

# ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Πτυχιακής:

**Ανάλυση ηλεκτρικών μηχανών Σ.Ρ. και η  
διασύνδεσή τους σε μονάδα ισχύος**

**ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ :**

ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ ΚΑΛΠΑΚΤΣΟΓΛΟΥ

**ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:**

ΘΩΜΑΙΔΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

ΑΜ : 5793

13<sup>ο</sup> εξάμηνο

**ΤΕΙ ΚΕΝΤΡΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ / ΣΕΡΡΕΣ**

**ΧΕΙΜΕΡΙΝΟ ΕΞΑΜΗΝΟ 2016 – 2017**

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο σκοπός μας στην παρούσα εργασία, είναι να κάνουμε μία γενική ανασκόπηση για τις ηλεκτρικές μηχανές και τα τεχνικά χαρακτηριστικά τους, καθώς επίσης και για τον τρόπο λειτουργίας τους υπό διάφορες συνθήκες ανάλογα τις απαιτήσεις που έχουμε κάθε φορά.

Θα κάνουμε μία συνοπτική ιστορική ανασκόπηση, και κατόπιν θα μιλήσουμε για τους ηλεκτρικούς κινητήρες και τις γεννήτριες, αναφέροντας τις διαφορές τους, τον τρόπο σύνδεσής τους, τους φυσικούς νόμους που τους χαρακτηρίζουν και τους μαθηματικούς τύπους με τους οποίους τους προσεγγίζει η επιστήμη για να τους διαχειριστεί.

Συγκεκριμένα στο 1<sup>ο</sup> μέρος :

Στο 1<sup>ο</sup> κεφ.θα μιλήσουμε για τις ηλεκτρικές μηχανές συνεχούς ρεύματος.

Στο 2<sup>ο</sup> κεφ. Θα μιλήσουμε για την κατασκευή και τα τυλίγματα των μηχανών συνεχούς ρεύματος.

Στο 3<sup>ο</sup> κεφ.Για το μαγνητικό πεδίο των γεννητριών συνεχούς ρεύματος και για την λειτουργία τους χωρίς σπινθηρισμούς.

Στο 4<sup>ο</sup> κεφ. Για τα χαρακτηριστικά λειτουργίας των γεννητριών συνεχούς ρεύματος.

Επίσης, στο 2<sup>ο</sup> μέρος, θα μιλήσουμε για ένα μέρος των υλικών που χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο στις μηχανές αυτές, τα οποία υλικά είναι οι καλωδιώσεις και τα βύσματα για τις συνδέσεις, και θα παραθέσουμε πίνακες με τεχνικά χαρακτηριστικά για τα καλώδια, έτσι ώστε να πάρουμε μια ιδέα για τις διατομές και τα υλικά που χρησιμοποιούνται σε αυτά ανάλογα με την ένταση που διαρρέει τα καλώδια.

Τέλος, θα αναφερθούμε στην τροποποίηση που κάναμε στους κινητήρες του εργαστηρίου και θα παραθέσουμε τις ανάλογες φωτογραφίες.

# ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

Μια ηλεκτρική μηχανή, είναι ένα σύστημα κατάλληλα συνεργαζόμενων εξαρτημάτων, όπου το αποτέλεσμα αυτής της συνεργασίας είναι η παραγωγή ρεύματος (γεννήτρια), ή η παραγωγή μηχανικού έργου (κινητήρας).

Για την ιστορία, θα αναφερθούμε σε εφευρέσεις που έγιναν πριν και κατά την δεύτερη βιομηχανική επανάσταση, και αυτό διότι, τότε ήταν που έγιναν πολλές και σημαντικές εφευρέσεις και ηλεκτρικές μηχανές άρχισαν αργότερα να χρησιμοποιούνται μαζικά, και σε εφαρμογές που εξυπηρετούσαν το «κοινό καλό» και έδιναν περεταίρω ώθηση για ανάπτυξη και σε άλλους τομείς.

Τη συγγένεια των ηλεκτρικών και μαγνητικών δυνάμεων διαπίστωσε πρώτος ο Έρστεντ (Hans Christian Oersted). Αυτό έγινε τυχαία όταν, καθώς έδινε μια διάλεξη, συνέδεσε ένα σύρμα με τους πόλους μιας μπαταρίας. Προς μεγάλη του έκπληξη παρατήρησε ότι η βελόνα μιας πυξίδας που βρισκόταν κοντά στο σύρμα στράφηκε από την αρχική της θέση. Έτσι ο Δανός φυσικός συνειδητοποίησε ότι ο ηλεκτρισμός μπορούσε να παράγει μαγνητισμό.

Πολύ σημαντική για την ιστορία του ηλεκτρισμού ήταν η συμβολή του Φαραντέι, ο οποίος το 1831 παρατήρησε ότι αν ένας κλειστός αγωγός κινηθεί κοντά σε έναν μαγνήτη, τότε στον αγωγό αναπτύσσεται ηλεκτρικό ρεύμα. Το φαινόμενο αυτό ονομάστηκε "ηλεκτρομαγνητική επαγωγή" και ουσιαστικά με αυτό ο Φαραντέι βρήκε ότι ο μαγνητισμός μπορεί να παράγει ηλεκτρισμό.

Η πειραματική τεκμηρίωση αυτής της υπόθεσης έγινε με τον γνωστό "Δακτύλιο του Φαραντέι" με τα δύο ηλεκτρικά ανεξάρτητα πηνία, που ήταν ο πρώτος μετασχηματιστής.

Η παρατήρηση αυτή εφαρμόστηκε από τον ίδιο και από άλλους για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από μηχανική μέσω μηχανών που αρχικά ονομάστηκαν μαγνητοηλεκτρικές και εξέλιξη τους είναι οι γνωστές σε μας γεννήτριες και τα δυναμό. Επίσης ο Φαραντέι είχε κατασκευάσει λίγο παλαιότερα και ένα πρώτο μοντέλο ηλεκτροκινητήρα.

Το έτος 1866, ο Ζίμενς έκανε δοκιμές με έναν κινητήρα ο οποίος τροφοδοτούνταν από μπαταρίες. Το ίδιο έτος ο Γουίτστόουν εφηύρε μια παρόμοια μηχανή, με διαφορετική σύνδεση στα πηνία και διαφορετικά χαρακτηριστικά τυλιγμάτων. Έτσι, δόθηκε το έναυσμα για την δημιουργία και χρησιμοποίηση ηλεκτρογεννητριών, για την παραγωγή ενέργειας, οι οποίες έπαιρναν κίνηση από ατμομηχανές.

Στα τέλη του 19ου αιώνα η βιομηχανική επανάσταση, παίρνει νέα μορφή, με τη χρησιμοποίηση νέων πηγών ενέργειας, (ηλεκτρική ενέργεια και πετρέλαιο), και με την εφαρμογή της επιστημονικής γνώσης στη βιομηχανία. Το 1890 δημιουργείται το πρώτο υδροηλεκτρικό εργοστάσιο. Η ηλεκτρική ενέργεια μπορούσε να παραχθεί από υδατοπτώσεις και να παραδοθεί από τον τόπο παραγωγής της στον τόπο χρήσης της. Η ηλεκτρική ενέργεια, εκτός από την ηλεκτροδότηση των σπιτιών, με την εφεύρεση του λαμπτήρα πυράκτωσης σύρματος από τον Θωμά Έντισον, είχε αυξανόμενη ζήτηση και στον βιομηχανικό τομέα. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες, άρχισαν να κινούν υπόγειους σιδηροδρόμους, τραμ, και σιδηροδρόμους μεγάλων αποστάσεων. Ο ηλεκτρισμός κατέστησε δυνατή την ανάπτυξη νέων τεχνικών μεθόδων στις χημικές και μεταλλουργικές βιομηχανίες, όπου χρησιμοποιήθηκαν και εκεί ηλεκτρικές μηχανές για τη διευκόλυνση των εργασιών και τη διεύρυνση του όγκου τους.

Όσον αφορά την χρησιμότητά τους, οι ηλεκτρικές μηχανές χρησιμεύουν σε μια πληθώρα εργασιών και αντικειμένων που έχουν σχέση με την διευκόλυνση της ζωής του ανθρώπινου είδους, καθώς και με την αύξηση του βιοτικού επιπέδου του. Με μια σύντομη αναφορά σε αυτές τις εφαρμογές έχουμε να πούμε ότι, ηλεκτρικές μηχανές χρησιμοποιούνται στη «βαριά» βιομηχανία για την κίνηση εξαρτημάτων μεγάλου όγκου και βάρους (αξόνων, γερανών κτλ), καθώς και για την πρόσδοση ισχύος, όπου αυτή χρειάζεται (παραγωγή ρεύματος προς κατανάλωση κτλ). Επιπλέον, χρησιμοποιούνται σε οικιακές συσκευές (πλυντήρια, ψυγεία κ.α.), σε ανελκυστήρες για αυξομείωση στροφών (ένα από τα πιο σημαντικά πλεονεκτήματα των ηλ. Κινητήρων), ακόμη και σε παιχνίδια για παιδιά (τηλεκατευθυνόμενα κ.α). Αξίζει να σημειωθεί πως υπάρχει και μια ανάγκη για υψηλής απόδοσης ηλεκτρικών μηχανών σε ηλεκτρικά αυτοκίνητα αλλά και για χρήση σε Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Κλείνοντας την εισαγωγή, θα αναφέρουμε τα είδη των ηλεκτρικών μηχανών που υπάρχουν, αυτά είναι οι ηλεκτρικές γεννήτριες και οι ηλεκτρικοί κινητήρες.

Οι γεννήτριες παραλαμβάνουν μηχανικό έργο και το μετατρέπουν σε ηλεκτρική ενέργεια, καθώς ισχύει πως όταν ένας αγωγός κινείται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, αναπτύσσεται στα άκρα του αγωγού διαφορά δυναμικού με αποτέλεσμα την κίνηση ηλεκτρονίων και την παραγωγή ρεύματος. Ανάλογα με το είδος του ηλεκτρικού ρεύματος που παράγουν, διακρίνονται σε γεννήτριες συνεχούς ρεύματος και γεννήτριες εναλλασσόμενου ρεύματος.

Οι δε κινητήρες παράγουν μηχανικό έργο, καταναλώνοντας ηλεκτρικό ρεύμα, αφού ισχύει πως όταν ένας αγωγός βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο (που προκαλείται συνήθως τεχνητά με ρεύμα), και πάψει να είναι ουδέτερος αφού θα περάσει ρεύμα δια μέσω αυτού, θα κινηθεί (ο αγωγός) αντιδρώντας, και περιστροφικά, και έτσι θα μας δώσει την επιθυμητή κίνηση, την οποία ελέγχουμε με διάφορες τεχνικές μεθόδους για αυξομείωση στροφών, αλλαγή περιστροφής κ.α. Ανάλογα με το είδος ρεύματος που θα διαρρέει τον αγωγό, έχουμε τους κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος και τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος.

# ΜΕΡΟΣ 1

## ΟΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ

### 1ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

#### ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΜΗΧΑΝΕΣ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

##### 1.ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Η αρχή λειτουργίας των γεννητριών βασίζεται σε ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο μας λέει πως, όταν ένας αγωγός (υλικό που δέχεται και επιτρέπει με ευκολία την διέλευση ηλεκτρονίων από το σώμα του) κινείται μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο, με τέτοιο τρόπο ώστε να τέμνει τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου, ( σχηματίζοντας μία γωνία  $\alpha$  με αυτές ), αναπτύσσεται στον αγωγό ηλεκτρεγερτική δύναμη εξ' επαγωγής. Αυτό διαπιστώθηκε και από τον φαραντέι πειραματικά.



Η ηλεκτρεγερτική αυτή δύναμη έχει ένταση, ανάλογη με την ένταση και την πυκνότητα του μαγνητικού πεδίου, καθώς και με το μήκος του αγωγού και την γωνία  $\alpha$  που προαναφέραμε.

Ο παρακάτω τύπος αναφέρεται στα όσα περιγράψαμε πιο επάνω:

$$E=B \cdot U \cdot L \cdot \eta \mu \alpha$$

Οπου:

$E$  = ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον αγωγό

$B$  = πυκνότητα μαγνητικής ροής ή Ενταση μαγνητικού πεδίου

$L$  = μήκος αγωγού που βρίσκεται εντός μαγνητικού πεδίου

$U$  = ταχύτητα αγωγού σε m/sec

$\alpha$  = ηγωνία που σχηματίζει η κατεύθυνση κίνησης του αγωγού με τις μαγνητικές γραμμές του πεδίου

Συμπεραίνουμε από τα παραπάνω ότι:

Όταν ο αγωγός κινείται παράλληλα προς τις μαγν. Γραμμές η γωνία  $\alpha=0^\circ$  και  $\eta\mu\alpha=0$  επομένως η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον αγωγό είναι μηδενική,  $E=0$

Όταν ο αγωγός κινείται κάθετα προς τις μαγν. Γραμμές η γωνία  $\alpha=90^\circ$  και  $\eta\mu\alpha=1$  επομένως η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται στον αγωγό είναι μέγιστη,  $E=\max$ .

Όταν ο αγωγός κινείται πλάγια προς τις μαγν. Γραμμές, τότε δρά μόνο η ταχύτητα σε συνδυασμό με την κλίση,  $u*\eta\mu\alpha$ , δηλαδή η συνιστώσα της ταχύτητας η οποία είναι κάθετη προς το μαγν. Πεδίο.

Η παραπάνω σχέση μπορεί να γραφτεί και αλλιώς αν σκεφτούμε πως : το γινόμενο  $I*\eta\mu\alpha$  δείχνει το εμβαδόν της επιφάνειας που διαγράφει ο αγωγός κατά την κίνησή του σε ένα δευτερόλεπτο. Η κάθετη προβολή της επιφάνειας αυτής σεε κάθετο επίπεδο προς τις μαγνητικές γραμμές εκφράζεται με το γινόμενο:  $L*u*\eta\mu\alpha$ , άρα το  $B*L*u*\eta\mu\alpha$  δείχνει το μέγεθος της μαγνητικής ροής που διέρχεται μέσα από αυτήν την επιφάνεια.

Άρα η παραπάνω σχέση γράφεται και:  $E = \Phi/t$

όπου :

$\Phi$  = η μαγνητική ροή που τέμνεται από τον αγωγό κατα μια μικρή κίνησή του

$t$  = ο χρόνος κατά τον οποίο ο αγωγός κινήθηκε και έτμησε την  $\Phi$

Επομένως συμπεραίνουμε ότι η ηλεκτρεγερτική δύναμη που αναπτύσσεται σε έναν αγωγό εκφράζεται από τον αριθμό των μαγνητικών γραμμών που τέμνει ανά δευτερόλεπτο.

## 2. ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΕΠΑΓΟΜΕΝΗΣ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ (ΗΕΔ)

Η κατεύθυνση της ΗΕΔ, η οποία θα είναι και η κατεύθυνση του ρεύματος που θα κυκλοφορήσει στον αγωγό, βρίσκεται εύκολα με τον λεγόμενο κανόνα του δεξιού χεριού, όπου τεντώνουμε τον δείκτη, τον αντίχειρα και τον μέσο σε τέτοια θέση ώστε να είναι κάθετα μεταξύ τους. Τότε ο αντίχειρας συμβολίζει την κίνηση του αγωγού στο μ.π, ο δείκτης την κατεύθυνση των μαγνητικών γραμμών, και ο μέσος την κατεύθυνση της (ΗΕΔ). Παρατηρούμε ωστόσο, ότι η κατεύθυνση της ΗΕΔ, εξαρτάται από την κατεύθυνση των μαγνητικών γραμμών, και από την κατεύθυνση κίνησης του αγωγού, αν αλλάξει ένα από τα δύο, αλλάζει και η ΗΕΔ, αν όμως αλλάξουν και τα δύο κατεύθυνση της ΗΕΔ παραμένει ίδια.

## 3. ΝΟΜΟΣ LENZ

Ο νόμος του Λενζ, μας λέει ότι, όταν η ΗΕΔ που επάγεται σε έναν αγωγό που κινείται σε ένα μαγνητικό πεδίο, προκαλέσει ροή ρεύματος δια μέσω του αγωγού (εάν για παράδειγμα συνδέσουμε κάποια αντίσταση και κλείσουμε το κύκλωμα), τότε η ροή αυτή θα προκαλέσει το δικό της μαγνητικό πεδίο, το οποίο θα παρεμβάλλει το μόνιμο μαγνητικό πεδίο των μαγνητών και θα το προωθεί προς την κατεύθυνση κίνησης του αγωγού, με αποτέλεσμα να χρειαζόμαστε περισσότερο μηχανικό έργο για να κινήσουμε τον άξονα, αφού παρατηρείται παρεμπόδισμός της κίνησης του αγωγού από τις αναπτυσσόμενες δυνάμεις. Ισχύει δηλαδή η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας που λέει πως δεν είναι δυνατόν να ξοδεύουμε ενέργεια προς μία μεριά, χωρίς να την αναπληρώσουμε από την άλλη.

## 4. ΕΥΡΕΣΗ ΕΠΑΓΟΜΕΝΗΣ ΗΕΔ ΜΕ ΤΟΝ ΝΟΜΟ LENZ

Η κατεύθυνση της ΗΕΔ βρίσκεται και με τον παραπάνω νόμο, εάν θεωρήσουμε δεδομένο ότι το μαγνητικό πεδίο που θα προκληθεί από το ρεύμα που θα διαρρέει τον αγωγό, θα αντιπύθεται στην κίνησή του. Αρκεί να προσδιορίσουμε την κατεύθυνση του πεδίου αυτού και εν συνεχεία να



βρούμε, με τον κανόνα του δεξιού χεριού την κατεύθυνση του ρεύματος μέσα απ' τον αγωγό, άρα και την ΗΕΔ. Επίσης αξίζει να σημειωθεί ότι, οι αναπτυσσόμενες ΗΕΔ δύο αγωγών, οι οποίοι κινούνται αντίθετα μεταξύ τους, μέσα στο ίδιο μαγνητικό πεδίο, είναι αντίθετες.

#### 5.Η ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΕΝΑΛΛΑΣΣΟΜΕΝΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Σύμφωνα με τα παραπάνω, για όσα ισχύουν για τις ΗΕΔ των δύο αγωγών, εάν τοποθετήσουμε δύο αγωγούς επάνω σε ένα τύμπανο από σιδηρομαγνητικό υλικό, το οποίο περιστρέφεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, και είναι απέναντι ο ένας από τον άλλον, τότε επειδή θα περιστρέφονται κατ'ανάγκη αντίθετα ο ένας από τον άλλον, θα έχουν και αντίθετες ΗΕΔ.

Εάν εκμεταλλευθούμε το φαινόμενο αυτό συνδέοντας τους δύο αγωγούς μεταξύ τους, θα έχουμε διπλάσια ΗΕΔ, (οι αγωγοί είναι μονωμένοι από το τύμπανο). Στους αγωγούς εφάπτονται ψήκτρες από άνθρακα ή γραφίτη, οι οποίες συνδέονται με αντίσταση, η οποία αντίσταση είναι και το φορτίο αυτής της στοιχειώδους γεννήτριας. Εάν περιστρέψουμε το τύμπανο, κάθε φορά οι ΗΕΔ των αγωγών θα είναι αντίθετες μεταξύ τους αλλά θα αλλάζουν φορά σε σχέση με την αρχική τους κατεύθυνση. Έτσι οι δύο ψήκτρες θα φορτίζονται εναλλάξ και αντίθετα. Η δε συνολική ΗΕΔ θα είναι η διπλάσια διότι οι αγωγοί είναι συνδεδεμένοι σε σειρά μεταξύ τους και έτσι προστίθενται. Η ΗΕΔ της σπείρας θα δίνεται από τη σχέση :

$$e = 2 \cdot B \cdot L \cdot \eta \mu \alpha$$

Ισχύει ότι οι μαγνητικές γραμμές εξέρχονται από το μέταλλο προς τον αέρα καθέτως, αυτό συμβαίνει και μέσα στην γεννήτρια από τους μαγνήτες προς τον άξονα και αντιθέτως. Άρα η γωνία  $\alpha = \text{σταθ} = 90^\circ$  άρα  $\eta \mu \alpha = 1$  Επομένως,  $\alpha \text{φού} \mu = \text{σταθ}$ ., και  $L = \text{σταθ}$ . η ΗΕΔ κάθε αγωγού θα μεταβάλλεται όπως η μαγνητική επαγωγή, η οποία έχει σταθερή τιμή κάτω από τα πέλδρα των πόλων, και μηδενίζεται στην ουδέτερη ζώνη, άρα χαράσσεται μια ημιτονοειδής καμπύλη που μας αποδεικνύει πως η τάση και η ένταση είναι μεγέθη εναλλασσόμενα.

#### 6.ΣΤΟΙΧΕΙΩΔΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Για να αποφευχθεί η εναλλαγή φοράς του ρεύματος στο εξωτερικό κύκλωμα, τροποποιούμε το σύστημα που το τροφοδοτεί με ρεύμα, που δεν είναι άλλο από τις περιστρεφόμενες, επάνω στο τύμπανο, σπείρες. Το τροποποιούμε αντικαθιστώντας τους δακτυλίους της γεννήτριας εναλλασσόμενου ρεύματος με έναν μόνο δακτύλιο, τον οποίο χωρίζουμε σε δύο μονωμένους ημιδακτυλίους. Παρεμβάλλαμε κατ' αυτόν τον τρόπο το σύστημα ώστε να ανορθώσουμε το εναλλασσόμενο ρεύμα, και έτσι να μετατρέψουμε την γεννήτρια σε γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, η οποία λειτουργεί ως εξής: καθώς οι δυο ενωμένοι αγωγοί (σπείρα) περιστρέφονται, αλλάζουν πολικότητα κάθε τόσο, ανάλογα από ποιόν μαγνητικό πόλο περνά ο καθένας, έτσι αλλάζουν πολικότητα και οι ημιδακτύλιοι με τους οποίους είναι ενωμένα τα άκρα της σπείρας, και αναλόγως θα έπρεπε να αλλάζει πολικότητα και το κύκλωμα. Αυτό όμως για να το αποφύγουμε, περιστρέφουμε τις ψήκτρες ώστε να διατηρήσουμε την ροή του ρεύματος στο κύκλωμα σταθερή (αφού το ρεύμα πηγαίνει πάντοτε από τον θετικό προς τον αρνητικό πόλο). Παρ' όλα αυτά το ρεύμα δεν είναι ακόμη συνεχές γιατί η έντασή του μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου, αυτό όμως το αντιμετωπίζουμε χρησιμοποιώντας πολλές σπείρες καταλλήλως συνδεδεμένες, και έτσι έχουμε μία γεννήτρια συνεχούς ρεύματος.

