

Ηλεκτρικές εγκαταστάσεις II

ΜΕΡΟΣ Β

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

- 🕯 Η μελέτη και σχεδίαση μιας εγκατάστασης κίνησης αφορά τον **υπολογισμό και τη σχεδίαση** όλων των διατάξεων που ελέγχουν και τροφοδοτούν με ηλεκτρική ισχύ τις διάφορες μηχανές παραγωγής έργου, που είναι εγκατεστημένες στο βιομηχανικό χώρο.
- 🕯 Η εγκατάσταση κίνησης περιλαμβάνει:
 - ⚡ τον Πίνακα και τους Υποπίνακες Κίνησης
 - ⚡ τις γραμμές τροφοδοσίας των μηχανών παραγωγής έργου



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ



Ο Πίνακας Κίνησης θα πρέπει να βρίσκεται κοντά στο χώρο των μηχανών παραγωγής έργου και να έχει τον κατάλληλο βαθμό προστασίας IP_{xy} (x , y ακέραιοι αριθμοί που δείχνουν το βαθμό προστασίας, από σκόνη και αντικείμενα ο x και υγρασία και νερό ο y).



Προστασία από είσοδο ξένου υλικού και από ηλεκτροπληξία (1ος αριθμός μετά το IP)

α/α	Κωδικός	Προστασία από είσοδο ξένου υλικού	Προστασία από ηλεκτροπληξία	Συμβολισμός				
1	IP0X	Χωρίς προστασία	Χωρίς προστασία					
2	IP1X	Ξένο υλικό με διάμετρο > 50 mm	Προστασία από επαφή με χέρι					
3	IP2X	Ξένο υλικό με διάμετρο > 12,5 mm	Προστασία από επαφή με δάκτυλο	Ip20				
4	IP3X	Ξένο υλικό με διάμετρο > 2,5 mm	Επαφή με εργαλεία με διάμετρο > 2,5 mm	IP30	IP31			
5	IP4X	Ξένο υλικό με διάμετρο > 1 mm	Επαφή με εργαλεία με διάμετρο > 1 mm	IP40	IP41	IP43	IP44	
6	IP5X	Προστασία από σκόνη	Επαφή με οποιοδήποτε βοηθητικό εξοπλισμό				IP54	IP55
7	IP6X	Δεν μπαίνει καθόλου σκόνη	Επαφή με οποιοδήποτε βοηθητικό εξοπλισμό					IP65



Προστασία από νερό 2ος αριθμός μετά το IP

α/α	Κωδικός	Προστασία από νερό	Συμβολισμός						
			IP20	IP30	IP40				
1	IPX0	Χωρίς προστασία							
2	IPX1	Προστασία από κατακόρυφο στάξιμο νερού		IP31	IP41				
3	IPX3	Προστασία από πλάγιο στάξιμο νερού σε γωνία μέχρι 60°			IP43				
4	IPX4	Προστασία από πισιλιές νερού από όλες τις κατευθύνσεις				IP44	IP45		
5	IPX5	Προστασία από δέσμη νερού από όλες τις κατευθύνσεις						IP55	IP56
6	IPX7	Προστασία μέσα σε νερό							IP67
7	IPX8	Προστασία μέσα σε νερό με πίεση μέχρι 10 atm							IP68



Πίνακες χωνευτοί με πόρτα πλαστική διαφανή.
Σύμφωνα με το πρότυπο EN 60439-3.
Πλαστικό αυτοσβεννύμενο λευκού χρώματος.
Βαθμός προστασίας IP40.



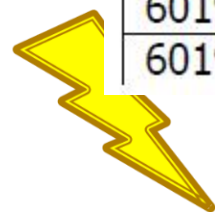
Κωδικός	Διαστάσεις. (mm)	Αρ. στοιχείων των 17,5 mm	Τιμή
01421	305 x 330 x 86	12	19,70 €
01422	430 x 330 x 86	24	30,77 €
01423	555 x 330 x 86	36	46,61 €
01424	680 x 330 x 86	48	80,03 €



Πίνακες επίτοιχοι με πόρτα.
Μηχανική αντοχή IK09 – κατηγορία II.
Κλέμμες ουδετέρου και γείωσης.
Βαθμός προστασίας IP65.



