶναι διαλείπον δύναται νὰ ἐφαρμοθοῦν οἱ συντελεστές διορθώσεως τοῦ Πίνακος Μ. 8.6 διὰ κανονικᾶς λειτουργίας ἡμισείας καὶ μιᾶς ὥρας. Εἰς οὐδεμίαν περίπτωσιν θὰ χρησιμοποιοῦται μικρότερα κανονικῇ λειτουργίᾳ ἀπὸ τὴν τῆς ἡμισείας ὥρας δι' οἰκισθῆποτε τάξιν διαλείμματᾶ ἐργασίας.

ΠΙΝΑΞ Μ 8.5

Μονωτικὸν ὕλικον	Συντελεστής Διορθώσεως Διὰ Θερμοκρασίαν Περιβάλλοντος			
	40°K (104°Φ)	45°K (113°Φ)	50°K (122°Φ)	55°K (131°Φ)
Ἐλαστικὸν κόμμι ἢ Χλωριούχος Πολυβινύλης (γενικῆς χρήσεως)	1,15	1,00	0,82	—
Ἐλαστικὸν κόμμι (ποιότητος ἀνθεκτικῆς εἰς θερμότητα)	1,08	1,00	0,91	0,82
Βερνικωμένων Καμπρίκ, Βουτύλιον	1,07	1,00	0,93	0,85
Ἀμιάντος - Βερνικωμένων Καμπρίκ	1,06	1,00	0,94	0,87
Ὀρυκτὸν, Πυριτιούχον Ἐλαστικὸν Κόμμι	1,05	1,00	0,95	0,89

ΠΙΝΑΞ Μ 8.6

Συντελεστής Διορθώσεως	Ἡμίωρος Κανονικῇ λειτουργίᾳ		Ὁριεῖς Κανονικῇ λειτουργίᾳ	
	Μετὰ Μεταλλικῆς Ἐκκενθώσεως	Ἄνευ Μεταλλικῆς Ἐκκενθώσεως	Μετὰ Μεταλλικῆς Ἐκκενθώσεως	Ἄνευ Μεταλλικῆς Ἐκκενθώσεως
1,0	Μέχρι τὸν 0,03 δακτ. ² 20 χστ. ²	Μέχρι τὸν 0,18 δακτ. ² 75 χστ. ²	Μέχρι τὸν 0,18 δακτ. ² 67 χστ. ²	Μέχρι τὸν 0,38 δακτ. ² 230 χστ. ²
1,1	0,04-0,06 δακτ. ² 21-40 χστ. ²	0,15 δακτ. ² 76-125 χστ. ²	0,15-0,25 δακτ. ² 68-170 χστ. ²	0,4-0,6 δακτ. ² 231-400 χστ. ²
1,15	0,1 δακτ. ² 41-65 χστ. ²	0,2-0,25 δακτ. ² 126-180 χστ. ²	0,3-0,4 δακτ. ² 171-290 χστ. ²	0,75-1,08 δακτ. ² 401-600 χστ. ²
1,2	0,66-95 χστ. ²	0,3 δακτ. ² 181-250 χστ. ²	0,5-0,6 δακτ. ² 291-430 χστ. ²	
1,25	0,15-0,2 δακτ. ² 96-130 χστ. ²	0,4 δακτ. ² 251-320 χστ. ²	0,75-1,08 δακτ. ² 431-600 χστ. ²	
1,3	0,25 δακτ. ² 131-170 χστ. ²	0,5-0,6 δακτ. ² 321-400 χστ. ²		
1,35	0,3 δακτ. ² 171-220 χστ. ²	0,75 δακτ. ² 401-500 χστ. ²		
1,4	0,4 δακτ. ² 221-270 χστ. ²			

(III) Θερμοκρασίες καλωδίων - "Όριο Ζωής" -
- "Δέσμες καλωδίων"

- Οι μέγιστες (επιτρεπτές) θερμοκρασίες καλωδίων είναι:

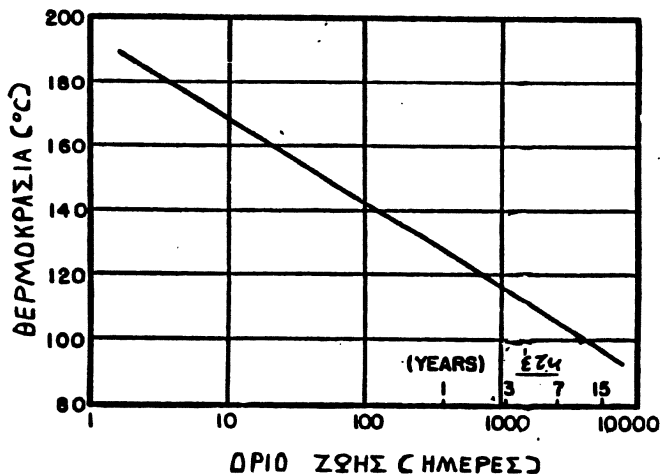
α) Με ελαστική μόνωση 60°C

β) Καλώδια τύπου HF και DG 105°C στον αγωγό και 85°C στο περίβλημα του καλωδίου

Τά προηγούμενα όρια θερμοκρασιών των καλωδίων δεν πρέπει να θεωρούνται εμπόδιο στην υπέρβασή των σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Κατά την διάρκεια όμως αυτών των καταστάσεων δεν θα πρέπει να υπερβεί το σημείο όπου το μονωτικό υλικό μαλακώνει και διαρρέει το μεταλλικό δικτυωτό σπλισμό (125°C), διότι θα προξηνηθεί μεγάλη φθορά και ^{γμ}χρειασθεί αντικατάσταση του καλωδίου. Περισσότερες πληροφορίες στο κεφάλαιο 60 του BSTM ή των νεωτέρων εκδόσεών του.

Ως γνωστόν το ρεύμα διαμέσου των καλωδίων παράγει θερμότητα εξαιτίας των απωλειών των αγωγών (I^2R). Αυτό αυξάνει την θερμοκρασία των καλωδίων και προξενεί μετά από ορισμένα όρια την φθορά ή και καταστροφή των.

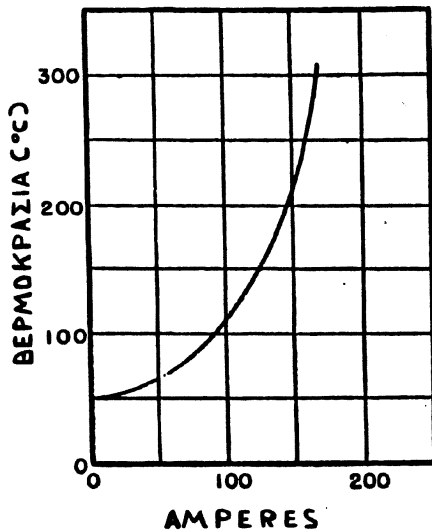
Όπως δείχνεται στην εικόνα 1 η θερμοκρασία ενός καλωδίου μειώνει δραστικά το όριο ζωής του. Από στατιστικές έχει εξαχθεί ότι η ζωή ενός καλωδίου που λειτουργεί στους 105°C είναι περίπου 7 χρόνια ενώ στους 150°C είναι περίπου 50 ημέρες. Υπάρχουν όμως εξαιρέσεις



ΕΙΚ. 1 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΣΤΟ ΟΡΙΟ ΖΩΗΣ

στών υπολογισμό της ζωής τών καλωδίων οι οποίες δέν δείχνονται στην εικόνα 1.

Η επίδραση της έντασης τού ρεύματος στην θερμοκρασία του καλωδίου (εικ. 2) είναι μικρή μέχρι τήν ονομαστική της τιμή, καθώς όμως η ένταση αυξάνεται πέρα από τήν ονομαστική της τιμή η θερμοκρασία αυξάνεται σχεδόν κατακόρυφα και μεγαλύτερη αύξηση τής έντασης θα επιφέρει τήν καταστροφή τού καλωδίου.

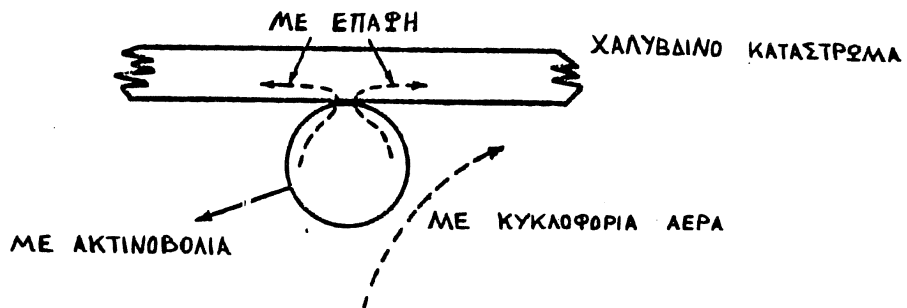


ΕΙΚ. 2 ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ
ΣΤΗΝ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΤΟΥ ΚΑΛΩΔΙΟΥ

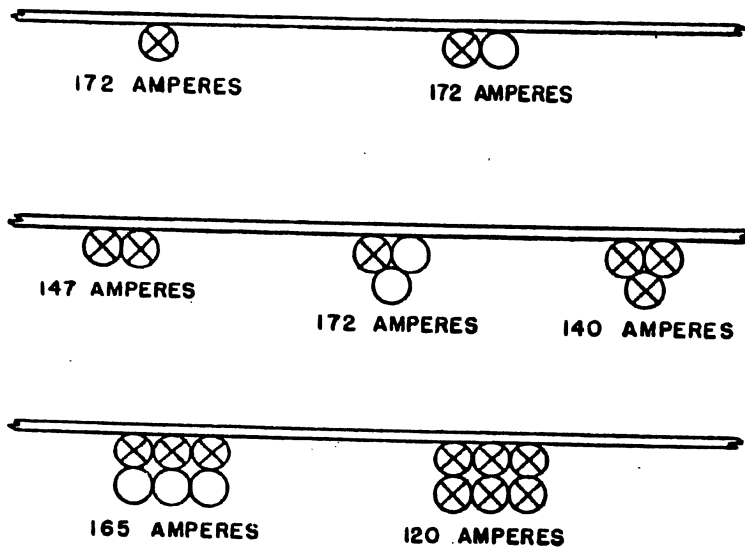
Η παραγομένη θερμότητα απαγάγεται από τό καλώδιο πρὸς τό περιβάλλον μέ τούς εξής τρόπους:

- α) Διά τής επαφής τού καλωδίου στά τμήματα τού πλοίου
- β) Διά τής κυκλοφορίας ρευμάτων αέρα
- γ) Διά τής ακτινοβολίας

Στά πλοία συνήθως τά καλώδια στερεώνονται στά καταστρώματα και στις φραχτές όπως δείχνεται στην εικόνα 5. Όταν ένα καλώδιο είναι μόνο του στερεωμένο έχει ικανότητα ροής τήν μεγίστη έντασή του. Εάν όμως είναι στερεωμένο μαζί μέ άλλα καλώδια τότε μειώνεται η έντασή τους όπως φαίνεται στην εικόνα 7.



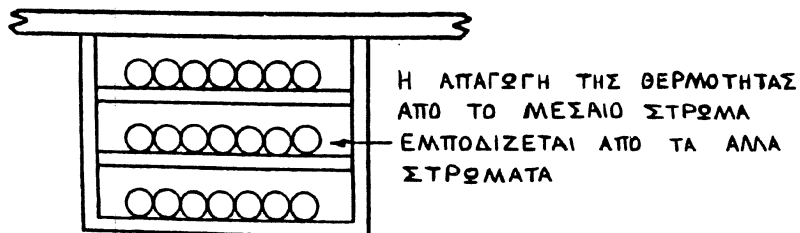
ΕΙΚ.5. ΑΠΑΓΩΓΗ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑΣ ΑΠΟ ΚΑΛΩΔΙΟ
ΣΤΕΡΕΩΜΕΝΟ ΣΕ ΧΑΛΥΒΙΝΟ ΚΑΤΑΣΤΡΩΜΑ



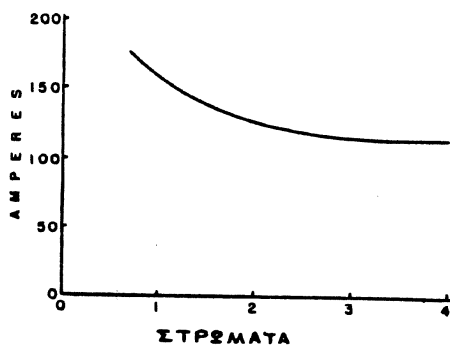
- ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΜΕΝΑ (ΝΕΚΡΑ)
- ⊗ ΚΑΛΩΔΙΑ ΤΡΟΦΟΔΟΤΟΥΜΕΝΑ

ΕΙΚ.7. ΚΑΛΩΔΙΑ ΣΤΕΡΕΩΜΕΝΑ ΣΕ ΧΑΛΥΒΟΥΦΥΛΛΑ

Στην εικόνα 9 φαίνονται καλώδια σε κρεμαστή σχάρα, και στην καμπύλη της εικόνας 10 φαίνεται η επίδραση που έχει αυτός ο τρόπος εγκατάστασης στην ικανότητα ροής του ρεύματος.



ΕΙΚ. 9. ΚΑΛΩΔΙΑ ΣΕ ΣΧΑΡΑ

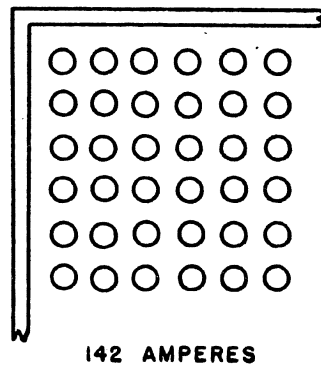
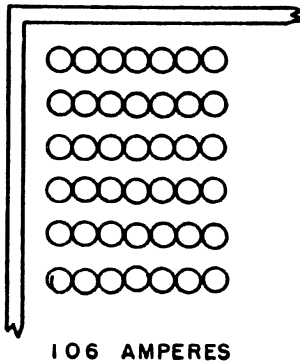
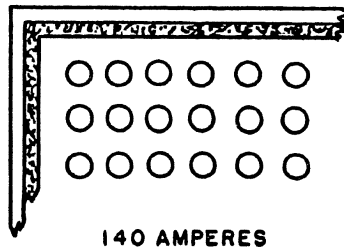
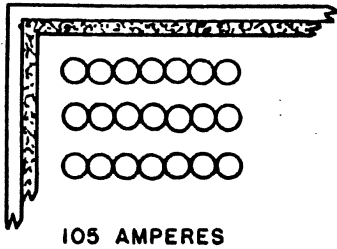
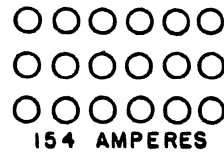


Παράδειγμα
ΕΙΚ. 10. ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΤΩΝ ΣΤΡΩΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΨΕΦΑΛΙΑΣΗ
ΤΩΝ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

ΕΠΙΨΕΦΑΛΙΑΣΗ

Στην εικόνα 15 φαίνεται η επίδραση που έχει η αραίωση των καλωδίων στην ικανότητα ροής ρεύματος.

ΧΑΛΥΒΔΟΕΛΑΣΜΑ



ΚΑΛΩΔΙΟ ΧΩΡΙΣ
ΑΕΡΟΔΙΑΚΕΝΑ

ΚΑΛΩΔΙΑ ΜΕ
ΑΕΡΟΔΙΑΚΕΝΑ 1/2 ΙΝΤΣΑ

ΕΙΚ.15. ΤΟ ΡΕΥΜΑ ΑΥΞΑΝΕΤΑΙ ΜΕ ΤΑ ΑΕΡΟΔΙΑΚΕΝΑ

Πλήρης μαθηματική ανάλυση του υπολογισμού της έντασης των καλωδίων υπάρχει στο REFERENCE BOOK FOR SHIPS SERVICE ELECTRIC POWER PLANTS AND ELECTRIC PROPULSION SYSTEMS NAYSHIPS 250-660-14

15.3 ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΑΓΩΓΩΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ

1. ΓΕΝΙΚΑ

Ηλεκτρικό Δίκτυο Διανομής λέγεται το σύνολο των καλωδιώσεων και συνδέσεων, που φέρνουν το ηλ. ρεύμα στα διάφορα σημεία ενός σπιτιού, ενός εργοστασίου, ενός πλοίου κλπ.

Αγωγός λέγεται κάθε μεταλλικό “σύρμα”, που χρησιμεύει στη μεταφορά του ηλ. ρεύματος.

Καλώδιο λέγεται το σύνολο δυο τουλάχιστον μονωμένων αγωγών, που βρίσκονται μέσα στο ίδιο περίβλημα.

Ενα από τα βασικότερα προβλήματα ηλεκτρικών υπολογισμών είναι αυτό του υπολογισμού της **διατομής** των αγωγών/καλωδίων μεταφοράς της ηλ. ενέργειας (ισχύος) σε ένα ηλ. δίκτυο. Το θέμα πρέπει να μελετηθεί τόσο από τεχνική όσο και από οικονομική σκοπιά.

Αρχικά κατά το σχεδιασμό του ηλ. δικτύου πρέπει να γίνει η μελέτη της **διαδρομής** των αγωγών (ή “γραμμών” όπως λέγονται) μέσα στο συγκεκριμένο χώρο (σπίτι, εργοστάσιο, πλοίο κλπ). Στη συνέχεια με βάση την ισχύ του κάθε τροφοδοτούμενου “ηλ. φορτίου” (ή “ηλ. καταναλωτού”) στις διάφορες θέσεις του ηλ. δικτύου υπολογίζεται η ένταση του ρεύματος, που διαρρέει το κάθε τμήμα των “γραμμών” του δικτύου.

2. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΕΠΙΛΟΓΗΣ/ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΥ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Η διατομή, που πρέπει να έχει το κάθε τμήμα μιας γραμμής, επιλέγεται με βάση τα εξής κριτήρια :

1. της “**Μηχανικής Αντοχής**”
2. της “**Ηλεκτρικής Αντοχής**”

2.1. ΜΗΧΑΝΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ

Για την ασφαλή λειτουργία μιας γραμμής θα πρέπει αυτή να διαθέτει αρκετή μηχανική αντοχή ώστε να αντέχει στις παρουσιαζόμενες μηχανικές καταπονήσεις, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος να σπάσει. Οι καταπονήσεις αυτές είναι διαφορετικές για γραμμές τοποθετημένες σε κλειστούς χώρους (ορατές ή χωνευτές) και για γραμμές τοποθετημένες σε υπαίθριο (εναέριες)

Για γραμμές σε κλειστούς εσωτερικούς χώρους υπάρχει ένα ελάχιστο όριο διατομής που εξασφαλίζει μηχανική αντοχή. Αυτό είναι :

- για μονωμένους αγωγούς χαλκού $S_1=1.5\text{mm}^2$
- για μονωμένους αγωγούς αλουμινίου $S_2=2.5\text{mm}^2$
- για μονωμένους αγωγούς χαλκού που τροφοδοτούν φορητές συσκευές (φωτιστικά κ.λ.π.) έχουμε ελάχιστη διατομή $S_3=0.75\text{mm}^2$

Για εναέριες γραμμές τοποθετημένες σε υπαίθριο χώρο θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη αρκετοί παράγοντες που έχουν σχέση με τη μηχανική αντοχή της γραμμής. Τέτοιοι είναι :

- βάρος γραμμής (δηλ κατά πόσον η γραμμή μπορεί, αν κρεμαστεί από στύλους να αντέξει το δικό της βάρος)
- βάρος χιονιού ή πάγου που μπορεί να επικαθίσει πάνω στη γραμμή
- πίεση ανέμου πάνω στην επιφάνεια της γραμμής

2.2. ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΑΝΤΟΧΗ ΓΡΑΜΜΗΣ

Η διατομή που θα επιλεγεί πρέπει να εξασφαλίζει :

- α. Την **Ασφαλή Λειτουργία** της εγκατάστασης με το να **αποφεύγεται η υπερθέρμανση** των αγωγών λόγω των εμφανιζόμενων απωλειών Joule ($P=R.I^2$).

Προς τούτο, με βάση την ένταση ρεύματος επιλέγεται η κατάλληλη διατομή αγωγού από τους σχετικούς ΠΙΝΑΚΕΣ των “τυποποιημένων” αγωγών, λαμβάνοντας υπ’ όψιν τον τρόπο που είναι τοποθετημένα τα καλώδια, την προβλεπόμενη μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος, το αν η λειτουργία του κάθε καταναλωτή είναι “συνεχής” ή “διαλείπουσα” καθώς και τον ενδεχόμενο “ετεροχρονισμό” στην τροφοδοσία των διαφόρων καταναλωτών.

Περαιτέρω πληροφορίες δίνονται στις σχετικές προηγούμενες παραγράφους.

- β. Η **Μέγιστη Εμφανιζόμενη Πτώση Τάσεως** να μην υπερβαίνει ένα **Επιτρεπόμενο Οριο**.

Κάθε ηλ. καταναλωτής για να λειτουργεί ομαλά, πρέπει να τροφοδοτείται με την “ονομαστική” του τάση με κάποιο ποσοστό επιτρεπόμενης απόκλισης. Όταν μια γραμμή τροφοδοτείται π.χ. στην αρχή της με κάποια τάση V , εμφανίζεται κατά μήκος των διαφόρων τμημάτων της πτώση τάσεως ΔV λόγω του νόμου του Ohm, ανάλογη του ρεύματος που διέρχεται και ανάλογη της αντιστάσεως της γραμμής. Έτσι υπάρχει περίπτωση κάποιος ή κάποιοι ηλ. καταναλωτές να τροφοδοτούνται τελικά με τάση μικρότερη από την ελάχιστη επιτρεπόμενη και να δυσλειτουργεί.

Για να αποφευχθεί αυτό, δίνεται στη πράξη η Μέγιστη Επιτρεπόμενη Πτώση Τάσεως ΔV_{max} που επιτρέπεται να εμφανίζεται σε οποιαδήποτε θέση μιας γραμμής, ώστε να εξασφαλίζεται, ότι όλοι οι ηλ. καταναλωτές θα λειτουργούν ομαλά.

Η Μέγιστη Επιτρεπόμενη Πτώση Τάσεως ΔV_{max} δίνεται συνήθως σε ποσοστό (%) της ονομαστικής τάσεως λειτουργίας και είναι 3% για ηλ. κινητήρες και συσκευές που τροφοδοτούνται απ’ ευθείας από κάποιον “πίνακα διανομής” (π.χ. ηλ. μαγειρία, θερμοσίφωνες κλπ) και 1% για κυκλώματα φωτισμού και ρευματοδότες (“πρίζες”) γενικής χρήσεως.

Στις επόμενες παραγράφους αναπτύσσεται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού της “πτώσεως τάσεως” ΔV σε γραμμές ηλ. δικτύων και δίνονται σχετικά παραδείγματα υπολογισμού.

2.3. ΤΕΛΙΚΗ ΕΠΙΛΟΓΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ

Εφαρμόζοντας τα παραπάνω κριτήρια, προκύπτουν εν γένει διαφορετικές διατομές που πρέπει να επιλεγούν.

Τελικά επιλέγεται η μεγαλύτερη από αυτές.

Επισημαίνεται, ότι για “εσωτερικές ηλ. εγκαταστάσεις” η διατομή που προκύπτει με βάση το κριτήριο της “υπερθέρμανσης” είναι συνήθως μεγαλύτερη από αυτές που προκύπτουν από τα άλλα κριτήρια, ενώ για εναέρια τμήματα γραμμών η ελάχιστη απαιτούμενη διατομή λόγω μηχανικής αντοχής είναι συνήθως η μεγαλύτερη.