### 7.ΑΡΧΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Εάν αναστρέψουμε το φαινόμενο βάσει του οποίου λειτουργεί μια γεννήτρια, τότε έχουμε έναν κινητήρα. Δηλαδή στον κινητήρα ένας αγωγός βρίσκεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, και όταν αυτός διαρρέεται από ρεύμα, αναπτύσσεται δύναμη που τείνει να τον κινήσει. Η δύναμη αυτή είναι ανάλογη της πυκνότητας του μαγνητικού πεδίου, της έντασης του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, και το κάθετο προς τις μαγνητικές γραμμές μήκος του αγωγού. Τα παραπάνω εκφράζει η σχέση:

$$F = B \cdot I \cdot L \cdot \eta \mu \alpha \text{ (σε Nw)}$$

Όπου:

$F$  = η δύναμη που ασκείται στον αγωγό

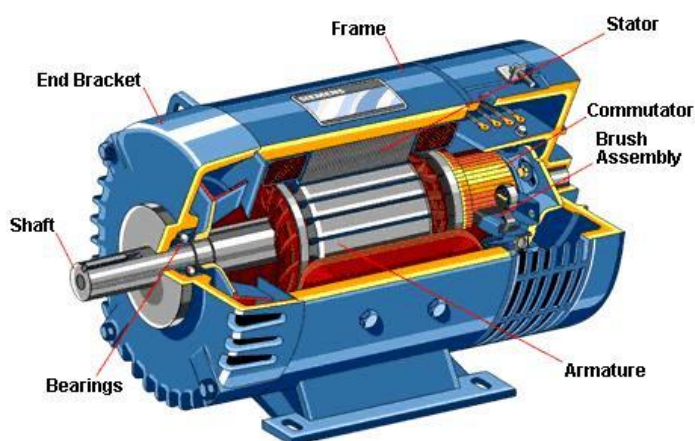
$B$  = η μαγνητική επαγωγή του πεδίου σε  $Wb/m^2$

$I$  = η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό σε  $A$

$A$  = η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τις μαγνητικές γραμμές

### 8.ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΤΗΣ ΑΣΚΟΥΜΕΝΗΣ ΔΥΝΑΜΗΣ

Την κατεύθυνση της δύναμης που ασκείται στον αγωγό, την βρίσκουμε παρομοίως με τον κανόνα του δεξιού χεριού με τον οποίο βρίσκαμε την ΗΕΔ, με την διαφορά ότι τώρα χρησιμοποιούμε το αριστερό μας χέρι και με τον δείκτη δείχνουμε την κατεύθυνση των μαγνητικών γραμμών, με τον αντίχειρά μας την κατεύθυνση ροής του ρεύματος, και με τον μέσο την δύναμη  $F$  που ασκείται στον αγωγό.



Η δύναμη αυτή εξαρτάται άμεσα από την πολικότητα του μαγνητικού πεδίου, και από την δοτά του ρεύματος που διαρρέει τον αγωγό, όπως και στις γεννήτριες, αν αλλάξει η πολικότητα του μαγνητικού πεδίου ή η φορά του ρεύματος, θα αλλάξει και η κατεύθυνση της δύναμης, αν όμως αλλάξουν και τα δύο μαζί, η κατεύθυνση της δύναμης δεν επηρεάζεται.

Ένας άλλος τρόπος υπολογισμού της κατεύθυνσης της δύναμης, είναι να υπολογίσουμε τις δυνάμεις που ασκούνται μεταξύ του μαγνητικού πεδίου των σταθερών πόλων και του μαγνητικού πεδίου που δημιουργείται στον αγωγό, και λαμβάνοντας υπ' όψη τους νόμους που ισχύουν για την μαγνητική έλξη ή άπωση βρίσκουμε εύκολα την κατεύθυνση της δύναμης που κινεί τον αγωγό.

### 9.ΑΝΤΙΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

Όπως στις γεννήτριες το μηχανικό έργο που δίνουμε στον αγωγό υπερνικούσε τις δυνάμεις που δημιουργούνταν από τα δύο μαγνητικά πεδία και παρεμπόδιζαν την κίνηση του αγωγού, έτσι και στους κινητήρες η τάση τροφοδότησης που προκαλεί το ρεύμα μέσα στον αγωγό υπερνικά μία αντίθετη ΗΕΔ η οποία δημιουργείται στον αγωγό όπως είδαμε πιο επάνω και παρεμποδίζει την κίνηση του αγωγού και πάλι.

#### 10. ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ - ΚΙΝΗΤΗΡΑ

Στην γεννήτρια είδαμε ότι ένας αγωγός κινείται σε μαγνητικό πεδίο και εκεί αναπτύσσεται μια ΗΕΔ, μαζί όμως και κάποια δύναμη μεταξύ των μαγνητικών πεδίων που παρακωλύει την κίνηση του αγωγού.

Στον κινητήρα ένας αγωγός διαρρέεται από ρεύμα μέσα σε μαγνητικό πεδίο και αναπτύσσεται μια δύναμη η οποία τον κινεί, μαζί όμως και κάποια ΑΗΕΔ που εμποδίζει τον αγωγό να κινηθεί.

Διαπιστώνουμε έτσι ότι μια μηχανή συνεχούς ρεύματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως γεννήτρια είτε ως κινητήρας.

## 2ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΤΥΛΙΓΜΑΤΑ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

### 1. ΣΥΓΚΡΟΤΗΣΗ ΜΗΧΑΝΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η κίνηση του αγωγού που αναφέραμε πιο επάνω, και στις δυο περιπτώσεις γεννήτριας και κινητήρα, είναι κυκλική γιατί έτσι υπολογίστηκε ότι μας συμφέρει για λόγους ευκολίας. Αποτελείται δηλαδή η ηλεκτρική μηχανή, από το ακίνητο μέρος που ονομάζεται στάτης και από το κινητό μέρος που ονομάζεται δρομέας.

### 2. Ο ΣΤΑΤΗΣ

Ο στάτης αποτελείται από το ζύγωμα, τους μαγνητικούς πόλους, τους βοηθητικούς πόλους και τον ψηκτροφορέα με τα δυο καλύμματα και τις ψήκτρες. Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη ανάλυσή τους.

Το ζύγωμα είναι ο κορμός της μηχανής, επάνω στο οποίο είναι τοποθετημένοι οι μαγνητικοί πόλοι. Έχει σχήμα κυλινδρικό, και υπάρχουν βάσεις στο κάτω μέρος του για να στηρίζεται η μηχανή, και να απορροφώνται οι κραδασμοί όταν αυτό απαιτείται. Το υλικό κατασκευής του ζυγώματος είναι ο χυτοχάλυβας ή ο ελατός σίδηρος.

Οι μαγνητικοί πόλοι μας παρέχουν την απαιτούμενη μαγνητική ροή στο διάκενο μεταξύ των πέλδων και του επαγωγικού τυμπάνου της μηχανής. Ο κάθε πόλος αποτελείται από το τύλιγμά του που είναι μονωμένο με ειδικό βερνίκι, και από τον πυρήνα που είναι ειδικά σχεδιασμένα ελάσματα, μονωμένα και ενωμένα μεταξύ τους. Τα ελάσματα αυτά μας βοηθούν να αντιμετωπίσουμε τα δινορεύματα που δημιουργούνται στον πυρήνα λόγω της κίνησης του τυμπάνου, η οποία προκαλεί μια αυξομείωση ροής και η

αυξομείωση αυτή προκαλεί την ανάπτυξη ΗΕΔ μέσα στον πυρήνα των πόλων η οποία ΗΕΔ με την σειρά της προκαλεί ροή ρεύματος μέσα στον πυρήνα το οποίο ρεύμα στροβιλίζεται και σχηματίζει δίνες, επειδή δεν συναντάει κάποιο κύκλωμα.

Τα πέδιλα των πόλων έχουν κυκλική μορφή προς χάριν ομοιομορφίας του μαγνητικού πεδίου, τα ελάσματα ενώνονται με μακριά καρφιά και όλος ο πυρήνας με το τύλιγμά του στερεώνεται με βίδες στο ζύγωμα.

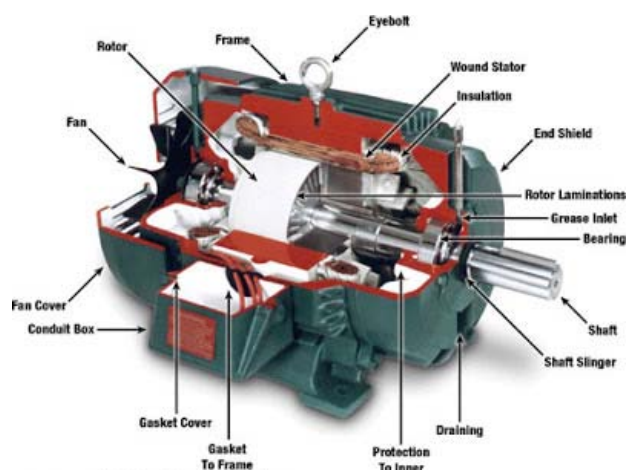


Figure 8 - Motor Construction

Το τύλιγμα του πυρήνα είναι πολλές σπείρες από χάλκινο σύρμα καλά μονωμένο, του οποίου τα άκρα αφήνονται ελεύθερα για την ηλεκτρική σύνδεσή του. Το τύλιγμα τοποθετείται στον πυρήνα αφού του δώσουμε το κατάλληλο σχήμα. Το σύνολο των τυλιγμάτων των μαγνητικών πόλων λέγεται τύλιγμα διέγερσης της μηχανής. Πολλές μηχανές συνεχούς ρεύματος έχουν δύο τυλιγματα σε κάθε πόλο, ένα με πολλές σπείρες λεπτού σύρματος (παράλληλο τύλιγμα), και ένα άλλο με λίγες σπείρες χονδρού σύρματος (τύλιγμα σειράς). Αφού τυλίξουμε το κάθε τύλιγμα με βαμβακερή ταινία, τα τυλίσουμε μετά και τα δυο μαζί, αφήνοντας ελεύθερα τα δυο άκρα από κάθε τύλιγμα. Έπειτα τοποθετούμε αυτό το σύνθετο τύλιγμα στον πυρήνα, μονώνοντάς το όμως ως προς αυτόν με ειδικό χαρτί. Σημειώνουμε ότι ο αριθμός των μαγνητικών πόλων κάθε μηχανής είναι πάντοτε ζυγός, και λόγω αυτού έχουμε τις διπολικές, τετραπολικές κ.α.

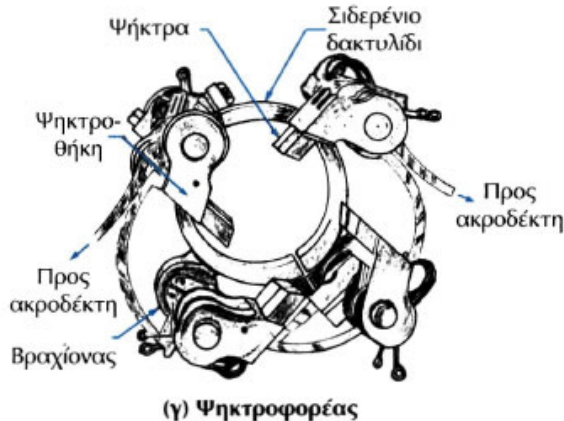
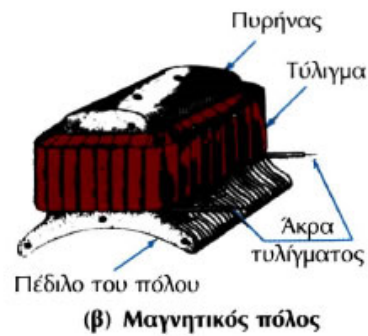
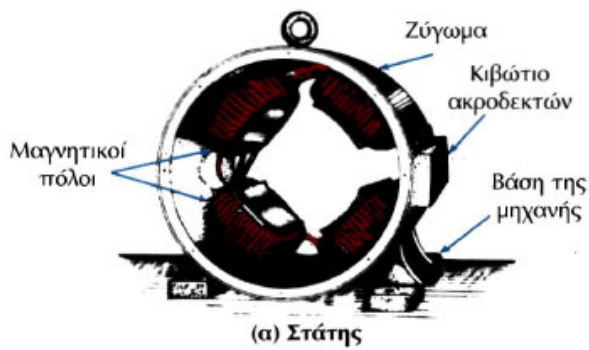
Οι βοηθητικοί πόλοι τοποθετούνται μεταξύ των κύριων πόλων για να αποφύγουμε τυχόν σπινθηρισμούς στον συλλέκτη. Κατασκευάζονται με τον ίδιο τρόπο όπως προείπαμε, αλλά φέρουν λίγες σπείρες από χοντρό τύλιγμα

και συνδέονται σε σειρά προς το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου, για να είναι το μαγνητικό πεδίο που δημιουργούν ανάλογο προς το ρεύμα του τυλίγματος του τυμπάνου.

Ο ψηκτροφορέας αποτελείται από ένα μεταλλικό σκελετό, ο οποίος έχει μονωμένους ως προς αυτόν βραχίονες, επάνω στους οποίους τοποθετούνται μια ή περισσότερες ψηκτροθήκες με τις ψήκτρες τους. Υπάρχει η δυνατότητα να μετακινηθούν οι ψήκτρες, εάν προκύψει η ανάγκη περιστροφής του ψηκτροφορέα ως προς τον άξονα της μηχανής.

Οι ψήκτρες είναι από γραφίτη, σκληρό άνθρακα ή μίγμα άνθρακα και χαλκού και είναι συνδεδεμένες με ένα χάλκινο σύρμα για την ροή του ρεύματος προς την ψηκτροθήκη και εν συνεχεία προς τους ακροδέκτες της μηχανής. Πιέζονται επάνω στον συλλέκτη με ένα ελατήριο, η πίεση αυτή όμως δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη για να μη φθείρονται πρόωρα οι ψήκτρες αλλά ούτε και πολύ μικρή προς αποφυγή σπινθηρισμών και τυχόν βλάβης, λόγω κακής επαφής.

Τα καλύμματα του στάτη στερεώνονται επάνω στο ζύγωμα με βίδες, και χρησιμεύουν ώστε να στηρίζεται ο άξονας του δρομέα με ρουλεμάν, και ο ψηκτροφορέας, και να προφυλάσσουν την μηχανή. Υπάρχουν επίσης ειδικά ανοίγματα για να διέρχεται αέρας στη μηχανή από τον ανεμιστήρα, και να απάγει την θερμότητα που αναπτύσσεται κατά την λειτουργία της μηχανής.



### 3. Ο ΔΡΟΜΕΑΣ

Ο δρομέας αποτελείται από τον άξονα, το επαγωγικό τύμπανο (πυρήνας και τύλιγμα), τον συλλέκτη και τον ανεμιστήρα. Ο άξονας φέρει όλα τα υπόλοιπα και στρέφεται μαζί με αυτά, στηριζόμενος στα ρουλεμάν.

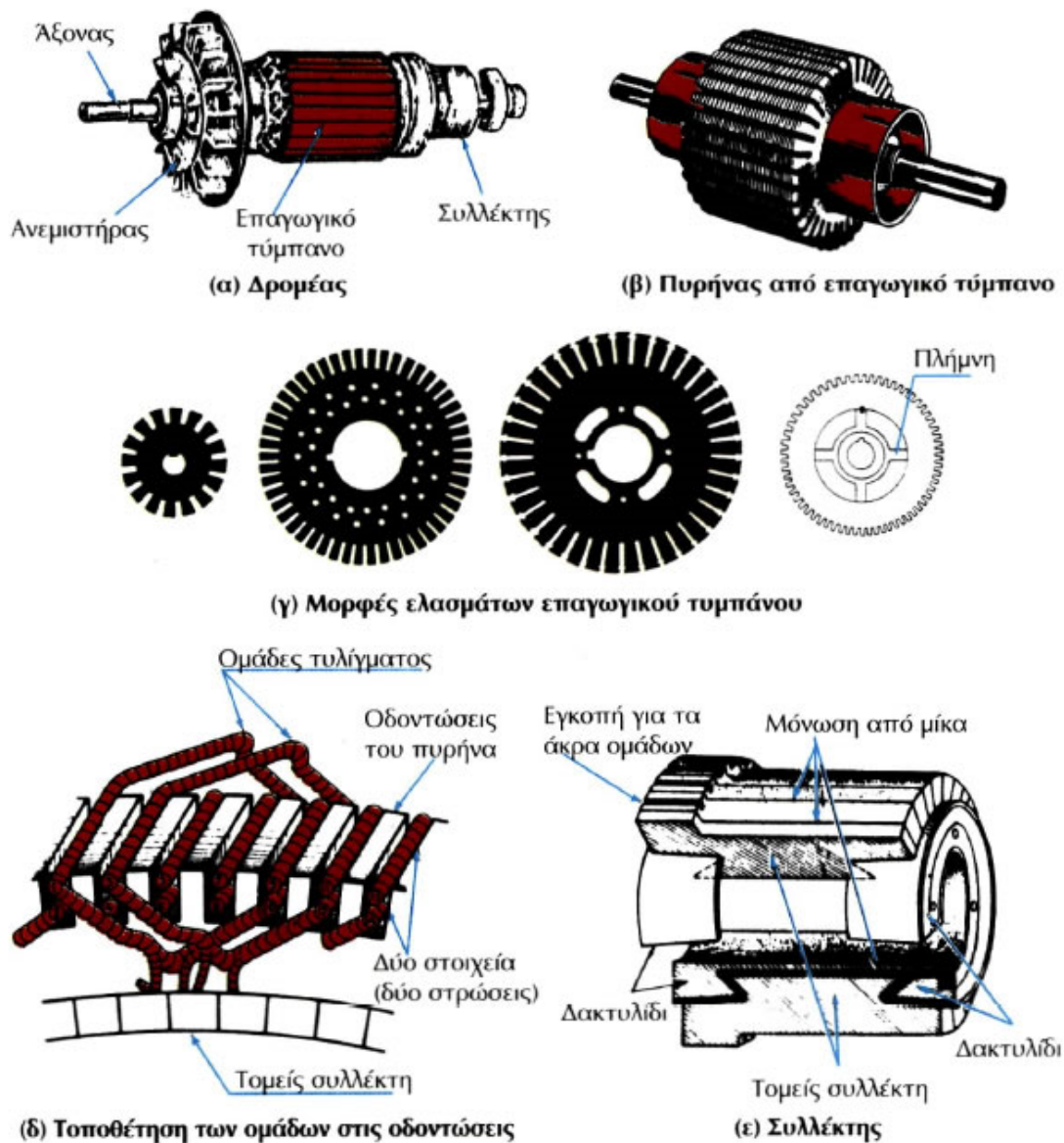
Ο πυρήνας του επαγωγικού τυμπάνου φέρει το τύλιγμα του τυμπάνου και αποτελείται από πολλά μαγνητικά ελάσματα, μονωμένα με βερνίκι και στερεωμένα στον άξονα με σφήνα.

Η πλήμνη χρησιμοποιείται για την ψύξη του πυρήνα, με ειδικά διάκενα ψύξης και για την ελαχιστοποίηση του βάρους των ελασμάτων. Αυτό γίνεται κυρίως στις μηχανές μεγάλης ισχύος όπου τα φορτία είναι αυξημένα.

Το τύλιγμα του επαγωγικού τυμπάνου, είναι από μονωμένο χάλκινο σύρμα, το οποίο όταν τοποθετείται επί του πυρήνα, δέχεται και μία δεύτερη μόνωση με ειδικό χαρτί για να μην έρχεται σε επαφή με τον πυρήνα. Υπάρχουν δυο περιπτώσεις τυλιγμάτων, η μία είναι τα χειροποίητα τυλιγμάτων που δημιουργούνται και τοποθετούνται με το χέρι (κυρίως σε μικρές μηχανές), και



η άλλη είναι τα τυλίγματα που προετοιμάζονται σε καλούπια με ειδικές μηχανές και μετά τοποθετούνται και αυτό αφορά κυρίως μηχανές μεγαλύτερης ισχύος και απαιτήσεων. Τα άκρα των ομάδων που συγκροτούν οι σπείρες, συνδέονται με τον συλλέκτη.



Ο συλλέκτης κατασκευάζεται και αυτός από πολλά χάλκινα ελάσματα (τομείς συλλέκτη) μονωμένα, μεταξύ τους και με τις επιφάνειες επαφής τους, προς αποφυγή βραχυκύκλωσης και ενωμένα μεταξύ τους με βίδες.

Ο ανεμιστήρας, είναι στερεωμένος στον άξονα και περιστρέφεται μαζί με αυτόν δημιουργώντας ένα ρεύμα αέρα που περνάει μέσα από το κάλυμα και ανάμεσα από τα ειδικά διαμορφωμένα διάκενα, έτσι ώστε να απάγει την

θερμότητα βγάζοντάς την από την απέναντι μεριά και ουσιαστικά ψύχοντας τον κινητήρα.

Όσον αφορά τα τυλίγματα, χρησιμοποιούμε πολλές σπείρες καταλλήλως συνδεδεμένες μεταξύ τους, για να μπορέσουμε να παράγουμε τις επιθυμητές τάσεις. Έτσι ανάλογα με τον τρόπο σύνδεσης των σπειρών έχουμε δύο κατηγορίες τυλιγμάτων, τα βροχοτυλίγματα και τα κυματοτυλίγματα.

## 3ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΑΣΠΙΝΘΗΡΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ

## 1.ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΝ ΚΕΝΩ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ

Όπως προαναφέραμε, για να δημιουργηθεί η απαιτούμενη ΗΕΔ στο τύλιγμα του δρομέα, η οποία προκαλεί ροή ρεύματος, χρειαζόμαστε μία μαγνητική ροή. Αυτό το πετυχαίνουμε τροφοδοτώντας τα τυλίγματα των πόλων με συνεχές ρεύμα, τα οποία είναι συνδεδεμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να δημιουργούνται εναλλάξ ένας βόρειος και ένας νότιος πόλος, και έτσι οι μαγνητικές γραμμές που εξέρχονται από τον βόρειο πόλο τέμνουν το τύλιγμα του δρομέα, έλκονται και πηγαίνουν στον νότιο πόλο και επιστρέφουν στον βόρειο πόλο, διαγράφοντας ουσιαστικά μία κυκλική τροχιά. Την μεγαλύτερη μαγνητική αντίσταση την συναντάμε στο διάκενο αέρα των πόλων και λόγω αυτής της αντίστασης, υπάρχει ένα μέρος της ροής που βρίσκει έναν πιο σύντομο δρόμο απ' ευθείας από τον νότιο πόλο προς τον βόρειο πόλο, αλλά αυτή η ροή δεν συμβάλλει στην παραγωγή ΗΕΔ. Η ροή αυτή ονομάζεται ροή σκεδάσεως.

## 2.ΤΟ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟ ΠΕΔΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑΤΟΥΣ ΜΕ ΦΟΡΤΙΟ

Όταν δεν υπάρχει συνδεδεμένο φορτίο στην γεννήτρια, δεν υπάρχει ροή ρεύματος στο τύλιγμα του δρομέα και το μόνο μαγνητικό πεδίο που υπάρχει είναι το κύριο μαγνητικό πεδίο (το πεδίο των πόλων). Όταν συνδεθεί φορτίο στη γεννήτρια θα εισέλθει ρεύμα στους αγωγούς του τυλίγμάτός της, το οποίο δημιουργεί ένα άλλο μαγνητικό πεδίο. Τα μαγνητικά πεδία όλων των αγωγών του τυλίγματος, ονομάζονται μαγνητικό πεδίο του τυμπάνου.