Κωδικός	Διαστάσεις. (mm)	Αρ. στοιχείων των 17,5 mm	Τιμή
601932	174 x 93 x 109	2 (1 σειρά)	31,23 €
601974	200 x 128 x 115	4 (1 σειρά)	36,88 €
601976	200 x 164 x 115	6 (1 σειρά)	42,07 €
601978	200 x 200 x 115	8 (1 σειρά)	48,48 €
601981	282 x 340 x 141	12 (1 σειρά)	71,32 €
601982	432 x 340 x 161	24 (2 σειρές)	93,30 €
601983	622 x 340 x 161	36 (3 σειρές)	125,51 €



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

- 🕯 Κατά τη μελέτη και σχεδίαση μιας εγκατάστασης κίνησης θα πρέπει να ικανοποιήσουμε κάποιους βασικούς κανόνες - απαιτήσεις:
- 🕯 **Οικονομία:** Περιορισμός στο ελάχιστο δυνατό, στις διατομές των αγωγών και στις αποστάσεις, ώστε το αποτέλεσμα που θα προκύψει να είναι οικονομικό.
- 🕯 **Ασφάλεια:** Άριστη προστασία από υπερφορτίσεις και βραχυκυκλώματα, καλή γείωση και προστασία των μηχανών παραγωγής έργου, ώστε να παρέχεται ασφάλεια εργασίας.
- 🕯 **Κατανομή φορτίων:** Ομοιόμορφη κατανομή μονοφασικών μηχανών παραγωγής έργου σε κάθε φάση της τριφασικής παροχής της εγκατάστασης, ώστε να μην προκαλούνται προβλήματα από τη βύθιση τάσης κατά την εκκίνησή τους.

Καλώδια εσωτερικών εγκαταστάσεων Cablel

Καλώδια με μόνωση PVC για εσωτερικές εγκαταστάσεις. Τοποθέτηση σε σωλήνες. Βάσει προτύπων ΕΛΟΤ563 – HD21.3.

H07V-U (NYA). Μονόκλωνος αγωγός. Ονομαστική τάση 450/750V.

H07V-R (NYA). Πολύκλωνος αγωγός. Ονομαστική τάση 450/750V.

Χρώματα μαύρο, μπλε, κιτρινοπράσινο, κόκκινο, καφέ, λευκό.



Τύπος	Διατομή (mm ²)	Μέγιστη φόρτιση (A)	Τιμή / m
H07V-U	1 x 1,5	16	0,25 €
H07V-U	1 x 2,5	20	0,40 €
H07V-U	1 x 4	26	0,62 €
H07V-U	1 x 6	34	0,92 €
H07V-R	1 x 10	46	1,70 €
H07V-R	1 x 16	61	2,62 €
H07V-R	1 x 25	80	4,12 €
H07V-R	1 x 35	99	4,77 €
H07V-R	1 x 50	119	6,72 €
H07V-R	1 x 70	151	9,49 €
H07V-R	1 x 95	182	12,61 €
H07V-R	1 x 120	211	16,08 €
H07V-R	1 x 150	242	20,60 €
H07V-R	1 x 185	277	25,43 €
H07V-R	1 x 240	326	32,69 €



Καλώδια ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους στον αέρα ή στο έδαφος. Βάσει προτύπων ΕΛΟΤ843 (συνέχεια).

J1VV-U (NYY) (μονόκλωνος αγωγός). Ονομαστική τάση 600/1.000 V.

J1VV-R/S (NYY) (πολύκλωνος αγωγός/κυκλικού τομέα). Ονομαστική τάση 600/1.000 V.



Τύπος	Διατομή (mm ²)	Μέγιστη φόρτιση (A)	Τιμή / m
J1VV-S	3 x 50	160	37,88 €
J1VV-S	3 x 70	200	53,22 €
J1VV-S	3 x 95	245	72,14 €
J1VV-S	3 x 120	285	90,92 €
J1VV-S	3 x 150	325	114,04 €
J1VV-S	3 x 185	370	140,59 €
J1VV-S	3 x 240	435	182,28 €
J1VV-R	3 x 25 + 16	105	24,17 €
J1VV-S	3 x 35 + 16	130	31,12 €
J1VV-S	3 x 50 + 25	160	44,15 €
J1VV-S	3 x 70 + 35	200	62,05 €
J1VV-S	3 x 95 + 50	245	84,78 €
J1VV-S	3 x 120 + 70	285	108,63 €
J1VV-S	3 x 150 + 70	325	131,76 €
J1VV-S	3 x 185 + 95	370	164,84 €
J1VV-S	3 x 240 + 120	435	212,81 €

Καλώδια ισχύος μέσης τάσης Cablel

Καλώδια ισχύος μέσης τάσης με μόνωση από XLPE και μανδύα από PVC. Βάσει προτύπου IEC60502-2.