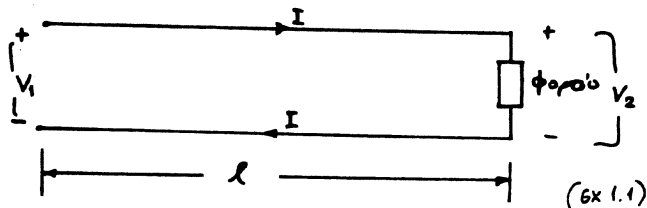
15.3.3 Υπολογισμός πτώσης τάσης γραμμής

- Πτώση τάσης γραμμής είναι η διαφορά τάσης που υπάρχει μεταξύ των τάσεων στην αρχή και στο τέλος της γραμμής.
Μπορούμε να έχουμε τις περιπτώσεις:

- Τροφοδότηση από το ένα άκρο της γραμμής και κατανάλωση (φορτίο) σε ένα μόνο σημείο
- Τροφοδότηση από το ένα άκρο της γραμμής και κατανάλωση σε πολλά σημεία
- Τροφοδότηση και από τα δύο άκρα της γραμμής

Παρακάτω εξετάζουμε τις περιπτώσεις αυτές

Τροφοδότηση από το ένα άκρο και κατανάλωση σε ένα μόνο σημείο



η πτώση τάσης $\Delta V = V_1 - V_2 = 2RI$ όπου R : αντίσταση αγωγού (έναν αγωγό)
 I : ένταση ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό

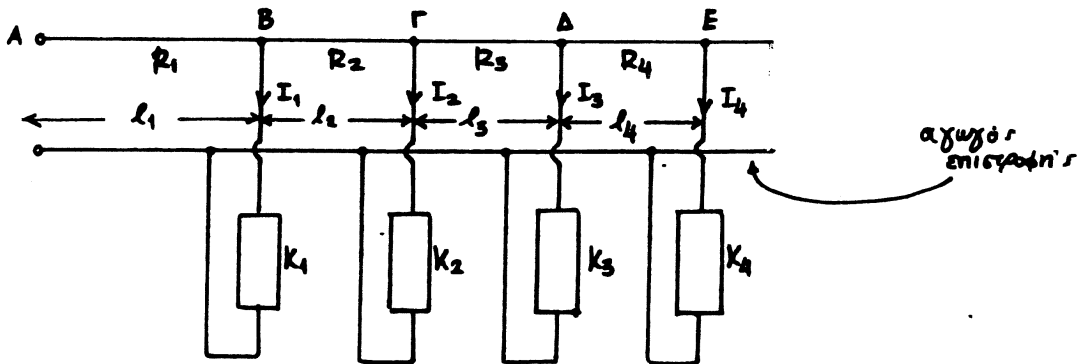
ή $\Delta V = \rho \frac{2l}{S} I$ όπου ρ : ειδική αντίσταση υλικού του αγωγού
 l : μήκος του αγωγού (χωρίς την επιστροφή)
 S : διατομή αγωγού

αν θέλουμε να ισχύει $\Delta V \leq \Delta V_{\max}$

$$\text{πρέπει } \rho \frac{2l}{S} I \leq \Delta V_{\max} \quad \text{αρα} \quad S \geq \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I}{\Delta V_{\max}} \quad (1)$$

Τροφοδότηση από το ένα άκρο και καταναλώση σε πολλά σημεία

Εστω η γραμμή διανομής του σχήματος



K_1, K_2, K_3, K_4 είναι τα τροφοδοτούμενα φορτία με ρεύματα I_1, I_2, I_3, I_4 αντίστοιχα

Επίσης R_1, R_2, R_3, R_4 είναι οι αντιστάσεις των τμημάτων AB, ΒΓ, ΓΔ, ΔΕ αντίστοιχα

Τότε θα έχουμε:

$$\text{Πτώση τάσης στο τμήμα AB} : (I_1 + I_2 + I_3 + I_4) \cdot R_1$$

$$\text{" " " " ΒΓ} : (I_2 + I_3 + I_4) \cdot R_2$$

$$\text{" " " " ΓΔ} : (I_3 + I_4) \cdot R_3$$

$$\text{" " " " ΔΕ} : I_4 \cdot R_4$$

και ολική πτώση τάσης από Α ως Ε

$$V_{AE} = V_{AB} + V_{BG} + V_{GD} + V_{DE}$$

$$\text{ή } V_{AE} = I_1 R_1 + I_2 (R_1 + R_2) + I_3 (R_1 + R_2 + R_3) + I_4 (R_1 + R_2 + R_3 + R_4)$$

Γενικά το γινόμενο $I_i R_i$ δηλαδή το γινόμενο του ρεύματος και της καταναλώτου επί της αντίστασης της γραμμής από την αρχή μέχρι το σημείο σύνδεσης του καταναλωτή το ονομάζουμε ηλεκτρική ροπή

Επειδή δε ισχύει $R = \rho \frac{L}{S}$ δηλ αν ρ και S είναι σταθερά τότε

$R \sim L$ μπορούμε σαν ηλεκτρική ροπή να πάρουμε και το γινόμενο $l_i I_i$

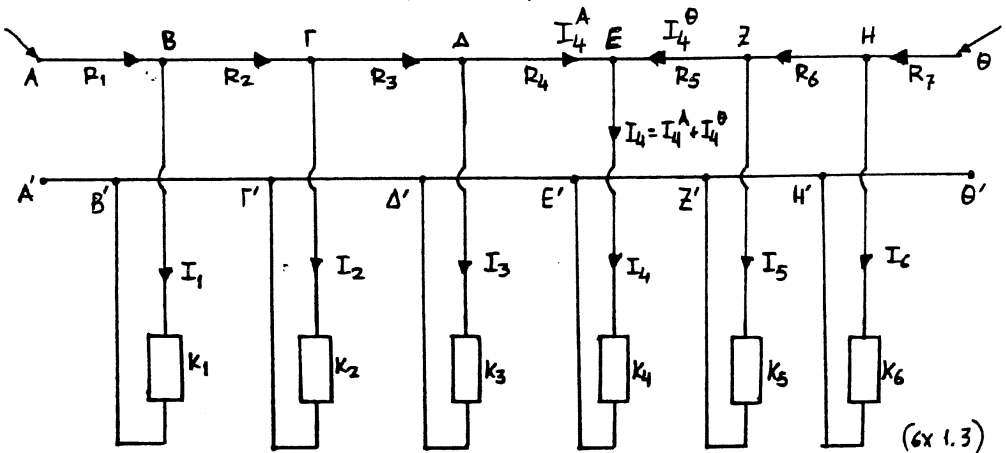
Παρατήρηση: Στους ανωτέρω υπολογισμούς δεν έχει ληφθεί υπόψη ο αγωγός επιστροφής

$$\text{Άρα τελικά η πτώση τάσης είναι } \Delta V = V_{AE} = \frac{2\rho}{S} (I_1 l_1 + I_2 (l_1 + l_2) + I_3 (l_1 + l_2 + l_3) + I_4 (l_1 + l_2 + l_3 + l_4)) \quad (2)$$

Δηλ. η συνολική πώληση τσίγας σε γραμμή που τροφοδοτεί πολλά φορτία είναι ίση με το άθροισμα των ηλεκτρικών ροών των φατίων ως προς το σημείο τροφοδοσίας επί των παραγόντα 20/5

Τροφολόγηση και από τα δύο άκρα της γραμμής

Με τόν τρόπο αυτό επιτυγχάνουμε μικρότερη πτώση τάσης



Αν το ένα άκρο τροφοδοτείται με τάση $V_{AA'}$ και το άλλο με $V_{BB'}$, τότε σε κάποιο σημείο μεταξύ των Α και Β εμφανίζεται η μέγιστη πτώση τάσης. Στο σημείο αυτό, που έστω ότι είναι το Ε, θα ισχύει:

$$V_{AA'} - V_{EE} = V_{EE} - V_{BB'}$$

$$\sum_A^E I_i \ell_i = \sum_{\theta}^E I_i \ell_i + V_{A\theta}$$

$$V_{AB} = V_{AE} + V_{EB}$$

$$= \sum_A I_i R_i + \underbrace{\sum_E (-I_j) R_j}_{-\sum_E I_j R_j}$$

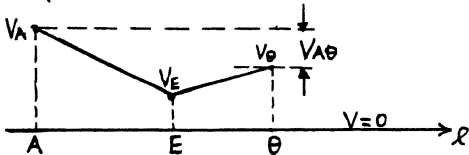
$$= V_{AB} + V_{BE} =$$

δηλαδή:

$$V_{AE} = I_1 R_1 + I_2 (R_1 + R_2) + I_3 (R_1 + R_2 + R_3) + I_4^A (R_1 + R_2 + R_3 + R_4) = V_{A\theta} + V_{\theta E} = V_{A\theta} + I_4^{\theta} (R_5 + R_6 + R_7) + I_5 (R_6 + R_7) + I_6 R_7$$

οπότε $I_4 = I_4^A + I_4^B$

I_4^A : τμήμα του I_4 αφαιρεμένο στην γοφόδοξια από το A

$$I_4^\theta: \quad " \quad " \quad I_4 \quad " \quad " \quad , \quad " \quad " \quad \theta$$


Κατανομή του δυναμικού κατά μήκος
της γραμμής

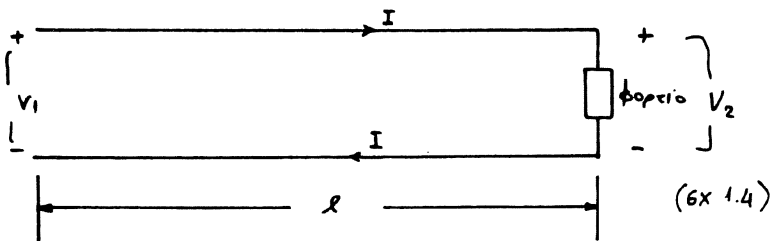
15.3.4 - Απώλεια ισχύος στη γραμμή στο Σ.Ρ.

Λόγω της ωρικής αντίστασης που παρουσιάζει η γραμμή εμφανίζονται και απώλειες Joule πάνω ε' αυτήν. Αυτό έχει σαν συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας των αγωγών που όταν ξεπεράσει ένα όριο μπορεί να προκαλέσει βλάβη στις μονώσεις.

Παραλληλα βέβαια η ισχύς αυτή χάνεται και δεν προσφέρει ωφέλιμο έργο στους καταναλωτές

Για τους λόγους αυτούς η ισχύς αυτή δεν πρέπει να ξεπερνά κάποιο όριο $\Delta P_{\max}$

Π.χ. στην περίπτωση τροφοδοτήσεως από το ένα άκρο και καταναλωτές σε ένα μόνο σημείο θα έχουμε



$$\left. \begin{aligned} R \cdot I^2 &\leq \Delta P_{\max} \\ R &= \rho \frac{2l}{s} \end{aligned} \right\} \Rightarrow s \geq \frac{\rho \cdot 2l \cdot I^2}{\Delta P_{\max}}$$

διατομή που πρέπει να επιλεγεί

15.3.5 - Υπολογισμός διατομής στο Σ.Ρ. με κριτήρια $\Delta V_{\max}$ και $\Delta P_{\max}$

Για Σ.Ρ. : υπολογισμός διατομής $s [cm^2]$

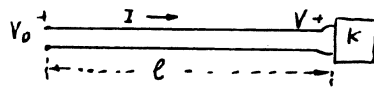
α) με κριτήριο το $\Delta V_{\max}$:

$$\left. \begin{aligned} R_g I &\leq \Delta V_{\max} \\ \rho \frac{2l}{s} I &\leq \Delta V_{\max} \end{aligned} \right\} s \geq \rho \frac{2l}{\Delta V_{\max}} \cdot I$$

β) με κριτήριο το $\Delta P_{\max}$

$$\left. \begin{aligned} R_g I^2 &\leq \Delta P_{\max} \\ \rho \frac{2l}{s} I^2 &\leq \Delta P_{\max} \end{aligned} \right\} s \geq \rho \frac{2l}{\Delta P_{\max}} \cdot I^2$$

$$R_g [\Omega] : \text{Αντίσταση γραμμής} , \quad I = \frac{\rho}{V}$$



$l [m]$: Μήκος διπολικής γραμμής

$\rho [\Omega \cdot cm^2 \cdot m^{-1}]$: Ειδ. υπ. αντίστα υλικού γραμμής

$V_0 [V]$: Ποτεν. πηγή πηγή

$V [V]$: Τάση λ.ε. καταναλωτή

$P [W]$: Ισχύς αν απορροφά ο καταναλωτής

$\Delta V_{\max} [V]$: Σημ. φερόμενη μέγιστη π.ε. τάσης στην επί γραμμή

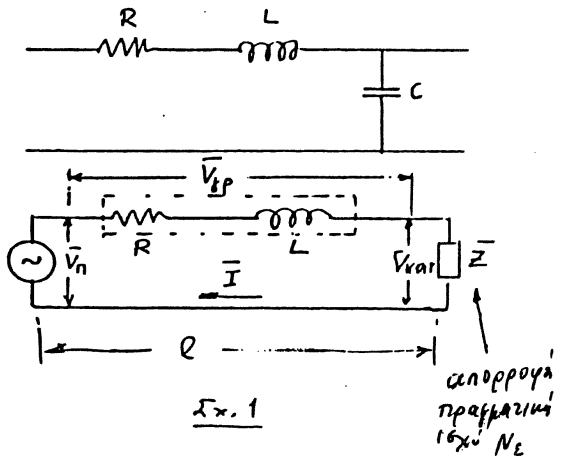
$\Delta P_{\max} [W]$: Σημ. φερόμενη μέγιστη ισχύος επί γραμμή

15.3.6 - ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΓΩΓΩΝ ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΩΝ ΚΑΙ ΤΡΙΦΑΣΙΚΩΝ ΔΙΚΤΥΩΝ Ε.Ρ.

1 Γενικά

Για τόν υπολογισμό μιās γραμμής μεταφοράς ήλ.έ-
νεργείας στο Ε.Ρ. πρέπει
νά ληφθεῖ υπ'ὄψιν, ὅτι λό-
γω τοῦ ὑπάρχοντος ἐναλλασ-
σομένου ἡλεκτρικοῦ καὶ
μαγνητικοῦ πεδίου ἡ γραμ-
μὴ ἐκτός ἀπὸ ὁμικὴ ἀντί-
σταση παρουσιάζει καὶ
ἐπαγωγικὴ καὶ χωρητι-
κὴ ἀντίσταση.

Ὅταν ἡ τάση δέν εἶναι πο-
λύ ὑψηλὴ (μέση τάση), μπο-
ροῦμε νά παραλείψουμε τὴ
χωρητικότητά καὶ νά λά-
βουμε υπ'ὄψιν μας μόνο τὴν αὐτεπαγωγὴ τῆς γραμμῆς.



2 Ἐπαύξηση τῆς διατομῆς λόγω μετατοπίσεως τῆς φάσεως (μονοφασικὸ ἔργο μ/ρ)

Ἐνας καταναλωτὴς ἀπορροφᾷ ρεῦμα : $I = \frac{N_E}{V \cdot \cos \varphi}$

Ἡ ἀπώλεια ἰσχύος στὴ γραμμὴ μεταφοράς εἶναι :

$$N_{an} = I^2 R = I^2 \frac{2l}{\kappa \cdot S}$$

$V \approx V_{καταναλωτῆ}$

$l [m]$: Ἀπλὸ μῆκος γραμμῆς

$\kappa [2^{-1} \cdot m \cdot m^{-2}]$: Εἰδικὴ ἀγωγιμότητά τῆς γραμμῆς

$S [mm^2]$: Διατομὴ τῆς γραμμῆς

Ἐκατοστιαία ἀπώλεια ἰσχύος στὴ γραμμὴ :

$$N_f = \frac{N_{an}}{N_E} \cdot 100 = \frac{N_E}{V^2} \cdot \frac{l}{\kappa \cdot S} \cdot 200 \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} [\%] = \frac{N_E R}{V^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot 100$$

Καὶ ἂν δέχθοῦμε ἓνα ἀνώτατο ὄριο ἐκατοστιαίων ἀπωλειῶν ἰσχύος ὅστω N_{fmax} , προκύπτει ἡ ἀπαιτουμένη διατομὴ τῆς γραμμῆς :

$$S_{\epsilon.p.} = \frac{200 \cdot \epsilon \cdot N}{\kappa \cdot N_f \cdot V^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} = S_{\Sigma P} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi}$$

ὅπου $S_{\Sigma P}$ ἡ ἀντίστοιχη διατομὴ ἂν ἐπρόκειτο γιὰ Σ.Ρ. $S_{\Sigma P}$.

ὅταν $\cos \varphi < 1$ ἀπαιτεῖται αὐξημένη διατομὴ.

3 Υπολογισμός της ενεργού πτώσεως τάσεως

• Η ανεισθητική γραμμή είναι: $\bar{Z}_{\gamma\rho} = R + j\omega L$

• Η πτώση τάσεως στη γραμμή είναι: $\bar{V}_{\gamma\rho} = \bar{I} \cdot \bar{Z}_{\gamma\rho} = \underbrace{\bar{I} \cdot R}_{\bar{V}_R} + \underbrace{j\bar{I}\omega L}_{\bar{V}_L}$

Τό διανυσματικό διάγραμμα θα είναι όπως παραπλεύρως

* Ορισμός: Ένεργος πτώση τάσεως της γραμμής

$$|\bar{V}_E| = |\bar{V}_n| - |\bar{V}_{κατ}|$$

Κατά προσέγγιση θα είναι:

$$V_E \approx V_n - V_{κατ} \approx$$

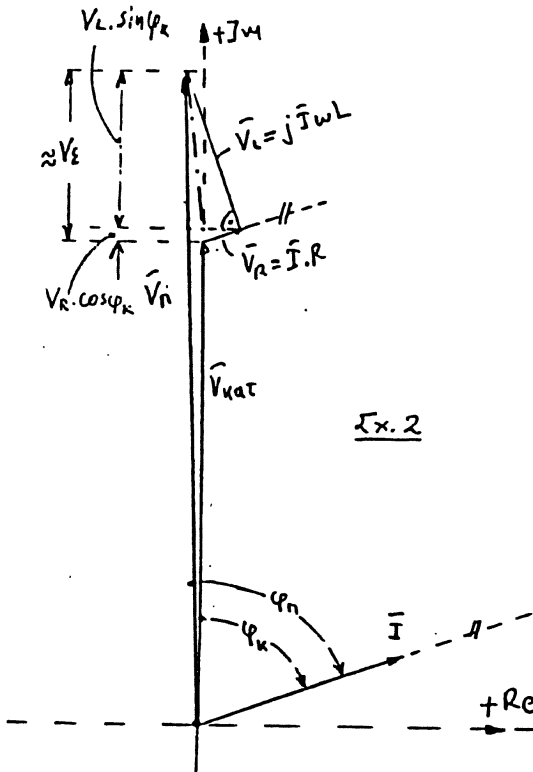
$$\approx V_R \cos \varphi + V_L \sin \varphi \approx$$

$$\approx (I \cos \varphi) \cdot R + (I \sin \varphi) \cdot \omega L$$

όπου

$$\varphi_n \approx \varphi_{κατ} = \varphi$$

Εκ. 2



δηλαδή

$$V_E = I_E \cdot R + I_a \cdot \omega L = \\ = \ell (I_E \cdot R_0 + I_a \omega L_0)$$

όπου:

$$I_E = I \cos \varphi \text{ (ένεργος συνιστώσα επί ρεύματος)}$$

$$I_a = I \sin \varphi \text{ (αίρην, συνιστώσα επί ρεύματος)}$$

όπου R_0, L_0 ή ανά χιλιόμετρο διπλής γραμμής ωμική και επαγωγική αντίσταση.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 Ωμική και αύτεπαγωγική αντίσταση ανά χιλιόμετρο διπλής γραμμής μεταφοράς.

Διατομή S σε [mm ²]	4	6	10	16	25	35	50
Διάμετρος d σε [mm]	2,26	2,76	3,57	4,52	5,54	6,68	7,98
Ωμική αντίσταση R ₀ σε [Ω/km]	8,95	5,96	3,58	2,24	1,43	1,02	0,715
Αύτεπαγωγική αντίσταση ωL ₀ σε 10cm	0,60	0,57	0,54	0,51	0,48	0,46	0,44
[Ω/km] για 50[Hz] και απόστα-	20cm	0,68	0,66	0,62	0,60	0,55	0,52
σιν άγωγών μεταξύ των α=...	40cm	0,77	0,74	0,71	0,68	0,63	0,61
	60cm	0,82	0,79	0,76	0,73	0,69	0,66
	80cm	0,85	0,83	0,80	0,77	0,74	0,70
	100cm	0,88	0,86	0,83	0,80	0,77	0,72

4 Υπολογισμός της σχέσεως τών άπωλειών

Έστω U_γ ή εκατοστιαία άπώλεια τάσεως μιās γραμμής

Έστω N_γ ή εκατοστιαία άπώλεια ισχύος μιās γραμμής

Ετό Σ.Ρ. είναι : $\frac{U_{\gamma}}{N_{\gamma}} = 1$

Ετό Ε.Ρ. είναι :

$$U_{\gamma} \approx \frac{U_{\epsilon}}{U} = \frac{IR}{U} (\cos \varphi + \frac{\omega L}{R} \sin \varphi) \cdot 100 [\%]$$

$$N_{\gamma} = \frac{NR}{U^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot 100 [\%] \quad (\text{άπό τήν παραγ. 6.2})$$

άρα :

$$\frac{U_{\gamma}}{N_{\gamma}} = \cos^2 \varphi \cdot \left(1 + \frac{\omega L}{R} \cdot \tan \varphi\right) \neq 1$$

5 Υπολογισμός τριφασικών γραμμών μεταφοράς (φόρτιση συμμετρική)

Έστω R_T και ωL_T ή ωμική και έπαγωγική αντίσταση μιās 3-φασικής γραμμής μεταφοράς.

Έπειδή κάθε φάση της τριφασικής γραμμής αντιστοιχεί σε μία μονοφασική γραμμή οί τιμές του ΠΙΝΑΚΑ της παραγ.3 πρέπει να υποδιπλασιασθοῦν δηλ. ανά φάση και ανά χιλιόμετρο. Οά είναι:

$$R_{T0} = \frac{R_0}{2} \quad \text{και} \quad \omega L_{T0} = \frac{\omega L_0}{2}$$

Απορροφούμενη ενεργός ισχύς από τόν ^{συμμετρισμό} 3-φασικό καταναλωτή :

$$N_E = \sqrt{3} \cdot V_L \cdot I_L \cdot \cos \varphi$$

Η απώλεια ισχύος της 3-φασικής γραμμής είναι :

$$N_{ap} = 3 I_L^2 \cdot R_T, \text{ όπου } R_T = \rho \cdot R_{T0} = \frac{\rho}{\kappa S_3}$$

Άρα :

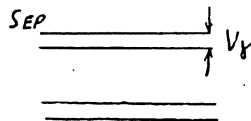
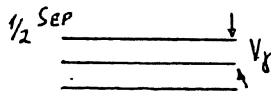
$$N_L = \frac{N_{ap}}{N_E} \cdot 100 = \frac{N_E}{V_L^2} \cdot \frac{\rho}{\kappa \cdot S_3} \cdot 100 \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} = \frac{N_E}{V_L^2} \cdot R_T \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} \cdot 100$$

καί αν δεχθούμε ένα ανώτατο όριο εκατοστιαίων απωλειών ισχύος, προκύπτει η απαιτούμενη διατομή γραμμής :

$$S_3 = \frac{100 \cdot \rho \cdot N_E}{\kappa \cdot N_L \cdot V_L^2} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} = \frac{1}{2} \cdot S_{EP} \cdot \frac{1}{\cos^2 \varphi} = \frac{1}{2} S'_{EP}$$

- * Δηλαδή κάθε γραμμή πρέπει νά έχει τή μισή διατομή από τήν αντίστοιχη $S_{E.P}$ του μονοφασικού Ε.Ρ. Καί έπειδή σέ 3 γραμμές του 3-φασικού αντιστοιχοῦν 6 γραμμές (=2x3) τών αντίστοιχων μονοφασικῶν γραμμῶν προκύπτει, γιά τήν ἴδια μεταφορῶμενη N_E :

$$\text{Βάρος ὕλικου 3-φασικοῦ} = \frac{1}{4} \text{ (Βάρος ὕλικου 3-ησὶ μονοφασικοῦ)}$$



Ολική διατομή: $3 S_3 = \frac{3}{2} S_{EP}$

6 SEP

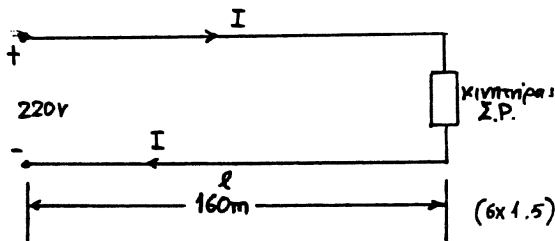
15.3.7 - Παραδείγματα υπολογισμού γραμμών στο Σ.Ρ.

Παρακάτω θα δώσουμε μερικά παραδείγματα υπολογισμών γραμμών ως προς την ηλεκτρική αντοχή τους.

Τα παραδείγματα αυτά αναφέρονται στο συνεχές ρεύμα. Για σχετικούς υπολογισμούς στο εναλλασσόμενο ρεύμα μπορείτε να ανατρέξετε στις σελίδες 191-194 του Εγχειριδίου Εργαστηρίου Ηλ/νίας

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1.1

Στο κάτωθι σχήμα ο κινητήρας Σ.Ρ. στο τέρμα της γραμμής απορροφά ένταση ρεύματος $I = 9,1 \text{ A}$. Αν η τάση τροφοδοσίας είναι $V = 220 \text{ V}$ και χρησιμοποιούνται αγωγοί χαλκού, να υπολογιστεί την διατομή των αγωγών για ποσοστό πτώσης τάσης $\Delta V_{\max} \% = 4,5 \%$.



απο τον τύπο (1) έχουμε

$$S \geq \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I}{\Delta V_{\max}}$$

$$\text{οπου } \Delta V_{\max} = 220 \cdot \frac{4,5}{100} = 9,9 \text{ V}$$

$$l = 160 \text{ m}$$

$$I = 9,1 \text{ A}$$

$$\rho = 1,88 \times 10^{-8} \Omega \cdot \text{m}$$

αντικαθιστώ
και έχω

$$S \geq \frac{2 \cdot 1,88 \times 10^{-8} \cdot 160 \cdot 9,1}{9,9} \text{ m}^2$$

$$\text{ή } S \geq 5,53 \times 10^{-6} \text{ m}^2 \text{ ή } S \geq 5,53 \text{ mm}^2$$

Με βάση τον ΠΙΝΑΚΑ 1 (τυποποίηση αγωγών) επιλέγεται $S = 6 \text{ mm}^2$

Παρατηρούμε ότι για ασφαλή λειτουργία του κινητήρα επαρκεί διατομή $S = 1,5 \text{ mm}^2$ η οποία όμως δεν εξασφαλίζει και βιώσιμη λειτουργία του λόγω αυξημένης πτώσης τάσης

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1.2

Σε γραμμή Σ.Ρ με μήκος 32m, με χαλκινό αγωγό, και τάση τροφοδότησης 225V, σε συνδέονται στο τέρμα της:

- 12 λαμπτήρες πυρακτώσεως που ο καθένας απορροφά εντάση ρεύματος $I_1 = 0,26 \text{ A}$
- 6 λαμπτήρες πυρακτώσεως με εντάση $I_2 = 0,88 \text{ A}$ ο καθένας
- Μια πλ θερμάστρα εντάσεως $I_3 = 5,33 \text{ A}$
- 2 κινητήρες εντάσεως $I_4 = 8,17 \text{ A}$ και $I_5 = 14,31 \text{ A}$

Ποια είναι η ελάχιστη διατομή για επιτρεπόμενο ποσοστό πτώσεως τάσεως $\Delta V_{\max} \% = 1,5 \%$.

Το συνολικό ρεύμα της γραμμής είναι.

$$I_{\text{ολ}} = 12 \cdot 0,26 + 6 \cdot 0,88 + 5,33 + 8,17 + 14,31 \Rightarrow I_{\text{ολ}} = 36,21 \text{ A}$$

$$\text{από } S \geq \frac{2 \cdot \rho \cdot l \cdot I_{\text{ολ}}}{\Delta V_{\max}} \quad \text{όπου } \Delta V_{\max} = 225 \cdot \frac{1,5}{100} = 3,375 \text{ V}$$

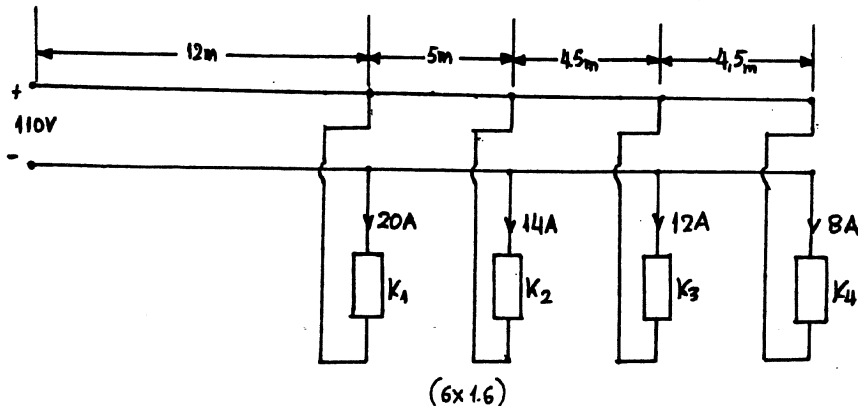
$$S \geq \frac{2 \cdot 1,68 \cdot 10^{-8} \cdot 32 \cdot 36,21}{3,375} \quad \text{ή } S \geq 12,91 \text{ mm}^2$$

Η αμέσως μεγαλύτερη τυποποιημένη διατομή είναι $S = 16 \text{ mm}^2$ που επιλέγεται.