Υπάρχουν δηλαδή κατά την λειτουργία της γεννήτριας, δύο μαγνητικά πεδία, τα οποία προστίθενται γεωμετρικώς και μας δίνουν ένα συνιστάμενο πεδίο, με μία συνιστάμενη ροή. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να υπάρχει συγκέντρωση μαγνητικών γραμμών στα άκρα των πόλων, και έτσι λόγω του κορεσμού που δημιουργείται εκεί μεγαλώνει η μαγνητική αντίσταση του κυκλώματος της συνιστάμενης ροής. Άρα υπάρχει μείωση της ροής των πόλων και έτσι μείωση της ΗΕΔ της γεννήτριας. Η επίδραση αυτή του μαγνητικού πεδίου του τυμπάνου στο κύριο μαγνητικό πεδίο των πόλων ονομάζεται αντίδραση του επαγωγικού τυμπάνου.

Η ουδέτερη ζώνη όμως του συνιστάμενου μαγνητικού πεδίου (είναι το σημείο που μηδενίζεται η μαγνητική ροή), είναι διαφορετική από αυτήν του κύριου μαγνητικού πεδίου. Εάν όμως μετακινηθεί (λόγω της ύπαρξης φορτίου, άρα και λειτουργίας της γεννήτριας) η ουδέτερη ζώνη αυτή, οι ψήκτρες θα παραμείνουν σταθερές με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σπινθηρισμοί και έτσι πρόωρη φθορά του συλλέκτη και των ψηκτρών. Υπάρχουν όμως τρόποι αντιμετώπισης του φαινομένου αυτού.

### 3.ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΤΩΝ ΨΗΚΤΡΩΝ

Υπάρχει ένας τρόπος να μειώσουμε τους σπινθηρισμούς και την φθορά στις ψήκτρες και τον συλλέκτη, και αυτός είναι να μετακινήσουμε τις ψήκτρες στην κατάλληλη θέση, αμέσως μόλις μετακινηθεί και η ουδέτερη ζώνη κατά την σύνδεση φορτίου. Αυτός ο τρόπος, δεν εξαλείφει το πρόβλημα, αλλά το ελαχιστοποιεί, και αυτό διότι καθώς μετακινούμε τις ψήκτρες επηρεάζεται το μαγνητικό πεδίο του τυμπάνου και ως συνέπεια επηρεάζεται και η ΗΕΔ η οποία μειώνεται. Λόγω αυτού την μέθοδο αυτή την χρησιμοποιούμε σε γεννήτριες μικρής ισχύος. Στις γεννήτριες μεγάλης ισχύος προσπαθούμε κυρίως να αποφύγουμε τη μετακίνηση της ουδέτερης ζώνης, και να διατηρήσουμε τις ψήκτρες σταθερές, αποφεύγοντας παράλληλα την μείωση του μαγνητικού πεδίου των πόλων.

### 4.ΑΛΛΟΙ ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΗΣ ΑΝΤΙΔΡΑΣΗΣ ΤΟΥ ΕΠΑΓΩΓΙΚΟΥ ΤΥΜΠΑΝΟΥ

Στην προσπάθειά μας να εμποδίσουμε την μετακίνηση του μαγνητικού πεδίου των πόλων, από το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από το τύλιγμα του τυμπάνου, και έτσι να αποφύγουμε την μετακίνηση της ουδέτερης ζώνης, βρήκαμε μία σειρά μεθόδων που θα αναφερθούν παρακάτω.

Η αύξηση της αντίστασης στα άκρα των πόλων, έχει ως αποτέλεσμα την ροή των μαγνητικών γραμμών κυρίως από το μέσο των πόλων και έτσι η μετακίνηση του μαγνητικού πεδίου στα άκρα των πόλων θα είναι ελάχιστη. Αυτό το πετυχαίνουμε διαμορφώνοντας τα άκρα των πόλων έτσι ώστε να έχουμε μεγαλύτερο διάκενο αέρος εκεί, (μεγαλώνοντας την απόσταση πόλου – τυλίγματος τυμπάνου στις άκρες). Ένας άλλος τρόπος είναι να μειώσουμε την επιφάνεια και το μέγεθος των προεξοχών των πόλων, (τα άκρα), και έτσι θα έχουμε περισσότερο κεντρικό κορμό από τον οποίο θα διέρχονται οι μαγνητικές γραμμές.

Ακόμη ένας τρόπος για να εμποδίσουμε την μετακίνηση της ουδέτερης ζώνης, είναι να μειώσουμε την μαγνητική ροή του πεδίου του τυμπάνου διακόπτοντας την κυκλική ροή του (η οποία περνά μέσα από τους κύριους μαγνητικούς πόλους), δημιουργώντας διάκενο αέρος στους κύριους μαγνητικούς πόλους (κάνοντας αυλάκια σε αυτούς).

Στις μεγάλες μηχανές, χρησιμοποιούμε ειδικά τυλίγματα στους κύριους πόλους, τα οποία λέγονται τυλίγματα αντιστάθμισης, και έτσι μειώνουμε την ροή του πεδίου του τυμπάνου. Τα τυλίγματα αντιστάθμισης, είναι αγωγοί που τοποθετούνται εντός των οδοντώσεων των μαγνητικών πόλων και συνδέονται παράλληλα προς τον δρομέα, και σε σειρά μεταξύ τους και με το τύλιγμα του δρομέα, ώστε να περνάει το ρεύμα του δρομέα πρώτα από αυτά και μετά στο φορτίο. Έτσι το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται σε αυτά τα τυλίγματα αντιστάθμισης, εξουδετερώνει το μαγνητικό πεδίο του τυλίγματος του δρομέα και έτσι δεν έχουμε μετατόπιση της ουδέτερης ζώνης και άρα απώλειες και φθορά στις ψήκτρες και τον συλλέκτη.

## 5. Η ΑΝΑΣΤΡΟΦΗ ΤΗΣ ΦΟΡΑΣΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΣΤΙΣ ΟΜΑΔΕΣ ΤΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ ΚΑΙ Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΥΛΛΕΚΤΗ

Το ρεύμα, αλλάζει κατεύθυνση κάθε φορά που οι αγωγοί αλλάζουν πολικότητα κατά την περιστροφή του δρομέα, και αυτό αντιμετωπίζεται από τον συλλέκτη και τις ψήκτρες, που μας δίνουν ρεύμα μιας κατεύθυνσης στο εξωτερικό κύκλωμα.

## 6. Η ΕΞ ΑΥΤΕΠΑΓΩΓΗΣ ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ

Η εξ αυτεπαγωγής ΗΕΔ δημιουργείται όταν μηδενίζεται το ρεύμα και άρα το μαγνητικό πεδίο γύρω από μια ομάδα αγωγών, καθώς αλλάζει κατεύθυνση όπως προείπαμε. Η ΗΕΔ αυτή τείνει να εμποδίσει την μείωση του ρεύματος,

αλλά δημιουργεί ένα ισχυρό ρεύμα μεταξύ της ψήκτρας και των τομέων του συλλέκτη, λόγω της μικρής αντίστασής τους, το οποίο ρεύμα δημιουργεί σπινθηρισμούς και θέρμανση στις ψήκτρες, και επομένως φθορά.

## 7. ΟΙ ΒΟΗΘΗΤΙΚΟΙ ΠΟΛΟΙ

Το ρεύμα που διέρχεται στο τύλιγμα του τυμπάνου, έχει δύο ανεπιθύμητες επιδράσεις στη λειτουργία της γεννήτριας.

Μετατοπίζει την κατεύθυνση του μαγνητικού πεδίου των πόλων, δημιουργώντας έτσι σπινθηρισμούς και φθορά μεταξύ του συλλέκτη και της ψήκτρας. Και συμβάλλει στην ανάπτυξη ΗΕΔ εξ' αυτεπαγωγής η οποία πάλι φέρει το ίδιο ανεπιθύμητο αποτέλεσμα στις ψήκτρες και τον συλλέκτη.

Ένα ισχυρό μέσο αντιμετώπισης αυτών των προβλημάτων είναι η τοποθέτηση μικρών μαγνητικών πόλων στις ουδέτερες ζώνες της γεννήτριας. Αυτοί είναι οι βοηθητικοί πόλοι και μοιάζουν στην κατασκευή με τους κύριους πόλους, έχοντας όμως λίγες σπείρες χονδρού μονωμένου σύρματος, συνδεδεμένου σε σειρά με το τύλιγμα του τυμπάνου. Είναι συνδεδεμένοι κατά τέτοιο τρόπο και τοποθετημένοι δίπλα στους κύριους πόλους, έτσι ώστε κατά την λειτουργία της γεννήτριας με φορτίο, να εξισορροπούν την λειτουργία, εξουδετερώνοντας τις μαγνητικές γραμμές των κύριων πόλων όπου αυτό χρειάζεται, λαμβάνοντας υπ' όψη τη μετακίνηση της ουδέτερης ζώνης και τις αλλαγές των μαγνητικών πεδίων και της ροής του ρεύματος, και να εξαλείφουν τους σπινθηρισμούς στις ψήκτρες και τον συλλέκτη, χωρίς να χρειάζεται να μετακινήσουμε τις ψήκτρες.

## 4ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

# ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

### 1.Η ΗΛΕΚΤΡΕΓΕΡΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΗ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η ΗΕΔ που αναπτύσσεται σε έναν αγωγό, που περιστρέφεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο, δίνεται από την σχέση  $E = B \cdot l \cdot \eta \cdot \omega$ . Στις γεννήτριες συνεχούς ρεύματος όμως η μαγνητική επαγωγή  $B$  δεν είναι σταθερή αλλά μεταβάλλεται, και παρατηρείται πως καθ' όλο το μήκος του κεντρικού κορμού του πόλου είναι σταθερή, γιατί είναι σταθερό και το διάκενο της απόστασης πόλου - δρομέα, αλλά στα άκρα του πόλου μειώνεται και μηδενίζεται εν συνεχεία στις ουδέτερες ζώνες. Για αυτό τον λόγο, χρησιμοποιούμε στη σχέση μας την μέση τιμή της μαγνητικής επαγωγής,  $B_m$ , η οποία αναφέρεται σε όλο το μήκος του πόλου. Έτσι παίρνουμε και μία μέση τιμή της ΗΕΔ η οποία δίνεται από την σχέση :

$$E = k \cdot \Phi \cdot \eta$$

Όπου :

$$k = p \cdot s \cdot w / (a \cdot 60) \text{ ( παράγοντας διαφορετικός σε κάθε γεννήτρια)}$$

$\Phi$  = μαγνητική ροή ανά πόλο σε Volt\* sec

$n$  = rpm

$p$  = αριθμός ζευγών μαγνητικών πόλων της γεννήτριας

$s$  = αριθμός στοιχείων τυλίγματος

$w$  = αριθμός αγωγών ανα στοιχείο

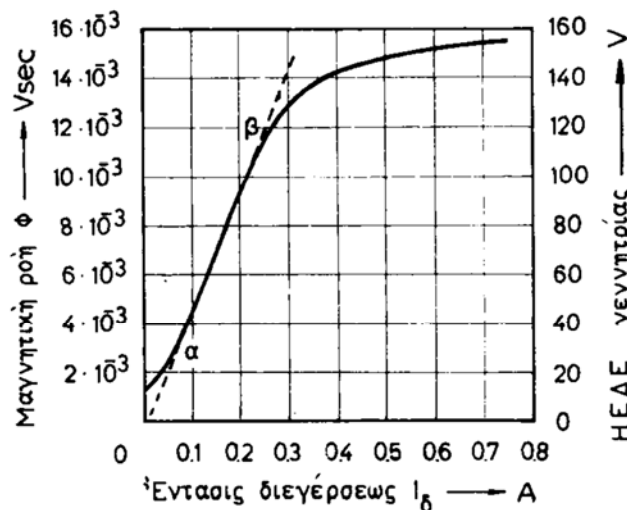


$\alpha$  = αριθμός ζευγών παράλληλων κλάδων

## 2. Η ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΧΩΡΙΣ ΦΟΡΤΙΟ

Βάσει του παραπάνω τύπου, συμπεραίνουμε ότι, η ΗΕΔ της γεννήτριας συνεχούς ρεύματος είναι ανάλογη προς την ροή ανά πόλο και προς τις στροφές ( $\eta$ ).

Άρα εάν διατηρήσουμε σταθερές τις στροφές, τότε η ΗΕΔ είναι ανάλογη μόνο προς την ροή που παράγεται από τα ελίγματα διέγερσης των πόλων. Τα ελίγματα όμως αυτά είναι σταθερά και έτσι η ροή εξαρτάται μόνο από την ένταση διέγερσης των ελιγμάτων. Η μαγνητική ροή όμως δεν είναι ανάλογη της έντασης διέγερσης και αυτό γιατί η αντίσταση του μαγνητικού κυκλώματος δεν είναι σταθερή, και γιατί υπάρχει παραμένων μαγνητισμός ακόμη και όταν η ένταση διέγερσης είναι μηδενική. Άρα συνοψίζοντας βρίσκουμε ότι η ΗΕΔ είναι ανάλογη με την μαγνητική ροή, όχι όμως και με την ένταση διέγερσης η οποία, ναί μεν επηρεάζει την μαγνητική ροή αλλά με διακυμάνσεις και αυξομειώσεις χωρίς αυτά τα δύο μεγέθη να είναι ευθέως ανάλογα. Τα παραπάνω εκφράζει το εξής διάγραμμα:



Σχ. 4-2 α.

Μεταβολή μαγνητικής ροής και ηλεκτρογεννητικής δυνάμεως γεννήτριας συναρτήσει της μεταβολής της έντασεως διέγερσεως.

## 3. ΕΙΔΗ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Το τύλιγμα διέγερσης των πόλων σε μία γεννήτρια θα πρέπει να τροφοδοτείται με ρεύμα για την αύξηση της έντασης του μαγνητικού πεδίου (σημείωση πως υπάρχει παραμέντων μαγνητισμός). Το ρεύμα σε πολλές περιπτώσεις το παίρνουμε από την ίδια την γεννήτρια με διάφορους τρόπους σύνδεσης του τυλίγματος διέγερσης. Έτσι έχουμε:

Τις γεννήτριες ξένης διέγερσης

Τις γεννήτριες παράλληλης διέγερσης

Τις γεννήτριες διέγερσης σειράς

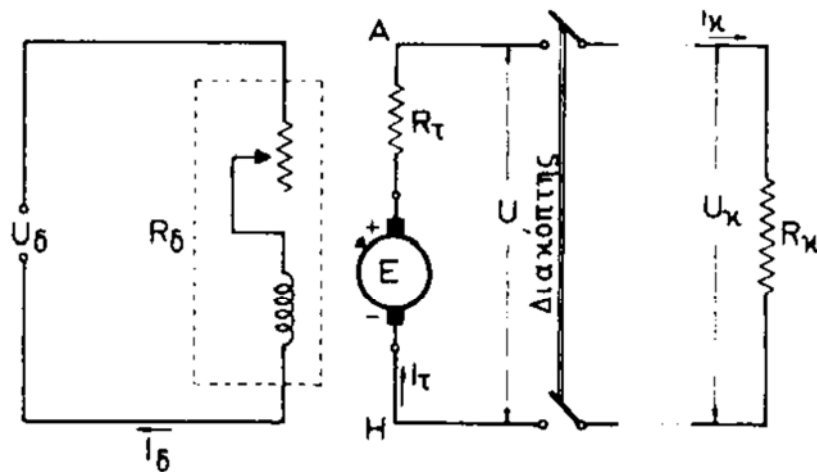
Τις γεννήτριες σύνθετης διέγερσης

#### 4. Η ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Σε αυτές τις γεννήτριες, το τύλιγμα διέγερσης τροφοδοτείται από μία ξένη πηγή και έχει ως εξής : το τύλιγμα του τυμπάνου συνδέεται με τις ψήκτρες, οι θετικές ψήκτρες συνδέονται με τον θετικό πόλο της γεννήτριας και οι αρνητικές ψήκτρες με τους βοηθητικούς, ή με τον αρνητικό πόλο της όταν δεν υπάρχουν βοηθητικοί. Τους πόλους τους συνδέουμε μέσω ασφαλειών και διακόπτη σε έναν πίνακα ελέγχου της γεννήτριας και το τύλιγμα διέγερσής της σε ακροδέκτες που βρίσκονται σε ειδικό κιβώτιο. Έτσι μπορούμε να ελέγχουμε την λειτουργία της ανα πάσα στιγμή. Τέλος σημειώνεται ότι, εάν αλλάξει η φορά περιστροφής του τυμπάνου της ή αλλάξει η διεύθυνση του ρεύματος διέγερσης, αλλάζει και η πολικότητα της μηχανής, εάν όμως αλλάξουν και τα δύο μαζί η πολικότητα παραμένει σταθερή.

#### 5.ΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Για την καλύτερη εξέταση της σχέσης ΗΕΔ – τάσης – έντασης σε μια γεννήτρια, χρησιμοποιούμε το ισοδύναμο κύκλωμά της.



**Σχ. 4-5 α.**

**Ίσοδύναμον κύκλωμα μηχανής ξένης διεγέρσεως.**

Όπου:

$U_{\delta}$  = τάση τροφοδότησης κυκλώματος διέγερσης

$I_{\delta}$  = Ένταση δια του κυκλώματος διέγερσης

$R_{\delta}$  = Αντίσταση κυκλώματος διέγερσης

$E$  = ΗΕΔ γεννήτριας

$U$  = πολική τάση γεννήτριας

$I_{\tau}$  = Ένταση στο τύλιγμα της γεννήτριας

$R_{\tau}$  = Ωμική αντίσταση τυλίγματος του τυμπάνου

$U_{\kappa}$  = τάση που εφαρμόζεται στα άκρα κατανάλωσης

$I_{\kappa}$  = ένταση φορτίου

$R_{\kappa}$  = Ωμική αντίσταση τυλίγματος του τυμπάνου

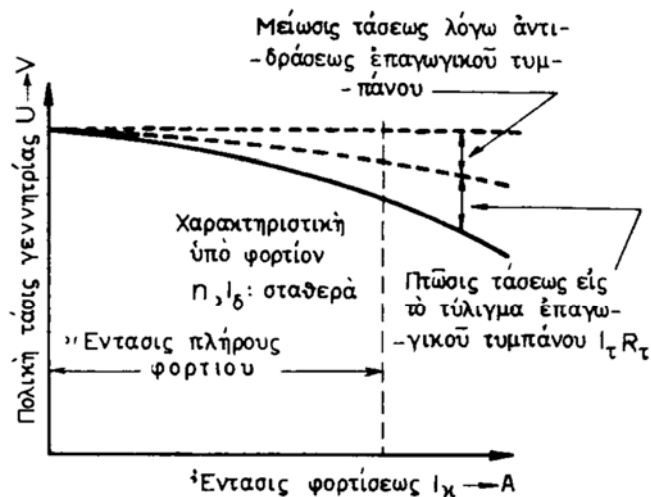
Επίσης ισχύει ότι από τον τύπο :  $U = E - I_{\tau} \cdot R_{\tau}$  (Volt), η πολική τάση είναι μικρότερη από την ΗΕΔ ( $E$ ) και από την ισότητα  $U = U_{\kappa}$  έχουμε πως η τάση που εφαρμόζεται στα άκρα της κατανάλωσης είναι ίση με την πολική τάση, (αυτό συμβαίνει όταν ο καταναλωτής βρίσκεται πολύ κοντά στην γεννήτρια).

## 6.Η ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ ΚΑΜΠΥΛΗ, ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΞΕΝΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Αν μετρήσουμε την τάση στα άκρα μιάς γεννήτριας η οποία λειτουργεί χωρίς φορτίο, θα μετρήσουμε ουσιαστικά την ΗΕΔ που αντιστοιχεί σε εκείνες τις συνθήκες χωρίς φορτίο.

Αν όμως συνδέσουμε φορτίο με ένταση φόρτισης  $I_k$ , χωρίς να μεταβάλλουμε την ένταση αυτή, ούτε τις στροφές, θα μετρήσουμε μία μικρότερη από την προηγούμενη τάση, τόσο μικρότερη όσο μεγαλύτερη θα είναι η ένταση φόρτισης. Η μείωση αυτή οφείλεται στο ότι, η ΗΕΔ της γεννήτριας υπό φορτίο είναι μικρότερη από αυτήν που έχει εν κενώ, λόγω μείωσης της ροής εξ' αιτίας της αντίδρασης του επαγωγικού τυμπάνου, και στο ότι υπάρχει πτώση τάσης μέσα στο τυλίγμα του επαγωγικού τυμπάνου, λόγω αντίστασης του τυλίγματος.

Εάν την παραπάνω διαδικασία την επαναλάβουμε και πάρουμε τις τιμές της έντασης φόρτισης και της τάσης στους πόλους της γεννήτριας, έχουμε το παρακάτω διάγραμμα :



**Σχ. 4·6 α.**

Χαρακτηριστική υπό φορτίον γεννήτριας ξένης διεγέρσεως.

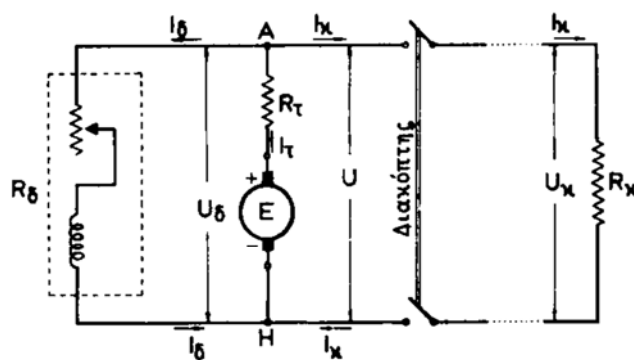
Όπως παρατηρούμε, η πολική τάση ελαττώνεται όταν το φορτίο της γεννήτριας μεγαλώνει.

## 7.Η ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Εδώ το τύλιγμα διέγερσης των πόλων συνδέεται παράλληλα προς το τύλιγμα της μηχανής και προς το φορτίο της και τροφοδοτείται από την ίδια την μηχανή. Υπάρχουν και εδώ πίνακες ελέγχου, και το τύλιγμα της μηχανής συνδέεται με τον ίδιο τρόπο όπως και στη γεννήτρια ξένης διέγερσης.

Υπάρχει όμως ένας επιπλέον ακροδέκτης που βραχυκυκλώνει το τύλιγμα διέγερσης, όταν διακόπτουμε την διέγερση, ώστε να μην δημιουργούνται μεγάλοι σπινθήρες στις επαφές.

#### 8.ΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ



**Σχ. 4-8 α.**

**Ίσοδύναμον κύκλωμα γεννήτριας παραλλήλου διεγέρσεως.**

Η συμβολισμοί είναι οι ίδιοι με της ξένης διέγερσης, και ισχύει και εδώ πως η πολική τάση της γεννήτριας είναι μικρότερη από την ΗΕΔ, λόγω πτώσης τάσης.