2XSY. Ονομαστική τάση 12/20 KV.



Τύπος	Διατομή (mm ²)	Μέγιστη φόρτιση (A)	Τιμή / m
2XSY	1 x 50	230	19,34 €
2XSY	1 x 70	280	25,00 €
2XSY	1 x 95	335	31,87 €
2XSY	1 x 120	380	38,07 €



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

🕯 Το ενδιαφέρον επικεντρώνεται σε βασικά χαρακτηριστικά των ηλεκτρικών κινητήρων, που έχουν οι μηχανές παραγωγής έργου, όπως:

- ⚡ τάση λειτουργίας
- ⚡ ονομαστική ισχύ στον άξονά του
- ⚡ ονομαστικό ρεύμα που απορροφά
- ⚡ συντελεστή ισχύος και
- ⚡ βαθμό απόδοσης



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

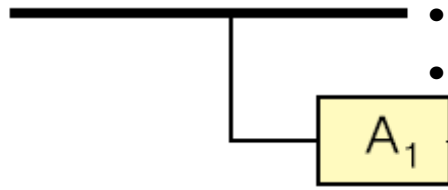
- ❏ Σε κάθε μηχανή παραγωγής έργου υπάρχει Υποπίνακας Κίνησης, από τον οποίο **ελέγχεται και προστατεύεται** η λειτουργία των ηλεκτρικών κινητήρων.
- ❏ Για κάθε μηχανή παραγωγής έργου είναι απαραίτητο να γνωρίζουμε **την απόστασή της από το Γενικό Πίνακα Κίνησης**, η οποία είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της διατομής της γραμμής που τροφοδοτεί τον Υποπίνακα Κίνησης από το Γενικό Πίνακα Κίνησης.



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

Στη διάταξη προστασίας και ελέγχου A1, μπορεί εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί:

- διακόπτης φορτίου & ασφάλεια τήξης ή μαχαιρωτή ασφάλεια
- αυτόματος διακόπτης ισχύος.

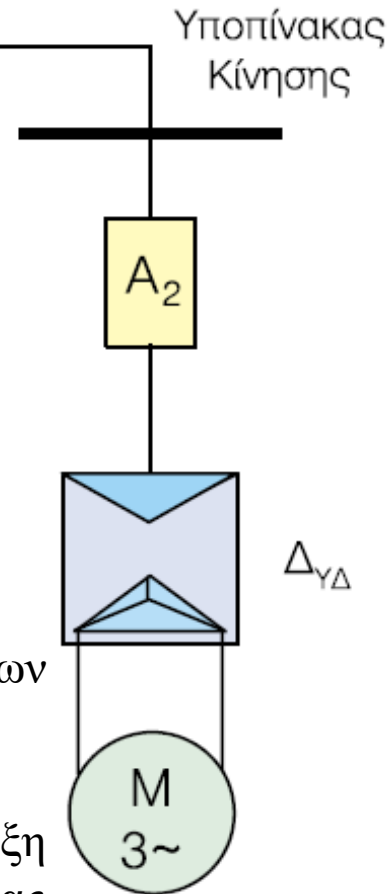


Στη διάταξη προστασίας και ελέγχου A2, μπορεί εναλλακτικά να χρησιμοποιηθεί:

- διακόπτης φορτίου και ασφάλεια τήξης ή μαχαιρωτή ασφάλεια
- αυτόματος διακόπτης ισχύος
- αυτόματη ασφάλεια τύπου "C"
- μικροαυτόματος διακόπτης προστασίας κινητήρων με μαγνητική και θερμική προστασία.