Παρατηρούμε ότι για ασφαλή λειτουργία η διατομή 16 mm^2 επαρκεί ανεξαρτήτως από τον ΠΙΝΑΚΑ 1 έχει ορίο τα 60 A ενώ εδώ έχουμε $I_{\text{ολ}} = 36,21 \text{ A}$

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 1.3

Στη γραμμή του σχήματος οι αγωγοί είναι χαλκίνοι και η τάση τροφοδοσίας 110V Σ.Ρ. Υπολογίστε την ελάχιστη διατομή των αγωγών της γραμμής για επιτρεπόμενο ποσοστό πτώσεως τάσεως $\Delta V_{\max} \% = 1,5 \%$.



$$\text{Είναι } \Delta V_{\max} = 110 \cdot \frac{1,5}{100} = 1,65 \text{ V}$$

Χρησιμοποιώ τη σχέση (2)

Η συνολική πτώση τάσης πάνω στη γραμμή θα είναι

$$\Delta V = \frac{2\rho}{S} \left(20 \cdot 12 + 14(12+5) + 12(12+5+4,5) + 8 \cdot (12+5+4,5+4,5) \right)$$

(δηλ το άθροισμα των ηλεκτρικών ροπών ως προς την αρχή της γραμμής)

Πρέπει $\Delta V \leq \Delta V_{\max}$ ή

$$\frac{2\rho}{S} \left(20 \cdot 12 + 14(12+5) + 12(12+5+4,5) + 8(12+5+4,5+4,5) \right) \leq \Delta V_{\max}$$

$$\text{ή } S \geq \frac{2\rho \left(20 \cdot 12 + 14(12+5) + 12(12+5+4,5) + 8(12+5+4,5+4,5) \right)}{\Delta V_{\max}}$$

$$\text{ή } S \geq \frac{2 \cdot 1,88 \times 10^{-8} \cdot 944}{1,65} \quad \text{ή } S \geq 21,52 \text{ mm}^2$$

Η αρίστος μεγαλύτερη τυποιημένη διατομή είναι $S = 25 \text{ mm}^2$

Παρατηρούμε τα εξής:

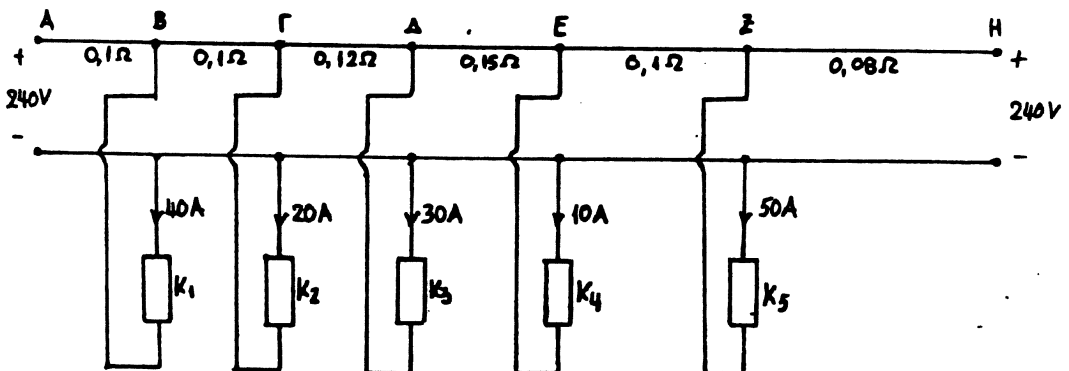
Το συνολικό ρεύμα είναι $20 + 14 + 12 + 8 = 54 \text{ A}$

Η διατομή 25 mm^2 επιτρέπει μέχρι μέγιστο ρεύμα 83 A οπότε υπερκαλύπτει το όριο ασφαλούς λειτουργίας

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ 4

Στην γραμμή του σχήματος ζητούνται: α) Το σημείο μέγιστης πτώσης τάσης

β) Οι τάσεις στα σημεία Γ, Δ, Ε



Έχουμε

Ηλ. ρομές ως προς Α

$$K_1: 40 \times 0,1 = 4$$

$$K_2: 20 \times (0,1 + 0,1) = 4$$

$$K_3: 30 \times (0,1 + 0,1 + 0,12) = 9,6$$

Ηλ. ρομές ως προς Η

$$K_5: 50 \times 0,08 = 4$$

$$K_4: 10 \times (0,08 + 0,1) = 1,8$$

$$K_3: 30 \times (0,08 + 0,1 + 0,15) = 9,9$$

Το φορτίο K_3 τροφοδοτείται και από τα δύο αίχρα

Αν απορροφά ένταση x Ampere από το Α τότε θα απορροφά

$(30-x)$ Ampere από το Η

Επειδή η ροπή ως προς Α πρέπει να είναι ίση με την ροπή ως προς Η έχουμε

$$4 + 4 + (0,1 + 0,1 + 0,12) \cdot x = 4 + 1,8 + (0,08 + 0,1 + 0,15) \cdot (30-x)$$

$$\text{ή} \quad 8 + 0,32x = 5,8 + 0,33(30-x)$$

$$\text{ή} \quad 8 + 0,32x = 5,8 + 9,9 - 0,33x \quad \text{ή} \quad 0,65x = 7,7$$

$$\text{ή} \quad x = 11,85 \text{ A}$$

αφ' από το αίχρα Η απορροφάται ένταση $30 - 11,85 = 18,15 \text{ A}$

Υπολογίζουμε τις πτώσεις τάσης

$$\text{Τμήμα AB} : (40 + 20 + 11,85) \cdot 0,1 = 7,185 \text{ V}$$

$$\text{" BG} : (20 + 11,85) \cdot 0,1 = 3,185 \text{ V}$$

$$\text{" ΓΔ} : (11,85 \times 0,12) = 1,422 \text{ V}$$

$$\text{" ΗΖ} : (50 + 10 + 18,15) \cdot 0,08 = 6,252 \text{ V}$$

$$\text{" ΖΕ} : (10 + 18,15) \cdot 0,1 = 2,815 \text{ V}$$

$$\text{" ΔΕ} : 18,15 \cdot 0,15 = 2,722 \text{ V}$$

$$\text{" ΑΔ} : 11,8 \text{ V}$$

$$\text{" ΗΔ} : 11,8 \text{ V}$$

$$\text{Αρα η τάση στο σημείο Δ είναι } V_D = 240 - 11,8 = 228,2 \text{ V}$$

$$\text{η τάση στο σημείο Γ είναι } V_G = 240 - (7,185 + 3,185) = 229,63 \text{ V}$$

$$\text{η τάση στο σημείο Ε είναι } V_E = 240 - (6,252 + 2,815) = 230,93 \text{ V}$$

Δηλ το σημείο Δ είναι το σημείο με τη μέγιστη πώση τάσης

15.4 - Αντίσταση Μόνωσης Καλωδίων

- 1.- Ο σκοπός της μέτρησης της αντίστασης μόνωσης των καλωδίων πάνω στα πλοία είναι ο προσδιορισμός της καταστάσεώς του, ώστε να καταστεί δυνατή η έγκαιρη ανακάλυψη και η τυχόν επισκευή της φθοράς του.

Για να μετρηθεί η μόνωση ενός καλωδίου θα πρέπει:

- α) Να μην τροφοδοτείται.
- β) Να είναι αποσυνδεδεμένο από άλλες συσκευές-μηχανήματα εξαρτήματα και καλώδια
- γ) Για ευκολία στο αρχικό στάδιο μπορεί να αποσυνδέεται από τους διακόπτες ή άλλα αποσυνδετικά εξαρτήματα.
- δ) Εφόσον η μόνωση είναι χαμηλή θα πρέπει το καλώδιο να αποσυνδέεται πλήρως.
- ε) Να χρησιμοποιηθεί όργανο τύπου MEGGER τάσης εξόδου 500 V .Ρ για καλώδια τάσης κάτω από 1000 V

- 2.- Η αντίσταση μόνωσης μεταβάλλεται αντιστρόφως ανάλογα προς το ολικό μήκος του καλωδίου διότι η συνολική αντίσταση ενός τεμαχίου καλωδίου είναι το άθροισμα μικρών διαρροών ρεύματος κατανεμημένων κατά μήκος των καλωδίων από τους αγωγούς προς το περιβλήμα του. Όσο μακρύτερο είναι το καλώδιο τόσο περισσότερες διαρροές υπάρχουν και κατά συνέπεια τόσο μικρότερη αντίσταση μόνωσης.

- 3.- Σάν κοινή μονάδα σύγκρισης στα αμερικανικά καλώδια χρησιμοποιείται το Μεγα-ώμ ανά πόδι μήκους καλωδίου. Αυτή προσδιορίζεται δια πολλαπλασιασμού της μετρηθείσας αντίστασης επί το συνολικό μήκος του καλωδίου.

Τό συνολικό μήκος υπολογίζεται:

- α) Το μονοπολικό καλώδιο ισούται με το μήκος του.

β) Στο πολυπολικό καλώδιο του οποίου κάθε αγωγός χρησιμοποιείται σαν ένα σκέλος του κυκλώματος ισούται με το μήκος του περιβλήματός του. Παράδειγμα: Καλώδιο τύπου THFA έχει μήκος περιβλήματος 300 πόδια και οι τρεις αγωγοί είναι οι φάσεις Α, Β, C (τριφασικού κυκλώματος). Το συνολικό μήκος του είναι 300 πόδια καθότι 3×300 διότι κάθε αγωγός μετρείται χωριστά. Αν αυτό το καλώδιο συνδεθεί εν σειρά ή εν παραλλήλω με παρόμοιο καλώδιο, τότε το συνολικό μήκος θα είναι 600 πόδια.

γ) Στα πολυπολικά αντιμαγνητικά καλώδια το συνολικό μήκος ισούται με το μήκος του περιβλήματος του καλωδίου επί τον αριθμό των αγωγών, επειδή οι αγωγοί του αντιμαγνητικού καλωδίου είναι συνδεδεμένοι εν σειράσαν βρόχος. Παράδειγμα: Καλώδιο τύπου MGDA 19 αγωγών με μήκος περιβλήματος 500 πόδια, το συνολικό μήκος του είναι $500 \times 19 = 9.500$ πόδια.

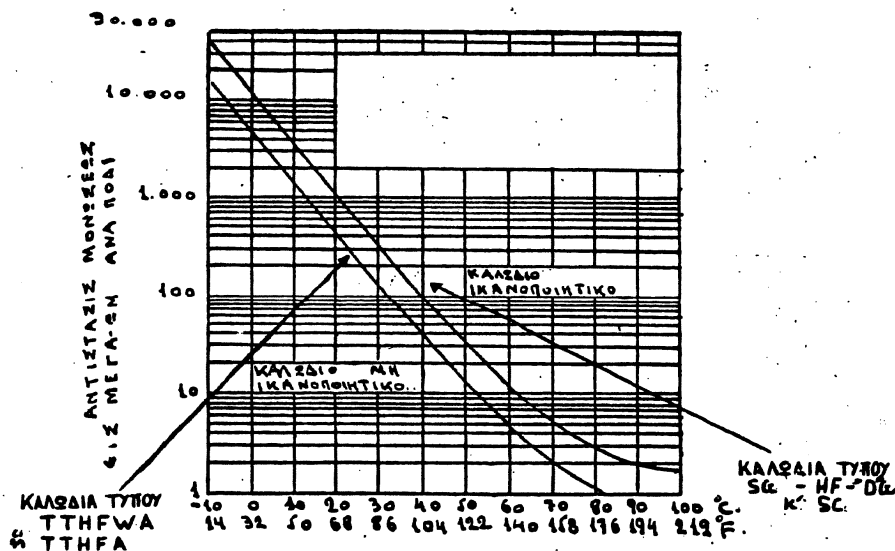
4.- Επιπλέον του μήκους του καλωδίου η αντίσταση μόνωσης μεταβάλλεται και από τον τύπο του καλωδίου (μονωτικά υλικά) και από την θερμοκρασία του. Συνεπώς είναι εύκολο νά κρίνουμε την κατάσταση ενός καλωδίου όταν την αντίσταση μόνωσής του την εξετάσουμε σέ σχέση με τὰ τυπικά χαρακτηριστικά του και την θερμοκρασία του.

Στά πλοία τώρα είναι γενικευμένη η χρήση καλωδίων ανθεκτικών στην υψηλή θερμοκρασία και τις φλόγες. Η δεξιά καμπύλη του σχήματος

1 δίδει την ελάχιστη ασφαλή αντίσταση μόνωσης διά καλώδια τύπου SG, HF, DG, SC

Η αριστερή καμπύλη είναι για τηλεφωνικά καλώδια τύπου ΤΤΗΦWA και ΤΤΗFA. Και οι δύο καμπύλες αφορούν καλώδια σέ λειτουργία.

Υψηλότερες τιμές μονώσεως απαιτούνται για καλώδια πρόσφατης εγκατάστασης.



Σχ-1

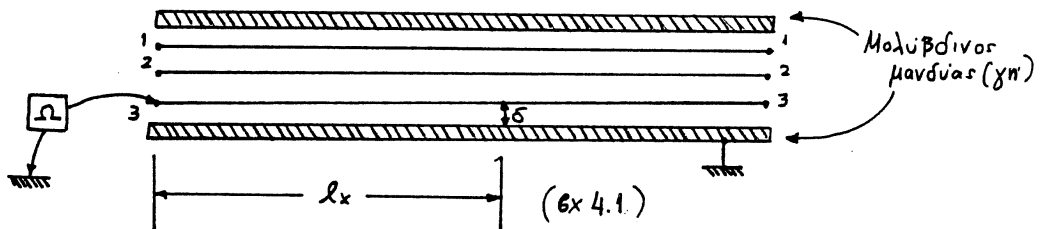
15.5 - ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ - ΜΕΘΟΔΟΣ MURRAY

Αρχικά αναφέρουμε ότι ληχόντας σφάλμα-καλωδίου εννοούμε σφάλμα διαρροής προς γη, σφάλμα βραχυκυκλώσεως δύο αγωγών, διακοπή αγωγού κ.λ.π.

Εάν το καλώδιο, στο οποίο συνέβει το σφάλμα, είναι υπόγειο τότε ο εντοπισμός του ακριβούς σημείου στο οποίο συνέβει το σφάλμα είναι ένα σημαντικό πρόβλημα.

Μία μέθοδος εντοπισμού του σφάλματος είναι η μέθοδος Murray που ουσιαστικά είναι εφαρμογή της γέφυρας Wheatstone.

Παρακάτω εξετάζουμε τη μέθοδο αυτή:

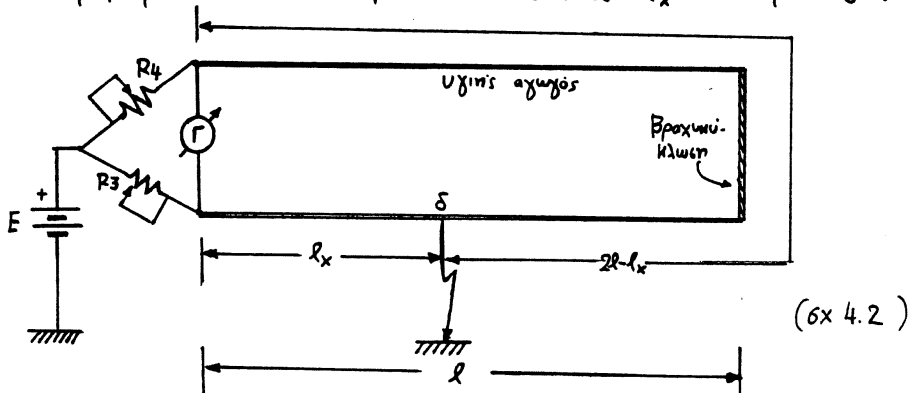


Εστω π.χ. ένα υπόγειο τριφασικό καλώδιο με σφάλμα διαρροής στην θέση δ ενός εκ των τριών αγωγών (π.χ. ο αγωγός 3) (βλ. 6x 4.2)

Η εξακρίβωση της διαρροής γίνεται με τη βοήθεια υδρομέτρου συνδεδεμένου μεταξύ της γης και του αγωγού που έχει τη βλάβη.

Για να εφαρμόσουμε τη μέθοδο θα πρέπει ο αγωγός που έχει υποστεί την διαρροή να μην έχει διακοπή, να μην υπάρχει δεύτερο σφάλμα διαρροής και τέλος να διατίθεται ένας υγιής αγωγός (π.χ. ο αγωγός 2 ή 1).

Το πρόβλημα είναι ο εντοπισμός της απόστασης l_x του σημείου δ από την αρχή του καλωδίου.



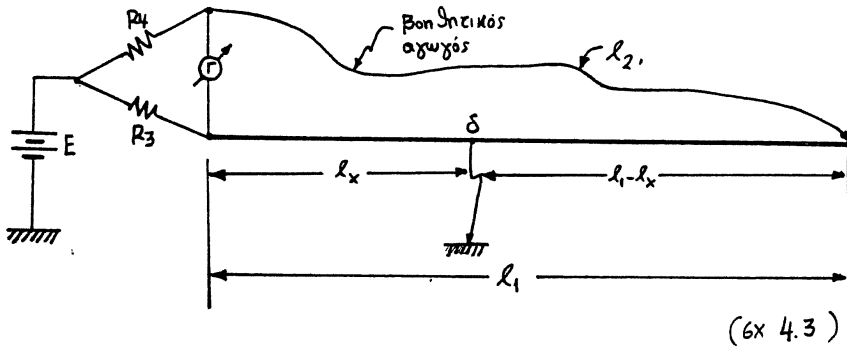
Σχηματίζουμε γέφυρα Wheatstone με χρήση των μεταβλητών αντιστάσεων R_3 και R_4 και με βραχυκύκλωση του τέλους του αγωγού που έχει βλάβη, με το τέλος ενός υγιούς αγωγού. Συνδέουμε το γαλβανόμετρο Γ και την πηγή E όπως φαίνεται στο σχήμα. Μεταβάλλοντας τις R_3 και R_4 επιτυγχάνουμε ισορροπία της γέφυρας οπότε έχουμε

$$\frac{l_x}{2l - l_x} = \frac{R_3}{R_4} \quad \left(\begin{array}{l} \text{Θεωρούμε ότι } R \sim l \\ \text{για τα τμήματα με μήκη} \\ l_x \text{ και } 2l - l_x \end{array} \right)$$

$$\text{άρα } l_x = \frac{2l \cdot R_3}{R_3 + R_4}$$

Σημειώνουμε ότι το γαλβανόμετρο δεν συνδέεται με τη γη διότι τα παρασιτικά συνεχή ρεύματα που κυκλοφορούν στη γη μπορούν να εμποδίσουν την επίτευξη ισορροπίας

Στην περίπτωση κατά την οποία δεν διαθέτουμε δεύτερο υγιή αγωγό δηλ όταν το καλώδιο που έχει υποστεί βλάβη είναι μονοπολικό, τότε μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε βοηθητικό αγωγό. (βλ βλ 4.3)



Αν είναι R_1 : αντίσταση ανα μέτρο το αγωγού που έχει βλάβη

R_2 : αντίσταση ανα μέτρο του βοηθητικού αγωγού με μήκος l_2

Συνθήκη ισορροπίας της γέφυρας:

$$\frac{R_3}{R_4} = \frac{R_1 l_x}{R_1 (l_1 - l_x) + R_2 l_2} \quad \text{αρα} \quad l_x = \frac{R_1 R_3 l_1 + R_2 R_3 l_2}{R_1 R_4 + R_1 R_3}$$

15,6

Από "ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΡΟΝΙΚΑ" του Τ.Ε.Ε. αρ. 10-12/1986

"ΣΕΜΙΝΑΡΙΟ ΠΥΡΟΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ"

15.6.1

**Θέμα: Πυροφραγμοί σε οδεύσεις καλωδίων κ.ά.
Πυρκαϊές σε καλώδια μέτρα προληπτικά**

Εισηγητής: Α.Θ. Σαραμαντής, ΠΜ

Οι οδεύσεις καλωδίων και τα ανοίγματα μεταξύ χώρων διευκολύνουν τη γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς. Για την αντιμετώπισή της, έχουν αναπτυχθεί μέθοδοι κατασκευής πυροφραγμάτων, από τους οποίους αναφέρονται διάφοροι τύποι.

Παρατηρήσεις για τη συμπεριφορά των καλωδίων σε περίπτωση πυρκαϊάς και τα λοιπά προληπτικά μέτρα που συνιστώνται.

1. Εισαγωγή

Σε διάφορες περιπτώσεις πυρκαϊών, σε εργοστάσια και ανάλογες εγκαταστάσεις, συχνά παρατηρείται πολύ γρήγορη εξάπλωση της φωτιάς, από τον ένα χώρο στον άλλο. Άλλοτε πάλι, παρά την αρχικά επιτυχή καταπολέμηση της εστίας της φωτιάς, ξαφνικά διαπιστώνεται πυρκαϊά και σ' άλλες θέσεις ή τμήματα εγκαταστάσεων, καμιά φορά μακριά από την αρχική ανάφλεξη. Η εξάπλωση αυτή της φωτιάς, έχει διαπιστωθεί, διευκολύνεται ή και προκαλείται από τα διάφορα ανοίγματα μεταξύ χώρων και τα χανδάκια, τις σήραγγες και τις άλλες οδεύσεις καλωδίων και σωληνώσεων, που διασχίζουν τις εγκαταστάσεις και σε περιπτώσεις φωτιάς κάνουν δυνατή τη μετάδοσή της. Με την κατασκευή κρεμαστών ψευδοροφών, σε διάφορες περιπτώσεις παραλείπεται το φράγμα ανοιγμάτων μεταξύ χώρων, εφ' όσον αυτά που χρησιμεύουν για το πέρασμα καλωδίων - σωληνώσεων κ.ά., καλύπτονται από την ψευδοροφή. Έτσι η φωτιά περνάει εύκολα, από χώρο σε χώρο και τελικά εξάπλώνεται σ' ολόκληρους ορόφους και κτίρια. Ιδιαίτερα διευκολύνουν την εξάπλωση της φωτιάς κατακόρυφα και άλλα φρέατα, στα οποία συγκεντρώνονται δέσμες καλωδίων, πλαστικές σωληνώσεις κ.ά.

Για την αντιμετώπιση αυτών των περιπτώσεων, έχουν

αναπτυχθεί μέθοδοι κατασκευής ειδικών πυροφραγμών, που έχουν σκοπό τη διακοπή εξάπλωσης της φωτιάς ή έστω τη σοβαρή καθυστέρησή της.

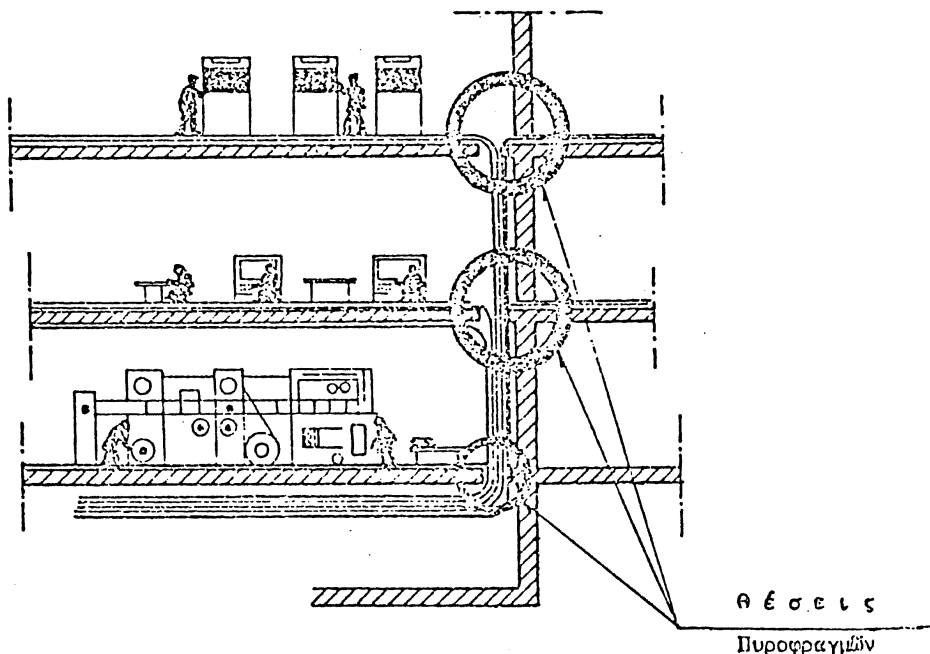
Στην απλούστατη μορφή του, ο πυροφραγμός είναι ποσότητα πυραντόχου υλικού που κλείνει ανοίγματα και περιβάλλει τελείως και σφικτά τα καλώδια που περνούν μέσα από ανοίγματα προς άλλους χώρους.

Οι πυροφραγμοί κατασκευάζονται από υλικά πυράντοχα και τοποθετούνται σε θέσεις επίκαιρες για την μη εξάπλωση της φωτιάς.

Πρόσθετο πλεονέκτημα των πυροφραγμών είναι ότι αναστέλλουν τη διάδοση και εξάπλωση καπνών και καυσαερίων σε χώρους όπου ακόμα δεν έχει πιάσει ή και δεν έχει πλησάσει η φωτιά. Έτσι διευκολύνεται το έργο εντοπισμού της εστίας φωτιάς και το κύριο έργο οβυσμιάς της.