Η ένταση όμως του τυλίγματος της γεννήτριας, είναι μεγαλύτερη από την ένταση κατανάλωσης γιατί μέρος αυτής τροφοδοτεί τη διέγερση.

Άρα έχουμε :  $I_t = I_k + I_\delta$

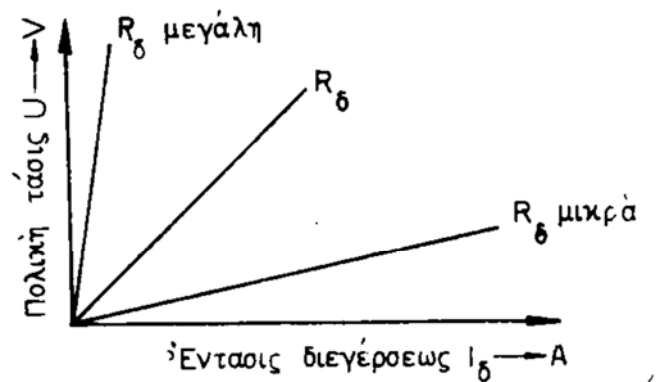
Αν παραβλέψουμε την αντίσταση της γραμμής τροφοδοσίας της κατανάλωσης, βρίσκουμε ότι η τάση στα άκρα του τυλίγματος διέγερσης είναι ίση με την πολική τάση της μηχανής και με την τάση που επιβάλλεται στα άκρα της κατανάλωσης.

Δηλαδή :  $U = U_\delta = U_k$

## 9.ΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΕΥΘΕΙΕΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Η ένταση στις αυτοδιεγειρόμενες γεννήτριες εξαρτάται από την πολική τάση και από την αντίσταση του κυκλώματος διέγερσης και αυτό εκφράζεται από τον τύπο :  $I_{\delta} = U_{\delta}/R_{\delta}$ . Λύνοντάς την προς  $R_{\delta}$  έχουμε :  $R_{\delta} = U_{\delta}/I_{\delta}$

Και παριστάνεται γραφικά και για διαφορετικές τιμές της αντίστασης, ως εξής:



Σχ. 4·9 α.

**Χαρακτηριστικάι ευθείαι γεννήτριας παράλληλου διεγέρσεως.**

Όσο μικραίνει η αντίσταση, μεγαλώνει η ένταση (αντιστρόφως ανάλογα μεγέθη)

Όσο μεγαλώνει η αντίσταση, μεγαλώνει και η τάση.

## 10.ΑΥΤΟΔΙΕΓΕΡΣΗ ΤΗΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑΣ

Παρακάτω θα εξεταστεί ο τρόπος με τον οποίο αναπτύσσεται η ΗΕΔ σε μία γεννήτρια παράλληλης διέγερσης.

Επειδή κατά την εν κενώ λειτουργία της γεννήτριας η ένταση διέγερσης είναι πολύ μικρή σε σχέση με την ένταση πλήρους φορτίου, η εσωτερική πτώση τάσης είναι αμελητέα. Τότε η ΗΕΔ και η εν κενώ τάση της γεννήτριας θα είναι περίπου ίσες.

Ας υποθέσουμε ότι η αντίσταση διέγερσης της γεννήτριας είναι η  $R_{\delta}$ , έτσι η ΗΕΔ της γεννήτριας αναπτύσσεται ως εξής: αρχικά η γεννήτρια τίθεται σε κίνηση χωρίς κανένα φορτίο και έχει τις κανονικές της στροφές. Αρχικά λόγω

του παραμένοντος μαγνητισμού αναπτύσσεται μία μικρή ΗΕΔ που προκαλεί μια ένταση διέγερσης που κλείνει το κύκλωμα μέσω της διέγερσης. Η ένταση αυτή προκαλεί μια αύξηση της μαγνητικής ροής, και ως συνέπεια αναπτύσσεται η ΗΕΔ. Η δε μεγαλύτερη ΗΕΔ προκαλεί μια μεγαλύτερη ένταση και αυτή με την σειρά της μία μεγαλύτερη ροή και μία μεγαλύτερη ΗΕΔ. Αυτό γίνεται μέχρι ενός σημείου που θαυπάρξει κορεσμός του μαγνητικού κυκλώματος της γεννήτριας. Υπάρχει τέλος μία κρίσιμη τιμή της αντίστασης, που πέρα από αυτήν εμποδίζεται η αυτοδιέγερση της γεννήτριας, αυτή είναι η  $R_{\delta k}$ .

#### 11. ΜΗ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Υπάρχουν στιγμές που η γεννήτρια δεν μας δίνει τάση, και αποκτάει πάλι τις κανονικές της στροφές. Παρακάτω θα αναφερθούμε στους λόγους που εμποδίζεται η αυτοδιέγερση της γεννήτριας.

Αυτοί είναι :

Η έλλειψη παραμένοντος μαγνητισμού λόγω βλάβης κατά την μεταφορά της, ή υπερθέρμανσής της λόγω λάθους στην σύνδεσή της ή επειδή παρέμεινε ανενεργή για μεγάλο χρονικό διάστημα.

Η αντίστροφη σύνδεση του τυλίγματος διέγερσης, η οποία κατά την ανάπτυξη της ΗΕΔ η οποία με την σειρά της προκαλεί ροή ρεύματος, σε αυτή την περίπτωση θα προκαλέσει αντίστροφη ροή ρεύματος, και αυτή η αντίστροφη ροή ρεύματος θα προκαλέσει μία μαγνητική ροή η οποία δεν θα προστίθεται στον παραμένον μαγνητισμό αλλά θα του αντιτίθεται και έτσι θα ελαττώνεται και η ΗΕΔ.

Η αλλαγή φοράς περιστροφής της γεννήτριας, που έχει σαν αποτέλεσμα την αλλαγή της πολικότητάς της και έτσι την αλλαγή της φοράς του ρεύματός της και την έλλειψη αυτοδιέγερσης. Στην περίπτωση αυτή, θα πρέπει μαζί με την αλλαγή της φοράς της, να αλλάξουμε και την συνδεσμολογία για να διατηρήσουμε την λειτουργία της μηχανής σταθερή.

Η μεγάλη αντίσταση στο κύκλωμα διέγερσης, που όταν είναι μεγαλύτερη από την κρίσιμη αντίσταση υπάρχει έλλειψη αυτοδιέγερσης όπως προείπαμε πιο επάνω. Αυτό συμβαίνει λόγω ακαθαρσιών στον συλλέκτη, ή λόγω φθαρμένων ψηκτρών ή λόγω χαλαρών συνδέσεων στο κύκλωμα.

Η εφαρμογή φορτίου στο κύκλωμα από την αρχή της αυτοδιέγερσής της, την οποία εμποδίζει να αναπτυχθεί. Θα πρέπει να εφαρμόζουμε το φορτίο αφού αποκτήσει η γεννήτρια την κανονική της τάση.

## 12.Η ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Όπως προαναφέραμε κατά την λειτουργία χωρίς φορτίο, η πολική τάση δεν διαφέρει από την ΗΕΔ κατά πολύ. Όταν όμως της βάλουμε ένα φορτίο διατηρώντας την ένταση διέγερσης και τις στροφές της σταθερά, η πολική τάση μειώνεται. Αυτό γίνεται διότι :

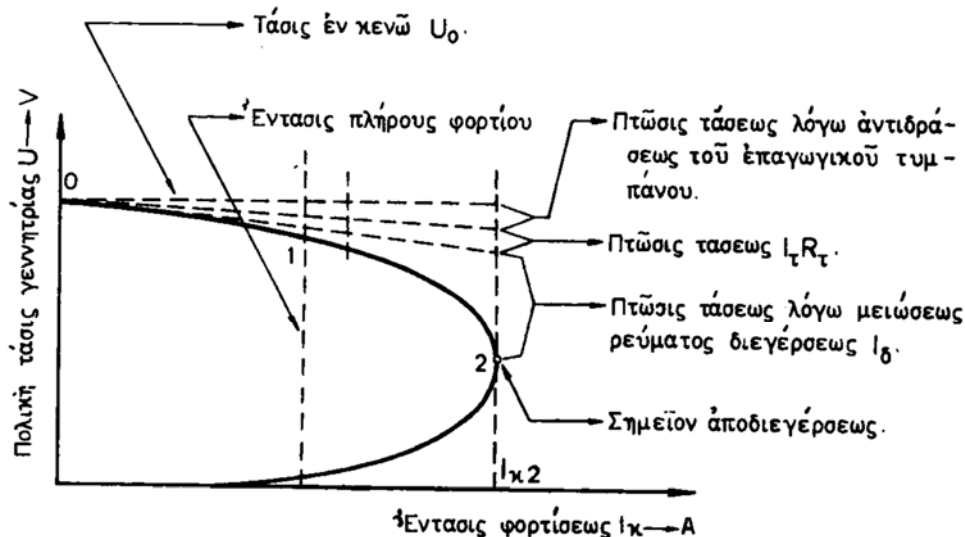
>Υπάρχει η αντίδραση του επαγωγικού τυμπάνου.

>Υπάρχει πτώση τάσης λόγω της αντίστασης του τυλίγματος του επαγωγικού τυμπάνου.

>Μειώνεται το ρεύμα διέγερσης

Μεταβάλλοντας διαδοχικά το φορτίο της γεννήτριας, χαράσσουμε την χαρακτηριστική πολικής τάσης – έντασης της γεννήτριας.





Σχ. 4-12 α.

Χαρακτηριστική ὑπὸ φορτίον γεννητριάς παραλλήλου διεγέρσεως.

Παρατηρούμε ἐδῶ ὅτι, λόγω τῆς μείωσης τῆς τάσης ἀπὸ τους παραπάνω λόγους, ἡ καμπύλη, ὅσο αυξάνεται ἡ ἔνταση φόρτισης, παρουσιάζει πτωτική τάση. αὐτὸ γίνεται μέχρι τὸ σημεῖο ἀποδιέγερσης τῆς μηχανῆς, ὅπου τὸ φορτίο εἶναι πολὺ μεγάλο πλέον καὶ ἡ μηχανὴ ουσιαστικὰ ἀποδιεγείρεται.

### 13. ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΕΙΡΑΣ

Στις γεννήτριες σειρᾶς τὸ τυλίγμα διέγερσης συνδέεται σε σειρὰ πρὸς τὸ φορτίο τῆς μηχανῆς, καὶ διεγείρεται ἀπὸ τὴν ἴδια τὴν μηχανή, με τὸν ἴδιο τρόπο πού αὐτὸ γίνεται στις γεννήτριες παράλληλης σύνδεσης, ἐδῶ ὅμως πρέπει νὰ εἶναι τὸ φορτίο συνδεδεμένο ἐξ ἄρχῆς γιὰ νὰ ὑπάρχει κύκλωμα.

Οἱ πόλοι συνδέονται ὅπως καὶ στις προηγούμενες μηχανές, καὶ τὸ τυλίγμα διέγερσής τους εἶναι διαφορετικὸ ὡς πρὸς τὴν κατασκευὴ καὶ τὴν σύνδεσή του, αὐτὴ τὴ φορά. Τα δύο τοῦ ἄκρα συνδέονται στους ἀκροδέκτες πού βρίσκονται στο κιβώτιο ἀκροδεκτῶν. Τὸ ἓνα ἄκρο τοῦ τυλίγματος διέγερσης τὸ συνδέουμε με τὸ ἄκρο τοῦ τυλίγματος τῶν βοηθητικῶν πόλων, ἢ με τις ἀρνητικὲς ψήκτρες. Ὑπάρχει καὶ ρυθμιστικὴ ἀντίσταση, γιὰ μικρές ὅμως μεταβολές τοῦ ρεύματος διέγερσης.

Ὅσον ἀφορᾶ τὴν ἀλλαγὴ περιστροφῆς καὶ τὸν παραμένοντα μαγνητισμὸ, ἰσχύουν τα ἴδια με πρὶν, καὶ ἐδῶ πρέπει νὰ ἀλλάξουμε ἐπίσης τὴν συνδεσμολογία μεταξύ τοῦ τυλίγματος διέγερσης καὶ τοῦ τυμπάνου, ὥστε νὰ

μην αντιστραφεί η ροή του ρεύματος και χαθεί ο παραμένων μαγνητισμός, και έτσι πάψει να αυτοδιεγείρεται η μηχανή.

#### 14.ΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΕΙΡΑΣ

Στις γεννήτριες σειράς, το τύλιγμα του τυμπάνου, το τύλιγμα διέγερσης και η αντίσταση του φορτίου συνδέονται σε σειρά. Η πολική τάση της γεννήτριας είναι μικρότερη από την ηλεκτρεγερτική δύναμή της κατά την πτώση τάσης στο τύλιγμα του τυμπάνου και το τύλιγμα διέγερσης. Γι' αυτό ισχύει ο τύπος :

$$U = E - (I_T \cdot R_T + I_\sigma \cdot R_\sigma)$$

Η ένταση του τυλίγματος είναι ίση με την ένταση της κατανάλωσης:

$$I_T = I_k$$

Ενώ η ένταση  $I_\sigma$  του τυλίγματος διέγερσης, είναι μικρότερη από το ρεύμα κατανάλωσης  $I_k$  και εξαρτάται από την τιμή της αντίστασης κατανάλωσης  $R_k$ .

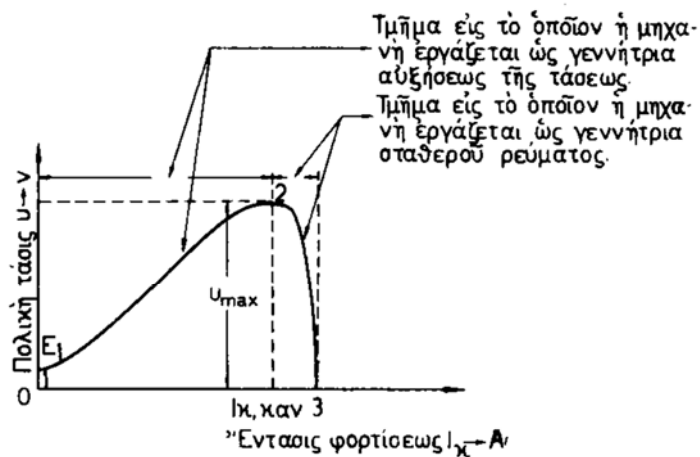
$$I_\sigma = I_k - I_R$$

#### 15.Η ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΣΕΙΡΑΣ

Εάν υποθέσουμε ότι κινούμε την γεννήτρια χωρίς φορτίο, όταν αποκτήσει τις κανονικές της στροφές, θα αναπτυχθεί μια μικρή ΗΕΔ στο τύλιγμά της, λόγω του παραμένου μαγνητισμού στους πόλους της. Η πολική τάση στους ακροδέκτες του συλλέκτη, θα είναι ίση με την ΗΕΔ, γιατί δεν διέρχεται ρεύμα μέσα από την γεννήτρια.

Όταν συνδέσουμε το φορτίο, πριν δώσει η γεννήτρια την κανονική της ισχύ, δίνει ένα ρεύμα μικρής έντασης στο φορτίο, λόγω της χαμηλής τάσης της. Η μικρή αυτή ένταση διέρχεται μέσα από το τύλιγμα διέγερσης και προκαλεί μία μικρή αύξηση της ροής των μαγνητικών πόλων, η οποία με την σειρά της προκαλεί μια αύξηση της ΗΕΔ που προκαλεί μία αύξηση της πολικής τάσης, και αυτό επαναλαμβάνεται ομοίως με πριν, έως που επέλθει κορεσμός στο κύκλωμα και σταθεροποιηθεί η λειτουργία της μηχανής, αφού υποθέτουμε ότι εδώ δεν μεταβάλλεται το φορτίο της.

Εάν μεταβάλλουμε τώρα το φορτίο της και κρατήσουμε τις στροφές σταθερές, και την αντίσταση, έχουμε την δυνατότητα να χαράξουμε την χαρακτηριστική καμπύλη της μηχανής:



**Σχ. 4·15 α.**

**Χαρακτηριστικὴ καμπύλη ὑπὸ φορτίον γεννήτριας διεγέρσεως σειραῆς.**

Εάν αυξήσουμε το φορτίο, παραπάνω ἀπὸ το ὄριο, παρατηρούμε ἐλάττωση τῆς τάσεως.

Εάν μειώσουμε το φορτίο κάτω ἀπὸ το ὄριο, πάλι παρατηρούμε μείωση τῆς τάσεως.

Ἐτσι προκύπτει ὅτι, σε μερικές περιπτώσεις ὅπου το φορτίο ἔχει διακυμάνσεις, δεν θέλουμε να υπάρχουν διακυμάνσεις και στην πολικὴ τάση τῆς γεννήτριας, και ἔτσι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αυτές τις μηχανές.

Υπάρχουν ὅμως περιπτώσεις ὅπου μας εἶναι πολύ χρήσιμες και αυτές εἶναι:

Οι ηλεκτροσυγκολλήσεις ὅπου θέλουμε σταθερό ρεύμα γιατί υπάρχουν διακυμάνσεις τῆς τάσεως ἀπὸ το βολταϊκὸ τόξο.

Και τα δίκτυα μεγάλου μήκους, που υπάρχουν πτώσεις τάσεως ἀπὸ τα αυξομειούμενα φορτία.

## 16.Η ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Στις γεννήτριες σύνθετης διέγερσης, το τύλιγμα διέγερσης αποτελείται από δύο μέρη το παράλληλο και το τύλιγμα σειράς. Το παράλληλο τύλιγμα συνδέεται όπως τις γεννήτριες παράλληλης διέγερσης και το τύλιγμα σειράς όπως τις γεννήτριες διέγερσης σειράς.

Το τύλιγμα σειράς συνδέεται κατά τέτοιο τρόπο ώστε το ρεύμα που το διαρρέει, να ενισχύει το μαγνητικό πεδίο που δημιουργείται από το παράλληλο τύλιγμα.

Αν το τύλιγμα σειράς συνδεθεί αντιστρόφως, αποδυναμώνει το μαγνητικό πεδίο του παράλληλου τυλίγματος, και έτσι έχουμε την γεννήτρια διαφορικής σύνθετης διέγερσης, που χρησιμοποιείται σε ειδικές περιπτώσεις.

Σημειώνεται πως υπάρχει ρυθμιστική αντίσταση για ρύθμιση της τάσης, και ότι προαναφέρθηκε για την αλλαγή φοράς περιστροφής πιο επάνω, ισχύει και εδώ.

#### 17.ΤΟ ΙΣΟΔΥΝΑΜΟ ΚΥΚΛΩΜΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Υπάρχουν δύο περιπτώσεις σύνδεσης του ισοδύναμου κυκλώματος των γεννητριών σύνθετης διέγερσης, και η διαφορά τους είναι στην θέση την οποία τοποθετούμε το τύλιγμα σειράς, ή το κύκλωμα σειράς όταν υπάρχει αντίσταση.

Το κύκλωμα σειράς στην πρώτη περίπτωση, είναι συνδεδεμένο με το τύλιγμα της μηχανής σε σειρά και έτσι θα διαρρέεται από το ρεύμα του τυλίγματος, ενώ στη δεύτερη είναι συνδεδεμένο σε σειρά με το φορτίο της μηχανής και έτσι θα διαρρέεται από το ρεύμα κατανάλωσης. Η συμπεριφορά της γεννήτριας και στις δύο περιπτώσεις θα είναι η ίδια περίπου.

Σε μία γεννήτρια σύνθετης διέγερσης, το μαγνητικό πεδίο που αναπτύσσεται στο τύλιγμα της παράλληλης διέγερσης, είναι πιο ισχυρό από το πεδίο του εν σειρά τυλίγματος διέγερσης.

#### 18.Η ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΗ ΥΠΟ ΦΟΡΤΙΟ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Ανάλογα με την σύνδεση του τυλίγματος σειράς, σε μία γεννήτρια σύνθετης διέγερσης, έχουμε τις γεννήτριες αθροιστικής σύνθετης διέγερσης και τις γεννήτριες διαφορικής σύνθετης διέγερσης.

Στην πρώτη περίπτωση, πετυχαίνουμε μεγαλύτερη πολική τάση από αυτήν της γεννήτριας παράλληλης διέγερσης, της οποίας το μέγεθος θα εξαρτάται από το τύλιγμα σειράς. Τις γεννήτριες αυτές τις χρησιμοποιούμε όπου θέλουμε να έχουμε σταθερότητα τάσης, με την προϋπόθεση ότι το φορτίο βρίσκεται κοντά στην γεννήτρια.

Και στην δεύτερη περίπτωση, σε αντίθεση με πριν, το ρεύμα έχει αντίθετη κατεύθυνση από την κατεύθυνση του παράλληλου τυλίγματος, λόγω της σύνδεσης του τυλίγματος, και έτσι και το μαγνητικό πεδίο του τυλίγματος σειράς είναι αντίθετης κατεύθυνσης από την κατεύθυνση του πεδίου του παράλληλου τυλίγματος. Τις γεννήτριες αυτές τις χρησιμοποιούμε όπου θέλουμε σταθερότητα έντασης όπως οι ηλεκτροσυγκολλήσεις κ.α.

#### 19.Η ΤΑΣΗ ΚΑΙ Ο ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΤΡΟΦΩΝ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Υπάρχει όριο στην τάση και τον αριθμό στροφών σε κάθε γεννήτρια. Όταν έχουμε πολύ μεγάλη τάση, θα υπάρξουν σπινθήρες και φθορά, και όταν έχουμε πολλές στροφές, θα υπάρξουν ζημιές στην μηχανή λόγω της φυγόκεντρου.

Δίνεται παρακάτω ένας πίνακας με τις συνηθισμένες τιμές τους:

### Π Ι Ν Α Κ Σ

#### Συνήθεις τάσεις γεννητριών συνεχούς ρεύματος

Τάσις γεννητριάς	Τάσις έγκαταστάσεως ή δικτύου	Είδος έγκαταστάσεως
7,5 V	6 V	Σύστημα φορτίσεως αυτοκινήτων
15 V	12 V	Σύστημα φορτ. αυτοκ., έγκατ., έπιμετ.
30 V	24 V	» » » » »
40 V	15 ÷ 40 V	Ήλεκτροσυγκολλήσεις
115 V	110 V	Φόρτισις συσσωρευτών έν σειρά
115 V	110 V	Φωτισμός, κίνησις μικρών κινητήρων
230 V	220 V	Φωτισμός, κίνησις
550 V	500 V	Έγκαταστάσεις έλξεως.

#### 20. ΠΩΣ ΘΕΤΟΥΜΕ ΣΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΜΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Πριν βάλουμε σε λειτουργία την γεννήτρια συνεχούς ρεύματος, ανοίγουμε τον διακόπτη φορτίου ( δεν κλείνει κύκλωμα ), και ρυθμίζουμε την αντίσταση ώστε να δίνει την μικρότερη τάση.