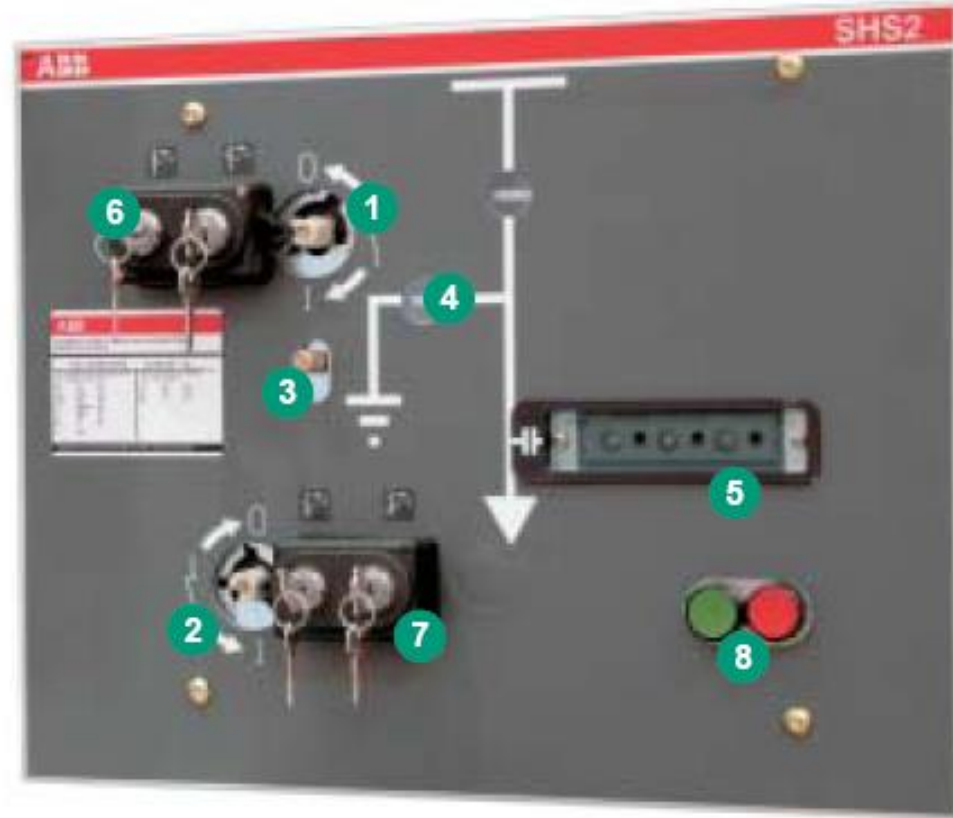
Στη διάταξη εκκίνησης αστέρα - τριγώνου ΔΥΔ, στον Υποπίνακα κίνησης θα χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά:

- 3 ρελέ ισχύος (αστέρα, τριγώνου και γραμμής) με ένα θερμικό προστασίας των τυλιγμάτων του κινητήρα, όταν η διάταξη A2 είναι ο συνδυασμός διακόπτης φορτίου με ασφάλεια τήξης (ή μαχαιρωτή) ή αυτόματη ασφάλεια.
- μόνο 3 ρελέ (αστέρα, τριγώνου και γραμμής) χωρίς το θερμικό, όταν η διάταξη A2 είναι αυτόματος διακόπτης ισχύος, ή μικροαυτόματος διακόπτης προστασίας κινητήρων με μαγνητική και θερμική προστασία.