Η χρήση καλωδίων με ειδική άφλεκη μόνωση, γενικά δεν καταργεί την ανάγκη για την κατασκευή πυροφραγμών.

Στον ελληνικό χώρο, οι πυροφραγμοί γενικά δεν είναι γνωστοί και η εφαρμογή τους είναι μάλλον σπάνια. Αυτό το γεγονός και η πολύ σημαντική σημασία των πυροφραγμών για την πυρασφάλεια εργοστασίων και αναλόγων εγκαταστάσεων, αποτελούν το λόγο για τον οποίο έγινε η εργασία αυτή.



Μέσα σε οχετούς καλωδίων και άλλα ανοίγματα, εξαπλώνεται η πυρκαγιά και καυσάεργια σε ζωτικές εγκαταστάσεις. Με τη δημιουργία πυροφραγμών σε επίκαιρες θέσεις, το κακό εντοπίζεται.

Οι πυροφραγμοί, τέλος περιλαμβάνονται μεταξύ των μέτρων τα οποία προβλέπει το Αρχηγείο Πυροσβεστικού Σώματος στο τελικό σχέδιο του Ειδικού Κανονισμού Πυρασφάλειας Βιομηχανικών Επιχειρήσεων (Νοέμβριος 1976 - Παράρτημα Β - παραγρ. 5 α (γ)).

2. Θέσεις και χαρακτηριστικά των πυροφραγμών

– Πυροφραγμοί συνήθως τοποθετούνται στις παρακάτω θέσεις:

1. Στα κάθε μορφής και προορισμού ανοίγματα, μεταξύ χώρων, σε δάπεδα ή τοίχους.

2. Στα σημεία που περνάν καλώδια ή άλλοι αγωγοί κατά οποιοδήποτε τρόπο, από ένα χώρο σ' άλλο.

3. Πάνω στις οδεύσεις καλωδίων:

– Στα σημεία αλλαγής διεύθυνσης των οδεύσεων καλωδίων (π.χ. από οριζόντια κατεύθυνση σε κατακόρυφη).

– Στις αναχωρήσεις άλλων καλωδίων.

– Πάνω στις οδεύσεις, σε αποστάσεις που εξαρτώνται από τον επιθυμητό βαθμό πυρασφάλειας.

4. Στην είσοδο καλωδίων σε ηλεκτρολογικούς πίνακες,

τράπεζες εργασίας, συσκευές ή μηχανήματα.

5. Κατά μήκος οδεύσεων σωληνώσεων σε διάφορα σημεία και στα περάσματά τους από τον ένα χώρο σ' άλλο.

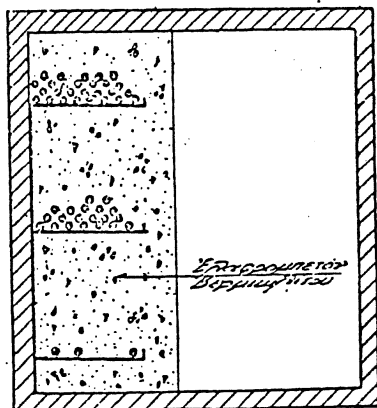
– Σε οχετούς καλωδίων (χανδάκια) που συνήθως έχουν μικρή διατομή, τα πυροφράγματα κατασκευάζονται σε ολόκληρη τη διατομή (από τη μία άκρη μέχρι την άλλη – κατά πλάτος).

– Στις σήραγγες, τα καλώδια προστατεύονται κατ' αρχήν με πυροφραγμούς διατομής όχι πλήρους πλάτους, που έχουν πλάτος λίγο μεγαλύτερο από τις γέφυρες στήριξης των καλωδίων (TRAYS). Σε σήραγγες μεγάλου μήκους, ανά αποστάσεις που εξαρτώνται από τον επιθυμητό βαθμό πυροπροστασίας, κατασκευάζονται και πυροφραγμοί μεγαλύτερου πλάτους, που συμπληρώνονται με πόρτα από άκαυστο υλικό και καλής προσαρμογής.

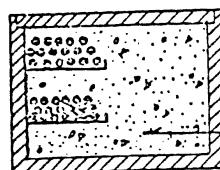
– Οι πυροφραγμοί πρέπει να είναι τύπου που να μπορεί να αφαιρεθεί και μάλιστα εύκολα, χωρίς ζημιές, στα προστατευόμενα. Έτσι είναι δυνατή η αντικατάσταση καλωδίων, προστίθενται νέα κ.τ.λ., όπως απαιτούν οι ανάγκες της συντήρησης ή της εκμετάλλευσης. Για να πραγματοποιούνται τα πάρα-πάνω, οι πυροφραγμοί πρέπει να είναι τύπου αποσυναρμολογούμενου ή από υλικό ψαθυρό, που τρίβεται κι' αφαιρείται εύκολα. Σ' άλλες περιπτώσεις εξ άλλου, επιβάλλεται η τοποθέτηση σε ειδικές θέσεις πυροφραγμών τελείως προσωρινού τύπου, που να αφαιρείται πολύ

ΠΥΡΟΦΡΑΓΜΟΙ

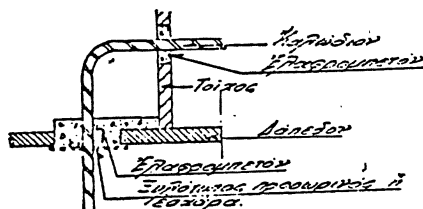
ΕΛΑΦΡΟΜΠΕΤΟΝ



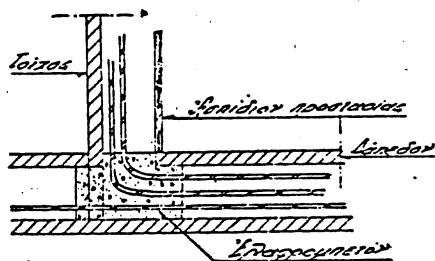
Πυροφραγμός σε στήριξη υφιστάμενη
Μεγάλη ποσότητα ελαφρού μπετόν
Συμπληρώνεται με λεπτά σφηνάκια ή
μεταλλική υφής εξαερίων



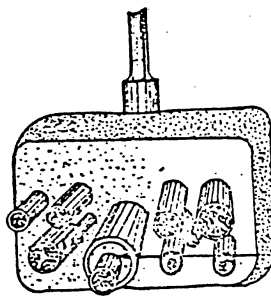
Πυροφραγμός φανήρας
διατομής σε άπτεον υφιστάμενη



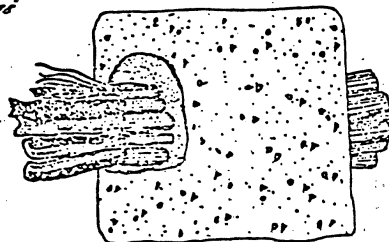
Είσοδος υφιστάμενη προφύλαξης



Πυροφραγμός σε άπτεον υφιστάμενη σε
σημείο διασύνδεσης υφιστάμενου.



Φραγμός ελαφρομπετόν
σε είσοδο υφιστάμενου



Συμπληρωματική διατομή φραγμού
ελαφρομπετόν σε άπτεον υφιστάμενου

εύκολα. Τα χαρακτηριστικά αυτά εξασφαλίζουν οι τύποι πυροφραγμών που δίνονται παρακάτω.

Τύποι πυροφραγμών

Τύποι πυροφραγμών υπάρχουν πολλοί, που έχουν αναπτυχθεί ώστε να προσδιάζουν στις κατά περίπτωση ανάγκες, τα διατιθέμενα υλικά, την τεχνολογική ανάπτυξη και οικονομικά και άλλα δεδομένα. Στην εργασία αυτή δίδονται τύποι τους οποίους έχουμε εφαρμόσει ή «θεωρούμε αντιπροσωπευτικούς των τάσεων των κατασκευαστών πυροφραγμών ή βασικούς για την ανάπτυξη πρωτοβουλίας κατασκευής νέων τύπων.

1. Από ελαφρομετόν ειδικού πυραντόχου τύπου

● Για πυροφραγμούς του τύπου αυτού χρησιμοποιούνται: - Αδρανές πυράντοχο υλικό, στην περίπτωση αυτή βερμικουλίτης (1). Σημειώνεται ότι, ο περλίτης, υλικό ελληνικής παραγωγής, διεθνώς θεωρείται ισοδύναμο προς το βερμικουλίτη και κατά συνέπεια οι πυροφραγμοί είναι δυνατό να κατασκευασθούν και από περλίτη, διαβάθμισης χονδρής (0 έως 4 χλστ).

- Τσιμέντο πυρίμαχο (κυκλοφορούν στη χώρα μας προέλευσης Γιουγκοσλαβίας, Γαλλίας ή Γερμανίας).

● Ανάλογα προς την επιθυμητή μηχανική αντοχή ή αντίθετα λόγω επιδιωκόμενης ψαθυρότητας (ευθρυπτότητας) του έτοιμου ελαφρομετόν η αναλογία χρήσης τσιμέντου/βερμικουλίτη, παίρνει τιμές, κατ' όγκον, 1/5 έως 1/10. Συνιστώμενη αναλογία, για πυροφραγμούς καλωδίων 1/7, λαμβανόμενου ελαφρομετόν αντοχής αλλά και ψαθυρού. Έτσι εξασφαλίζεται η εύκολη αφαίρεσή του, χωρίς τραυματισμό ή βλάβη των περιβαλλόμενων καλωδίων (για την προσθήκη νέων καλωδίων ή την αντικατάσταση άλλων που υπάρχουν).

● Στο μείγμα κατασκευής κατά την ανάμιξη του προστίθεται περίπου 1,5 όγκος νερού κατεργασίας (δηλαδή κατεργάζεται μισόστεγνο). Αύξηση της ποσότητας νερού είναι ανεπιθύμητη.

● Συνιστώμενο ελάχιστο πάχος πυροφράγματος 15-20 εκ.ατ.

● Αντί πυρίμαχου τσιμέντου, μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατά την κατασκευή κοινό τσιμέντο ελληνικό, τύπου PORTLAND.

● Αποτελέσματα εφαρμογής ικανοποιητικά, για χρήση τσιμέντου:

- Πυρίμαχου μέχρι θερμοκρασίας περίπου 1.200 βαθμών Κελσίου.
- Κοινού, μέχρι θερμοκρασίας 800 βαθμών Κελσίου.
- Φάσεις κατασκευής πυροφράγματος:
- Κατασκευή πλευρικών ξυλοτύπων

(1) Ο βερμικουλίτης (VERMICULITE) εισάγεται σαν πρωτογενές ορυκτό από την Αφρική και δέχεται στην Ελλάδα περαιτέρω επεξεργασίες, φούξη κ.τ.λ. Αντί του βερμικουλίτη είναι δυνατή η ανάπτυξη χρήσης και άλλων υλικών. Ενδεικτικά, αναφέρεται ότι στο εξωτερικό χρησιμοποιείται το υλικό LIMPET (Ιταλία). Πάντως η επιλογή υλικών πρέπει να περιορίζεται μεταξύ υλικών που είναι αποδεκτά για τη χρήση αυτή. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι ελαφρομετόν από ελαφρότερα (κάρσηρη) ή διαγκωμένη άργιλο (LECCA) δε θεωρείται επαρκές.

- Ανάμιξη υλικών-διαβροχή-περαιτέρω ανάμιξη.
- Χύτευση κατά στρώσεις. Συγχρόνως καλό κτύπημα για το γέμισμα των κενών και την κάλυψη/αγκάλιασμα καλωδίων κ.ά.
- μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων, διαβροχή.

● Η αφαίρεση των ξυλοτύπων σε περίπτωση χρήσης πυρίμαχου τσιμέντου συνιστάται σε 6 ώρες ή νωρίτερα, ακολουθεί δε καλή διαβροχή (πάντως προσεκτική, για τη μη έκπλυση του πυροφραγμού).

2. Σουηδικοί Πυροφραγμοί M.C.T.

(MULTI CABLES TRANSIT)

Τα κύρια στοιχεία τους είναι ειδικό προκατασκευασμένο, μεταλλικό πλαίσιο-οδηγός, με διάταξη συγκράτησης-συσφιξης και τα φερόμενα εντός αυτού ειδικά τμήματα (τουβλά) από χλωρωμένο συνθετικό ελαστικό (NEOPREN) ειδικής σύνθεσης του Οίκου DU PONT). Τα πλαίσια στερεώνονται στους τοίχους, τα δάπεδα και άλλα στοιχεία κατά περίπτωση, τα δε καλώδια περνάν μέσα από τα ειδικά τεμάχια τα οποία εφαρμόζουν σ' αυτά τελείως. Υπάρχουν ειδικά τεμάχια διαφόρων διαμέτρων σε αντιστοιχία προς τα καλώδια. Σε περίπτωση πυρκαϊάς, λόγω διαστολής των ειδικών τεμαχίων ή σύσφιξής τους επάνω στα προστατευόμενα καλώδια μεγαλώνει και σταματά η επέκταση των φλογών.

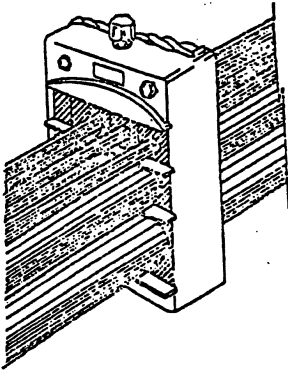
3. Πυροφραγμοί από λιθοβάμβακα² με επιστροφή Συγκράτησης

Κατά την κατασκευή των πυροφραγμών του τύπου αυτού, ο οποίος χρησιμοποιείται και από την ELECTRICITE DE FRANCE, τοποθετείται υπόστρωμα λιθοβάμβακα (γνώστου και με τα ονόματα ορυκτοβάμβαξ ή πετροβάμβακας ή ROCKWOOL) και πάνω σ' αυτό επίστρωμα συγκράτησης από γύψο ή άλλο κατάλληλο άφλεκτο υλικό. Η εφαρμογή επιστρώματος γύψου παρουσιάζει και αρνητικά στοιχεία (λόγω της γνώστης διάγκωσής του με τον καιρό ή παρουσία υγρασίας και, επίσης, των διαβρώσεων που προκαλεί στα μεταλλικά τμήματα). Γι' αυτό, συνιστάται η κατασκευή της επιστρώσεως συγκρατήσεως από ειδικό ελαφρομετόν βερμικουλίτου ή περλίτου τσιμέντου.

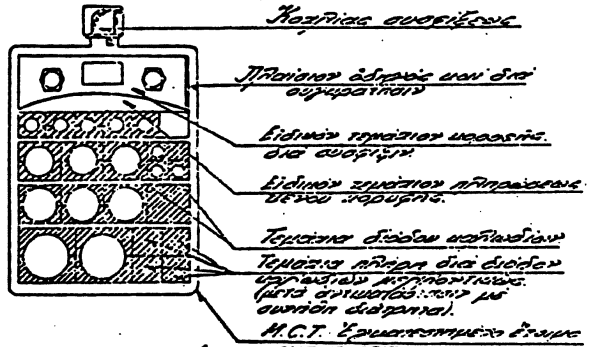
Ο λιθοβάμβαξ² πρέπει να επιλέγεται πρακτικά καθαρός, χωρίς ξένες προσμίξεις, μεγάλης πυκνότητας (βάρος πάνω από 110 χλγρ/μ³).

² Ο λιθοβάμβαξ ή πετροβάμβαξ παράγεται από πέτρωμα ηφαιστειαγενές (συνήθως βασάλτη), που ρευτοποιείται σε θερμοκρασία περίπου 2000 °C και μετατρέπεται βιομηχανικώς σε ίνες. Προσφέρεται μορφοποιημένος σε πλάκες απλές ή με σπλισμό από συμπαγώμενο ή σε έτοιμα περιβλήματα σωλήνων (μετά προσθήκη ποσότητας ρητίνης συγκράτησης). Συνιστώμενη μέγιστη θερμοκρασία έκθεσης 200°C. Επίσης προσφέρεται άμορφος βάμβαξ (μαλλι), μέγιστης θερμοκρασίας έκθεσης 700 °C. Σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 1000°C, ο λιθοβάμβαξ μαλακώνει.

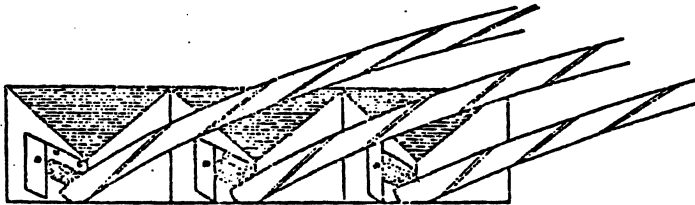
ΠΥΡΟΦΡΑΓΜΟΙ ΣΟΥΗΔΙΚΟΙ Μ.Σ.Τ.



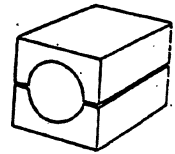
Πύριος Μ.Σ.Τ. από εξωτερικούς και ταχυδακτυλίου



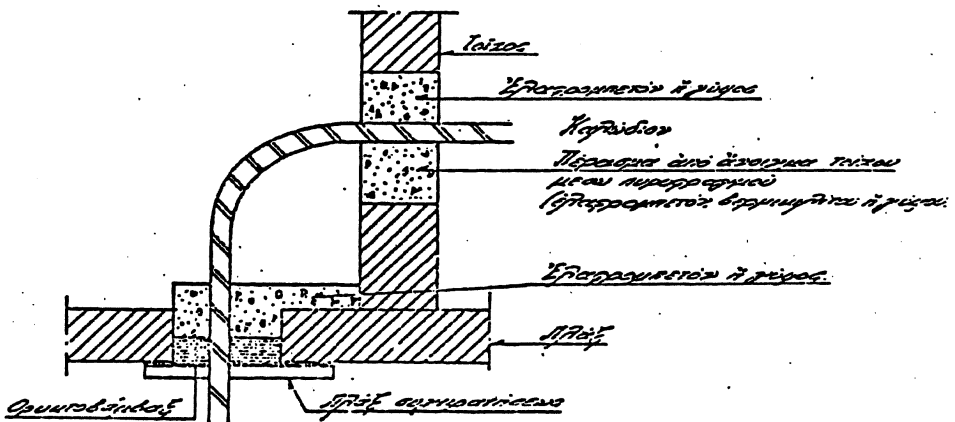
Πύριος Μ.Σ.Τ. από με το δάπεδο υποστήριξη



Πύριος Μ.Σ.Τ. σε δάπεδο και υποστήριξη

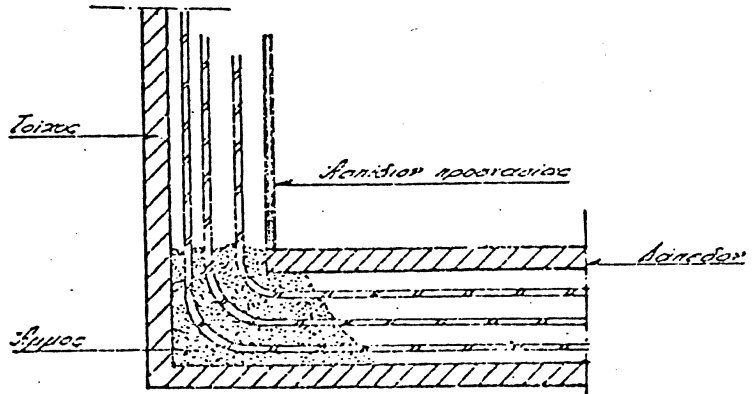


Ειδική γυμναστή δάπεδο υποστήριξη



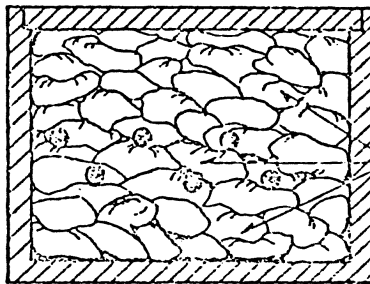
Πύριος υποστήριξη υποστήριξη από άνω και δάπεδο με αντιστάσεις υποστηρικτικό δάπεδο και πόρτες

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ ΠΥΡΟΦΡΑΓΜΟΥ ΤΥΠΟΥ ΑΜΜΟΥ ΘΑΛΑΣΣΗΣ



Πυροφραγμός σε όλη την επιφάνεια
σε σιμента ή γύψο με κατεστραμμένο.

ΣΚΑΡΙΟΗΜΑ ΠΥΡΟΦΡΑΓΜΟΥ ΤΥΠΟΥ ΠΡΟΣΩΡΙΝΟΥ ΠΕΤΡΟΒΑΜΒΑΚΟΣ ΣΕ ΜΙΚΡΟΥΣ ΣΑΚΚΟΥΣ



Πετροβάμβακας σε μικρούς σακκούς.

Πυροφραγμός πετροβάμβακας
σε σιμента (ή γύψο) με κατεστραμμένο
στην επιφάνεια και να
υπάρχει το τμήμα το οποίο είναι

4. Πυροφράγματα Άμμου Θαλάσσης

Για την κατασκευή τους, χρησιμοποιείται καθαρή χονδρόκοκος άμμος, θαλασσινή ή ποταμιαία που έχει απλωθεί κατάλληλα, τα δε προστατευόμενα καλώδια περνούν μέσα απ' αυτήν.

Η διάταξη αυτή είναι ιδιαίτερα κατάλληλη για θέσεις αλλαγής κατεύθυνσης καλωδίων από την οριζόντια σε κατακόρυφη ή κεκλιμένη και για περιπτώσεις αναχώρησης από το δάπεδο διακλάδωσης κατακόρυφων καλωδίων. Τα τέρμα των οριζοντίων καλωδίων και οι αναχωρήσεις των κατακόρυφων, καλύπτονται καλά με στρώμα άμμου.

Σημειώνεται η ενδεχομένη χρήση λίγων τούβλων, τα οποία τοποθετούνται ώστε να συγκρατούν και περιορίζουν την άμμο.

5. Πυροφράγματα προσωρινού τύπου

Σε περιπτώσεις κατά τις οποίες προβλέπεται σε πολύ σύντομο χρόνο να ξανανοιξει το άνοιγμα ή να περάσουν κι' άλλα καλώδια, αλλά είναι επιθυμητή η άμεση εξασφάλιση από μετάδοση πυρκαγιάς, τα καλώδια περιβάλλονται με λιθοβάμβακα μέσα σε μικρούς σάκκους. Οι σάκκοι λιθοβάμβακα (μεγέθους κατά περίπτωση) χρησιμοποιούνται «για το ξηρό κτίσιμο» της διατομής. Ο λιθοβάμβακας εν προκειμένω είναι τύπου άμορφου (μαλλι), μεγάλης πυκνότητας (πάνω από 110 χλρ/μ³).

Συνιστάται η καλή συμπίεση των τοποθετούμενων στη διατομή και γύρω από τα καλώδια που περνούν από αυτήν.

Η λύση αυτή, πυροφραγμού προσωρινού τύπου προσφέρεται (και συνιστάται ιδιαίτερα) για εργοτάξια κ.τ.λ. Υπενθυμίζεται ότι σε διάφορες περιπτώσεις εργοστάσια παθαίνουν σοβαρές ζημιές, κατά την κατασκευή ή επέκτασή τους, από πυρκαγιές.

Π Ρ Ο Σ Α Ρ Τ Η Μ Α

15.6.2 Πυρκαϊές σε ηλεκτρικά καλώδια

1. Οι καλωδιώσεις όπως λ.χ. οι μεταφοράς-διανομής ηλεκτρισμού, είναι πάντα εκτεθειμένες στον κίνδυνο μιας πυρκαϊγής και συνεπώς, θα πρέπει οι μελετητές και κατασκευαστές να παίρνουν κάθε μέτρο για τη μείωση αυτού του κινδύνου.

Οι πυρκαϊές καλωδίων κυρίως οφείλονται:

- Σε ανάφλεξη τους από γεγονική εστία ή,
- Σε ανάφλεξη του ίδιου του καλωδίου. Αυτή δυνατόν να οφείλεται σε κάποια υπερφόρτωση σε συνδυασμό με ανεπάρκεια των συστημάτων ασφαλείας ή σε διάσπαση της μόνωσης (π.χ. λόγω παλαιότητας, από ελάττωμα της μόνωσης, από διεύδυση υγρασίας κ.ά.)

Άσχετα με το αίτιο της πυρκαϊάς, έχει γενικά διαπιστωθεί ότι ενώ ένα μοναχικό καλώδιο καίγεται δύσκολα, πολλά συγκεντρωμένα καλώδια καίγονται έντονα και μπορούν να μεταφέρουν τη φωτιά σε μεγάλες αποστάσεις.

Η χρησιμοποίηση ηλεκτρικών καλωδίων τηλεπικοινωνιακών-ενδοσυνεννόησης μεταφοράς-διανομής ηλεκτρισμού ή απλώς ελέγχου υπενθυμίζεται ότι μπορεί να ακινητοποιήσει εγκαταστάσεις για πολύ καιρό, άσχετα με τις άλλες ζημιές.

2. Από εργαστηριακές δοκιμές και παρατηρήσεις που έγιναν μετά πυρκαϊγές, σε εργοστασιακές εγκαταστάσεις, προέκυψαν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

α. Καλώδια πολλά-συγκεντρωμένα σε δέσμες ή τοποθετημένα σε γέφυρες στήριξης (TRAYS), είναι πολύ εκτεθειμένα σε κινδύνους ανάφλεξης και εξάπλωσης της φωτιάς. Οι ίδιοι κίνδυνοι, αντίθετα εμφανίζονται σημαντικά μειωμένοι σε μοναχικές καλωδιώσεις.

β. Τα καλώδια συγκεντρωμένα και που οδεύουν κατακόρυφα, παρουσιάζουν πολύ περισσότερους κινδύνους από άλλα που ακολουθούν οριζόντιες οδεύσεις.

γ. Μονώσεις καλωδίων που σε κανονικές θερμοκρασίες είναι άφλεκτες, σε υψηλές θερμοκρασίες καίγονται.

δ. Τα καλώδια με μόνωση ελαστικού καίγονται έντονα.

ε. Η πλαστική επένδυση PVC καίγεται επίσης και διατηρεί την καύση και διάδοση της φωτιάς. Η καύση γίνεται εντονότερη σε κατακόρυφες οδεύσεις των καλωδιώσεων.

στ. Καλώδια τα οποία έχουν θερμανθεί πάνουν εύκολα φωτιά (απο γεγονικές εστίες). Επίσης, καλώδια που κατεβέσθησαν προηγουμένως, είναι πολύ εύφλεκτα.