Βάζουμε σε λειτουργία την μηχανή και την βάζουμε στην ονομαστική της τάση και τον κανονικό αριθμό στροφών της μηχανής. Μετά κλείνουμε τους διακόπτες φορτίου (βάζουμε φορτίο στην μηχανή), ρυθμίζουμε την τάση αν απαιτείται λόγω της πτώσης, και παρακολουθούμε το αμπερόμετρο και την ένταση.

Για να διακόψουμε την λειτουργία της, ανοίγουμε πρώτα τους διακόπτες και ύστερα ρυθμίζουμε την αντίσταση ώστε να μειωθεί η τάση, και τέλος σταματάμε την κινητήρια μηχανή της γεννητριάς μας.

#### 21. ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Όταν δύο ή περισσότερες γεννήτριες τροφοδοτούν κοινά φορτία, τότε τις λέμε παράλληλες. Αυτές χρησιμοποιούνται σε μεγάλους σταθμούς παραγωγής για τους εξής λόγους:

>Πρόληψη βλάβης κάποιας γεννήτριας, ώστε να λειτουργήσει στην θέση της η παράλληλη

>Ευκολότερη συντήρηση γιατί μπορούμε να διακόψουμε την λειτουργία κάποιας μηχανής όποτε το θελήσουμε

>Βελτίωση του βαθμού απόδοσης

>Αδυναμία κατασκευής τόσο μεγάλου μεγέθους γεννήτριας, όσο απαιτείται για ένα φορτίο όπως το εθνικό δίκτυο

## 22. ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Για να μπορούν να εργαστούν δύο γεννήτριες παράλληλα πρέπει να ισχύουν τα εξής:

>Να έχουν ίδια τάση

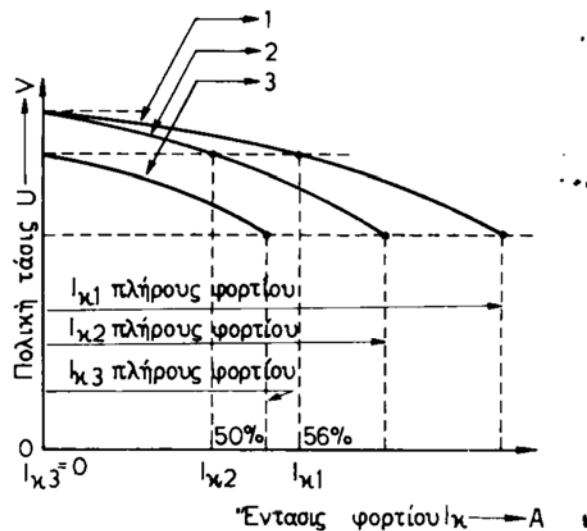
>Οι πόλοι της κάθε γεννήτριας να συνδέονται με τους ανάλογους των ζυγών των φορτίων

Η τάση για τον παραλληλισμό γεννήτριας, πρέπει να ρυθμίζεται έτσι ώστε να είναι λίγο μεγαλύτερη από την τάση των ζυγών των φορτίων γιατί, σε αντίθετη περίπτωση η τάση της άλλης γεννήτριας θα εισχωρούσε στην πρώτη γεννήτρια και αυτή θα εργαζόταν σαν κινητήρας, επίσης θα δεχόταν και κάποια ισχύ. Εάν ήταν ίσες οι τάσεις των ζυγών και των γεννητριών δεν θα υπήρχε διαφορά δυναμικού. Και τέλος, εάν μία γεννήτρια είχε περισσότερο τάση, απ' τις άλλες, θα υπήρχε ανομοιομορφία τροφοδοσίας.

## 23. Ο ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΦΟΡΤΙΟΥ ΣΤΙΣ ΓΕΝΝΗΤΡΙΕΣ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΕΙΑ ΤΟΥΣ

Τον καταμερισμό του φορτίου στις γεννήτριες τον πετυχαίνουμε με την κατάλληλη ρύθμιση της ρυθμιστικής αντίστασης διέγερσης. Η συνηθισμένη όμως λειτουργία των γεννητριών είναι με σταθερή αντίσταση και σταθερές

στροφές. Ο καταμερισμός σε αυτήν την περίπτωση προκύπτει λόγω της διακύμανσης τάσης που έχουν οι γεννήτριες και έτσι ανά πάσα στιγμή έχουν κοινή τάση ανάλογα με τις αλλαγές του φορτίου. Αυτό προκύπτει και από το εξής διάγραμμα:



Σχ. 4-23 α.

Χαρακτηριστικά υπό φορτίον γεννητριών παραλλήλου διεγέρσεως της αυτής τάσεως.

#### 24. Η ΣΤΑΘΕΡΟΤΗΤΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΟΥΣ

Έστω ότι για κάποιο λόγο, οι στροφές της μιας γεννήτριας, από μια υποθετική διάταξη δύο γεννητριών, αυξάνουν. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να αυξηθεί η ΗΕΔ και η τάση της, άρα και η έντασή της και η ισχύς της. Αρα μειώνεται και η ένταση και η ισχύς που δίνει η άλλη γεννήτρια και έτσι μειώνεται το ρεύμα διέγερσής της και η τάση και η ισχύς της.

Βλέπουμε ότι οι δυο γεννήτριες τείνουν να διατηρήσουν τον αρχικό καταμερισμό φορτίου σε αυτές, και παρά τις μικροδιαταραχές που υπάρχουν, γενικά υπάρχει σταθερότητα στην λειτουργία των γεννητριών.

#### 25. ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΘΕΤΗΣ ΔΙΕΓΕΡΣΗΣ

Συνδέουμε τώρα, δύο γεννήτριες υπέρ σύνθετης διέγερσης, διαφορετικής ισχύος με διαφορετική διακύμανση τάσης.



Έστω τώρα ότι αυξάνονται οι στροφές της γεννήτριας 1 και ως συνέπεια αυξάνονται η ΗΕΔ και το ρεύμα που δίνει η γεννήτρια στο φορτίο. Το ρεύμα αυτό περνάει όμως και από το τύλιγμα σειράς, και έτσι ενισχύει ακόμη πιο πολύ το μαγνητικό της πεδίο, αυξάνοντας πιο πολύ την ΗΕΔ κτλ. Έτσι, αυξάνεται το φορτίο της μιας γεννήτριας, μειώνεται όμως το φορτίο της άλλης, και έτσι μειώνεται και η τάση της, και το ρεύμα που περνάει από το τύλιγμα σειράς και εξασθενεί το μαγνητικό της πεδίο.

Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι, οι δύο γεννήτριες υπερσύνθετης διέγερσης, παρουσιάζουν μία αστάθεια λειτουργίας όταν λειτουργούν με παράλληλη μεταξύ τους σύνδεση. Την αστάθεια αυτή την αντιμετωπίζουμε τοποθετώντας έναν εξισωτικό ζυγό, ο οποίος με την κατάλληλη σύνδεση, μας προσφέρει ομαλή λειτουργία της συστοιχίας.

## 26. Η ΙΣΧΥΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Η ισχύς που λαμβάνει η γεννήτρια από τον κινητήρα της, είναι πάντοτε μεγαλύτερη από την ισχύ που λαμβάνουμε από την γεννήτρια, και αυτό οφείλεται στις απώλειες που παρουσιάζονται στο σύστημα.

Αυτό εκφράζεται από τον εξής τύπο :

$$N = N_{\text{εισ}} - N_{\text{απ}}$$

Όπου :

$N$  = ισχύς που λαμβάνουμε από την γεννήτρια

$N_{\text{εισ}}$  = ισχύς που εισέρχεται από την γεννήτρια

$N_{\text{απ}}$  = ισχύς απωλειών της γεννήτριας

Τα αναγραφόμενα μεγέθη τάσης, έντασης και ισχύος, στον εξωτερικό πίνακα της μηχανής, λέγονται ονομαστικά μεγέθη και είναι τα μέγιστα που μπορεί να μας δώσει ή να λάβει η μηχανή.

## 27. ΟΙ ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Οι απώλειες μιας γεννήτριας, εμφανίζονται πάντοτε με την μορφή θερμότητας που ανεβάζει την θερμοκρασία της γεννήτριας. Το μέγεθος αυτό

παύει να αυξάνεται, όταν η θερμότητα που αναπτύσσεται λόγω των απωλειών ισορροπήσει με τον ρυθμό με τον οποίο αποβάλλεται προς το περιβάλλον λόγω του ανεμιστήρα και των αυλακώσεων ψύξης του κορμού.

Οι απώλειες μίας γεννήτριες κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, τις ηλεκτρικές, τις μηχανικές και τις μαγνητικές απώλειες.

Οι ηλεκτρικές απώλειες οφείλονται στην θερμότητα που αναπτύσσεται λόγω της αντίστασης του υλικού των αγωγών στα διάφορα κυκλώματα και είναι ίσες με το άθροισμα των γινομένων  $R \cdot I^2$  των επιμέρους κυκλωμάτων της γεννήτριας.

Οι μαγνητικές απώλειες, οφείλονται στις διαδοχικές μεταβολές της μαγνήτισης του πυρήνα του δρομέα, και στα ρεύματα που κυκλοφορούν στον πυρήνα του δρομέα κατά την περιστροφή του και προκαλούν θερμικές απώλειες, αυτά ονομάζονται δινορεύματα.

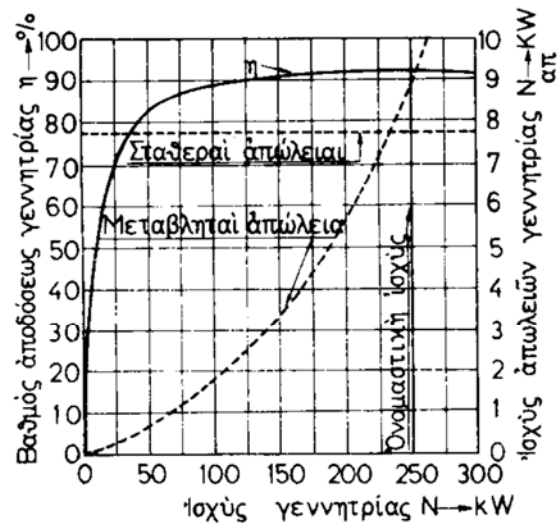
Οι μηχανικές απώλειες είναι οι απώλειες τριβής του άξονα του δρομέα στα ρουλεμάν του στάτη, οι απώλειες τριβής των ψηκτρών στον συλλέκτη και η απώλειες μηχανικού έργου που απορροφάται από τον ανεμιστήρα. Οι απώλειες αυτές είναι ανάλογες με την ταχύτητα περιστροφής του δρομέα.

## 28.Ο ΒΑΘΜΟΣ ΑΠΟΔΟΣΗΣ ΤΩΝ ΓΕΝΝΗΤΡΙΩΝ

Ο βαθμός απόδοσης, ορίζεται ως η ισχύς που λαμβάνουμε από την γεννήτρια, προς την ισχύ που της δίνουμε με τον κινητήρα και είναι πάντοτε μικρότερος της μονάδας.

Ο τύπος είναι :  $\eta = N / N_{\text{εις}}$

Μεταβάλλεται συναρτήσει του φορτίου, από το οποίο εξαρτάται, όπως μας δείχνει και η καμπύλη:



**Σχ. 4-28 α.**

**Μεταβολή βαθμού απόδοσης γεννητριάς συναρτήσει του φορτίου.**

Συνήθως παρατηρούμε την μέγιστη τιμή του, κοντά στην ονομαστική ισχύ της γεννήτριας.

## ΜΕΡΟΣ 2

# ΣΥΝΔΕΣΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε αυτό το μέρος, θα ασχοληθούμε με τις καλωδιώσεις και τους ακροδέκτες που απαιτούνται, έτσι ώστε να μπορέσουμε να διαχειριστούμε το ρεύμα κατά τον επιθυμητό τρόπο, καθώς και να το κατευθύνουμε όπου επιθυμούμε για την επίτευξη του στόχου μας. Αξίζει να σημειωθεί πως, στο εμπόριο υπάρχουν τεράστια ποικιλία από είδη καλωδίων και ακροδέκτες, και αυτό γιατί, ανάλογα με την περίπτωση που έχουμε να διαχειριστούμε, χρειαζόμαστε και το κατάλληλο είδος καλωδίου που διαφέρει από τα άλλα ως προς το υλικό του αγωγού, την διατομή του κ.α. Έτσι προκύπτει πως κάθε υλικό έχει την δική του ειδική αντίσταση που εξαρτάται άμεσα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά, καθώς και απ' το μήκος του αγωγού, και λόγω αυτής το κάθε καλώδιο, αντέχει συγκεκριμένα amperéntασης ρεύματος πάνω από τα οποία προκαλείται φθορά και περεταίρω βλάβες.

Τύπος ειδικής αντίστασης :

$$r = \rho^* (l/s)$$

Εδώ θα εστιάσουμε στα υλικά που απαιτούνται, για τις ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις και το προκύπτον εύρος ισχύος που έχουμε να διαχειριστούμε, όπως και στο εργαστήριό μας. Επιπλέον Θα παρουσιάσουμε ορισμένους

πίνακες με τα χαρακτηριστικά μερικών ειδών καλωδίου που κυκλοφορούν στο εμπόριο, θα περιγράψουμε τον τρόπο σύνδεσης των ακροδεκτών στους ανάλογους πίνακες, καθώς και τον τρόπο ένωσης των καλωδίων και τον τρόπο με τον οποίο γίνονται οι σχετικές κολλήσεις.

## 2.ΕΙΔΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΓΙΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ

Τα είδη αυτά είναι τα εξής:

>καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων

>Βιομηχανικών χρήσεων και εξωτερικών εγκαταστάσεων:

καλώδια ισχύος έως 1000 volt

καλώδια ισχύος πάνω από 1000 volt

>βραδύκαυστα – πυράντοχα ( πλοίων και ναυτικών εγκαταστάσεων)

>Υψηλής τάσης

### ΚΑΛΩΔΙΑ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Είναι τα καλώδια που χρησιμοποιούμε σε κλειστές εγκαταστάσεις οικιών κ.α.. Οι αγωγοί έχουν μόνωση από PVCή ειδικό ελαστικό και περιβάλλονται από έναν μανδύα από τα ανάλογα υλικά.

## ΔΙΑΤΙΘΕΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΞΗΣ ΠΑΡΑΛΛΑΓΕΣ:

1. Καλώδια για γενικές χρήσεις με μόνωση PVC χωρίς μανδύα κατάλληλα για τοποθέτηση σε σωλήνες πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1		ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ				
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
1x1,5*	2,8	19	12,1	16	29,0	25,0
1x1,5	2,9	20	12,1	16	29,0	25,0
1x2,5*	3,3	29	7,41	20	18,0	15,0
1x2,5	3,4	30	7,41	20	18,0	15,0
1x4,0*	3,8	44	4,61	26	11,0	9,5
1x4,0	4,0	46	4,61	26	11,0	9,5
1x6,0*	4,3	62	3,08	34	7,3	6,4
1x6,0	4,5	64	3,08	34	7,3	6,4
1x10*	5,5	104	1,83	46	4,4	3,8
1x10	5,8	107	1,83	46	4,4	3,8
1x16	6,8	160	1,15	61	2,8	2,4
1x25	8,3	255	0,727	80	1,75	1,5
1x35	9,4	345	0,524	99	1,25	1,1
1x50	11,1	470	0,387	119	0,95	0,82
1x70	12,7	665	0,268	151	0,66	0,57
1x95	14,7	920	0,193	182	0,50	0,43
1x120	16,2	1140	0,153	210	0,41	0,36
1x150	18,0	1405	0,124	240	0,34	0,30
1x185	20,1	1760	0,0991	273	0,28	0,26
1x240	23,0	2320	0,0754	320	0,25	0,22
1x300	25,5	2895	0,0601	367	0,22	0,19
1x400	28,7	3700	0,0470	441	0,19	0,16

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

\* Τα καλώδια αυτά έχουν μονόκλωνο αγωγό (τύπου U). Τα λαπά έχουν πολύκλωνο (τύπου R)

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30° C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

2. Καλώδια για γενικές χρήσεις με εύκαμπτο αγωγό, μόνωση PVC χωρίς μανδύα κατάλληλα για τοποθέτηση σε σωλήνες πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
					2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1,5	3,0	20	13,3	16	29,0	25,0
1x2,5	3,7	31	7,98	20	18,0	15,0
1x4,0	4,2	45	4,95	26	11,0	9,5
1x6,0	5,2	65	3,30	34	7,3	6,4
1x10	6,3	110	1,91	46	4,4	3,8
1x16	8,0	170	1,21	61	2,8	2,4
1x25	9,9	260	0,780	80	1,75	1,5
1x35	11,1	350	0,554	99	1,25	1,1
1x50	13,3	500	0,386	119	0,95	0,82
1x70	15,2	690	0,272	151	0,66	0,57
1x95	16,9	905	0,206	182	0,50	0,43
1x120	20,0	1160	0,161	210	0,41	0,36
1x150	21,9	1445	0,129	240	0,34	0,30
1x185	22,9	1760	0,106	273	0,28	0,26
1x240	26,8	2340	0,0801	320	0,25	0,22
1x300	28	2855	0,0641	367	0,22	0,19

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

Οι παραπάνω εντάσεις φόρτισης δίνονται για θερμοκρασία περιβάλλοντος 30°C. Για άλλες θερμοκρασίες περιβάλλοντος ισχύει ο συντελεστής διόρθωσης:

Αφορά τα καλώδια H07V-K, H05V-U, H05V-K.

Θερμοκρασία °C	15	20	25	30	35	40	45	50
Συντελεστής διόρθωσης	1,17	1,12	1,06	1,0	0,94	0,87	0,79	0,71

3. Καλώδια για εσωτερική καλωδίωση με μονόκλωνο αγωγό, μόνωση από πολυβινυλοχλωρίδιο, χωρίς μανδύα.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
					2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x0,5	2,0	8	36,0	3	87	75
1x0,75	2,2	11	24,5	6	59	51
1x1,0	2,3	13	18,1	10	44	38

Χρώματα

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1	ΚΙΤΡΙΝΟ/ΠΡΑΣΙΝΟ, ΜΑΥΡΟ, ΚΑΦΕ, ΓΚΡΙ, ΚΟΚΚΙΝΟ, ΛΕΥΚΟ
-------------	--

4. Καλώδια για εσωτερική καλωδίωση με εύκαμπτο αγωγό, μόνωση PVC χωρίς μανδύα.

Πίνακας χαρακτηριστικών :

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
					2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x0,5	2,0	8	39,0	3	94	81
1x0,75	2,2	11	26,0	6	63	54
1x1,0	2,3	13	19,5	10	47	41

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

5. Καλώδια για σταθερή καλωδίωση με μόνωση και μανδύα από PVC, για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ (ανά A/m)	
					2 καλώδια 1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ή 4 καλώδια 3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
2x1,5	8,3	105	12,1	20	29,0	—
2x2,5	9,5	140	7,41	27	18,0	—
2x4,0	10,4	185	4,61	36	11,0	—
2x6,0	11,4	235	3,08	46	7,3	—
2x10	14,7	390	1,83	63	4,4	—
2x16	16,7	545	1,15	85	2,8	—
2x25	19,7	800	0,727	112	1,8	—
2x35	19,0	875	0,524	138	1,3	—
3x1,5	8,4	115	12,1	20	29,0	25,0
3x2,5	9,6	165	7,41	27	18,0	15,0
3x4,0	10,7	225	4,61	36	11,0	9,5
3x6,0	12,1	305	3,08	46	7,3	6,4
3x10	15,3	495	1,83	63	4,4	3,8
3x10+1,5	15,3	490	1,83	63	4,4	3,8
3x16	17,8	725	1,15	85	2,8	2,4
3x25	21,4	1100	0,727	112	1,8	1,5
3x35	24,0	1435	0,524	138	1,3	1,1
4x1,5	9,1	140	12,1	20	—	2,5
4x2,5	10,5	200	7,41	27	—	15,0
4x4,0	12,1	285	4,61	36	—	9,5
4x6,0	13,3	370	3,08	46	—	6,4
4x10	16,8	610	1,83	63	—	3,8
4x16	19,5	900	1,15	85	—	2,4
4x25	23,6	1370	0,727	112	—	1,5
4x35	26,4	1795	0,524	138	—	1,1
5x1,5	9,9	165	12,1	20	—	25,0
5x2,5	11,4	235	7,41	27	—	15,0
5x4,0	13,1	340	4,61	36	—	9,5
5x6,0	14,5	445	3,08	46	—	6,4
5x10	18,5	735	1,83	63	—	3,8
5x10+1,5	18,5	740	1,83	63	—	3,8
5x16	21,8	1110	1,15	85	—	2,4
5x16+1,5	21,8	1100	1,15	85	—	2,4
5x25	25,9	1655	0,727	112	—	1,5
5x35	29,0	2190	0,524	138	—	1,1



6. Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από ελαστικό για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία. Αντοχή σε μικρές μηχανικές καταπονήσεις.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m
2x0,75	6,3	50	26,7	12	64
2x1,0	8,8	60	20,0	15	48
2x1,5	8,4	90	13,7	18	31
2x2,5	9,9	150	8,2	26	9
3x0,75	6,9	65	26,7	12	56
3x1,0	7,2	85	20,0	15	42
3x1,5	8,9	115	13,7	18	27
3x2,5	10,6	180	8,2	26	7
3x4,0	12,3	245	5,1	34	10
3x6,0	14,9	345	3,4	44	6,7
4x0,75	7,5	80	26,7	12	56
4x1,0	7,9	100	20,0	15	42
4x1,5	9,9	145	13,7	18	27
4x2,5	11,8	215	8,2	26	17
4x4,0	13,7	305	5,1	34	10
4x6,0	16,6	430	3,4	44	6,7
5x0,75	8,3	100	26,7	12	56
5x1,0	8,8	120	20,0	15	42
5x1,5	10,8	175	13,7	18	27
5x2,5	13,1	270	8,2	26	17

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 60°C

7. Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα απόPVC, για χρήση και σε υγρούς χώρους. Αντοχή σε μέτριες καταπονήσεις.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m
2x0,75	6,5	60	26,0	6	62
2x1,0	6,9	70	19,5	10	47
2x1,5	7,6	80	13,3	16	32
2x2,5	9,3	120	8,0	25	16
2x4,0	10,6	165	5,0	32	12
3x0,75	6,7	65	26,0	6	54
3x1,0	7,3	85	19,5	10	41
3x1,5	8,3	105	13,3	16	28
3x2,5	10,1	160	8,0	20	17
3x4,0	11,7	245	5,0	25	10
3x6,0*	13,6	313	3,3	38	6,4
4x0,75	7,3	75	26,0	6	54
4x1,0	8,1	105	19,5	10	41
4x1,5	9,3	130	13,3	16	28
4x2,5	11,1	195	8,0	20	17
4x4,0	12,6	275	5,0	25	10
4x6,0*	15	383	3,3	38	6,4
5x0,75	8,1	95	26,0	6	54
5x1,0	8,6	110	19,5	10	41
5x1,5	10,5	175	13,3	16	28
5x2,5	12,3	240	8,0	20	17
5x4,0	14,1	340	5,0	25	10
5x6,0*	16,9	472	3,3	38	6,4
7x1,0	9,6	145	19,5	13	41
7x1,5	12,3	230	13,3	17	28
7x2,5	13,6	310	8,0	21	17

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

8. Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από PVC για αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες. Παρουσιάζουν ιδιαίτερη ευκαμπτότητα.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A
2x0,50	5,1	33	39	3
2x0,75	5,5	41	26	6
3x0,50	5,4	42	39	3
3x0,75	5,8	55	26	6
4x0,50	5,9	50	39	3
4x0,75	6,4	65	26	6

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

9. Καλώδια για σταθερή καλωδίωση με μόνωση και μανδύα από πολυβινυλοχλωρίδιο με δύσκαμπτο αγωγό.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
					1 ΦΑΣΗ	3 ΦΑΣΕΙΣ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	mV/A/m	mV/A/m
2x1,5	3,8x10,5	62	12,1	20	29	—
2x2,5	4,5x12,1	91	7,41	27	18	—
2x4,0	5,3x14,8	128	4,61	36	11	—
3x1,5	3,8x17,3	94	12,1	18	29	25,0
3x2,5	4,6x19,6	138	7,41	24	18	15,0
3x4,0	5,3x24,3	192	4,61	32	11	9,5
4x1,5	3,8x24	126	12,1	18	—	25,0
4x2,5	4,5x27,2	185	7,41	24	—	15,0

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

10. Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση από PVC (παράλληλοι αγωγοί) για πολύ ελαφριές χρήσεις. Ακατάλληλο για χρήση κοντά σε υψηλές θερμοκρασίες.