3. Για την αντιμετώπιση ή βελτίωση της κατάστασης, συνιστώνται τα ακόλουθα προληπτικά μέτρα:

α. Διαχωρισμός των καλωδίων από άλλες εγκαταστάσεις π.χ. σωληνώσεις ελαίου ή καυσίμων

β. Διαχωρισμός των ίδιων των καλωδίων κατά ομάδες για την αποφυγή συγκέντρωσής τους (π.χ. διαχωρισμός των καλωδίων τροφοδοσίας από τα καλώδια ελέγχου και διαχωρισμός των καλωδίων που τροφοδοτούν μηχανήματα ή τμήματα εργοστασίου).

γ. Χρήση άφλεκτων καλωδίων¹ ή εφαρμογή πυριμάχων επικαλύψεων² ή επαλείψεων³ για την αδρανοποίησή τους, από πλευράς κινδύνου ανάφλεξης.

δ. Τοποθέτηση καλυμμάτων μεταξύ παράλληλων-διασταυρωμένων επάλληλων εσχαρών (TRAYS) καλωδιώσεων, για τη μη μετάδοση της φωτιάς.

ε. Εφαρμογή πυροφραγμών, που είναι πολύ χρήσιμοι και συνιστώνται:

- Ανά κανονικές αποστάσεις κατά μήκος των οδεύσεων καλωδιώσεων.

- Σε σημεία αναχωρήσεων ή διαφοροποίησης διαδρομών.

- Σε θέσεις εισόδου των καλωδιώσεων σε άλλους χώρους, μηχανήματα ή πίνακες.

Πηγές:

1. Πρακτικά Συμποσίου για την πυροπροστασία των καλωδιώσεων (ERA 72-136).
2. «Cable and fire - a review of recent literature with commentary (ERA 72-148)».

(1) Με τη χρήση μονώσεων πλαστικών, βραδείας καύσης κατασκευάζονται τα γνωστά μας άκαυστα καλώδια. Αυτά προκύπτουν με την προσθήκη στα μέγιστα πλαστικού προσθέτων ανοργάνων (AMMONIUM BROMIDE ANTIMONY TRIOXIDE κ.ά.) ή οργανικών (CHLORINATED PARAFINS) ή υλικά συνεργαζόμενα (SYNERGISTIC MATERIALS) όπως ANTIMONY TRIOXIDE με αλογόνα περιέχοντα COMPOUNDS) ή με χρήση αρνητικών καταλυτών (REACTIVE FLAME RETARDANT).

(2) Μεταξύ των πλαστικών επικαλύψεων πούχουν δοκιμαστεί αναφέρονται περιτυλίξεις με αμίαντο (υψηλού κόστους όμως

δύσκολες στο χειρισμό τους) ή άλλες με ταινίες αλουμινίου.

(3) Οι πυρίμαχες επαλείψεις είναι διάφορες προελεύσεων, εφαρμόζονται δε με βούρτσες ή ψεκασμό.

Μερικές φορές οι επαλείψεις εφαρμόζονται μόνο σε τμήματα καλωδιώσεων για το σχηματισμό «Ζώνης Πυρασφαλείας». Π.χ. λέγεται ότι σε σήραγγα καλωδίων πυρίμαχης, επάλειψη καλωδίων μήκους 10 μ. διακόπτει τη μετάδοση φωτιάς. Με τη μέθοδο αυτή της τμηματικής επάλειψης μειώνεται δραστικά το κόστος της πυροπροστασίας.

15.6.3

Θέμα: Πυρκαγιές κοντά σε εγκαταστάσεις με τάση. Δυνατότητες πυροσβεστικής επέμβασης.

Εισηγητής: Α.Θ. Σαραμαντής, ΠΜ, προϊστάμενος τομέα πρόληψης ατυχημάτων Δ.Ε.Η.

Σε πυρκαϊές που περιλαμβάνουν ή βρίσκονται κοντά σε ηλεκτρικά στοιχεία με τάση, η κατασβεστική προσπάθεια δεν πρέπει να αναστέλλεται. Μπορεί να πραγματοποιείται χωρίς κίνδυνο με κατάλληλους πυροσβεστήρες και με χρήση εκτοξεύσεων νερού με αυστηρή τήρηση διαφόρων προϋποθέσεων.

1. Γενικότητες

1. Σε πάρα πολλές περιπτώσεις οι εστίες πυρκαϊών βρίσκονται πολύ κοντά ή περιλαμβάνουν οι ίδιες εγκαταστάσεις-ηλεκτρικά μηχανήματα ή δίκτυα πούχουν ηλεκτρική τάση. Σ' όλες αυτές τις περιπτώσεις, ηλεκτρικών πυρκαϊών*, ο πυροσβέστης πρέπει να χρησιμοποιεί μέσα και μεθόδους για τη χωρίς κίνδυνο του κατάσβεση της φωτιάς.

Σημειώνεται ότι στην κατασβεστική προσπάθεια η εφαρμογή νερού δυνάτον ν' αποτελεί σημαντικό παράγοντα, ιδιαίτερα όταν μεταξύ των καιομένων υπάρχουν κοινά καύσιμα (ξύλα ή άλλα στερεά εύφλεκτα), καίόμενες μονώσεις, μετασχηματιστές, ελαιοδιακόπτες κ.ά.

2. Πάντοτε συνιστάται προτού αρχίσει η κατασβεστική προσπάθεια να γίνεται διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Σχετικά σημειώνεται ότι αυτή δεν είναι πάντοτε δυνατή στη γενική μορφή της και ότι:

- Σε διάφορες βιομηχανικές εγκαταστάσεις, το ρεύμα ενδέχεται νάναι απαραίτητο για τη λειτουργία αντλίων, μηχανημάτων ή εξοπλισμού που το απρογραμμάτιστο σταμάτημά του δυνάτον να προκαλέσει σοβαρές ζημιές - καταστροφές πιο μεγάλες από την ίδια την πυρκαϊά.

- Το ρεύμα σε πολλές περιπτώσεις είναι απαραίτητο για την εκκένωση κτιρίων.

- Η διακοπή του ρεύματος δυνάτον να καθυστερεί, από διάφορα αίτια ενώ η πυρόσβεση πρέπει να αρχίσει αμέσως.

- Ηλεκτρικά δίκτυα πόλης, που σε διάφορες περιπτώσεις περνάν μπροστά ή πολύ κοντά σε κτίρια που καίγονται, δημιουργούν σχετικά προβλήματα στους πυροσβέστες.

3. Σε περιπτώσεις όπως οι παραπάνω, ο ασχολούμενος με την πυρόσβεση πρέπει να μην αναστέλει τις προσπάθειες

και, κυρίως, να καταλαβαίνει τον κίνδυνο και να χρησιμοποιεί σε κάθε περίπτωση τα αντίστοιχα απαιτούμενα μέσα και μεθόδους για την προστασία του εαυτού του, των συναδέλφων του και των εγκαταστάσεων.

2. Πυροσβεστήρες κατάλληλοι για κατάσβεση πυρκαϊγιάς παρουσία τάσης

Από τους τύπους που διατίθενται, πρέπει να χρησιμοποιούνται πυροσβεστήρες που εκτοξεύουν ύλες μη αγώγιμες. Οι τύποι αυτοί, κατατάσσονται στην Κατηγορία «Ε» πυροσβεστήρων από τις Ελληνικές Προδιαγραφές ΝΗΣ, διακρίνονται από τις σχετικές αναγραφές και είναι οι ακόλουθοι.

1. Πυροσβεστήρες Ξηράς Κόψεως: Με γόμωση Β.Σ.Ε. για υψηλές τάσεις χωρίς περιορισμό. Επίσης με γόμωση τύπου Α.Β.Σ.Ε. για τάση μέχρι 1000 βόλτ (και καταλληλότητα και για εστίες τύπου Α).

2. Πυροσβεστήρες Διοξειδίου Άνθρακα

3. Πυροσβεστήρες Αλλογονομένων Υδρογονανθράκων

Ο πυροσβέστης, σε όλη τη διάρκεια χειρισμού πυροσβεστήρα, πρέπει να τηρεί τις συνηθισμένες (άσχετες με την ύπαρξη ή όχι πυρκαϊγιάς) αποστάσεις ασφαλείας από τα στοιχεία με τάση, που προβλέπονται σε κάθε περίπτωση.

3. Εκτοξεύσεις νερού πυρόσβεσης παρουσία τάσης

Σε διάφορες περιπτώσεις, επαναλαμβάνεται ότι για την αποφυγή μεγαλύτερων ζημιών δεν είναι δυνατή ή δεν είναι επιθυμητή (για την αποφυγή μεγαλύτερων ζημιών) η γενική διακοπή του ηλεκτρικού ρεύματος. Συγχρόνως, φαίνεται απαραίτητη η εφαρμογή εκτοξεύσεων νερού, χωρίς να κινδυνεύσουν οι πυροσβέστες.

Σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό ΝΗΣ-10, ηλεκτρικές πυρκαϊγές χαρακτηρίζονται εκείνες που γίνονται πάνω ή κοντά σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ή ασυκευές που βρίσκονται υπό τάση.

Μετά πολυάριθμες δοκιμές, έχει προσδιορισθεί ότι σε εκτοξεύσεις νερού παρουσία ρεύματος, είναι δυνατόν να έρθει στο ακροφύσιο ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο είναι δυνατόν να προκαλέσει θάνατο ή τραυματισμό. Το ρεύμα αυτό όμως, όπως αποδεικνύουν οι δοκιμές, εξαρτάται από συντελεστές όπως:

- (1) Η τάση της γραμμής ή του εξοπλισμού.
- (2) Η απόσταση του ακροφυσίου από τη γραμμή ή τον εξοπλισμό.
- (3) Η διάμετρος της δέσμης εκτόξευσης (διάμετρος άκρου ακροφυσίου).
- (4) Η καθαρότητα του νερού (μη ύπαρξη αλάτων - νερό πόσιμου).
- (5) Το εάν η εκτόξευση είναι συνεχής ή διασπασμένη ή ομίχλη.

Ο Πυροσβέστης μπορεί κατανοώντας τα παραπάνω στοιχεία να μεθοδεύσει ακίνδυνη πυροσβεστική επέμβαση του (με χρήση εκτοξεύσεων νερού παρουσία τάσης).

1. Ασφαλείς αποστάσεις για εκτοξεύσεις νερού:
1. Για εκτόξευση συμπαγή, συνηθισμένου πόσιμου νερού.

Τάση σε βόλτ	Ασφαλής απόσταση	
	για άκρο Φ1 2/8 (29 χλστ)	ακροφυσίου Φ1 1/2 (38 χλστ)
550	1.00μ.	1.00μ.
1100	1.80μ.	2.70μ.
2200	3.30μ.	4.80μ.
3300	4.50μ.	6.60μ.
5500	5.40μ.	8.10μ.
6600	5.70μ.	8.70μ.
11000	6.00μ.	9.00μ.
22000	7.50μ.	9.90μ.
33000	9.00μ.	12.00μ.

2. Για εκτόξευση νερού θαλάσσιου ή πούχει διαλύματα αλάτων ή σόδας - οξέος, το νερό έχει μεγάλη αγωγιμότητα και απαγορεύεται η χρήση του, σε ηλεκτρικές πυρκαγιές.

3. Για εκτόξευση πολυμερισμένου πόσιμου νερού (ομίχλης), οι ελάχιστες αποστάσεις σταθερών ακροφυσίων - στοιχείων με τάση είναι οι παρακάτω:

Τάση σε βόλτ	Απόσταση Ασφαλείας σε μέτρα	Τάση σε βόλτ	Απόσταση Ασφαλείας σε μέτρα
7500	0,15	88000	1.50μ.
15000	0,50	110000	1.80μ.
25000	0,50	132000	2.20μ.
37000	0,70	154000	2.50μ.
50000	0,90	220000	3.50μ.

- Σημειώνονται τα ακόλουθα:

Οι παραπάνω αποστάσεις ασφαλείας είναι οι ελάχιστες. Όπου είναι δυνατόν πρέπει να αυξάνονται.

- Όταν από πρόθεση ή τυχαία πρόκειται να θιγούν στοιχεία με τάση, συνιστάται να προτιμάται χρήση εκτόξευσης ομίχλης, μόνο για την αποφυγή λάθους.

- Από μελέτες της ΔΕΗ για εκτόξευση συμπαγούς δέσμης πόσιμου νερού, σε αγωγό Χ.Τ., από απόσταση 50 εκατ., για ακροφύσιο Φ 12 χλστ. και πίεση 3.5 ATM, η διαρροή μέσα από το ακροφύσιο ήταν 3 μιλιαμπέρ.

Η διαρροή αυτή, μέσα από τον ανθρώπινο οργανισμό, μπορεί να διατηρηθεί ακίνδυνη επί μεγάλα χρονικά διαστήματα - χωρίς περιορισμό. Η απόσταση ασφαλείας ακροφυσίου - στοιχείου με τάση, για λόγους πρακτικούς συνιστάται να είναι πάνω από 1 μ. Στην πυροσβεστική πρακτική, για άλλους λόγους, είναι πολύ μεγαλύτερη.

- Μέσα σε κτίριο με εγκαταστάσεις με ηλεκτρική τάση (Χ.Τ.), ο πυροσβέστης αντιμετωπίζει κίνδυνο:

● Όταν διασχίζει δάπεδο υγρό ή με νερά, για το ενδεχόμενο διαρροών από την εσωτερική ηλεκτρική εγκατάσταση ή μηχανήματα προς το δάπεδο (κίνδυνος βηματικής τάσης).

● Επαφής μεταλλικού κράνους ή του άκρου του ακροφυσίου του, προς τμήματα με τάση.

● Τυχαίας επαφής του ή προσέγγισης προς πεσμένους αγωγούς ή δομικά στοιχεία πούχουν τάση. (Σύσταση ο πυροσβέστης να μην κινείται στα σκοτεινά, και να μην ακουμπάει σε τοίχους κ.τ.τ.).

- Ο πυροσβέστης που αντιμετωπίζει περίπτωση ηλεκτρικής πυρκαγιάς, πρέπει να έχει τα ακόλουθα ατομικά εφόδια προστασίας:

1. Κράνος από μη αγώγιμα υλικά.
2. Ελαστικά υποδήματα (που προσφέρουν κάποια - συμπληρωματική αβεβαιή προστασία).
3. Γάντια ελαστικά τύπου ηλεκτροτεχνίτη (για την περίπτωση χρήσεως κόπτη, όταν κάνει διακοπή ρεύματος από μετρητή κτλ.).

Πηγές:

1. SPECIAL INTEREST BULETIN No 91 — N.F.P.A. "FIRE STREAMS AND ELECTRICAL CIRCUITS.
2. "THE FIRE FIGHTER AND ELECTRICAL EQUIPMENT". A GUIDE TO SELF PROTECTION—UNIVERSITY MICHIGAN.
3. "RESUSCITATION MANUAL" — EDISON ELECTRIC INSTITUTE.
4. "FIGHTING HIGH VOLTAGE POLE FIRES" — ELECTRICITY SUPPLY ASSOCIATION OF AUSTRALIA.
5. «ΑΣΦΑΛΗΣ ΠΥΡΟΣΒΕΣΤΙΚΗ ΕΠΕΜΒΑΣΕΙΣ ΥΠΟ ΤΑΞΙΝ» - Δ.Ε.Η.

15.7 ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΝΟΜΕΝΟΝ-(1971) - Κεφάλαιο Μ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΞΕΡΣ

Μονωτικά Υλικά

802 Έπιτρέπονται τα κάτωθι μονωτικά υλικά :

ΠΙΝΑΚ Μ 8.1

Μονωτικών Υλικών	Μεγίστη κανονική θερμοκρασία άγωγού εις °Κ	Μεγίστη θερμοκρασία περιβάλλοντος εις °Κ
Φυσικών ή συνθετικών ελαστικών κόμμι (γενικής χρήσεως)	60	50
Σύγγραμμα χλωριούχου πολυβινυλίου (γενικής χρήσεως)	60	50
Φυσικών ή συνθετικών ελαστικών κόμμι (άνθεκτικόν εις θερμότητα)	75	65
Βερνικωμένον λινόν ύρραμα (καμπρίν), Ιλουτίλιον	80	70
Άμιάντος - Ύρραμα λινόν βερνικωμένον	85	75
Έλαστικόν κόμμι περιτιυχόν	95	—
Όρυκτὸν υλικόν	95	—

ΣΗΜΕΙΩΣΙΣ : Τὸ περιτιυχόν ελαστικόν κόμμι καὶ τὸ ἐξ όρυκτοῦ μονωτικὸν υλικὸν δύνανται νὰ χρησιμοποιου-
ται δι' ὑψηλότερας θερμοκρασίας ὅταν ἐγκαθίστανται εἰς μέρη
ὅπου δὲν ὑφίσταται πιθανότης νὰ ἐγγίζωνται ὑπὸ τοῦ προσω-
πικοῦ τοῦ πλοίου δηλ. 150° Κ διὰ τὸ περιτιυχόν ελαστικόν
κόμμι καὶ διὰ τὸ ἐξ όρυκτοῦ μονωτικὸν ἀπεριορίστως. Προ-
τάσεις χρησιμοποίησεως τῶν ὑψηλότερων ὡς ἄνω θερμοκρα-
σιῶν θὰ ἐγγίνωνται εἰδικῶς.

Άρθρον 8

ΚΑΛΩΔΙΑ

Άγωγοί

801 Θὰ χρησιμοποιῶνται μόνον ἀνοπτημένος χαλ-
κὸς ὑψηλῆς ἀγωγιμότητος. Εἰς τὰ δι' ελαστικοῦ κόμ-
μειως μονωμένα καλώδια, τὸ χάλκινον σύρμα θὰ
ἐπικασσιτεροῦται ἢ θὰ ἐπενδύεται διὰ κράματος καὶ
ἢ ἐπιφάνεια θὰ εἶναι στιλπνή.

Ἡ σύνθεσις τοῦ ἀγωγοῦ καὶ ἡ κατανομή του
εἰς κλώνους, θὰ ἐκλέγεται εἰς τρόπον ὥστε νὰ ἐξασφα-
λίζεσται ἡ ἐπαρκὴς εὐκαμψία τοῦ τελικῶς ἐπιχειρη-
σμένου καλωδίου. Άγωγοὶ ὀνομαστικῆς διατομῆς
2,5 γστ.² (0.003 δ.²) καὶ κάτω δὲν εἶναι ἀναγκαῖον
νὰ εἶναι πολυκλώνοι. Αἱ ἀπαιτήσεις αὗται δὲν θὰ
ἐφαρμόζωνται εἰς καλώδια μονώσεως ἐξ όρυκτοῦ
ἔχοντα συμπαγεῖς ἀγωγούς. Οἱ πυρῆνες τῶν πολυ-
πολικῶν καλωδίων θὰ εἶναι εὐχεροῦς χαρακτηρηστι-
κῆς διακρίσεως μετὰ τῶν.

Όπου χρησιμοποιεῖται ελαστικόν κόμμι ἢ πα-
ρόμοιον πρὸς αὐτὸ υλικὸν μὲ μεγίστην θερμοκρασίαν
ἀγωγοῦ μείζονα τῶν 60° Κ τοῦτο θὰ ἐξαιριβοῦται
εὐκόλως.

Έτερα μονωτικά υλικά θὰ ὑποβάλλωνται πρὸς
ἐγκρίσιν.

Μόνωσις

803 (α) ΕΛΑΣΤΙΚΟΝ ΚΟΜΜΙ.— Ἡ χρησιμο-
ποίησις ἀπλῆς στρώσεως ἐπιτρέπεται μόνον ὅταν
ἐφαρμόζεται ἡ ἐκτριπτική μέθοδος. Εἰς τὰς λοιπὰς
μεθόδους, ἡ μόνωσις θὰ συνίσταται κατ' ἐλάχιστον
ἀπὸ δύο στρώσεις συγχράματος ελαστικοῦ κόμμιως
τῆς αὐτῆς ἢ διαφόρου ποιότητος (συμπεριλαμβανομέ-
νου τοῦ συγχράματος πολυχλωροπρένης οὐχὶ ὅμως
τοῦ καλπροῦ ελαστικοῦ κόμμιως). Αἱ στρώσεις θὰ
ἐπιδένωνται ὁμοῦ.

Τὸ μονωτικὸν περίβλημα θὰ προσαρμόζεται τε-
λειῶς χωρὶς ὅμως νὰ συγκολλᾶται εἰς τὸν ἀγωγόν.

(b) ΧΛΩΡΙΟΥΧΟΝ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΙΟΝ.— Ἡ μόνω-

Κεφάλαιον Μ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΗΟΓΝΩΜΩΝ

σις με χλωριούχον πολυβινύλιον θά εκτελήται διά τῆς εκτροπικῆς μεθόδου εἰς μίαν ἤ περισσοτέρας στρώσεις, θά προσκαρμύζεται τελείως χωρὶς ὕμους νά συγκολληταί εἰς τὸν ἀγωγόν.

(c) ΒΕΡΝΙΚΩΜΕΝΟΝ ΛΙΝΟΝ ΥΦΑΣΜΑ.— Τὸ βερνικωμένον λινὸν ὑφασμα (καμπρίκ) θά συνίσταται ἀπὸ ταινίαν ὑφάσματος πυκνῆς ὑφάνσεως ἡμοιομόρφως ἐπιχρισμένης ἐπὶ ἀμφοτέρων τῶν ὕψεων διὰ μονωτικοῦ βερνικίου. Ὁ μέσος ὅρος πάχους τοῦ ἐτοιμοῦ ὑφάσματος δὲν θά εἴναι μικρότερος τῶν 0,13 χστ. (5 mills) οὐχὶ δὲ μεγαλύτερος τῶν 0,33 χστ. (13 mills).

Τὸ μονωτικὸν περίβλημα θά συνίσταται ἀπὸ διαφόρους στρώσεις βερνικωμένης λινῆς ταινίας τοποθετημένης ἐλικσιδῶς καὶ σχηματιζούσης λεῖαν ἐπιφάνειαν μετὰ ἥ ἄνευ μερικῆς ἐπικαλύψεως, ἐκάστης ταινίας καλυπτούσης τυχὸν ὑφιστάμενον χάσμα τῆς ὑποκειμένης στρώσεως διὰ ταινίας.

Θά ἐφαρμόζεται μετὰ τῶν στρώσεων τοῦ βερνικωμένου ὑφάσματος μονωτικὸν καὶ ἐλαϊῶδες σύγκραμα ἀποκλείον τὴν διεισθῆναι ἀέρος καὶ ὑγρασίας.

Ἐὰν χρησιμοποιηθῇ ταινία ἐπιδέσεως ἡ χρακτριμοῦ καὶ εἶναι αὕτη ἐκ μονωτικοῦ ὕλικου, αὕτη θά θεωρῇται ὅτι ἀποτελεῖ μέρος τῆς μονωτικῆς ἐπενδύσεως.

(d) ΑΜΙΑΝΤΟΣ - ΛΙΝΟΝ ΥΦΑΣΜΑ ΒΕΡΝΙΚΩΜΕΝΟΝ.— Ἡ μόνωσις ἐκάστου ἀγωγοῦ θά συνίσταται ἐκ μιᾶς στρώσεως ἀμιαντοκετσεῖ ἐμπεποτισμένου μετὰ σύγκραμα ἀνθεκτικὸν εἰς τὴν θερμότητα καὶ τὴν ὑγρασίαν, ἐπιπροσθετως δὲ καὶ στρώσεις μετὰ λινὴν βερνικωμένην ταινίαν καὶ μετὰ ἐτέραν στρώσιν ἐξ ἐμπεποτισμένου ἀμιαντοκετσεῖ. Εἰς ἀντικατάστασιν τοῦ ἀμιαντοκετσεῖ δύνανται νά χρησιμοποιηθῶσι ἐλαφρῶς ἐστρημμένα νήματα ἀμιάντου, ἢ ὕλου ὡς καὶ ταινία ἀμιάντου ἢ ὕλου.

(e) ΜΟΝΩΣΙΣ ΕΞ ΟΡΥΚΤΟΥ ΥΛΙΚΟΥ.— Ἡ μόνωσις δι' ὀρυκτοῦ ὕλικου θά συνίσταται ἐξ ὀρυκτοῦ ὕλικου κομποποιημένου, π.χ. ὀξείδιον τοῦ μαγνησίου, ἰσχυρῶς συμπεπιεσμένου μετὰ τῶν ἀγωγῶν καὶ τῆς χαλκίνης ἐπενδύσεως. Αὕτη θά εἶναι ἀνεπηρέαστος ἀπὸ τὴν θερμοκρασίαν καὶ δὲν θά διαβιβρώσῃ τὸν χαλκόν.

Κατασκευὴ

804 Οἷονδήποτε τῶν μονωτικῶν ὕλικῶν καὶ ἂν χρησιμοποιηθῇ, ἀμφοτέραι αἱ κατασκευαί, ἡ πε-

ριζωσμένου ἢ ἡ μὴ περιζωσμένου τύπου δύνανται νά χρησιμοποιηθοῦν διὰ διπολικῆς, τριπολικῆς καὶ πολυπολικῆς καλώδια.

Μὴ Περιζωσμένου Τύπου Καλώδια

805 Διὰ τὰ μὴ περιζωσμένου τύπου καλώδια, τὰ μετὰ τῶν πυρήνων τοῦ καλωδίου διάκενα θά πληροῦνται δι' ἐνὸς ἢ παρομοίου πρὸς ἐλαστικὴν παρεμβύσματος καὶ τὸ οὕτω δημιουργούμενον κυλινδρικὸν συγκρότημα θά περιβάλλεται μετὰ κατόλληλον προστατευτικὴν ἐξωτερικὴν ἐπένδυσιν. Δύνανται νά παραιρεθοῦν τὰ παρεμβύσματα εἰς πολυπολικὰ καλώδια ἔχοντα διατομὰς ἀγωγῶν 4,5 χστ.² (0.007 δακτ.²) ἢ ὀλιγώτερον.