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A
2x0,50	2,5x5,3	21,1	21,1	3
2x0,75	2,8x5,8	26,8	26,8	6

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

ΚΑΛΩΔΙΑ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΞΩΤΕΡΙΚΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ

Τα καλώδια αυτά, λόγω των συνθηκών στις οποίες καλούνται να εργασθούν, είναι ενισχυμένα με συμπαγή υλικά και μεταλλικές ταινίες και έτσι παρουσιάζουν υψηλή αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις. Οι αγωγοί τους είναι από χαλκό ή αλουμίνιο.

**ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΞΗΣ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ:**

1. Καλώδια ισχύος με μόνωση και μανδύα από PVC, για εγκατάσταση στον αέρα ή στο έδαφος, σε υγρό ή ξηρό περιβάλλον.

Πίνακες χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1,5	5,5	46	12,1	18	25	29	25
1x2,5	5,9	60	7,41	24	34	18	15
1x4	6,7	80	4,61	32	43	11	9,5
1x6	7,2	100	3,08	41	55	7,3	6,4
1x10	8,3	150	1,83	56	75	4,4	3,8
1x16	9,3	210	1,15	73	100	2,8	2,4
1x25	10,9	315	0,727	99	135	1,75	1,5
1x35	12,0	410	0,524	121	170	1,25	1,1
1x50	13,7	550	0,387	147	205	0,94	0,81
1x70	15,3	755	0,268	185	260	0,65	0,57
1x95	17,5	1030	0,193	230	320	0,49	0,42
1x120	19,0	1255	0,153	267	375	0,4	0,35
1x150	21,0	1545	0,124	306	430	0,34	0,29
1x185	23,3	1925	0,0991	353	490	0,29	0,25
1x240	26,3	2520	0,0754	420	590	0,24	0,21
1x300	28,8	3110	0,0601	485	680	0,21	0,18
1x400	32,4	3970	0,0470	562	780	0,19	0,17
1x500	35,9	5030	0,0366	650	880	0,18	0,16
1x630	39,6	6410	0,0283	746	965	0,17	0,15

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
2x1,5	9,5	130	12,10	30	21	29	—
2x2,5	10,3	160	7,41	40	29	18	—
2x4,0	12,0	225	4,61	51	38	11	—
2x6,0	13,0	280	3,08	63	48	7,3	—
2x10	15,1	405	1,83	85	66	4,4	—
2x16	17,1	560	1,15	110	90	2,8	—
2x25	20,2	830	0,727	144	120	1,75	—
2x35	18,4	845	0,524	177	150	1,25	—
2x50	21,4	1135	0,387	201	180	0,94	—
2x70	24,2	1565	0,268	249	230	0,65	—
2x95	27,5	2125	0,193	297	280	0,49	—
2x120	30,1	2585	0,153	336	320	0,40	—
2x150	32,0	3150	0,124	374	360	0,34	—
2x185	36,6	3970	0,0991	436	405	0,29	—
2x240	42,3	5215	0,0754	488	470	0,24	—
2x300	45,0	6420	0,0601	546	550	0,21	—
3x1,5	9,6	145	12,10	24	18	29	25
3x2,5	10,4	185	7,41	32	25	18	15
3x4,0	12,3	270	4,61	40	34	11	9,5
3x6,0	13,4	340	3,08	50	44	7,3	6,4
3x10	15,7	510	1,83	67	60	4,4	3,8
3x10+1,5	15,7	510	1,83	67	60	4,4	3,8
3x16	18,2	735	1,15	87	80	2,8	2,4
3x25	21,6	1110	0,727	114	105	1,75	1,5
3x35	21,3	1225	0,524	135	130	1,25	1,1
3x50	24,9	1650	0,387	161	160	0,94	0,81
3x70	28,6	2300	0,268	201	200	0,65	0,57
3x95	32,5	3130	0,193	240	245	0,49	0,42
3x120	35,8	3815	0,153	274	285	0,40	0,35
3x150	38	4650	0,124	309	325	0,34	0,29
3x185	43,6	5865	0,0991	348	370	0,29	0,25
3x240	50,5	7710	0,0754	404	435	0,24	0,21
3x300	54	9525	0,0601	452	500	0,21	0,18

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
3x70+35	31,9	2685	0,268/0,524	179	200	—	0,57
3x95+50	36,8	3675	0,193/0,387	214	245	—	0,42
3x120+70	41,0	4570	0,153/0,268	244	285	—	0,35
3x150+70	43,0	5405	0,124/0,268	275	325	—	0,29
3x185+95	49,2	6895	0,0991/0,193	310	370	—	0,25
3x240+120	56,5	8970	0,0754/0,153	356	435	—	0,21
5x1,5	11,2	195	12,10	18	18	—	25
5x2,5	12,2	260	7,41	24	25	—	15
5x4,0	14,6	385	4,61	30	34	—	9,5
5x6,0	15,9	495	3,08	38	44	—	6,4
5x10	18,9	760	1,83	50	60	—	3,8
5x10+1,5	18,9	760	1,83	50	60	—	3,8
5x16	21,8	1105	1,15	65	80	—	2,4
5x16+1,5	21,8	1105	1,15	65	80	—	2,4
4x25+16+2,5	26,0	1670	0,727/1,15	86	105	—	1,5
5x25	26,0	1670	0,727	86	105	—	1,5
5x25+2,5	26,0	1685	0,727	86	105	—	1,5
7x1,5	12,1	220	12,10	—	—	—	25
10x1,5	15,0	305	12,10	—	—	—	25
12x1,5	16,6	415	12,10	—	—	—	25
16x1,5	17,1	445	12,10	-25	—	—	—
21x1,5	18,9	560	12,10	-25	—	—	—
24x1,5	20,9	635	12,10	-25	—	—	—
7x2,5	13,8	310	12,10	-15	—	—	—
10x2,5	16,6	415	7,41	-15	—	—	—
12x2,5	17,1	480	7,41	-15	—	—	—
16x2,5	18,9	615	7,41	-15	—	—	—
21x2,5	21,0	780	7,41	-15	—	—	—
24x2,5	23,2	890	7,41	-15	—	—	—

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
4x1,5	10,4	170	12,10	21	18	—	25
4x2,5	11,3	220	7,41	28	25	—	15
4x4,0	13,4	325	4,61	36	34	—	9,5
4x6,0	14,6	415	3,08	45	44	—	6,4
4x10	17,2	625	1,83	60	60	—	3,8
4x16	19,9	910	1,15	77	80	—	2,4
4x25	23,7	1385	0,727	101	105	—	1,5
4x35	23,5	1600	0,524	120	130	—	1,1
4x50	27,8	2170	0,387	143	160	—	0,81
4x70	31,9	3030	0,268	179	200	—	0,57
4x95	36,4	4130	0,193	214	245	—	0,42
4x120	40,4	5050	0,153	244	285	—	0,35
4x150	42,8	6160	0,124	275	325	—	0,29
4x185	49,1	7765	0,0991	310	370	—	0,25
4x240	56,9	10210	0,0754	360	435	—	0,21
3x25+16	22,8	1265	0,727/1,15	101	105	—	1,5
3x35+16	23,5	1410	0,524/1,15	120	130	—	1,1
3x50+25	28,2	1955	0,387/0,727	143	160	—	0,81

## 2. Καλώδια ισχύος με μόνωση, γεμίσματα και μανδύα από PVC.

Πίνακας χαρακτηριστικών :

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1,5	5,3	41	12,10	29	31	31,0	27,0
1x2,5	5,9	55	7,41	37	40	19,0	17,0
1x4,0	6,4	70	4,61	47	53	12,0	10,0
1x6,0	6,9	95	3,08	58	66	7,9	6,8
1x10	7,8	135	1,83	77	91	4,7	4,1
1x16	8,8	195	1,15	100	120	2,9	2,6
1x25	10,3	285	0,727	129	162	1,9	1,65
1x35	11,4	380	0,524	154	199	1,35	1,15
1x50	12,9	505	0,387	182	242	1,00	0,87
1x70	14,7	710	0,268	223	310	0,69	0,60
1x95	16,5	960	0,193	267	383	0,52	0,45
1x120	18,2	1190	0,153	304	447	0,42	0,37
1x150	20,2	1465	0,124	342	513	0,35	0,30
1x185	22,3	1820	0,0991	387	595	0,29	0,25
1x240	25,1	2385	0,0754	450	713	0,24	0,21
1x300	27,6	2960	0,0601	577	822	0,22	0,19
1x400	31,0	3775	0,0470	652	976	0,20	0,18
1x500	34,5	4805	0,0366	733	1153	0,19	0,17
1x630	38,8	6200	0,0283	813	1367	0,18	0,16
2x1,5	9,1	105	12,10	31	27	31,0	—
2x2,5	9,8	135	7,41	40	36	19,0	—
2x4,0	11,0	180	4,61	51	46	12,0	—
2x6,0	12,0	230	3,08	64	57	7,9	—
2x10	14,1	345	1,83	85	79	4,7	—
2x16	16,0	490	1,15	110	107	2,9	—
2x25	16,0	600	0,727	142	147	1,9	—
2x35	17,2	780	0,524	170	182	1,35	—
2x50	19,8	1040	0,387	200	217	1,00	—
2x70	22,8	1460	0,268	245	280	0,69	—
2x95	25,4	1980	0,193	294	343	0,52	—
2x120	28,5	2445	0,153	334	394	0,42	—
2x150	30,4	2985	0,124	376	447	0,35	—
2x185	34,8	3760	0,0991	426	510	0,29	—
2x240	40,1	4935	0,0754	495	599	0,24	—
2x300	42,6	6100	0,0601	634	684	0,22	—
3x1,5	9,6	130	12,10	27	24	31,0	27,0
3x2,5	10,4	165	7,41	35	32	19,0	17,0
3x4,0	11,6	225	4,61	45	42	12,0	10,0
3x6,0	12,7	295	3,08	56	53	7,9	6,8
3x10	14,9	450	1,83	75	73	4,7	4,1
3x16	17,0	650	1,15	97	97	2,9	2,6
3x25	18,5	865	0,727	126	132	1,9	1,65
3x35	20,0	1135	0,524	151	162	1,35	1,15
3x50	23,2	1520	0,387	179	197	1,00	0,87
3x70	27,1	2155	0,268	221	250	0,69	0,60



ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20°C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	Kg/Km	Ω/Km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
3x95	30,3	2910	0,193	265	308	0,52	0,45
3x120	34,0	3595	0,153	303	359	0,42	0,37
3x150	37,0	4415	0,124	341	412	0,35	0,30
3x185	41,7	5560	0,0991	386	475	0,29	0,25
3x240	48,2	7305	0,0754	450	564	0,24	0,21
3x300	51,3	9035	0,0601	585	649	0,22	0,19
4x1,5	10,3	155	12,10	23	24	—	27,0
4x2,5	11,2	200	7,41	30	32	—	17,0
4x4,0	12,6	275	4,61	40	42	—	10,0
4x6,0	13,8	360	3,08	49	53	—	6,8
4x10	16,2	555	1,83	66	73	—	4,1
4x16	18,6	810	1,15	86	97	—	2,6
4x25	20,4	1125	0,727	111	132	—	1,65
4x35	22,2	1482	0,524	133	162	—	1,15
4x50	26,0	2000	0,387	157	197	—	0,87
4x70	30,4	2840	0,268	195	250	—	0,60
4x95	34,0	3845	0,193	233	308	—	0,45
4x120	38,4	4765	0,153	266	359	—	0,37
4x150	40,9	5835	0,124	300	412	—	0,30
4x185	47,1	7370	0,0991	340	475	—	0,25
4x240	54,5	9680	0,0754	396	564	—	0,21
3x25+16	21,4	1125	0,727/1,15	111	132	—	1,65
3x35+16	22,0	1305	0,524/1,15	133	162	—	1,15
3x50+25	26,1	1790	0,387/0,727	157	197	—	0,87
3x70+35	30,2	2510	0,268/0,524	195	250	—	0,60
3x95+50	34,3	3410	0,193/0,387	233	308	—	0,45
3x120+70	38,9	4305	0,153/0,268	266	359	—	0,37
3x150+70	40,9	5110	0,124/0,268	300	412	—	0,30
3x185+95	47,0	6520	0,0991/0,193	340	475	—	0,25
3x240+120	54,0	8495	0,0754/0,153	396	564	—	0,21
5x1,5	11,2	180	12,10	20	24	—	27,0
5x2,5	12,1	235	7,41	26	32	—	17,0
5x4,0	13,6	325	4,61	34	42	—	10,0
5x6,0	15,0	435	3,08	42	53	—	6,8
5x10	17,7	670	1,83	57	73	—	4,1
5x16	20,4	985	1,15	73	97	—	2,6
5x25	24,4	1495	0,727	95	132	—	1,65

3.Οπλισμένα καλώδια ισχύος με γαλβανισμένα χαλύβδινα σύρματα, μόνωση από πολυαιθυλένιο και μανδύα από πολυβινυλοχλωρίδιο.

Πίνακες : χαρακτηριστικών

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ			ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΕΞΩΤΕ-ΡΙΚΗ (ΠΕΡΙΠΟΥ)			ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/ A/m
3x1,5	7,1	8,9	11,1	250	12,10	26	32	27,0
3x2,5	8,3	10,1	12,4	320	7,41	35	42	17,0
3x4,0	9,5	11,3	13,6	400	4,61	47	55	10,0
3x6,0	10,8	12,5	14,9	495	3,08	59	69	6,8
3x10	12,6	15,0	17,5	755	1,83	82	92	4,1
3x16	14,7	17,2	19,8	1000	1,15	107	119	2,5
3x25	16,9	20,0	23,0	1455	0,727	140	152	1,65
3x35	18,5	21,6	24,7	1750	0,524	172	182	1,15
3x50	21,7	24,8	27,9	2215	0,387	209	217	0,87
3x70	25,4	28,5	31,8	2965	0,268	263	266	0,60
3x95	28,7	32,6	36,2	4075	0,193	324	319	0,45
3x120	32,2	36,1	39,9	4890	0,153	376	363	0,37
3x150	34,6	39,5	43,5	6170	0,124	430	406	0,30
3x185	39,8	44,7	48,8	7560	0,0991	495	458	0,26
3x240	45,9	50,8	55,3	9585	0,0754	584	529	0,21
3x300	48,9	53,8	58,5	11455	0,0601	666	592	0,185
3x400	53,1	57,9	63,0	14070	0,0470	766	667	0,17
4x1,5	7,9	9,6	11,8	285	12,10	26	32	27,0
4x2,5	9,2	10,9	13,3	365	7,41	35	42	17,0
4x4,0	10,5	12,3	14,6	460	4,61	47	55	10,0
4x6,0	11,9	14,3	16,8	665	3,08	59	69	6,8

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ			ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΕΞΩΤΕ- ΡΙΚΗ (ΠΕΡΙΠΟΥ)			ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/ A/m
1x50	11,8	13,5	16,4	640	0,387	231	231	0,87
1x70	13,5	15,9	18,8	895	0,268	295	284	0,62
1x95	15,2	17,6	20,7	1170	0,193	362	340	0,47
1x120	16,9	19,3	22,4	1415	0,153	420	386	0,39
1x150	19,0	22,1	25,3	1745	0,124	483	431	0,33
1x185	21,1	24,2	27,6	2135	0,0991	555	485	0,28
1x240	23,8	26,8	30,3	2725	0,0754	654	558	0,24
1x300	26,1	29,2	32,8	3330	0,0601	745	623	0,21
1x400	29,6	33,5	37,3	4300	0,0470	851	691	0,195
1x500	32,9	36,8	40,8	5375	0,0366	963	765	0,18
1x630	36,8	40,7	44,8	6820	0,0283	1084	841	0,17
1x800	42,3	47,2	51,6	8815	0,0221	1178	888	0,165
1x1000	47,0	51,8	56,5	11020	0,0176	1278	942	0,155
2x1,5	6,9	8,6	10,8	235	12,10	31	38	31,0
2x2,5	8,0	9,7	12,0	285	7,41	41	49	19,0
2x4,0	9,1	10,8	13,2	345	4,61	55	65	12,0
2x6,0	10,1	11,8	14,2	415	3,08	70	81	7,9
2x10	11,8	13,5	16,0	550	1,83	95	109	4,7
2x16	13,8	16,2	18,7	815	1,15	126	141	2,9
2x25	14,1	16,5	19,3	970	0,727	164	183	1,9
2x35	15,6	18,7	21,7	1335	0,524	202	219	1,35
2x50	18,2	21,3	24,5	1640	0,387	244	259	1,0
2x70	21,2	24,3	27,6	2150	0,268	306	317	0,69
2x95	23,9	27,8	31,3	2950	0,193	378	381	0,52
2x120	26,7	30,6	34,3	3515	0,153	437	433	0,42
2x150	28,5	32,4	36,2	4135	0,124	499	485	0,35
2x185	33,0	37,9	42,1	5440	0,0991	576	547	0,29
2x240	37,9	42,8	47,1	6845	0,0754	680	632	0,24

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ			ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΕΞΩΤΕ-ΡΙΚΗ (ΠΕΡΙΠΟΥ)			ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/ A/m
4x10	14,0	16,4	18,9	890	1,83	82	92	4,1
4x16	16,3	18,8	21,4	1200	1,15	107	119	2,5
4x25	18,8	21,9	24,9	1735	0,727	140	152	1,65
4x35	20,6	23,7	26,9	2150	0,524	172	182	1,15
4x50	24,3	27,4	30,7	2785	0,387	209	217	0,87
4x70	28,9	32,7	36,4	4035	0,268	263	266	0,60
4x95	32,3	36,2	40,0	5150	0,193	324	319	0,45
4x120	36,7	41,5	45,5	6610	0,153	376	363	0,37
4x150	38,9	43,8	48,0	7805	0,124	430	406	0,30
4x185	44,8	49,7	54,2	9585	0,0991	495	458	0,26
4x240	52,2	57,1	61,8	12285	0,0754	584	529	0,21
4x300	55,2	60,1	65,1	14700	0,0604	666	592	0,185
4x400	60,3	66,4	71,9	18940	0,0470	766	667	0,17
5x1,5	8,8	10,5	12,8	330	12,10	26	32	27,0
5x2,5	10,2	12,0	14,3	425	7,41	35	42	17,0
5x4,0	11,8	13,5	16,0	550	4,61	47	55	10,0
5x6,0	13,1	15,5	18,0	775	3,08	59	69	6,8
5x10	15,4	17,8	20,5	1050	1,83	82	92	4,1
5x16	18,4	21,5	24,3	1550	1,15	107	119	2,5
5x25	22,7	25,8	29,0	2145	0,727	140	152	1,65
7x1,5	9,6	11,3	13,7	385	12,10	16	20	27,0
7x2,5	11,2	13,0	15,3	500	7,41	21	26	17,0
7x4,0	12,9	15,3	17,8	745	4,61	29	34	10,0
12x1,5	12,7	15,1	17,6	655	12,10	12	15	27,0
12x2,5	15,0	17,4	20,1	855	7,41	17	20	17,0
19x1,5	15,0	17,4	20,1	825	12,10	11	13	27,0
19x2,5	18,1	21,1	24,0	1260	7,41	15	18	17,0
27x1,5	18,5	21,5	24,4	1230	12,10	9	11	27,0
27x2,5	21,8	24,9	27,9	1630	7,41	12	15	17,0
37x1,5	20,7	23,8	26,6	1480	12,10	8	10	27,0
37x2,5	24,6	27,6	30,6	1985	7,41	11	13	17,0
48x1,5	23,9	26,9	29,9	1790	12,10	7	9	27,0
48x2,5	28,7	32,6	35,9	2715	7,41	10	12	17,0

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 90°C

4. Καλώδια ισχύος με μόνωση από πολυαιθυλένιο και πυρίμαχο – μη καπνογόνο μανδύα, χαμηλού επιπέδου εκπομπής τοξικών αερίων κυρίως για σταθερή εγκατάσταση.

Πίνακες χαρακτηριστικών: (Ομοίως με πριν)

5. Καλώδια ισχύος και ελέγχου με μόνωση από PVC, συγκεντρικό αγωγό και μανδύα από PVC.