Περιζωσμένου Τύπου Καλώδια

806 Τὰ περιζωσμένου τύπου καλώδια θά κατασκευάζωνται ὡς μὴ περιζωσμένα ἐκτὸς τοῦ ὅτι θά προστίθεται εἰς τοὺς καλωδιωμένους πυρήνας μόνωτικὴ ἐπένδυσις προτοῦ τοποθετηθῇ ἡ προστατευτικὴ ἐξωτερικὴ ἐπένδυσις. Εἰς τὰ μονωμένα καλώδια δι' ἐλαστικοῦ κόμμεως ἡ χλωριούχου πολυβινύλης, ἡ κοινὴ περιζώσις θά εἶναι ἀντιστοιχῶς ἐλαστικὸν κόμμι ἢ χλωριούχου πολυβινύλη ἢ ὑποὶα δύνανται ἢ ὅχι νά ἀποτελῇ ἐν σῶμα μετὰ τὰ παρεμβύσματα.

Παρεμβύσματα

807 Ὅταν χρησιμοποιοῦνται ἐνὸς ἢ παρὰ μίας παρεμβύσματα, ταῦτα θά συνίστανται ἐξ ἰούτης ἢ παρομοίων ἐλαφρῶς ἐστρημμένων νημάτων βάμβακος ἢ ἐρίου (συμπεριλαμβανομένων τοῦ ἀμιάντου, ὕλου κλπ) καὶ θά ἀντέχουν εἰς ὑγρασίαν.

Ὅταν χρησιμοποιοῦνται παρεμβύσματα παρόμοια πρὸς τὸ ἐλαστικὸν κόμμι, ταῦτα θά συνίστανται ἀπὸ συγκράματα ἐλαστικοῦ κόμμεως ἢ πλαστικῶν (συμπεριλαμβανομένων τοῦ ἐνισχυμένου καὶ/ἢ τοῦ μὴ βουλκанизμένου ἐλαστικοῦ κόμμεως).

Ἐπενδύσεις καὶ Ἐξωτερικαὶ Προστατευτικαὶ Ἐπενδύσεις.

808 Τὰ καλώδια θά προστατεύωνται ὑπὸ μιᾶς ἢ πλείονων ἐκ τῶν κατωτέρω καὶ ἡ ἐπένδυσις ἢ ἡ ἐξωτερικὴ προστατευτικὴ ἐπένδυσις θά εἶναι εὐσυμβίβαστος πρὸς τὴν μόνωσιν:

ΕΠΕΝΔΥΣΙΣ

Ἐπένδυσις διὰ κράματος μολύβδου

Ἐπένδυσις διὰ χαλκοῦ

Μὴ μεταλλικὴ ἐπένδυσις

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

ΕΣΩΤΕΡΙΚΗ ΠΡΟ-
ΣΤΑΤΕΥΤΙΚΗ
ΕΠΕΝΔΥΣΙΣ

Θωράξεις δια χαλυβδόσχηματος.
Θωράξεις δια χαλυβδοταινίας
Θωράξεις δια μεταλλικού πλέ-
γματος (Καλαθόπλεξης).
Πλέγμα εξ ίνδων.

“Λευε επενδύσεως καλώδια, π.χ. μονωμένα δι’ έ-
λαστικού και περιτυλιγμένα με ταινίαν και πλέγμα
ή ισοδύναμα προς αυτά, δύναται να χρησιμοποιούνται
μόνον εάν έγκριθίστανται εντός σωλήνων.

(α) ΕΠΕΝΔΥΣΙΣ ΔΙΑ ΚΡΑΜΑΤΟΣ ΜΟΛΥΒΔΟΥ.—
Αυτή είναι εν από τά συνιστώμενα κράματα τά όποια
αναφέρονται εις τó Δημοσίευμα 92 τής Ι.Ε.Σ.

(β) ΧΑΛΚΟΣ.— Χαλκίνη επένδυσις επιτρέπεται
μόνον εις καλώδια με μόνωσιν εξ όρυκτου ύλικού.

(γ) ΘΩΡΑΚΙΣΙΣ ΔΙΑ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟΥ ΗΛΕΓΜΑ-
ΤΟΣ (Καλαθόπλεξης).— Αυτή διαμορφούται δια συρ-
μάτων εκ γαλβανισμένου χάλυβος, χαλκού ή κράματος
χαλκού ή κράματος άλουμινίου. Τó κράμα άλουμινίου
θά είναι ανθεκτικόν εις διάβρωσιν. “Η πυκνότης τής
καλυπτούσης πλέξεως θά είναι τοιαύτη ώστε τó βά-
ρος του πλέγματος να είναι κατ’ έλάχιστον τά 90
τοίς εκατόν του βάρους ενός σωλήνος εκ του αυτού
μετάλλου έχοντος έσωτερικήν διάμετρον ίσην προς
τήν έσωτερικήν διάμετρον του πλέγματος και πά-
χος ίσον προς την διάμετρον ενός εκ των συρμάτων
τά όποια συνιστούν τó πλέγμα.

(δ) ΘΩΡΑΚΙΣΙΣ ΔΙΑ ΧΑΛΥΒΔΟΣΥΡΜΑΤΟΣ.—
Αυτή συνίσταται από γαλβανισμένα σύρματα άνο-
πηθέντος χάλυβος έχοντα κατά την θραύσιν επι-
μήκυνσιν τουλάχιστον 12 τοίς εκατόν. Τά σύρματα
θά εφερχώζωνται επί του υποστρώματος κατá τρό-
πον ώστε να άποτελούν όμοιόμορπον κυλινδρικήν
στρώσιν και να έξασφαλίζουν εις τó καλώδιον έπαρκή
ευκαμψίν.

(ε) ΘΩΡΑΚΙΣΙΣ ΔΙΑ ΧΑΛΥΒΔΟΤΑΙΝΙΑΣ.— Αυτή
συνίσταται από ταινίαν εξ άνοπηθέντος χάλυβος.
Γενικώς, ή θωράξις θά σχηματισθί υπό δύο ται-
νιών περιελισσομένων άνωθεν του υποστρώματος κατá
τήν αυτήν φοράν εις τρόπον ώστε τά εμφανιζόμενα
διάκενα κατá την πρώτην στρώσιν να μη είναι μεγα-
λύτερα του ήμισιός του πλάτους τής ταινίας και κατá
τήν δευτέραν στρώσιν ταύτα να επικαλύπτανται.

ΣΗΜΕΙΩΣΙΣ: “Όπου είναι άναγκάσιον, ή θωράξις
θα προστατεύεται κατá διαβρώσεως. Κάτωθεν τής θωρα-
ξίσεως (παντός τύπου) θά παρεμβάλλεται προστατευτικόν
υπόστρωμα. Τούτο δύναται να είναι ύφαντή ή πλεκτή ταινία
ή πολυχωροπρήνης ή έτερον κατάλληλον ύλικόν. Τά ύλικά
ιφαντουργείας θά καταργήζωνται κατá ύγρασίαν.

(Ι) ΜΗ ΜΕΤΑΛΛΙΚΗ ΕΠΕΝΔΥΣΙΣ.— Συγκρά-

ματα πολυχωροπρήνης και χλωριούχου πολυβινύ-
λης δύναται να χρησιμοποιούνται δια άδιαβρόχους
επενδύσεις. “Επιτρέπεται επένδυσις δι’ άμιάντου εις
καλώδια βερνικωμένου λινού ύφάσματος μετ’ άμιάν-
του.

(g) ΗΛΕΓΜΑ ΕΞ ΙΝΩΝ.— Τó ύφαντόν πλέγμα
θά είναι εκ βάμβικος, καννάβεως, άμιάντου, ύάλου
ή έτέρας ίσοδυνάμου ίνός και θά είναι καταλλήλου
άντοχής δια τó μέγεθος του καλωδίου. Θά είναι πλη-
ρώς έμπεποτισμένον με σύγκραμα ανθεκτικόν εις την
ύγρασίαν και βραδυφλεγές, εκτός εκεί όπου επιτρέ-
πονται καλώδια επεκτεινομένης φλογός (βλέπε 812).

Διαστάσεις

809 Τó πάχος τής μόνώσεως και τής επενδύ-
σεως θά συμφωνή γενικώς με τους Πίνακας Μ 8.2
και Μ 8.3

Τά καλώδια δύναται να χρησιμοποιούνται εις
κυκλώματα εις τά όποια ή τάσις μεταξύ άγωγού και
του σώματος του πλοίου δεν θά υπερβαίνη την εν
έπιχειρησίδι τάσιν του σχετικού Πίνακος. Εις έν σύ-
στημα μονωμένον, ή τάσις μεταξύ οίονδήποτε άγω-
γού, και του σώματος του πλοίου λαμβάνεται ως ίση
προς την τάσιν μεταξύ γραμμών.

Καλώδια των 250 Βόλτ δύναται να χρησιμο-
ποιούνται δια πάντα άγωγών τριφασικού συστήματος
440 Βόλτ με γειωμένον τόν ουδέτερον κόμβον.

Καλώδια έχοντα άλλας διαστάσεις άλλά πλη-
ρούντα τας Κρατικές προδιαγραφάς δια καλώδια ναυ-
τικού τύπου, δύναται να υποβázλυνται προς έγκρισιν.

Έκλογή Καλωδίων

810 “Η τάσις κανονικής λειτουργίας οίονδή-
ποτε καλωδίου δεν θά είναι χαμηλότερα από την
όνομαστικήν τάσιν του κυκλώματος δια τó όποιον
θά χρησιμοποιηθί.

Καλώδια ύποκειμένα εις υπερτάσεις συνδεδεμένα
μετά κυκλωμάτων ύψηλής επαγωγιμότητος, π.χ., κυ-
κλωμάτων λειτουργούντων μέσφ έφαπτήρων δια βα-
ρούλκα κλπ., πρέπει να είναι κατ’ έλάχιστον τάσεως
500 Βόλτ.

“Η θερμοκρασία κανονικής λειτουργίας του μο-
νωτικού ύλικού θά είναι κατ’ έλάχιστον 10° Κ (18° Φ)
ύψηλότερα από την μεγίστην θερμοκρασίαν περιβάλλ-
οντος ήτις ήθελε δημιουργηθί εις τόν χώρον όπου
είναι εγκατεστημένον τó καλώδιον.

“Όπου χρησιμοποιείται μόνωσις χλωριούχου πο-
λυβινύλης, θά καταβλήθί ιδιαιτέρη προσοχή άποφυ-

ΠΙΝΑΞ Μ 8.2
ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΕΩΣ

Όνομαστική διατομή			Έλαστικό και όμοιον προς αυτό		Χλωριούχος Πολυβινύλης		Βερνικοκάλυπτο Γράσο καμπίρι			Αμιαντός-Βερνικοκάλυπτο καμπίρι				Όρυκτόν	
	δακτ. ¹	χστ. ²	250 V.	660 V.	250 V.	660 V.	1100 V.	3300 V.		250 V.	660 V.			440 V.	660 V.
			Κατ' έκτινα δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα δακτ. χστ.	ο/ο δακτ. χστ.	ο/ο δακτ. χστ.	ο/ο; ο/ο δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα Καμπίρι δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα Αμιαντός δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα Καμπίρι δακτ. χστ.	Κατ' έκτινα Αμιαντός δακτ. χστ.	ο/ο; ο/ο δακτ. χστ.	ο/ο; ο/ο δακτ. χστ.
1/-044	·0015	1	·030 0,8	·055 1,4	·025 0,6	·035 0,9				·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
3/-029	·002	1,5	·030 0,8	·055 1,4	·025 0,6	·035 0,9				·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
3/-030; 1/-064	·003	2,5	·030 0,8	·055 1,4	·025 0,6	·035 0,9				·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
7/-029	·0045	4	·030 0,9	·055 1,5	·025 0,6	·035 1,0	·070 1,8	·055 1,4		·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
7/-036	·007	6	·035 0,9	·060 1,5	·030 0,8	·040 1,0	·070 1,8	·055 1,4		·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
7/-044	·01		·035 0,9	·060 1,5	·030 0,8	·040 1,0	·070 1,8	·055 1,4		·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
7/-052	·0145	10	·040 1,0	·060 1,5	·035 0,9	·040 1,0	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
7/-064	·0225	16	·040 1,0	·060 1,5	·035 0,9	·040 1,0	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
19/-044	·03	25	·045 1,2	·060 1,6	·040 1,0	·045 1,3	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·020 0,5	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
19/-052	·04	35	·050 1,4	·065 1,6	·045 1,0	·050 1,3	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·025 0,6	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
19/-064	·06	50	·055 1,7	·065 1,7	·050 1,4	·050 1,4	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·025 0,6	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
19/-033	·1	60	·070 1,7	·070 1,7	·055 1,4	·055 1,4	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·025 0,6	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
37/-072	·15	85	·080 2,0	·080 2,0	·060 1,6	·060 1,6	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
37/-083	·2	120	·090 2,3	·090 2,3	·065 1,6	·065 1,6	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
37/-093	·25	150	·095 2,4	·095 2,4	·070 1,9	·070 1,9	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
37/-103	·3	185	·100 2,5	·100 2,5	·075 1,9	·075 1,9	·070 1,8	·055 1,4	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
61/-093	·4	240	·110 2,7	·110 2,7	·085 2,0	·085 2,0	·070 1,9	·055 1,4	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
61/-103	·5	300	·120 3,0	·120 3,0	·095 2,4	·095 2,4	·080 2,0	·065 1,6	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
91/-103	·75	400	·130 3,2	·130 3,2	·105 2,5	·105 2,5	·080 2,0	·080 2,0	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5
127/-103	1-0	500 625	·150 3,5	·150 3,5	·110 2,7	·110 2,7	·100 2,3	·090 2,3	·130	·018 0,45	·030 0,8	·030 0,8	·030 0,8	·040 1,0	·060 1,5

c/c = μεταξὺ ἀγωγῶν c/s = μεταξὺ ἀγωγῶ καὶ ἐπενδύσεως.

ΣΗΜΕΙΩΣΙΣ—: Τὰ πάχη τῶν μονώσεων εἰς ἐλαστικὸν κόμμι, ὁμοίου πρὸς ἐλαστικὸν κόμμι καὶ χλωριούχου πολυβινύλης εἶναι ὁ μέσος ὅρος ἐκτελεσθέντος ἀριθμοῦ μετρήσεων.

Ἀνοχαὶ ἐπὶ τῶν δηλουμένων τιμῶν: Ἐλαστικὸν κόμμι καὶ ὁμοιον πρὸς αὐτὸ 5%+0,13 χστ.(0.005 δακτ.),
Χλωριούχος πολυβινύλης μέχρι 1,3 χστ. (0.050 δακτ.) 5%+0,076 χστ.(0.003 δακτ.).

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΩΣΩΩΣ Κεφάλαιον Μ

γής ζημίας εις την επένδυσιν κατά την τοποθέτησιν μέσω στυπιοολιπτών διελεύσεως διά στεγανών διαφραγμάτων.

Εκλογή Προστατευτικής Έπενδύσεως

811 Καλώδια τοποθετημένα εις τὰ ακόλουθα μέρη :

Καταστώματα εκτεθειμένα εις καιρικά μεταβολὰς
Λουτήρες
Κύττη φορτίου
Ψυκτικοί χώροι
Χώροι μηχανών

ἢ εις οἰονδήποτε ἄλλο μέρος ὅπου δύνανται νὰ ἐμφανισθοῦν συμπυκνώσεις ὕδατος ἢ ἐπιβλαβῆς ἀτμός (π.χ. ἀτμοὶ ἐλαίου) ὅλ' ἔχουν ἀδιάβροχον ἐπένδυσιν. Εἰς μονίμως ὑγρὰς καταστάσεις ὅλ' χρησιμοποιοῦνται μεταλλικαὶ ἐπενδύσεις εἰς καλώδια μετὰ ὑγροσκοπικῆς μονώσεως.

812 Πάντα τὰ καλώδια ὅλ' εἶναι τύπου βραδυφλεγοῦς ἢ φλογοστεγοῦς (βλέπε 850) πλὴν ὅμως δύνανται νὰ χρησιμοποιηθοῦν καλώδια ἐπεκτετινομένης φλογὸς εἰς ἀκράτεια κυκλώματα μόνον εἰς τὰς ἀκολουθούσας περιπτώσεις :

(α) Ὅπου ἔχουν ἐγκατασταθῇ καλώδια ἐντὸς μεταλλικῶν σωλῶνων ἐχόντων ἐσωτερικὴν διάμετρον μὴ ὑπερβαίνουσαν τὰ 25 χστ. (1 δακτ.) καὶ προβλέπονται αἱ σωληνώσεις μηχανικῶς καὶ ἡλεκτρικῶς συνεχεῖς.

(β) Γυμνῆς μολυβδίνης ἐπενδύσεως καλώδια ἔχοντα διατομὴν ἀγωγοῦ μὴ ὑπερβαίνουσαν τὰ 4,5 χστ.² (0.007 δακτ.²).

Ρεῦμα Κανονικῆς Λειτουργίας

813 Τὸ μέγιστον συνεχὲς φορτίον ρεύματος ἐνὸς καλωδίου δὲν θὰ ὑπερβαίῃ τὴν ἔντασιν τῆς κανονικῆς λειτουργίας του. Ὁ συντελεστὴς διαφοροποιήσεως τῶν φορτίων ἐκάστης τῶν γραμμῶν καὶ ἡ διάρκεια τῆς μεγίστης ζητήσεως ρεύματος δύνανται νὰ ἐπιτρέψουν τὴν ἐκτίμησιν τοῦ μεγίστου συνεχοῦς φορτίου καὶ ὅλ' δεκνύνται ἐπὶ σχεδίων ὑποβαλλομένων πρὸς ἐγκρίσιν.

Ἢ πῶσις τάσεως ἀπὸ τὰς συλλεκτηρίους ράβδους ρεύματος τοῦ κυρίου πίνακος ζυῖστος μέχρι οἰονδήποτε σημείου τῆς ἐγκαταστάσεως, ὅταν τὰ καλώδια φέρουν τὸ μέγιστον φορτίον ὑπὸ κανονικῆς συν-

θήκας λειτουργίας, δὲν θὰ ὑπερβαίῃ τὸ 6 τοῖς ἐκατὸν τῆς ὀνομαστικῆς τάσεως.

Πρὸς ἐκτίμησιν τῆς κανονικῆς ἐντάσεως ρεύματος λειτουργίας τῶν κυκλωμάτων φωτισμοῦ, ἐκαστῇ λυχνολαβῇ θὰ ἐκτιμᾶται διὰ τὸ μέγιστον φορτίον τὸ ὅποιον ἐνδεχομένως θὰ συνδέεται εἰς αὐτήν, με ἐλάχιστον τὰ 60 Βάττ, ἐκτὸς ἐὰν τὸ ἐξάρτημα εἶναι οὕτω πως κατασκευασμένον ὥστε νὰ δέχεται μόνον

ΠΙΝΑΞ Μ 8.3

ΠΑΧΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΣ

Διάμετρος ὑπὸ τὴν Ἐπένδυσιν		Πάχος Ἐπενδύσεως (μέσος ὁρός)			
Ἄνω τὸν	Μῆκος καὶ συμπεριλαμβανομένων	Ἐλαστικὸν κόμμι ἢ Πολυλειτουργικὴν	Χλωριόχυος Πολυβινύλης	Χρῆμα Χαλκοῦ	
δακτ. χστ.	δακτ. χστ.	δακτ. χστ.	δακτ. χστ.	δακτ. χστ.	δακτ. χστ.
·25 6,0	·25 6,0	·040 1,0	·035 0,9	·040 1,0	·040 1,0
·25 6,0	·5 12,0	·050 1,3	·045 1,15	·046 1,15	·046 1,15
·5 12,0	·75 19,0	·080 1,9	·055 1,4	·055 1,4	·055 1,4
·75 19,0	1·0 25,0	·070 1,8	·070 1,8	·065 1,65	·065 1,65
1·0 25,0	1·25 31,0	·080 2,0	·080 2,0	·075 1,9	·075 1,9
1·25 31,0	1·5 38,0	·090 2,3	·090 2,3	·085 2,15	·085 2,15
1·5 38,0	1·75 44,0	·100 2,5	·100 2,5	·095 2,4	·095 2,4
1·75 44,0	2·0 51,0	·110 2,8	·110 2,8	·105 2,65	·105 2,65
2·0 51,0	2·25 57,0	·120 3,0	·120 3,0	·115 2,9	·115 2,9
2·25 57,0	2·5 63,0	·130 3,3	·130 3,3	·125 3,15	·125 3,15
2·5 63,0	2·75 70,0	·140 3,5	·140 3,5	·135 3,4	·135 3,4
2·75 70,0	3·0 76,0	·150 3,8	·150 3,8	·145 3,7	·145 3,7
3·0 76,0	3·25 82,0	·160 4,0	·160 4,0	·155 3,9	·155 3,9

Ἐνοχὰ ἐπὶ τῶν δηλουμένων τιμῶν :
Πολυλειτουργικὴν 5% + 0,25 χστ. (0.010 δακτ.)
Χλωριόχυος πολυβινύλης. Μέ-
χρι καὶ συμπεριλαμβανομένων

1,9 χστ. (0.075 δακτ.) 5^ο + 0,18 χστ. (0.007 δακτ.)
Ἄνω τῶν 1,9 χστ. (0.075 δακτ.) 5^ο + 0,25 χστ. (0.010 δακτ.)
Χρῆμα μολύβδου 5^ο + 0,13 χστ. (0.005 δακτ.)

Διὰ τὴν ἐκ κρίματος μολύβδου ἐπένδυσιν εἰν προτιμᾶται ἡ μέθοδος μετρήσεως τοῦ ἐλαγίστου εἰς ἐν σημείου, τὸ πάχος τῆς μονώσεως ὅλ' εἶναι τοῦλάχιστον αἱ ἀνωτέρω διόδονται τιμαὶ μειωμένην κατὰ 0,25 χστ. (0.010 δακτ.).

Κεφάλαιον Μ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΗΟΓΝΩΜΩΝ

ἐνα λαμπτήρα μικροτέρας ισχύος τῶν 60 Βάττ. Τροφοδοτικά καλώδια φορτωτήρων, γερανῶν, βερμούλων καὶ ἐργατῶν ἀγκύρας ὅα ἔχουν κατὰ πλήρως κανονισθῇ διὰ τὴν ὑπηρεσίαν των, ἐκτὸς ἐὰν ἡ ὑπηρεσία των εἶναι τοιαύτη ὥστε νὰ ἀπαιτῇ μεγαλύτερον γρόνον κανονικῆς λειτουργίας. Τὰ καλώδια διὰ κινητήρας φορτωτήρων ἢ γερανῶν δύνανται νὰ ὑπολογισθοῦν δι' ἡμίωρον κανονικὴν λειτουργίαν μὲ βᾶσιν τὴν δι' ἡμίωρον λειτουργίαν ἱπποδύναμιν τῶν κινητήρων. Τὰ καλώδια διὰ κινητήρας βερμούλων καὶ ἐργάτου ἀγκύρας ὅα εἶναι διὰ κανονικὴν λειτουργίαν οὐχὶ μικροτέραν τῆς μιᾶς ὥρας μὲ βᾶσιν τὴν δι' ὥριάν λειτουργίαν ἱπποδύναμιν τοῦ κινητήρος. Διὰ πάσας τὰς περιπτώσεις τὸ κανονικὸν φορτίον ρεύματος ἐξαρτᾶται ἀπὸ τὴν πτώσιν τάσεως ἣτις πρέπει νὰ εἶναι ἐντὸς τῶν προδικαγγομένων ὁρίων.

Ὁ ἀκόλουθος Πίναξ Μ 8.4 δίδει τὴν μεγίστην ἐπιτρεπομένην συνεχῇ ἔντασιν ρεύματος κανονικῆς λειτουργίας διὰ μονοπολικὰ καὶ πολυπολικὰ καλώδια, ἐκτὸς ἐκεῖ ὅπου ἔχει ἐκτελεσθῇ μὲ μείζονα ἀκρίβειαν ἐκτίμησις τῆς ἐντάσεως κανονικῆς λειτουργίας, στηριζομένη εἰς πειραματικὰ ἢ ἐξ ὑπολογισμοῦ δεδομένα, ὁπότε δύνανται νὰ ὑποβληθοῦν λεπτομέρειαι πρὸς ἐγκρίσιν.

Συντελεσταὶ Διορθώσεως Ρεύματος Κανονικῆς
Λειτουργίας.

814 (α) ΔΡΕΣΜΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ.—'Εκεῖ ὅπου συνωθούνται περισσότερα τῶν ἐξ καλωδίων ἀνηκόντων εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα, ὅα ἐφαρμόζεται συντελεστής διορθώσεως 0,85.

(b) ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.—'Όταν εἶναι γνωστὸν ὅτι ἡ θερμοκρασία περιβάλλοντος εἶναι διάφορος ἐκείνης ἣτις δίδεται εἰς Μ 106, ὅα ἐφαρμόζονται οἱ συντελεσταὶ διορθώσεως τοῦ Πίνακος Μ 8.5.

(c) ΔΙΑΔΕΠΟΥΣΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ.—'Εκεῖ ὅπου τὸ φορτίον εἶναι διαλείπων δύνανται νὰ ἐφαρμοσθοῦν οἱ συντελεσταὶ διορθώσεως τοῦ Πίνακος Μ 8.6 διὰ κανονικᾶς λειτουργίας ἡμισείας καὶ μιᾶς ὥρας. Εἰς οὐδεμίαν περίπτωσιν ὅα χρησιμοποιῶνται μικροτέρα κανονικὴ λειτουργία ἀπὸ τὴν τῆς ἡμισείας ὥρας δι' οἰασδήποτε τᾶξιν διαλείμματα ἐργασίας.

Ἐγκατάστασις Καλωδίων

815 Αἱ διαδρομαὶ τῶν καλωδίων ὅα εἶναι κατὰ τὸ δυνατόν εὐθεῖαι καὶ προσταταί.

816 Ὅα ἀποφεύγεται ἡ ἐγκατάστασις καλωδίων διὰ μέσου συνδέσμων διαστολῆς εἰς τὸ κατὰ σκεῦμα τοῦ πλοίου. Ὅπου τοῦτο εἶναι ἀναπόφευκτον, ὅα προβλέπεται διαμόρφωσις εἰς τὸ καλώδιον βρόχου ἀναλόγου μήκους πρὸς τὴν διαστολὴν τοῦ συνδέσμου. Ἡ ἐσωτερικὴ διάμετρος τοῦ βρόχου ὅα εἶναι κατ' ἐλάχιστον 12 φορές τὴν ἐξωτερικὴν διάμετρον τοῦ καλωδίου.

817 Ὅπου ἀπαιτεῖται εἰς διπλοῦν τροφοδοτήσις, τὰ δύο τροφοδοτικὰ καλώδια ὅα ἀκολουθοῦν διαφορετικὰς διαδρομαὶς αἱ ὅποιαι πρέπει νὰ ἀφίστανται ἀλλήλων ὅσον εἶναι τοῦτο κατορθωτόν.

818 Καλώδια ἔχοντα μονωτικὰ ὑλικά μετὰ ἀγωγῶν ἔχοντων διαφόρους μεγίστας θερμοκρασίας κανονικῆς λειτουργίας, δὲν ὅα συνωθούνται μετὰ τῶν ἡ, ὅταν τοῦτο εἶναι ἀναπόφευκτον, τὰ καλώδια ὅα διατάσσονται κατὰ τρόπον ὥστε καλώδιόν τι νὰ μὴ φθάσῃ θερμοκρασίαν ὑψηλοτέραν ἀπὸ τὴν ἐπιτρεπομένην διὰ τὸ καλώδιον τῆς χαμηλοτέρας θερμοκρασίας ἐν τῇ δέσμῃ τῶν καλωδίων.

819 Καλώδια ἔχοντα προστατευτικὴν ἐπένδυσιν ἢ ὅποια δυνατόν νὰ προσεγγίσῃ ζημίαν εἰς τὴν ἐπένδυσιν ἐτέρων καλωδίων, δὲν ὅα συνωθούνται μετὰ τῶν ἐτέρων τούτων καλωδίων.

820 Κατὰ τὴν τοποθέτησιν τῶν καλωδίων, ἡ ἐλαχίστη ἐσωτερικὴ ἀκτίς καμπυλότητος τῆς διαδρομῆς ὅα εἶναι γενικῶς σύμφωνος πρὸς :

6 d διὰ καλώδια μονώσεως ἐλαστικοῦ κόμμεως καὶ χλωριούχου πολυβινύλης μετὰ μεταλλικῆς ἐπενδύσεως

6 d διὰ καλώδια μονώσεως ἐλαστικοῦ κόμμεως καὶ χλωριούχου πολυβινύλης ὑπερβαίνοντα εἰς διάμετρον τὸ 25,4 χστ. (1 δακτ.) καὶ ἄνευ μεταλλικῆς ἐπενδύσεως

4 d διὰ καλώδια μονώσεως ἐλαστικοῦ κόμμεως καὶ χλωριούχου πολυβινύλης ὑπερβαίνοντα εἰς διάμετρον τὸ 9,5 χστ. (0.375 δακτ.) καὶ ἄνευ μεταλλικῆς ἐπενδύσεως.

8 d διὰ καλώδια μονώσεως βερνικωμένου λινοῦ ὑφάσματος

4 d διὰ καλώδια μονώσεως ὀρυκτοῦ
(d = ἐξωτερικὴ διάμετρος καλωδίου)

Μηχανικὴ Προστασία

821 Καλώδια ἐκτεθειμένα εἰς κίνδυνον μηχανικῆς βλάβης, ὅα προστατεύονται ὑπὸ μεταλλικῶν

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

ΕΝΤΑΣΙΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΕΙΣ ΑΜΠΕΡ

(Με βάση θερμοκρασίαν περιβάλλοντος 45°K)

ΠΙΝΑΞ Μ 8.4 (α) — ΕΛΑΣΤΙΚΟΝ ΚΟΜΜΙ ΓΕΝΙΚΗΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΚΑΙ ΧΑΛΩΡΙΟΥΧΟΣ ΠΟΛΥΒΙΝΥΛΗ

Όνομαστική διατομή			Μονοπολικόν		Διπολικόν		Τριπολικόν ή Τετραπολικόν		
	δεκτ. ²	χατ. ²							
1/-044	·0015	1	9		7		6		
3/-029	·002		9		7		6		
			11		9		7		
3/-036; 1/-064	·003	1,5	12		10		8		
			14		11		9		
		2,5	17		14		11		
7/-029	·0045	4	18		16		13		
7/-036	·007		23		19		16		
			25		21		17		
7/-044	·01	6	30		25		21		
7/-052	·0145		31		26		22		
			37		31		26		
7/-064	·0225	10	41		34		28		
			51		43		35		
		16	54		45		37		
19/-044	·03	25	60		51		42		
19/-052	·04		70		59		49		
			72		61		50		
19/-064	·06	35	86		73		60		
			92		78		64		
		50	105		91		75		
19/-083	·1	60	120		100		84		
			125		105		87		
		70	130		110		91		
37/-072	·15	95	160		135		110		
			160		135		110		
		120	180		155		130		
37/-083	·2	150	190		160		135		
37/-093	·25		210		180		145		
			220		185		155		
37/-103	·3	185	240		205		170		
			250		210		175		
		240	280		240		200		
61/-093	·4	300	300		255		210		
61/-103	·5		325		275		225		
			Σ.Ρ. 340 Ε.Ρ.		Σ.Ρ. 290 Ε.Ρ.		Σ.Ρ. 240 Ε.Ρ.		
91/-103	·6 ·75	400	380	375	325	320	265	265	
			390	385	330	325	275	270	
			445	420	375	360	310	295	
127/-103	1·0	500 625	450	430	380	365	315	300	
			520	470	440	375	360	330	
			530	480	450	405	370	335	

ΠΙΝΑΞ Μ 8.4 (b)—ΕΛΑΣΤΙΚΟΝ ΚΟΜΜΙ ΑΝΘΕΚΤΙΚΟΝ ΕΙΣ ΘΕΡΜΟΤΗΤΑ

Όνομαστική διατομή			Μονοπολικόν		Δικολικόν		Τριπολικόν ή Τετραπολικόν		
	δακτ. ²	σεντ. ²							
1/-044	·0015	1	14		11		9		
3/-029	·002		14		11		9		
			17		14		11		
3/-036; 1/-064	·003	1,5	19		16		13		
			21		17		14		
		2,5	25		21		17		
7/-029	·0045	4	27		23		18		
7/-036	·007		32		27		22		
			35		29		24		
7/-044	·01	6	42		35		29		
7/-052	·0145		44		37		30		
			55		46		38		
7/-064	·0225	10	58		49		40		
			74		62		51		
		16	78		66		54		
19/-044	·03	25	87		74		61		
19/-052	·04		100		86		71		
			105		89		73		
19/-064	·06	35	125		105		88		
			135		115		94		
		50	155		135		110		
19/-083	·1	60	175		150		125		
			185		155		130		
		70	195		165		135		
37/-072	·15	95	235		200		160		
			235		200		165		
		120	270		230		190		
37/-083	·2	150	285		240		200		
37/-093	·25		310		265		215		
			325		275		225		
37/-103	·3	185	355		300		250		
			365		310		255		
		240	415		355		290		
61/-093	·4	300	435		370		305		
61/-103	·5		480		410		335		
			Σ.Ρ. 500 E.P.		Σ.Ρ. 425 E.P.		Σ.Ρ. 350 E.P.		
91/-103	·6 ·75	400	560	550	475	465	390	385	
			570	560	485	475	400	390	
			640	610	540	520	450	425	
127/-103	1·0	500 625	650	620	550	530	455	435	
			740	670	630	570	520	470	
			760	690	650	580	530	480	

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

ΠΙΝΑΞ Μ 8.4 (c) – ΒΕΡΝΙΚΩΜΕΝΟΝ ΚΑΜΠΡΙΚ, ΒΟΥΤΥΛΙΟΝ

Όνομαστική διατομή			Μονοπολικόν		Δικοπικόν		Τριπολικόν ή Τετραπολικόν	
	δοκτ. ²	ροστ. ²						
1/-044	·0015	1	15		12		10	
3/-029	·002		15		12		10	
			19		16		13	
3/-036; 1/-064	·003	1,5	21		17		14	
			23		19		16	
		2,5	27		22		18	
7/-029	·0045	4	29		24		20	
			35		29		24	
7/-036	·007		38		32		26	
7/-044	·01	6	45		38		31	
			48		40		33	
			60		51		42	
7/-064	·0225	10	63		53		44	
			78		66		54	
		16	83		70		58	
19/-044	·03	25	93		79		65	
			110		93		77	
19/-052	·04		115		96		79	
19/-064	·06	35	135		115		94	
			145		120		100	
		50	170		145		115	
19/-083	·1	60	185		160		130	
			195		165		135	
		70	205		175		145	
37/-072	·15	95	250		215		175	
			255		215		180	
		120	290		245		205	
37/-083	·2	150	300		255		210	
			335		285		235	
37/-093	·25		345		295		240	
37/-103	·3	185	380		320		265	
			390		330		270	
		240	445		380		310	
61/-093	·4	300	465		395		325	
			510		435		355	
61/-103	·5		Σ.Ρ. 530 E.P.		Σ.Ρ. 450 E.P.		Σ.Ρ. 370 E.P.	
91/-103	·6	400	600	585	510	495	420	410
			610	590	520	500	425	415
			680	640	580	540	475	450
127/-103	1·0	500	690	640	590	550	485	450
		625	790	680	680	580	550	480
			810	690	690	590	570	485

ΠΙΝΑΞ Μ 8.4 (d) — ΑΜΙΑΝΤΟΣ — ΒΕΡΝΙΚΩΜΕΝΟΝ ΚΑΜΠΡΙΚ

Όνομαστική διατομή			Μονοπολικόν		Διπολικόν		Τριπολικόν ή Τετραπολικόν	
	σατ. ²	εακτ. ²						
1/-044	·0015	1	16		13		11	
3/-029	·002		16		13		11	
			20		17		14	
3/-036; 1/-064	·003	1,5	22		18		15	
		2,5	25		21		17	
			28		23		19	
7/-029	·0045	4	31		26		22	
7/-036	·007		37		31		25	
			41		34		28	
7/-044	·01	6	48		40		33	
7/-052	·0145		51		43		35	
			64		54		44	
7/-064	·0225	10	67		57		47	
		16	83		70		58	
			89		75		62	
19/-044	·03	25	99		84		69	
19/-052	·04		115		99		82	
			120		105		94	
19/-064	·06	35	145		120		100	
		50	155		130		110	
			180		155		125	
19/-083	·1	60	200		170		140	
		70	210		180		145	
			220		185		155	
37/-072	·15	95	270		220		190	
		120	270		230		190	
			310		265		215	
37/-083	·2	150	320		270		225	
37/-093	·25		355		305		250	
			370		315		260	
37/-103	·3	185	405		345		285	
		240	415		355		290	
			475		405		330	
61/-093	·4	300	495		425		350	
61/-103	·5		540		465		380	
			Σ.Ρ. 570 Ε.Ρ.		Σ.Ρ. 480 Ε.Ρ.		Σ.Ρ. 400 Ε.Ρ.	
91/-103	·6	400	640	620	545	530	450	435
	·75		650	630	550	540	455	440
			730	680	620	580	510	475
127/-103	1·0	500	740	690	630	590	520	480
		625	850	730	720	620	590	510
			870	740	740	630	610	520

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

ΠΙΝΑΞ Μ 8.4 (ε) – ΠΥΡΙΤΙΟΥΧΟΝ ΕΛΑΣΤΙΚΟΝ ΚΟΜΜΙ, ΟΡΥΚΤΟΝ

Όνομαστική διατομή			Μονοπολικόν	Διπολικόν	Τριπολικόν ή Τετραπολικόν
	δακτ. ²	χστ. ²			
1/-044	·0015	1	19	16	13
3/-029	·002		20	17	14
			23	19	16
3/-036; 1/-064	·003	1,5	25	21	17
		2,5	27	23	18
			31	26	21
7/-029	·0045	4	34	29	23
7/-036	·007		41	35	28
			44	37	30
7/-044	·01	6	53	45	37
7/-052	·0145		56	47	39
			70	59	49
7/-064	·0225	10	73	62	51
		16	93	79	65
			99	84	69
19/-044	·03	25	110	93	77
19/-052	·04		130	110	92
			135	115	94
19/-064	·06	35	165	140	115
		50	175	150	125
			205	175	145
19/-083	·1	60	230	195	160
		70	240	205	170
			255	215	175
37/-072	·15	95	310	265	215
		120	315	265	220
			360	305	250
37/-083	·2	150	380	325	265
37/-093	·25		420	355	290
			440	375	310
37/-103	·3	185	485	410	340
		240	500	425	350
			570	485	400
61/-093	·4	300	600	510	420
61/-103	·5		660	560	460
			690	590	485

Κεφάλαιον Μ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΟΜΟΓΩΜΩΝ

αυλάκων ή καλυπτρών, ή θά ἐγκλεισώνται εἰς χάλυ-
βδωσώληνα, ἐκτὸς ἐάν ή προστατευτική ἐπένδυσις
των (π.χ. θωράκισις ή ἐπένδυσις) εἶναι ἐπαρκής διὰ
νά ἀνθῆξη εἰς πιθανήν ζημίαν.

822 Καλώδια ἐντὸς κυτῶν φορτίου καὶ λοιπῶν
χώρων ὅπου ὑπάρχει ἐξαιρετικὸς κίνδυνος μηχανικῆς
βλάβης, θά προστατεύονται καταλλήλως καὶ ἐν ἀκόμῃ
εἶναι τεθωρακισμένα, ἐκτὸς ἐάν ή χάλυβδίνη σύστα-
σις των παρέχει ἐπαρκή προστασίαν. (Βλέπε ἐπίσης
Μ 1613).

823 Αἱ μεταλλικαὶ ἐπικαλύψεις διὰ τὴν προ-
στασίαν τῶν καλωδίων θά εἶναι δραστικῶς προστα-
τευμένοι κατὰ διαβρώσεων.

Γείωσις

824 Αἱ μεταλλικαὶ ἐπενδύσεις τῶν καλωδίων
θά γειοῦνται πραγματικῶς εἰς ἀμφοτέρω τὰ ἄκρα τοῦ
καλωδίου, ἐκτὸς τῶν ἀκραίων δευτερευόντων κυκλω-
μάτων ὅπου θά θεωρῆται ἐπαρκής ή γείωσις μόνον
εἰς τὸ ἄκρον τῆς τροφοδοτήσεως τοῦ καλωδίου. Τοῦτο
δὲν εἶναι ἀνάγκη νά ἐφαρμόζεται εἰς καλώδια συνδέ-
σεως ὀργάνων μετρήσεως ὅπου δυνατόν νά ἐπιθυμῆται

γείωσις εἰς ἐν μόνον σημεῖον διὰ τεχνικοὺς λόγους.

825 Θά ἐξασφαλίζεται ή ηλεκτρικὴ συνοχή
πασῶν τῶν μεταλλικῶν ἐπενδύσεων καλωδίων καθ' ὅ-
λον τὸ μήκος τοῦ καλωδίου, ἰδιαιτέρως δὲ εἰς τοὺς
συνδέσμους καὶ τὰς διατρήσεις.

ΠΙΝΑΞ Μ 8.5

Μονωτικὸν ὕλικον	Συντελεστὴς Διόρθώσεως Διὰ Θερμοκρ. Περιβάλλοντος			
	40°K (194°Φ)	45°K (113°Φ)	50°K (122°Φ)	55°K (131°Φ)
Ἐλαστικὸν κόμμι ή Χλωριούχος Πολυβινύλη (γενικῆς χρήσεως)	1,15	1,00	0,82	—
Ἐλαστικὸν κόμμι (ποιό- τητος ἀνθεκτικῆς εἰς θερμότητα)	1,08	1,00	0,91	0,82
Βερνικωμένων Καμπρίκ, Βουτύλιον	1,07	1,00	0,93	0,85
Ἀμιάντος -Βερνικωμέ- νον Καμπρίκ	1,06	1,00	0,94	0,87
Ὀρυκτόν, Πυριτιούχον Ἐλαστικὸν Κόμμι	1,05	1,00	0,95	0,89

ΠΙΝΑΞ Μ 8.6

Συντελεστὴς Διόρθώσεως	Ἡμῖνος Κανονικὴ Λειτουργία		Πορεία Κανονικὴ Λειτουργία	
	Μετὰ Μεταλλικῆς Ἐπενδύσεως	Ἄνευ Μεταλλικῆς Ἐπενδύσεως	Μετὰ Μεταλλικῆς Ἐπενδύσεως	Ἄνευ Μεταλλικῆς Ἐπενδύσεως
1,0	Μέχρι τῶν .03δκτ. ² 20 χστ. ²	Μέχρι τῶν .1δκτ. ² 75 χστ. ²	Μέχρι τῶν .1δκτ. ² 67 χστ. ²	Μέχρι τῶν .3δκτ. ² 230 χστ. ²
1,1	.04-.06 δ. ² 21-40 χστ. ²	.15δκτ. ² 76-125 χστ. ²	.15-.25δκτ. ² 68-170 χστ. ²	.4-.6δκτ. ² 231-400 χστ. ²
1,15	.1δκτ. ² 41-65 χστ. ²	.2-.25δκτ. ² 126-180 χστ. ²	.3-.4δκτ. ² 171-290 χστ. ²	.75-1.0δκτ. ² 401-600 χστ. ²
1,2	66-95 χστ. ²	.3δκτ. ² 181-250 χστ. ²	.5-.6δκτ. ² 291-430 χστ. ²	
1,25	.15-.2δκτ. ² 96-130 χστ. ²	.4δκτ. ² 251-320 χστ. ²	.75-1.0δκτ. ² 431-600 χστ. ²	
1,3	.25δκτ. ² 131-170 χστ. ²	.5-.6δκτ. ² 321-400 χστ. ²		
1,35	.3δκτ. ² 171-220 χστ. ²	.75δκτ. ² 401-500 χστ. ²		
1,4	.4δκτ. ² 221-270 χστ. ²			

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

826 'Η μολυβδίνη επένδουςι τῶν διὰ μολύβδου επενδεδυμένων καλωδίων, δὲν θὰ χρησιμοποιοῖται ὡς τὸ μοναδικὸν μέσον γειώσεως τῶν μὴ ρευματοφόρων μερῶν τῶν εἰδῶν τοῦ ἑξαρισμοῦ.

Ἑξασφάλισις Καλωδίων

827 Τὰ καλώδια θὰ στηρίζωνται ἀποτελεσματικῶς καὶ θὰ ἐξασφαλιζονται χωρὶς νὰ βλάπτονται αἱ ἐπενδύσεις τῶν.

828 Αἱ ἀποστάσεις μεταξὺ στηριγμάτων θὰ ἐκλέγωνται συμφώνως πρὸς τὸν τύπον τοῦ καλωδίου, γενικῶς δὲ αἱ ἀποστάσεις αὗται θὰ εἶναι σύμφωνοι πρὸς Πίνακα Μ 8.7

829 Τὰ στηρίγματα καὶ ἐξαρτήματα θὰ εἶναι ἰσχυρᾶς κατασκευῆς καὶ θὰ εἶναι ἐξ ὕλικου ἀνθεκτικοῦ εἰς τὰς διαβρώσεις ἢ καταλλήλως ἀντιδιαβρωτικῶς ἐπεξεργασμένα πρὸ τῆς τοποθετήσεώς τῶν.

Διελύσεις Διαφραγμάτων καὶ Καταστροφμάτων

830 'Η διέλευσις μέσφ στεγανῶν διαφραγμάτων ἢ καταστροφμάτων θὰ ἐκτελῇται εἴτε δι' ἰδιαιτέρου στεγανοῦ στυπιοθλίπτου δι' ἑκαστον καλῶδιον, εἴτε μέσφ στεγανῶς συσκευασμένων κιβωτίων φερόντων διάφορα καλώδια. Εἰς οἰονδήποτε τρόπον ἐκτελέσεως θὰ διατηρῇται ἡ ὀλικὴ στεγανότης τῶν διαφραγμάτων ἢ καταστροφμάτων. (Βλέπε ἐπίσης 810).

831 Καλώδια διερχόμενα διὰ καταστροφμάτων θὰ προσπλίζονται ὑπὸ σωλῆνων καταστροφμάτος ἢ ἀγωγῶν.

832 Εἰς τὰς διελύσεις καλωδίων διὰ μὴ στεγανῶν διαφραγμάτων ἢ ἐλασμάτων τοῦ κατασκευάσματος τοῦ πλοίου, αἱ ὑπαὶ θὰ ἐπενδύονται με μολύβδον ἢ ἕτερον ἐγκειρομένον ὕλικόν. Ἐὰν τὸ ἐλασμα εἶναι πάχους 6 χιλιοστῶν (0.25 δακτ.), ἐπαρκοῦς

στρογγυλεύσεως ἀρκαὶ δύνανται νὰ γίνουν δεκταὶ ὡς ἰσοδύναμοι τῆς ἐπενδύσεως.

833 Ὑλικά χρησιμοποιούμενα διὰ στυπιοθλίπτου καὶ ἐπενδύσεις ὑπὼν θὰ εἶναι τοιαῦτα ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχη κίνδυνος διαβρώσεων.

834 Εἰς διανογομένης ὀρθογωνίους ὁπὰς ἐπὶ διαφραγμάτων ἢ ἐλασμάτων τοῦ κατασκευάσματος τοῦ πλοίου, αἱ γωνίαι θὰ γίνωνται κυκλικαί.

Ἑγκατάστασις ἐντὸς Σωλῆνων καὶ Ἀγωγῶν

Ἐὰν ἐγκαθίσταται καλῶδιον ἐντὸς σωλῆνος, ἡ ἀγωγοῦ, θὰ πρέπει νὰ τηροῦνται οἱ ἀκόλουθοι κανόνες.

835 Συστήματα μεταλλικῶν ἀγωγῶν θὰ γειοῦνται καὶ θὰ ἔχουν μηχανικὴν καὶ ἡλεκτρικὴν συνοχήν διὰ μέσου τῶν συνδέσμων.

Ἀτομικοὶ βραχέος μήκους ἀγωγοὶ δὲν ἀπαιτοῦν γείωσιν.

836 'Η ἐσωτερικὴ ἀκτὶς κάμψεως σωλῆνων καὶ ἀγωγῶν δὲν θὰ εἶναι μικροτέρα τῆς παρεχομένης διὰ καλώδια ὑπὸ τὸν ὅρον ὅτι διὰ σωλῆνας διαμέτρου ὑπερβαίνουσης τὰ 64 χστ. (2.5) δακτ. ἡ ἐσωτερικὴ ἀκτὶς κάμψεως δὲν θὰ εἶναι μικροτέρα τῶν δύο φορῶν τὴν διάμετρον τοῦ σωλῆνος.

837 'Ο συντελεστὴς ἐξολῆς (λόγος τοῦ ἀθροίσματος τῶν διατομῶν τῶν καλωδίων πρὸς τὴν ἐσωτερικὴν διατομὴν τοῦ σωλῆνος) δὲν θὰ ὑπερβαίῃ τὸ 0,4.

838 Σύνδεσμοι διαστολῆς θὰ προβλέπωνται ὅπου ἀναγκάζον.

839 Ὅπου εἶναι ἀναγκάζον, θὰ προβλέπωνται θυρίδες ἀερισμοῦ εἰς τὰ ὑψηλότερα καὶ χαμηλότερα σημεία ἐπιτρέπουσαι τὴν κυκλοφορίαν ἀέρος καὶ προλαμβάνουσαι τὴν συσσώρευσιν ὕδατος.

Ὅπου ὑπάρχουν καλώδια τοποθετημένα ἐντὸς ὀχετῶν, οὗτοι θὰ εἶναι οὕτω πως κατασκευασμένοι

ΠΙΝΑΞ Μ 8.7

Ἐξωτερικὴ διάμετρος Καλωδίου		Ἀθωράκιστα Καλώδια	Τεωρητικὸν ἐκτεταμένον Καλῶδια
ὑπερβαίνουσα τὰ	μὴ ὑπερβαίνουσα τὰ		
—	0.3 δακτ. (7,6 χστ.)	8 δακτ. (20 ἐκμ.)	10 δακτ. (25 ἐκμ.)
0.3 δακτ. (7,6 χστ.)	0.5 δακτ. (12,7 χστ.)	10 δακτ. (25 ἐκμ.)	12 δακτ. (30 ἐκμ.)
0.5 δακτ. (12,7 χστ.)	0.75 δακτ. (20 χστ.)	12 δακτ. (30 ἐκμ.)	14 δακτ. (35 ἐκμ.)
0.75 δακτ. (20 χστ.)	1.25 δακτ. (30 χστ.)	14 δακτ. (35 ἐκμ.)	16 δακτ. (40 ἐκμ.)
1.25 δακτ. (30 χστ.)	—	16 δακτ. (40 ἐκμ.)	18 δακτ. (45 ἐκμ.)

ώστε να μη παρέχουν διόδον πυρκαϊᾶς μεταξύ δύο καταστρωμάτων ἢ διαμερισμάτων, ἀπὸ τοῦ ἐνὸς εἰς τὸ ἕτερον.

840 Καλώδια ὑψηλῆς τάσεως, π.χ., ὡς ἐκείνα τὰ ὅποια χρησιμοποιοῦνται εἰς λυχνίας ψυχρῆς καλὸδου, δὲν θὰ ἐγκαθίστανται ἐντὸς μεταλλικῶν ἀγωγῶν, ἐκτὸς ἐὰν προστατεύονται ὑπὸ μεταλλικῆς ἐπενδύσεως ἢ προπετάσματος.

841 Μὴ μεταλλικοὶ ὄχθοι ἢ ἀγωγοὶ θὰ εἶναι ἐκ βραδυφλεγῶς ὕλικου. Ἀγωγοὶ ἐκ χλωριούχου πολυβινύλης δὲν θὰ χρησιμοποιοῦνται εἰς ψυκτικούς θαλάμους ἢ εἰς ἀνοικτὰ καταστρώματα, ἐκτὸς εἰδικῆς ἐγκρίσεως.

Ἐγκατάστασις ἐντὸς Ψυκτικῶν Θαλάμων

842 Καλώδια ἐγκατεστημένα ἐντὸς ψυκτικῶν θαλάμων, θὰ ἔχουν ὑδατοστεγὴ ἢ ἀδιάβροχον ἐπένδυσιν καὶ θὰ προστατεύονται ἐναντίον μηχανικῶν βλαβῶν. Ἐὰν χρησιμοποιῆται τεωρακισμένον καλώδιον, ἢ θαράκισις, ἐκτὸς ἐὰν εἶναι γαλβανισμένη, θὰ προστατεύεται κατὰ διαβρώσεων ὑπὸ προσθέτου ἐπικαλύψεως ἀνθισταμένης εἰς τὴν ὑγρασίαν.