Πίνακες χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
3x1,5/1,5	12,3	220	12,10/12,10	27	18	29,0	25,0
3x2,5/2,5	13,1	270	77,41/7,41	36	25	18,0	15,0
3x4,0/4,0	15,0	375	44,61/4,61	47	34	11,0	9,5
3x6,0/6,0	16,0	465	33,08/3,08	59	44	7,3	6,4
3x10/10	19,0	685	11,83/1,83	79	60	4,4	3,8
3x16/16	21,0	950	11,15/1,15	102	80	2,8	2,4
3x25/25	25,0	1425	0,727/0,727	133	105	1,8	1,5
3x25/16	25,0	1345	0,727/1,15	133	105	1,8	1,5
3x35/35	27,3	1840	0,524/0,524	160	130	1,3	1,1
3x35/16	27,0	1660	0,524/1,15	160	130	1,3	1,1
3x50/50	28,3	2215	0,387/0,387	188	160	0,9	0,81
3x50/25	27,7	1975	0,387/0,727	188	160	0,9	0,81
3x70/70	32,2	3034	0,268/0,268	232	200	0,7	0,57
3x70/35	31,5	2734	0,268/0,524	232	200	0,7	0,57
3x95/95	36,8	4155	0,193/0,193	280	245	0,5	0,42
3x95/50	35,8	3795	0,193/0,387	280	245	0,5	0,42
3x120/120	50,1	5050	0,153/0,153	318	285	0,4	0,35
3x120/70	39,9	4620	0,153/0,268	318	285	0,4	0,35
3x150/150	43,1	6344	0,124/0,124	359	325	0,3	0,29
3x150/70	41,8	5645	0,124/0,268	359	325	0,3	0,29
3x185/95	48,1	7020	0,0991/0,193	406	370	0,3	0,25
3x240/120	55,7	9070	0,0754/0,153	473	435	0,2	0,21
4x1,5/1,5	13,0	245	12,10/12,10	27	18	—	25,0
4x2,5/1,5	14,0	310	7,41/7,41	36	25	—	15,0
4x4,0/4,0	16,1	440	4,61/4,61	47	34	—	9,5
4x6,0/6,0	17,2	545	3,08/3,08	59	44	—	6,4
4x10/10	20,1	790	1,83/1,83	79	60	—	3,8
4x16/16	23,1	1145	1,15/1,15	102	80	—	2,4
4x25/16	27,1	1620	0,727/1,15	133	105	—	1,5
4x35/16	25,6	1940	0,524/1,15	160	130	—	1,1

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
				ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/A/m	mV/A/m
4x50/25	30,2	2475	0,387/0,727	188	160	—	0,81
4x70/35	34,4	3545	0,268/0,524	232	200	—	0,57
4x95/50	39,7	4915	0,193/0,387	280	245	—	0,42
4x120/70	44,2	6005	0,153/0,268	318	285	—	0,35
4x150/70	47,0	7310	0,124/0,268	359	325	—	0,29
4x185/95	53,6	8855	0,0991/0,193	406	370	—	0,25
4x240/120	61,8	11575	0,0754/0,153	473	435	—	0,21

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	mV/A/m
7x1,5/2,5	14,8	340	12,1/7,41	—	25
10x1,5/2,5	15,9	430	12,1/7,41	—	25
12x1,5/2,5	17,7	450	12,1/7,41	—	25
14x1,5/2,5	19,3	590	12,1/7,41	—	25
19x1,5/4	18,2	495	12,1/4,61	—	25
24x1,5/6	19,8	650	12,1/3,08	—	25
30x1,5/6	18,9	545	12,1/3,08	—	25
40x1,5/10	20,6	740	12,1/1,83	—	25
7x2,5/2,5	20,7	680	7,41/7,41	—	15
10x2,5/4	22,6	920	7,41/4,61	—	15
12x2,5/4	23,6	850	7,41/4,61	—	15
14x2,5/6	26,6	1170	7,41/3,08	—	15
19x2,5/6	24,8	985	7,41/3,08	—	15
24x2,5/10	28,0	1365	7,41/1,83	—	15
30x2,5/10	28,2	1265	7,41/1,83	—	15
40x2,5/10	31,3	1720	7,41/1,83	—	15

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 70°C

## 5. Εύκαμπτα καλώδια ηλεκτροσυγκολλήσεων

Πίνακες χαρακτηριστικών:

1. Λεπτοπολύκλωνος αγωγός.
2. Πλαστική ταινία.
3. Ελαστική επένδυση.

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H01N2-E (υπερέυκαμπτα)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 100 V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 623, HD 22.6

ΑΡ. ΠΟΛΩΝ 1		ΧΡΩΜΑ: ΜΑΥΡΟ		(Αφορά τα καλώδια: H01N2-E, H01N2-D)	
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	mV/A/m
1x10	7,0	125	1,91	100	2,45
1x16	8,9	192	1,21	135	1,56
1x25	10,3	277	0,78	180	0,998
1x35	11,9	376	0,554	225	0,709
1x50	14,1	537	0,386	285	0,493
1x70	15,9	738	0,272	355	0,348
1x95	18,4	988	0,206	430	0,264
1x120	20,3	1236	0,161	500	0,206
1x150	22,5	1510	0,129	580	0,166

**ΤΥΠΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ:** H01N2-D (εύκαμπτα)  
**ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:** 100 V  
**ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:** ΕΛΟΤ 623, HD 22.6

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	mV/A/m
1x10	8,4	150	1,91	100	2,45
1x16	10,1	225	1,21	135	1,56
1x25	11,8	320	0,780	180	0,998
1x35	12,8	420	0,554	225	0,709
1x50	15,2	575	0,386	285	0,493
1x70	17,2	795	0,272	355	0,348
1x95	20,3	1045	0,206	430	0,264
1x120	22,5	1305	0,161	500	0,206
1x150	24,4	1605	0,129	580	0,166

6. Εύκαμπτα καλώδια με μόνωση και μανδύα από ελαστικό υψηλής αντοχής για λειτουργία και σε βρεγμένους χώρους και μέσα σε γλυκό νερό θερμοκρασίας κάτω από 40 °C.

Πίνακες χαρακτηριστικών :

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ	
					1 ΦΑΣΗ AC ή DC	3 ΦΑΣΕΙΣ AC
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	mV/A/m	mV/A/m
1x1,5	6,1	50	13,7	22	31,0	27,0
1x2,5	6,7	65	8,21	31	19,0	17,0
1x4,0	7,7	90	5,09	41	12,0	10,0
1x6,0	8,9	120	3,39	53	7,8	6,7
1x10	10,4	185	1,95	73	4,6	4,0
1x16	12,3	260	1,24	98	2,9	2,5
1x25	14,4	375	0,795	129	1,85	1,55
1x35	16,0	495	0,565	158	1,37	1,15
1x50	18,6	685	0,393	198	1,02	0,84
1x70	20,9	910	0,277	245	0,71	0,58
1x95	23,0	1170	0,210	292	0,53	0,44
1x120	26,5	1485	0,164	344	0,44	0,36
1x150	28,8	1820	0,132	391	0,37	0,30
1x185	30,2	2180	0,108	448	0,33	0,26
1x240	32,9	2735	0,0817	528	0,26	0,21
1x300	35,7	3400	0,0654	608	0,24	0,19
1x400	44,8	4575	0,0495	715	0,19	0,15
1x500	48,8	5715	0,0391	820	0,15	0,12
2x1,0	8,4	90	20,0	15	48,0	—
2x1,5	9,4	115	13,7	18	31,0	—
2x2,5	11,1	160	8,21	26	19,0	—
2x4,0	12,8	220	5,09	34	12,0	—
2x6,0	15,2	305	3,39	44	7,8	—
2x10	19,6	550	1,95	61	4,6	—
2x16	23,4	790	1,24	82	2,9	—
2x25	27,8	1080	0,795	108	1,85	—
3x1,0	9,1	110	20,0	15	48,0	42,0
3x1,5	10,1	140	13,7	18	31,0	27,0
3x2,5	12,0	205	8,21	26	19,0	17,0
3x4,0	13,7	280	5,09	34	12,0	10,0
3x6,0	16,3	395	3,39	44	7,8	6,7
3x10	21,1	680	1,95	61	4,6	4,0
3x16	25,1	980	1,24	82	2,9	2,5
3x25	29,9	1415	0,795	108	1,85	1,55
3x35	33,2	1840	0,565	135	1,37	1,15
3x50	38,7	2545	0,393	168	1,02	0,84
3x70	43,5	3350	0,277	207	0,71	0,58
3x95	49,0	4335	0,210	250	0,53	0,44
3x120	55,4	5485	0,164	292	0,44	0,36



ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km	A	mV/A/m
4x1,0	10,1	135	20,0	15	42,0
4x1,5	11,1	170	13,7	18	27,0
4x2,5	13,2	250	8,21	26	17,0
4x4,0	15,1	345	5,09	34	10,0
4x6,0	18,2	535	3,39	44	6,7
4x10	23,0	830	1,95	61	4,0
4x16	27,5	1195	1,24	82	2,5
4x25	33,1	1795	0,795	108	1,55
4x35	36,8	2335	0,565	135	1,15
4x50	42,9	3230	0,393	168	0,84
4x70	48,3	4285	0,277	207	0,58
4x95	53,8	5525	0,210	250	0,44
4x120	61,5	7005	0,164	292	0,36
5x1,0	11,1	165	20,0	15	42,0
5x1,5	12,2	210	13,7	18	27,0
5x2,5	14,5	305	8,21	26	17,0
5x4,0	16,8	435	5,09	34	10,0
5x6,0	20,1	620	3,39	44	6,7
5x10	25,3	1030	1,95	61	4,0
5x16	30,5	1500	1,24	82	2,5
5x25	36,6	2210	0,795	108	1,55
7x1,5	16,3	320	13,7	—	27,0
7x2,5	18,6	445	8,21	—	17,0
12x1,5	19,1	485	13,7	—	27,0
12x2,5	22,3	690	8,21	—	17,0
18x1,5	22,4	680	13,7	—	27,0
18x2,5	26,4	985	8,21	—	17,0
27x1,5	26,8	965	13,7	—	27,0
27x2,5	31,7	1410	8,21	—	17,0
36x1,5	30,1	1235	13,7	—	27,0
36x2,5	35,8	1825	8,21	—	17,0

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 60°C

7. Καλώδια ισχύος μέσης τάσης με μόνωση από πολυαιθυλένιο και μανδύα από πολυβινυλοχλωρίδιο

Πίνακας χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ & ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΩΜΙΚΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΣΕ DC ΣΕ 20 °C		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ	
			ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ
mm <sup>2</sup>	mm	kg/km	Ω/km		A	A
1x35/16	25,5	935	0,524		191	198
1x50/16	26,8	1080	0,387		225	238
1x70/16	28,5	1320	0,268		275	296
1x95/16	30,1	1600	0,193		328	361
1x120/16	31,8	1865	0,153		371	417
1x150/25	33,3	2230	0,124		415	473
1x185/25	35,2	2620	0,0991		467	543
1x240/25	37,7	3215	0,0754		539	641
1x300/25	40,0	3825	0,0601		605	735
1x400/35	43,3	4770	0,0470		678	845

ΜΕΓΙΣΤΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΛΕΠΟΥΡΓΙΑΣ ΑΓΩΓΟΥ: 90 °C  
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά αφορούν καλώδια με ανωρούς γαλκού.

## ΚΑΛΩΔΙΑ ΒΡΑΔΥΚΑΥΣΤΑ – ΠΥΡΑΝΤΟΧΑ – ΧΩΡΙΣ ΑΛΟΓΟΝΟ

Τα καλώδια αυτά, παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή σε μηχανικές καταπονήσεις όπως και τα προηγούμενα, αλλά έχουν και το πλεονέκτημα της αντοχής στην ανάφλεξη και της μειωμένης εκπομπής καπνού. Είναι κατάλληλα για χρήση και σε πλοία και ναυτικούς σταθμούς όπου οι συνθήκες είναι απαιτητικές.

### **ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΞΗΣ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ:**

1.Βραδύκαυστα και πυράντοχα καλώδια ισχύος και ελέγχου, χωρίς αλογόνο και μονωμένα με πολυαιθυλένιο και θερμοπλαστικό μανδύα., κατάλληλα για εσωτερικές εγκαταστάσεις όπου απαιτείται πυροπροστασία. Είναι ευάλωτα στις εξωτερικές συνθήκες.

2.Βραδύκαυστα και πυράντοχα καλώδια ισχύος, χωρίς προσμίξεις αλογόνου, οπλισμένα με γαλβανισμένα χαλύβδινα σύρματα για αυξημένη μηχανική αντοχή και κυρίως για σταθερή εγκατάσταση.

Πίνακες χαρακτηριστικών:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ			ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ DC ΣΕ 20° C	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ (ΠΕΡΙΠΟΥ)			ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ	
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	Ω/km	A	A	mV/ A/m
1x50	11,8	13,5	16,4	640	0,387	231	231	0,87
1x70	13,5	15,9	18,8	895	0,268	295	284	0,62
1x95	15,2	17,6	20,7	1165	0,193	362	340	0,47
1x120	16,9	19,3	22,4	1410	0,153	420	386	0,39
1x150	19,0	22,1	25,3	1780	0,124	483	431	0,33
1x185	21,1	24,2	27,6	2170	0,0991	555	485	0,28
1x240	23,8	26,8	30,3	2765	0,0754	654	558	0,24
1x300	26,1	29,2	32,8	3375	0,0601	745	623	0,21
1x400	29,6	33,5	37,3	4355	0,0470	851	691	0,195
1x500	32,9	36,8	40,8	5440	0,0366	963	765	0,18
1x630	36,8	40,7	44,8	6890	0,0283	1084	841	0,17
1x800	42,3	47,2	51,6	8905	0,0221	1178	888	0,165
1x1000	47,0	51,8	56,5	11125	0,0176	1278	942	0,155
2x1,5	6,7	8,5	10,6	225	12,10	31	38	31,0
2x2,5	7,8	9,5	11,9	280	7,41	41	49	19,0
2x4,0	8,9	10,7	13,0	345	4,61	55	65	12,0
2x6,0	9,9	11,7	14,0	410	3,08	70	81	7,9
2x10	11,6	13,4	15,9	540	1,83	95	109	4,7
2x16	13,6	16,0	18,5	815	1,15	126	141	2,9
2x25	14,1	16,5	19,3	975	0,727	164	183	1,9
2x35	15,6	18,7	21,7	1340	0,524	202	219	1,35
2x50	18,2	21,3	24,5	1680	0,387	244	259	1,0
2x70	21,2	24,3	27,6	2195	0,268	306	317	0,69

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ	ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ			ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΑΝΤΙΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΟΥ ΣΕ DC ΣΕ 20° C	ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ		ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ
	ΚΑΤΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΟΠΛΙΣΜΟ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΕΞΩΤΕ- ΡΙΚΗ (ΠΕΡΙΠΟΥ)			ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		
	mm <sup>2</sup>	mm	mm			mm	kg/km	
2x95	23,9	27,8	31,3	3005	0,193	378	381	0,52
2x120	26,7	30,6	34,3	3580	0,153	437	433	0,42
2x150	28,5	32,4	36,2	4210	0,124	499	485	0,35
2x185	33,0	37,9	42,1	5530	0,0991	576	547	0,29
2x240	37,9	42,8	47,1	6950	0,0754	680	632	0,24
3x1,5	7,1	8,9	11,1	250	12,10	26	32	27,0
3x2,5	8,3	10,1	12,4	320	7,41	35	42	17,0
3x4,0	9,5	11,3	13,6	400	4,61	47	55	10,0
3x6,0	10,6	12,4	14,7	485	3,08	59	69	6,8
3x10	12,5	14,9	17,4	745	1,83	82	92	4,1
3x16	14,6	17,0	19,7	1000	1,15	107	119	2,5
3x25	16,9	20,0	23,0	1460	0,727	140	152	1,65
3x35	18,5	21,6	24,7	1790	0,524	172	182	1,15
3x50	21,7	24,8	27,9	2265	0,387	209	217	0,87
3x70	25,4	28,5	31,8	3020	0,268	263	266	0,60
3x95	28,7	32,6	36,2	4145	0,193	324	319	0,45
3x120	32,2	36,1	39,9	4970	0,153	376	363	0,37
3x150	34,6	39,5	43,5	6260	0,124	430	406	0,30
3x185	39,8	44,7	48,8	7665	0,0991	495	458	0,26
3x240	45,9	50,8	55,3	9715	0,0754	584	529	0,21
3x300	48,9	53,8	58,5	11600	0,0601	666	592	0,185
3x400	53,1	57,9	63,0	14235	0,0470	766	667	0,17
4x1,5	7,9	9,6	11,8	290	12,10	26	32	27,0
4x2,5	9,2	10,9	13,3	370	7,41	35	42	17,0
4x4,0	10,5	12,3	14,6	465	4,61	47	55	10,0
4x6,0	11,8	14,2	16,7	665	3,08	59	69	6,8
4x10	13,8	16,2	18,7	880	1,83	82	92	4,1
4x16	16,2	18,6	21,3	1200	1,15	107	119	2,5
4x25	18,8	21,9	24,9	1775	0,727	140	152	1,65
4x35	20,6	23,7	26,9	2190	0,524	172	182	1,15
4x50	24,3	27,4	30,7	2835	0,387	209	217	0,87
4x70	28,9	32,7	36,4	4105	0,268	263	266	0,60
4x95	32,3	36,2	40,0	5230	0,193	324	319	0,45
4x120	36,7	41,5	45,5	6710	0,153	376	363	0,37
4x150	38,9	43,8	48,0	7910	0,124	430	406	0,30
4x185	44,8	49,7	54,2	9710	0,0991	495	458	0,26
4x240	52,2	57,1	61,8	12435	0,0754	584	529	0,21
4x300	55,2	60,1	65,1	14875	0,0601	666	592	0,185
4x400	60,3	66,4	71,9	19150	0,0470	766	667	0,17
5x1,5	8,6	10,3	12,7	330	12,10	26	32	27,0
5x2,5	10,1	11,8	14,2	420	7,41	35	42	17,0
5x4,0	11,6	13,3	15,8	540	4,61	47	55	10,0
5x6,0	13,0	15,4	17,9	770	3,08	59	69	6,8
5x10	15,2	17,7	20,3	1045	1,83	82	92	4,1
5x16	18,2	21,3	24,1	1575	1,15	107	119	2,5
5x25	9,4	11,2	13,5	380	0,727	140	152	1,65
7x1,5	11,1	12,8	15,1	490	12,10	16	20	27,0

### ΚΑΛΩΔΙΑ ΥΨΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ

Τα καλώδια αυτά έχουν αγωγούς από αλουμίνιο και χαλκό, οι οποίοι είναι ειδικά μονωμένοι από συμπαγές υλικό και έχουν θωράκιση από μεταλλικό υλικό ή σύρματα για να αντέχουν σε μηχανικές καταπονήσεις.

### **ΧΩΡΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΙΣ ΕΞΗΣ ΥΠΟΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ:**

1. Καλώδια με μόνωση ειδικά πλεγμένου πολυαιθυλενίου, θωράκιση από κράμα μολύβδου για αντιδιαβρωτική προστασία και μανδύα από PVC για

προστασία από διείσδυση νερού. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εξωτερικούς χώρους και παρουσιάζουν αυξημένη αντοχή στο χρόνο και έχουν ονομαστική τάση 52 000Volt.

Πίνακας χαρακτηριστικών για διάφορες διατομές:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	
						ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	nF/km	A	A	A	A
95	9,0	1,8	47	4900	170	320	335	365	415
120	9,0	1,8	49	5300	180	365	380	410	480
150	9,0	1,9	51	5900	190	410	425	470	545
185	9,0	1,9	52	6400	205	460	480	540	625
240	9,0	2,0	55	7400	225	535	560	635	740
300	9,0	2,0	58	8200	240	600	630	725	845
400	9,0	2,1	61	9600	265	675	720	835	985
500	9,0	2,2	64	11300	290	760	820	955	1145
630	9,0	2,3	69	13400	325	855	940	1100	1335
800	9,0	2,4	73	15800	350	975	1050	1280	1525
1000	9,0	2,5	77	18800	390	1070	1170	1430	1735
1200	9,0	2,6	82	21400	420	1245	1340	1695	2015
1600	9,0	2,8	90	26900	475	1405	1540	1970	2385

2. Καλώδια με μόνωση πολυαιθυλενίου και θωράκιση από κράμα μολύβδου, ομοίως με πριν αλλά τώρα με ονομαστική τάση 170 000 Volt.

Πίνακας χαρακτηριστικών για τυποποιημένες διατομές:

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	
						ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	nF/km	A	A	A	A
400	20,0	2,8	86	15900	150	660	710	815	930
500	20,0	2,9	90	17800	160	745	810	935	1075
630	20,0	3,0	95	20400	180	830	925	1070	1250
800	20,0	3,1	98	23100	190	965	1035	1245	1425
1000	20,0	3,2	104	26500	210	1060	1150	1400	1615
1200	20,0	3,3	108	29500	225	1215	1315	1635	1875
1600	20,0	3,5	116	35600	250	1370	1510	1895	2210

3. Καλώδια με μόνωση πολυαιθυλενίου και θωράκιση από σύρματα χαλκού, με μανδύα από πολυβινυλοχλωρίδιο και ταινία αλουμινίου για προστασία από ακτινική και διαμήκη διείσδυση νερού. Χρησιμοποιούνται όπως και τα παραπάνω, κυρίως σε δίκτυα υψηλής τάσης μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας.

Πίνακες χαρακτηριστικών:

#### Καλώδιο με χάλκινο αγωγό

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	
						ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	nF/km	A	A	A	A
400	20,0	2,8	86	15900	150	660	710	815	930
500	20,0	2,9	90	17800	160	745	810	935	1075
630	20,0	3,0	95	20400	180	830	925	1070	1250
800	20,0	3,1	98	23100	190	965	1035	1245	1425
1000	20,0	3,2	104	26500	210	1060	1150	1400	1615
1200	20,0	3,3	108	29500	225	1215	1315	1635	1875
1600	20,0	3,5	116	35600	250	1370	1510	1895	2210

#### Καλώδιο με αγωγό αλουμινίου

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΑΓΩΓΟΥ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΜΟΝΩΣΗΣ	ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΠΑΧΟΣ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ	ΕΞΩΤΕΡΙΚΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΒΑΡΟΣ ΚΑΛΩΔΙΟΥ (ΠΕΡΙΠΟΥ)	ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ	ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟ ΕΔΑΦΟΣ		ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ ΣΥΝΕΧΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗ ΣΤΟΝ ΑΕΡΑ	
						ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΤΡΙΓΩΝΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ	ΕΠΙΠΕΔΗ ΔΙΑΤΑΞΗ
mm <sup>2</sup>	mm	mm	mm	kg/km	nF/km	A	A	A	A
400	20,0	2,8	86	13500	150	525	560	645	730
500	20,0	2,9	90	14700	160	600	640	745	850
630	20,0	3,0	95	16300	180	675	730	860	990
800	20,0	3,1	98	17800	190	780	830	1020	1140
1000	20,0	3,2	104	19800	210	870	935	1135	1305
1200	20,0	3,3	108	21400	225	935	1010	1240	1430
1600	20,0	3,5	116	25100	250	1050	1155	1440	1675
2000	20,0	3,6	123	28000	270	1135	1270	1600	1880

ΠΑΡΑΚΑΤΩ ΠΑΡΑΘΕΤΟΥΜΕ ΕΝΑΝ ΠΙΝΑΚΑ, ΠΟΥ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΔΕΗ, ΜΑΣ ΔΕΙΧΝΕΙ ΤΙΣ ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΕΣ ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΚΑΛΩΔΙΩΝ, ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΑΡΟΧΗ ΑΡΙΘΜΟΥ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ ΣΕ ΚΒΑ:

**Στοιχεία παροχών μεμονωμένων καταναλωτών Χ.Τ.**  
(Τροφοδότηση από ιδιαίτερα Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ ή από ιδιαίτερη αναχώρηση ΧΤ)

ΠΑΡΟΧΗ		ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ				(1) ΜΕΤΡΗΤΗΣ	ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΛΩΔΙΟΥ ΠΑΡΟΧΗΣ		ΕΛΑΧ. ΔΙΑΤΟΜΗ ΓΡΑΜΜΗΣ ΠΙΝΑΚΑ-ΜΕΤΡΗΤΗ ΠΟΥ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΤΑΙ ΑΠΟ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΗ	(2) ΕΛΑΧΙΣΤΗ ΙΣΧΥΣ Μ/Σ
		Γενική εσωτ. εγκατάσταση	Μετρητής		Ελάχ. Αναχ. δικτύου ΧΤ		Συγκεντρικά θ.Ν. (Cu)	X - LPE		
Νο	kVA		A	A		A			A	mm <sup>2</sup>
<b>ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
03	8	35	35	40	63 (40)	10/40 15/60	2 x 6	-	3 x 10	50 (25)
05	12	50	63	63	80	15/60	2 x 16	-	3 x 16	50
<b>ΤΡΙΦΑΣΙΚΕΣ ΠΑΡΟΧΕΣ</b>										
1	15	25	-	25	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 6	50 (25)
2	25	35	-	40	63 (40)	3 x 10/40 3 x 10/60	4 x 6	-	5 x 10	50 (25)
3	35	50	-	-	63	3 x 20/60 3 x 10/60	4 x 16	-	5 x 16	50
4	55	80	-	-	100	3 x 50/100 3 x 20/100	4 x 25	-	3x25+16+16 <sup>(6)</sup>	100 <sup>(4)</sup> 100 (75)
5	85	125	-	-	160 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 3x 1/6	4 x 50	3x95 Al + 35 Cu X - LPE	3x50+25+25 <sup>(6)</sup>	100
6	135	200	-	-	250 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 3x 1/6	Μονοπολ. 95 Cu <sup>(7)</sup>	3x150 Al + 50 Cu X - LPE	3x120+70+70 <sup>(6)</sup>	160
7	250	315 355	-	-	400 <sup>(5)</sup>	3 x 1.5/6 <sup>(3)</sup> 3x 1/6	Μονοπολ. 150 Cu <sup>(7)</sup>	2 (3x150 Al + 50 Cu) X - LPE	3x240+120+120 <sup>(6)</sup> Μονοπ. 150 Cu <sup>(7)</sup>	250

### 3. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ

Γενικά και ως σύνοψη, τα καλώδια χωρίζονται σε πολλούς τομείς ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, τα υλικά τους κ.α..