Καλώδια εἰσερχόμενα ἐντὸς ψυκτικοῦ θαλάμου, θὰ διέρχονται κατ' εὐθεῖαν μέσῳ τῶν τοιχωμάτων ἢ τῆς μονώσεως τοῦ θαλάμου καὶ θὰ προστατεύονται ὑπὸ σωλήνος ἐσφραγισμένου εἰς ἕκαστον ἄκρον. Κατ' ἐναλλαγὴν, τὰ καλώδια δύνανται νὰ διέρχονται διὰ τῶν συμπαγῶν πλαισίων τῶν θυρῶν, ἐσφραγισμένων τῶν ἀναγκαιουσῶν ὁπῶν εἰς ἕκαστον ἄκρον.

Θὰ λαμβάνονται προφυλάξεις ἐμποδίζουσαι τὴν τοποθέτησιν ἀγρίστρων περιβαλλόντων τὸ καλώδιον πρὸς χρησιμοποίησιν ὡς μέσου προγέιρου ἀναρτήσεως.

Ὅπου χρησιμοποιοῦνται καλώδια μετ' ὁμίονισιν χλωριούχου πολυβινύλης ἐντὸς ψυκτικῶν θαλάμων, θὰ χρησιμοποιῆται χαμηλοῦ βαθμοῦ θερμοκρασίας διὰ τὸν ὑπολογισμὸν τῆς διατομῆς τῶν καλωδίων τούτων.

Καλώδια δι' Ἑναλ. Ρεύμα

843 Ὅπου εἶναι ἀναγκαία ἡ χρησιμοποίησις μονοπολικῶν καλωδίων διὰ κυκλώματα ἐναλ. ρεύματος κανονικῆς ἐντάσεως λειτουργίας ὑπερβαίνουσας τὰ 20 Ἀμπέρ, θὰ τηροῦνται οἱ ἀκόλουθοι κανόνες :

(α) Τὰ καλώδια θὰ εἶναι εἴτε ἀθωράκιστα ἢ τεωρακισμένα μετ' οὐχὶ μαγνητικὸν ὕλικον.

(β) Καλώδια ἀνήκοντα εἰς τὸ αὐτὸ κύκλωμα, ἐὰν

εἶναι ἐγκατεστημένα ἐντὸς σωλήνων ἢ ἀγωγῶν, θὰ τοποθετοῦνται ἐντὸς τοῦ αὐτοῦ ἀγωγοῦ, ἐκτὸς ἐὰν ὁ ἀγωγὸς ἢ ὁ σωλὴν εἶναι ἐξ οὐχὶ μαγνητικοῦ ὕλικου.

(c) Οἱ σφιγκτήρες καλωδίων θὰ περιλαμβάνουν τὰ καλώδια πασῶν τῶν φάσεων ἐνὸς κυκλώματος, ἐκτὸς ἐὰν οἱ σφιγκτήρες εἶναι ἐξ οὐχὶ μαγνητικοῦ ὕλικου.

(d) Ὅταν τοποθετοῦνται δύο ἢ τρεῖς ἢ τέσσαρα μονοπολικά καλώδια δημιουργοῦντα ἀντιστοίχως μονοφασικά, τριφασικά ἢ τριφασικά μετ' οὐδετέρου κυκλώματα, τὰ καλώδια θὰ εὐρίσκονται κατὰ τὸ δυνατὸν εἰς ἐπαφὴν τὸ ἐν ἐπὶ τοῦ ἄλλου. Ἐν πάσῃ περιπτώσει, ἡ ἀπόστασις μεταξύ γεινιαιζόντων καλωδίων δὲν θὰ εἶναι μεγαλυτέρα ἀπὸ μίαν διὰμετρον καλωδίου.

(e) Ἐὰν μονοπολικά καλώδια κανονικῆς ἐντάσεως λειτουργίας μεῖζονος τῶν 250 Ἀμπέρ διήκουν κατὰ μῆκος χαλυβδίνου διαρράγματος, ὅπου εἶναι δυνατόν, τὰ καλώδια θὰ ἀπομακρύνονται τοῦ χάλυβος.

(f) Ὅπου χρησιμοποιοῦνται μονοπολικά καλώδια κανονικῆς ἐντάσεως λειτουργίας ὑπερβαίνουσας τὰ 50 Ἀμπέρ, δὲν θὰ τοποθετῆται μαγνητικὸν ὕλικον μεταξύ μονοπολικῶν καλωδίων μιᾶς ὁμάδος καλωδίων. Ἐὰν τὰ καλώδια ταῦτα διέρχωνται μέσῳ χαλυβδεύσεων, πάντα τὰ καλώδια τοῦ αὐτοῦ κυκλώματος θὰ διέρχωνται μέσῳ πλακῆς ἢ στρυπτεθλίπτου οὕτω πως κατεσκευασμένου ὥστε νὰ μὴ ὑπάρχῃ μαγνητικὸν ὕλικον μεταξύ τῶν καλωδίων καὶ νὰ προβλέπεται κατάλληλος ἐλευθέρως ἀπόστασις μεταξύ τοῦ πυρήνος τοῦ καλωδίου καὶ τοῦ μαγνητικοῦ ὕλικου. Ἢ ἀπόστασις αὕτη, ὅπου εἶναι δυνατόν, δὲν θὰ εἶναι μικροτέρα τῶν 75 χστ. (3 δακτ.) ἔταν ἡ ἐντασις ρεύματος ὑπερβαίνῃ τὰ 300 Ἀμπέρ. Διὰ ρεύματα μεταξύ 50 Ἀμπέρ καὶ 300 Ἀμπέρ ἡ ἐλευθέρως ἀπόστασις θὰ ἐπιτευχθῇ διὰ παρεμβολῆς.

Πέρατα Καλωδίων

844 Τὰ πέρατα πάντων τῶν ἀγωγῶν διατομῆς μεῖζονος τῶν 4 χστ² (0.0065 δακτ.²) θὰ εἶναι ἐφωτισμένα μετ' συγκολλητὰ πέδιλα, συμπίεστον τύπου πέδιλα ἢ μηχανικούς συνδετήρας. Δὲν θὰ χρησιμοποιοῦνται ὕγρα συγκολλησιμὰς τῶν τὰ ὅποια θὰ προκαλοῦν διαβρώσεις.

Καλώδια ἔχοντα ὑγροσκοπικὴν μόνωσιν (π.χ. βερνικωμένον λινὸν ὑφασμα ἢ ὑρυντὸν) θὰ ἔχουν τὰ πέρατά των ἐσφραγισμένα ἔκτανι διεισδύσεως ὑγρασίας. Καλώδια μετὰ συμπληρωματικῆς μονωτικῆς περιζώσεως κάτωθεν τῆς προστατευτικῆς ἐπενδύσεως.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΙΣ ΚΑΙ ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΩΣΕΩΣ Κεφάλαιον Μ

Οά έχουν πρόσθετον μόνωσιν εἰς ἐκεῖνα τὰ σημεία οπου ἡ μόνωσις ἐκάστου πυρήνος των ἐξάπτεται ἢ δυνατόν νά ἐλθῇ εἰς ἐπαρῆν μετὰ γειωμένου μετάλλου.

Συνδέσεις καὶ Διακλαδώσεις Κυκλωμάτων

845 Ἐάν παρὰ τῇ ἀνάγκῃ συνδέσεως καλωδίου, αὕτῃ Οά ἐκτελεσθῇ κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε πάντες οἱ ἄγωγοί νά ἐξαφραλίζωνται ἐπαρκῶς, νά μονοῦνται καὶ νά προστατεύωνται ἀπὸ τὴν ἀτμοσφαιρικὴν ἐπίδρασιν. Οἱ ἀκροθέται ἢ αἱ συλλεκτῆριοι ράβδοι ρεύματος Οά εἶναι ἐπαρκῶν διαστάσεων διὰ τὴν ἔντασιν ρεύματος κανονικῆς λειτουργίας τοῦ καλωδίου.

Δοκιμαί

846 Πρὸ τῆς ἀποστολῆς, Οά ἐκτελεσθοῦν αἱ ἀκόλουθοι δοκιμαί εἰς τὸ ἐργαστάσιον τοῦ κατασκευαστοῦ, αὗτινες δύνανται νά ἀπαιτηθῇ νά ἐκτελεσθοῦν ἐπὶ παρουσίᾳ τῶν Ἐπιθεωρητῶν.

Πάντα τὰ κύρια καλώδια τῶν μηχανῶν ἡλεκτρικῆς προώσεως Οά δοκιμάζωνται ἐπὶ παρουσίᾳ τοῦ Ἐπιθεωρητοῦ. (Βλέπε Μ 1701).

Δοκιμὴ εἰς Ὑπέρτασιν

847 Ἡ δοκιμὴ Οά ἐκτελεσθῇ ἐπὶ πλήρως περατωθείσας κατασκευῆς καλωδίων εἴτε διὰ συνεχοῦς εἴτε διὰ μονοφασικοῦ ρεύματος, κατὰ τὴν διάκρισιν τοῦ κατασκευαστοῦ. Ἡ διατεθισσομένη ἐνέργεια ἐν τῷ ἐξαρισμῷ δοκιμῶν Οά εἶναι ἐπαρκῆς νά διατηρῇ ἐν τῷ καλώδιῳ τὴν προδιαγεγραμμένην τάσιν δοκιμῶν καὶ ἔντασιν ρεύματος φορτίσεως. Ἡ τάσις Οά ἐφαρμόζεται προοδευτικῶς κατὰ τρόπον ὥστε νά φθάσῃ τὴν προδιαγεγραμμένην τιμὴν περίπου ἐντὸς ἐνὸς πρώτου λεπτοῦ.

Ἡ τάσις δοκιμῶν Οά ἐφαρμόζεται ὡς ἀκολούθως :

Διὰ καλώδια μετὰ μεταλλικὴν ἐπένδυσιν, ἡ τάσις δοκιμῶν Οά ἐφαρμοσθῇ μετὰ τὸ ἄνωγόν τῆς ἄγωγῶν καὶ τῆς μεταλλικῆς ἐπένδυσως. Διὰ καλώδια μετὰ οὐχὶ μεταλλικὴν ἀδιεργασίαν ἐπένδυσιν, ἡ τάσις Οά ἐφαρμόζεται μετὰ τὸ ἄνωγόν τῆς ἄγωγῶν καὶ τοῦ ὕδατος ἐν τῷ ὁποίῳ Οά εἶναι ἐμβεβαπτισμένον τὸ καλώδιον ἐπὶ μίαν ὥραν κατ' ἐλάχιστον πρὸ τῆς ἐνάρξεως τῆς δοκιμῆς. Διὰ καλώδια ἔχοντα οὐχὶ μεταλλικὴν ἐπένδυσιν ἢ ὅποια δυνατόν νά χειροτερεύσῃ ἐν ἐμβεβαπτισθῇ εἰς ὕδωρ, ἡ τάσις Οά ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ δειγμάτων μήκους κατ' ἐλάχιστον ἑνὸς μέτρου (40 δακτ.), τῆς ἐξωτερικῆς ἐπιφανείας των καλυπτομένης ὑπὸ φύλλου μετάλλου. Ἐπιπροσέτως, εἰς πολυπολικὰ καλώδια, ἡ τάσις Οά ἐφαρμοσθῇ διαδοχικῶς μετὰ τὸ ἐκάστου

ἄγωγου καὶ τῶν ὑπολοίπων συνδεδεμένων ἀγωγίμων ὁμοῦ.

Εἰς πάσας τὰς περιπτώσεις, ἡ τάσις δοκιμῶν Οά ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ πέντε πρώτα λεπτά, ἄνευ ἐμφανίσεως, ζημίας, ἢ δὲ τιμῆ τῆς Οά εἶναι σύμφωνος με :

ΠΙΝΑΞ Μ 8.8

Τάσις κανονικῆς λειτουργίας Καλωδίου		Τάσις Δοκιμῶν	
Ἀνω τῶν	Μέχρι καὶ συμπεριλαμβανομένων	Ε.Ρ. Βόλτ	Σ.Ρ. Βόλτ
250	250	1500	3000
750	750	2500	5000
1100	1100	3000	6000
3300	3300	10 000	20 000
	6600	16 000	32 000

ΣΗΜΕΙΩΣΙΣ : Διὰ καλώδια μετὰ μόνωσιν ἐξ ὀρυκτοῦ τάσεως κανονικῆς λειτουργίας μέχρι 440 Βόλτ συμπεριλαμβανομένης, ἡ τάσις δοκιμῶν Οά εἶναι 2000 Βόλτ ἐντετασσομένου ρεύματος καὶ διὰ τάσεις ἄνω τῶν 440 Βόλτ ἡ τάσις δοκιμῶν Οά εἶναι 3.000 Βόλτ ἐντετασσομένου ρεύματος.

Ἀντίστασις Μονώσεως

848 Ἐξοὺς ἡμέσεως μετὰ τὴν δοκιμὴν εἰς ὑπέρτασιν Οά μετρηθῇ ἡ ἀντίστασις μονώσεως καὶ Οά καταγραφῇ διὰ χρησιμοποίησεως τάσεως συνεχοῦς ρεύματος κατ' ἐλάχιστον 400 Βόλτ, τῆς μετρήσεως διανεργουμένης μετὰ ἡλεκτροδότησιν διαρκείας ἐνὸς λεπτοῦ. (Βλέπε ἐπίσης Μ 2002).

Δοκιμὴ διὰ Σπινθηροσ

849 Ἡ διὰ σπινθηροσ δοκιμὴ δύνανται νά γίνῃ δεκτὴ κατ' ἐναλλαγὴν ἀντὶ τῶν δοκιμῶν εἰς ὑπέρτασιν καὶ τῆς μετρήσεως τῆς ἀντιστάσεως μονώσεως, διὰ καλώδια μονώσεως μετὰ ἐλαστικὸν κόμμι ἢ ὁμοίως πρὸς αὐτό. Ἡ δοκιμὴ Οά ἐκτελεσθῇ εἰς τὸ στάδιον τῆς κατασκευῆς τῶν πυρήνων τοῦ καλωδίου ἐξαίρεσει τῶν μονοπολικῶν καλωδίων μετὰ πλέγματος καὶ μονωτικοῦ συγκράματος τὰ ὅποια δύνανται νά δοκιμάζωνται εἰς τὸ στάδιον τῆς πλήρως περατωθείσεως κατασκευῆς των.

Ὁ πυρὴν ἢ τὸ καλώδιον Οά ὑποστῇ τὴν δοκιμὴν εἰς τάσιν ἄνευ ἐμφανίσεως ζημίας, καὶ ἡ ταχύτης διελεύσεως τοῦ καλωδίου διὰ τοῦ ἡλεκτροδίου Οά εἶναι τοιαύτη ὥστε καθεὶς σημείον νά εὐρίσκειται ἐν ἐπαρῇ μετὰ τὸ ἡλεκτρόδιον οὐχὶ ὀλιγώτερον τοῦ 0,1 δευτερολέπτου. Αἱ τάσεις δοκιμῶν δίδονται εἰς Πίνακα Μ 8.9

Κεφάλαιον Μ

ΕΛΛΗΝΙΚΟΣ ΝΗΟΓΝΩΜΩΝ

Καλώδια Έπεκτεινομένης Φλογός, Έπιβραδυνόμενης Φλογός και Άνθεκτικά εις Πυράν

850 Δείγμα καλωδίου μήκους 1,2 μ. (48 δακτ.) θά στερεωθῇ κατακορύφως ἐντός τριπλεύρου θήκης με ἀνοικτὴν τὴν κορυφὴν καταλλήλων διαστάσεων ὥστε νὰ περιέχῃ τὸ καλώδιον. Θά ἐφαρμοσθῇ εἰς τὸ καλώδιον καυστὴρ Μπούνσεν ὀνομαστικῆς διαμέτρου 10 χστ. (0.375 δακτ.) τροφοδοτούμενος διὰ συνήθους φωταερίου κανονικῆς πιέσεως καὶ δίδοντας φλόγα μήκους περίπου 125 χστ. (5 δακτ.) μετὰ ἐσωτερικοῦ κυανοῦ κώνου κατὰ προσέγγισιν μήκους 40 χστ. (1.5 δακτ.), κατὰ τοιοῦτον τρόπον ὥστε ἡ αἰχμὴ τοῦ κυανοῦ κώνου νὰ ἐγγίξῃ τὸ καλώδιον εἰς ἀπόστασιν κατὰ προσέγγισιν 0,4 μ. (12 δακτ.) ἀπὸ τοῦ κάτω ἄκρου του. Ὁ καυστὴρ θά κρατηθῇ με κλίσιν 45° ἀπὸ τῆς κατακορύφου καὶ ἡ φλόξ θά ἐφαρμοσθῇ ἐπὶ χρονικὸν διάστημα

$$T(\delta/\lambda) = 10 + \frac{W}{50}$$

ἐνθα W = βάρος δείγματος καλωδίου, εἰς γραμμάρια.

Ἡ ἐφαρμογὴ δὲν θά εἶναι συνεχής, ἀλλὰ κατὰ βήματα διαρκείας 10 δευτερολέπτων, με διακοπὴν δέκα δευτερολέπτων μετὰξὺ δύο διαδοχικῶν βημάτων.

Εἰς τὸ τέλος τῆς περιόδου ταύτης ὁ καυστὴρ θά ἀπομακρυνθῇ καὶ τὰ καλώδια θά καταταγοῦν ὡς ἀκολούθως :

(α) Έπεκτεινομένης φλογός, ὅταν ἡ φλόξ διαβιβάζεται κατ' ὅλον τὸ μήκος τοῦ δείγματος.

(β) Έπιβραδυνόμενης φλογός, ὅταν ἡ φλόξ σβέννεται προτοῦ φθάσῃ τὴν κορυφὴν τοῦ δείγματος.

(γ) Άνθεκτικά εἰς τὴν πυράν, ὅταν ἐπιπροσθετως με τὰ ἐν (β) ἀναφερόμενα, τὸ δείγμα εἶναι ἱκανόν, μετὰ τὴν ψύξιν του, νὰ υποστῇ δοκιμὴν ἐπὶ ἐν πρῶτον

λεπτὸν εἰς ὑπέρτασιν ὑπὸ ἐναλλασσομένην τάσιν διπλασίαν τῆς τάσεως κανονικῆς λειτουργίας του.

ΣΗΜΕΙΩΣΙΣ : Διὰ νὰ ἐξαρτυσθῇ ἡ πρόπουσα θερμότης τῆς φλογός τοῦ αέριου, θά παρεμβληθῇ ὀριζωντίως ἐντός τῆς φλογός καὶ 50 χστ. (2 δακτ.) ἄνωθεν τῆς κεφαλῆς τοῦ καυστῆρος γυμνὸν χάλκινον σύρμα διαμέτρου 0,7 χστ. (0.028 δακτ.) καὶ μήκους 100 χστ. (4 δακτ.) εἰς τρόπον ὥστε τὸ ἐλεύθερον ἄκρον τοῦ σύρματος νὰ εὐρίσκειται κατακορύφως ἄνωθεν τοῦ ἄκρου τοῦ καυστῆρος, τὸ δὲ ὑποβασταζόμενον ἄκρον νὰ εὐρίσκειται μακρὰν ἀπὸ τὴν πλευρὰν τοῦ καυστῆρος. Ἐάν τὸ σύρμα χρειασθῇ πλέον τῶν 6 δ/λ νὰ τακτῇ, ἡ φλόξ εἶναι ἀνεπαρκoῦς θερμότητος διὰ τὴν δοκιμὴν.

Ἐτεροι δοκιμαὶ ἰσοδύναμοι πρὸς τὰς ἀνωτέρω δύνανται νὰ υποβληθοῦν πρὸς ἐγκρισιν.

Ποιότης Ὑλικῶν

852 Ἡ ποιότης τῶν ὕλικῶν θά ἀναποκρίνεται πρὸς τὰς συστάσεις τῆς I.E.C. Δημοσίευμα 92.

Κατ' ἐναλλαγὴν, ἀπαιτήσεις Κρατικῶν τυποποιήσεων θά ὑποβάλλωνται πρὸς ἐγκρισιν.

IUNAE M 8.9

Κανονικὴ Τάσις λειτουργίας Καλωδίου εἰς Βόλτ	Διατομὴ Ἀγωγοῦ		Τάσις Δοκιμῶν εἰς χιλοβόλτ
	Ἄνω τῶν	Μέχρι καὶ συμπεριλαμβανομένης	
250	—	—	6
	.0225 δάκτ. ² (16 χστ. ²)	.0225 δάκτ. ² (16 χστ. ²)	8
	.04 δάκτ. ² (25 χστ. ²)	.04 δάκτ. ² (25 χστ. ²)	10
660	—	.04 δάκτ. ² (25 χστ. ²)	10
	.04 δάκτ. ² (25 χστ. ²)	—	12

Από Άρθρο 18 : ΕΙΔΙΚΑΙ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΔΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΕΩΣ

Από Άρθρο 17

"ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΠΡΟΣΕΞΕΣ"

Καλώδια

1716 Είς ουσιώδη κυκλώματα χειρισμού ή συντηρήσεως της ενεργείας δια τον έλικοφόρον άξονα, οι άγωγοί θά είναι πολυάκλωνοι έχοντες ούχι όλιγοτέρους των έπτά κλώνων και θά έχουν ονομαστικήν διατομήν ούχι ελάσσονα των 2,5 χστ.² ή 0.0045 δκτ.².

1717 Καλώδια συνδεδεμένα με τους δακτυλίους συγχρόνων κινητήρων θά έχουν κατάλληλον μόνωσιν δια την τάσιν εις ήν θά υπόκεινται κατά την διάρκειαν των χειρισμών.

1718 Πάσαι αι συνδέσεις θά είναι ούτω πως κατασκευασμένοι ώστε να έμποδίζουν την διάβρωσιν. θά είναι διατεταγμένοι και έστηριγμένοι κατά τρόπον κατάλληλον ώστε να άντέχουν εις τας ηλεκτρομαγνητικάς δυνάμεις τας όφειλομένας εις βραχυκύκλωμα.

Από το Κεφάλαιο :

"ΣΥΣΤΑΣΕΙΣ ΔΙΑ ΤΟΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΝ ΕΞΑΡΤΙΣΜΟΝ"

"Άρθρον 8

ΚΑΛΩΔΙΑ

Είς μεγάλας έγκαταστάσεις όπου δυνατόν να παρουσιάζονται ισχυρά ρεύματα βραχυκυκλώσεως, συνιστάται τα καλώδια να είναι τεωρακισμένα και εις τας τριφασικάς έγκαταστάσεις, έρ' όσον είναι έφικτόν, θά πρέπει δε να χρησιμοποιούνται τριπολικά καλώδια φέροντα τα ρεύματα των τριών φάσεων.

"Όπου αι προφυλάξεις αύται είναι αναγκαίαι, θά πρέπει να καταβάλλεται ιδιαιτέρα προσοχή δια τα στηρίγματα των καλωδίων, ιδίως δε εις τα πέρατα αυτών.

Είς έγκαταστάσεις 110 Βόλτς όπου τα καλώδια φωτισμού δυνατόν να φορτίζονται πλήρως, ταύτα θά αποτελέσουν δέσμας και θά εγκατασταθούν εν μέσω ξυλίνων ρακτωμάτων ή παρομοίων θέσεων, συνιστάται όπως ή ελάχιστη διατομή άγωγού να μη είναι μικροτέρα των 2,5 χστ.² (0.003 δκτ.²).

Καλώδια, Άγωγοί και Πέρατα Καλωδίων

1815 Καλώδια ύψηλης τάσεως δύνανται να έγκαθίστανται :

(α) Είς άκάλυπτα μέρη, π.χ., επί έλασμακτινών φορέων, όταν ταύτα είναι έρωδιασμένα με συνεχή μεταλλικήν επικάλυψιν ή θωράκισιν ή όποια να είναι αποτελεσματικώς συνδεδεμένη με την γήν προς περιορισμόν του κινδύνου του προσωπικού, ή

(b) Να περιέχονται εντός γειωμένων μεταλλικών άγωγών ή σωλήνων ότε τα καλώδια δύνανται να είναι ως εν (α), ή δύναται να παραλείπεται ή θωράκισις ή ή μεταλλική επικάλυψις. Είς την τελευταίαν περίπτωσιν θά πρέπει να δίδεται προσοχή ώστε να εξασφαλίζεται ότι οι άγωγοί ή οι σωλήνες παρουσιάζουν ήλεκτρικήν συνοχήν και ότι καλώδια βραχέος μήκους δεν έχουν άφθεθ ή απροστάτευτα. Έτερα καλώδια, πλην των ύψηλης τάσεως, δεν θά διέρχονται δια των αυτών άγωγών ή σωλήνων.

1816 "Όπου είναι έφικτόν, δεν θά διέρχονται καλώδια ύψηλης τάσεως δια των χώρων ενδιαιτήσεως.

1817 Τα καλώδια ύψηλης τάσεως θά άρίστανται όσον το δυνατόν των καλωδίων χαμηλής τάσεως.

1818 Πάντα τα καλώδια ύψηλης τάσεως θά τυγχάνουν εύχεροϋς άντηρώσεως δια καταλλήλου έπιστημάνσεως.

1819 "Όταν χρησιμοποιούνται μονοπολικά καλώδια θά λαμβάνονται προφυλάξεις έναντι κυκλοφορούντων ρευμάτων εις την επένδυσιν ή τον όπλισμόν, και τα καλώδια θά άντιμετατίθενται κατά διαστήματα περίπου 16 μέτρων (50 ποδ.)

1820 Άπας ό εξάρτισμός ύψηλης τάσεως θά είναι ούτω πως σχεδιασμένος και τοποθετημένος ώστε να άρίνεται επαρκής χώρος εξασφαλίζων ικανοποιητικόν τερματισμόν των καλωδίων.

1821 "Όπουδήποτε είναι δυνατόν, πάντες οι άγωγοί θά καλύπτονται αποτελεσματικώς δια καταλλήλου μονωτικού ύλικού. Είς τα άκροικιβότια, εάν οι άγωγοί δεν φέρουν μόνωσιν, αι φάσεις θά διαχωρίζονται από την γήν και άναμεταξύ των υπό πραγματικών διαφραγμάτων εκ καταλλήλου μονωτικού ύλικού.

~~_____*~~