Οι βασικοί τομείς είναι :

*Χάλκινα ή αλουμινίου*

*Πολύκλιωνα ή μονόκλιωνα (πολλοί ή ένας αγωγός)*

*Εύκαμπτα ή δύσκαμπτα*

*Τριφασικά ή μονοφασικά*

*Με γείωση ή χωρίς γείωση*

#### 4. ΠΤΩΣΗ ΤΑΣΗΣ

Σε ένα ηλεκτρικό δίκτυο, παρατηρείται πάντα, (ανάλογα με τους καταναλωτές που είναι συνδεδεμένοι σε αυτό), πτώση τάσης λόγω αντίστασης (είτε των καταναλωτών, είτε των αγωγών), η οποία είναι αυξημένη στα μεγάλα δίκτυα, λόγω του μήκους των αγωγών. Αυτό το φαινόμενο αποδεικνύεται με τον 1<sup>ο</sup> και 2<sup>ο</sup> κανόνα του Kirchhoff, όπου παρατηρούμε πως σε ένα απλό κύκλωμα, οι τάσεις των επιμέρους αντιστάσεων που υπάρχουν ( $R \cdot I$ ), αφαιρούνται από την πηγή.

Γι' αυτό τον λόγο, οι αγωγοί είναι φτιαγμένοι από συγκεκριμένα υλικά με ορισμένες διατομές, ώστε να πετυχαίνουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα στην μετάδοση του ρεύματος, κυρίως στα εθνικά δίκτυα.

#### 5. ΣΥΓΚΟΛΛΗΣΗ – ΕΝΩΣΗ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΜΕ ΚΑΛΩΔΙΑΚΑΙ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΜΕ ΚΑΛΩΔΙΑ

Τα καλώδια με τους ακροδέκτες συνδέονται με μία απλή διαδικασία κατά την οποία θα πρέπει να ξεγυμνώσουμε το άκρο του καλωδίου που θα τοποθετήσουμε τον ακροδέκτη, ώστε να πετύχουμε την άμεση επαφή και μετάδοση του ρεύματος. Στη συνέχεια το τοποθετούμε μέσα στον ακροδέκτη και πετυχαίνουμε συναρμογή με την ανάλογη διαδικασία.

Για να ενώσουμε δύο καλώδια μεταξύ τους, χρησιμοποιούμε:

>κόλληση με καλάι (κασσίτερος, ψευδάργυρος κ.α. κράματα )

>κλέμες καλωδίων, όπου τα καλώδια πιάνονται μέσα στις κλέμες με βίδες

>ακροδέκτες συνδέσμου καλωδίων με μόνωση, όπου βάζουμε το απογυμνωμένο καλώδιο μέσα στον ακροδέκτη και το συγκρατούμε σφιγμένο στις μεταλλικές άκρες του ακροδέκτη τις οποίες πιέσαμε με πένσα.

#### 6. ΚΟΛΛΗΣΗ ΜΕ ΚΑΛΑΙ

Το καλάι, είναι ένα συγκολλητικό κράμα μαλακής συγκόλλησης που διενεργείται σε χαμηλή θερμοκρασία ( κάτω από 200 °C). Αποτελείται από κασσίτερο, αναμειγμένο με άλλα μαλακά μέταλλα όπως π.χ. χαλκός, ψευδάργυρος, άργυρος αντιμόνιο κ.α., σημειώνεται πως παλαιότερα προστίθενται και μόλυβδος ο οποίος έχει καταργηθεί ως τοξικός. Οι κολλήσεις που πραγματοποιούνται με αυτή την μέθοδο είναι αγωγίμες, χαμηλής μηχανικής αντοχής και χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο σε ηλεκτρικά –



ηλεκτρονικά κυκλώματα για ένωση καλωδίων, επαφών κ.α., χρησιμοποιούνται όμως και σε ένα ευρύ φάσμα εργασιών όπως η φανοποιεία, η συσκευασία τροφίμων, η κατασκευή πρότυπων μετρικών βαρών κτλ.

#### 7.ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ – ΣΥΝΔΕΣΗ ΑΚΡΟΔΕΚΤΩΝ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΣΚΗΣΗ

Η εργασία που μας ανατέθηκε για το εργαστήριο περιλαμβάνει την τοποθέτηση ειδικών ακροδεκτών, σε μία σειρά από ηλεκτρικές μηχανές, όπως αυτός που εικονίζεται παρακάτω, έτσι ώστε να διευκολύνεται το προσωπικό και οι μαθητευόμενοι κατά την εξάσκηση. Πρόκειται απλά για μία τροποποίηση του ήδη υπάρχοντος, αλλά πεπαλαιωμένου, συστήματος σύνδεσης των μηχανών κατά την λειτουργία τους, σε διάφορα φορτία και όχι μόνο, με σκοπό την λήψη μετρήσεων και την εξαγωγή συμπερασμάτων από τους μαθητές. Η όλη τροποποίηση θα γίνει υπό την εποπτεία και την καθοδήγηση αρμόδιων καθηγητών προς αποφυγή λάθους.

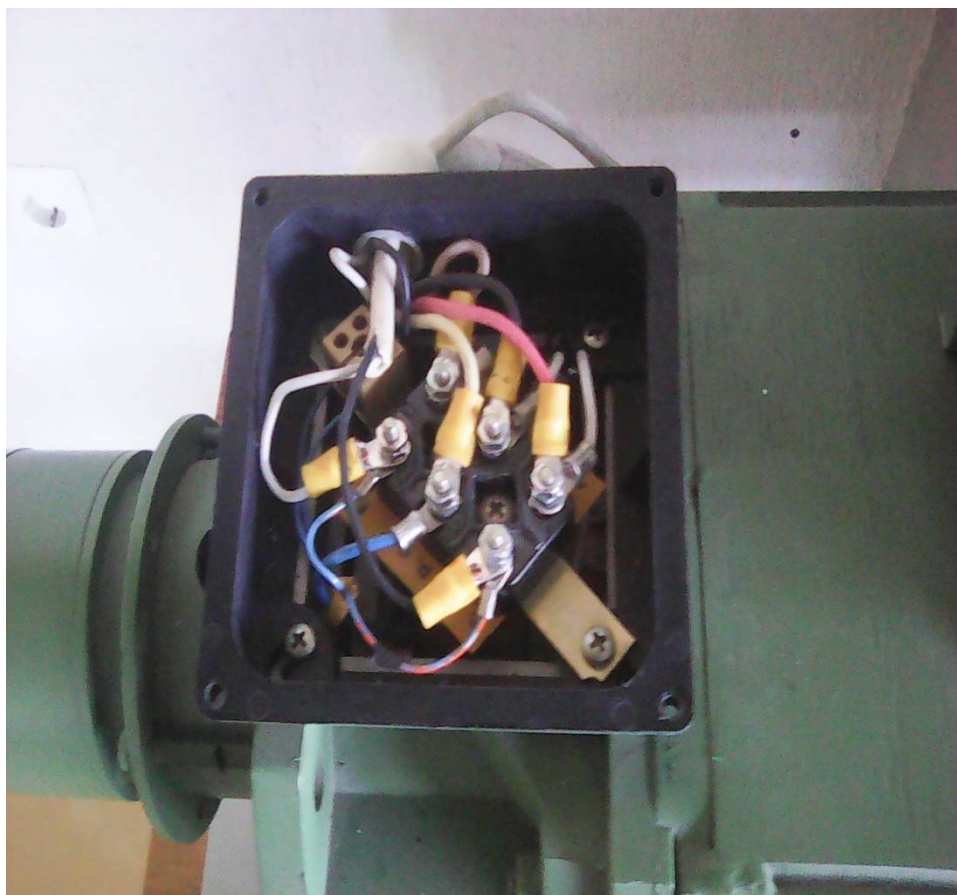


Οι παραπάνω ακροδέκτες πωλούνται μαζικά στο εμπόριο και ποικίλουν σε είδη και χρήσεις, ανάλογα με την ισχύ και την ποιότητα του ρεύματος που τους διαρρέει.

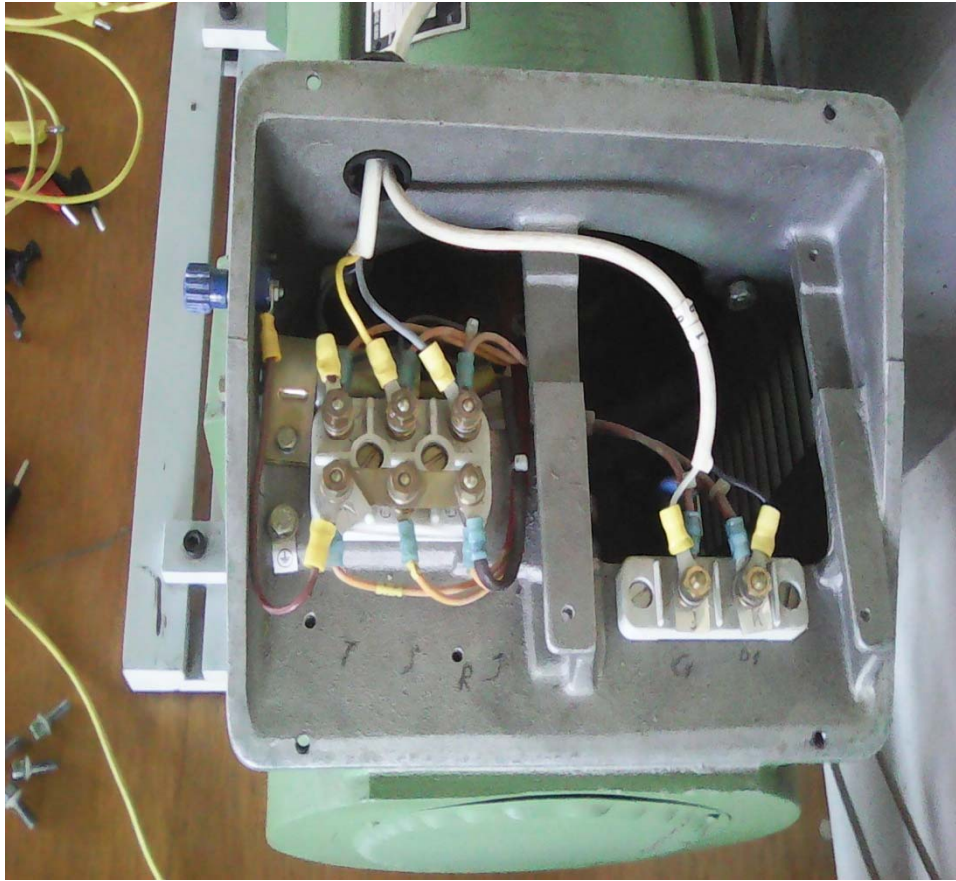
## Διασύνδεση Ηλεκτρικής Μηχανής Σ.Ρ.



Στην παραπάνω εικόνα , βλέπουμε την αρχική πρωτότυπη διάταξη του εργαστηρίου με τον πίνακα επάνω στον οποίο γινόταν οι συνδέσεις.



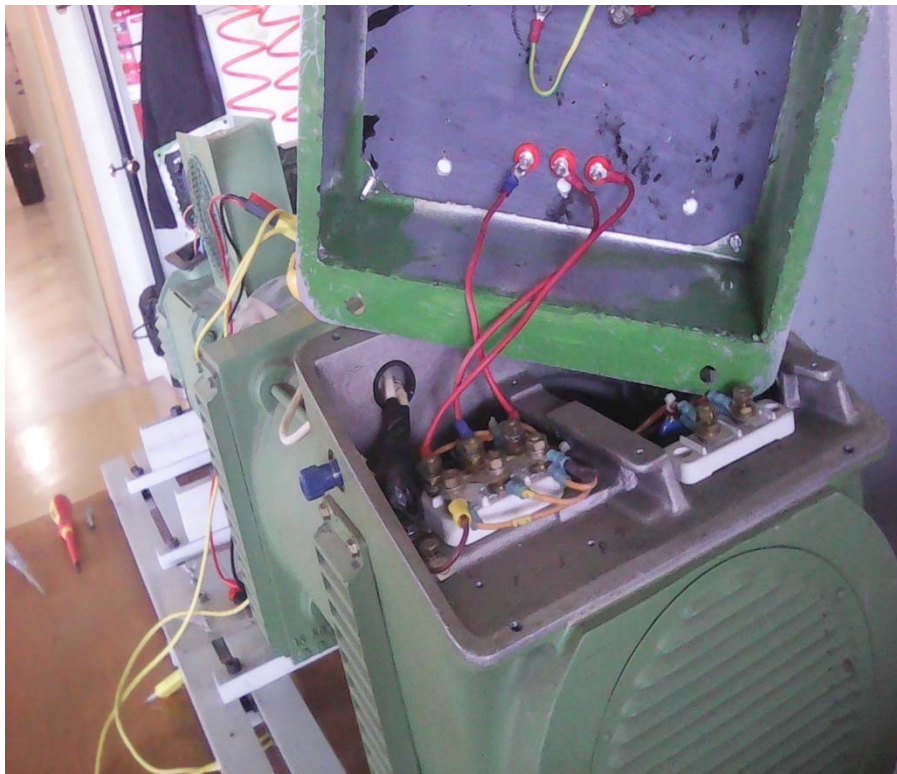
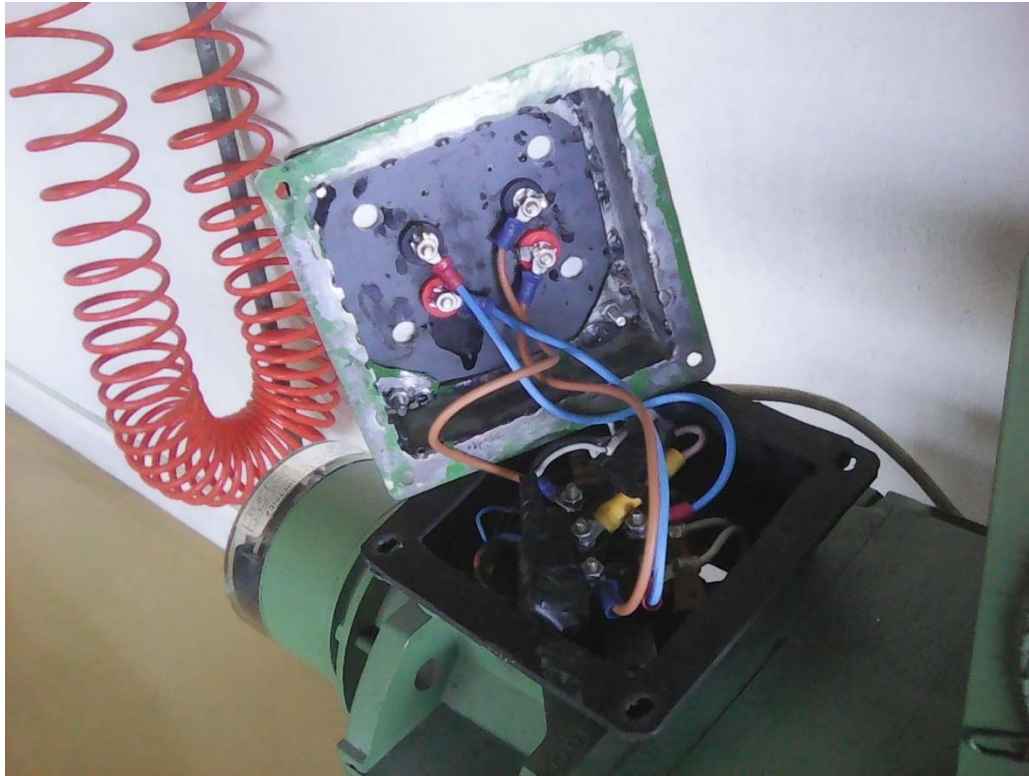
Εδώ βλέπουμε την αρχική συνδεσμολογία που είχε η γεννήτρια του εργαστηρίου μας πριν την παρέμβασή μας.



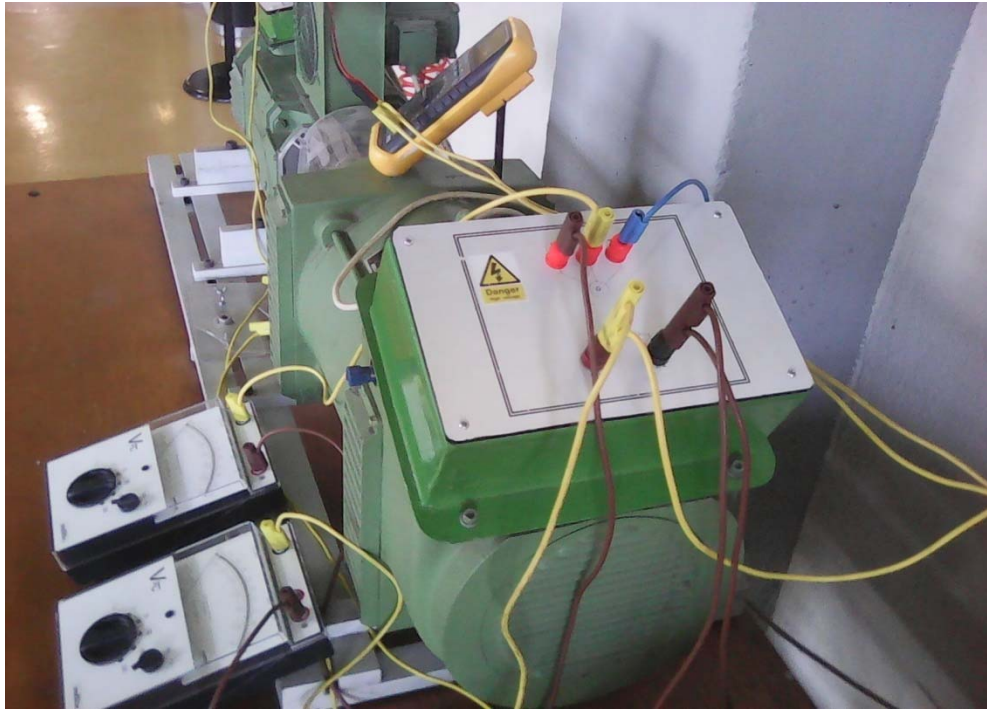
Εδώ βλέπουμε την αρχική συνδεσμολογία που είχε ο κινητήρας του εργαστηρίου μας πριν την παρέμβασή μας.



Στις παραπάνω εικόνες βλέπουμε τα «κατάκια» που κατασκευάσαμε προς μερική αντικατάσταση του πίνακα συνδέσεων που υπήρχε αρχικά. Οι συνδέσεις τώρα θα γίνονται απ' ευθείας από τον πίνακα επάνω στην μηχανή με τα κατάκια.



Η τροποποιημένη συνδεσμολογία των καλυμμάτων που κατασκευάσαμε.



Εδώ βλέπουμε την σύνδεση του πίνακα με τον κινητήρα και την γεννήτρια στην πράξη επάνω στα καλύμματα – καπάκια μας.



Σε αυτό το σημείο κάνουμε μια σύγκριση της αρχικής πρωτότυπης διάταξης με την τροποποιημένη η οποία είναι και συνδεδεμένη στην εικόνα.



## ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Συνοψίζοντας, πρέπει να τονίσουμε ότι ο ηλεκτρισμός και ο, τι προκύπτει από αυτόν, είναι ένας από τους πιο καθοριστικούς παράγοντες για την επιβίωση του ανθρώπινου είδους, καθώς και την συνέχιση του πολιτισμού όπως τον ξέρουμε.

Η τεχνολογική έκρηξη που ακολούθησε και ακολουθεί μετά τις πρώτες ανακαλύψεις, καθώς και η συνεχής αναζήτηση νέων εφευρέσεων που διευκολύνουν και αλλάζουν την καθημερινότητά μας και τις συνήθειες μας, επηρεάζουν καθημερινά την πορεία της ζωής μας καθώς και εμάς τους ίδιους ως ψυχοσωματικές οντότητες.

Το μέλλον, είναι αδύνατον να το προβλέψει κανείς.

# Βιβλιογραφία

1. S. J. Chapman, *Ηλεκτρικές Μηχανές DC-AC*: 2η έκδοση, Εκδόσεις Α. Τζιόλα Ε., 1991.
2. N. Mohan, T. Underland, and W. Robbins, *Ηλεκτρονικά Ισχύος*: 2η έκδοση, Εκδόσεις Α. Τζιόλα Ε., 1995.
3. Basic electrical power and machines, David Bradley, Chapman & Hall, 1994
4. Δανιήλ Γ.-Ρεβίδης Φ., *Ηλεκτρικές μηχανές*, Ίδρυμα Ευγενίδου, 1959
5. Μιχαήλ Χατζησταματίου, *Ηλεκτρικά Μηχαναί*, Τόμος Α', Εκδόσεις Ιδρύματος Ευγενίδου, 1979