Διακόπτης Φορτίου

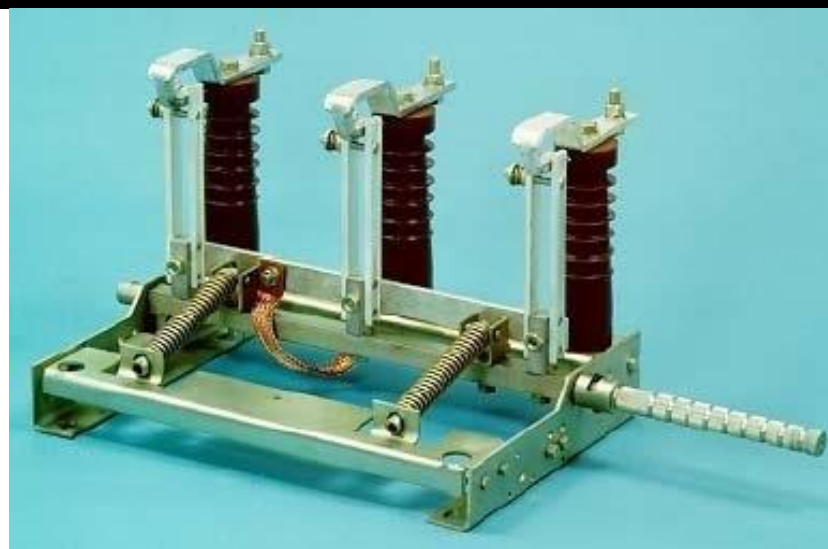
1. Θέση λειτουργίας του Διακόπτη
2. Θέση Λειτουργίας του Γειωτή
3. Μοχλός μανδάλωσης του γειωτή με το Διακόπτη.
4. Μηχανική ένδειξη της κατάστασης του γειωτή και του διακόπτη πάνω σε διάγραμμα.
5. Ενδεικτικές λυχνίες για την τάση.
6. Κλειδί λειτουργίας του Διακόπτη.
7. Κλειδί λειτουργίας του γειωτή.
8. Κουμπιά ενεργοποίησης και απενεργοποίησης του Διακόπτη.



Αποζεύκτης - Γειωτής



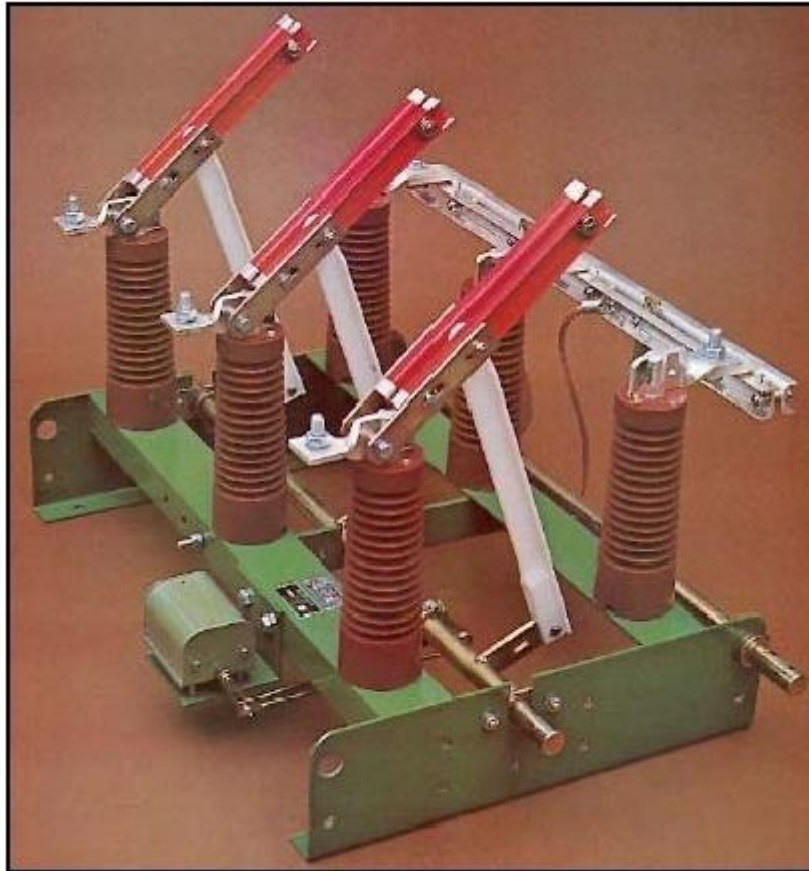
Αποζεύκτης ΜΤ
εσωτερικού χώρου



Γειωτής



Αποζεύκτης και γειωτής



Αποζεύκτης και γειωτής MT
εσωτερικού χώρου



Ασφαλειοδιακόπτης



Ασφαλειοδιακόπτης με
ασφάλεια σκόνης



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

- ❏ Η μελέτη και σχεδίαση της εγκατάστασης κίνησης περιλαμβάνει:
- ❏ Σχεδίαση των γραμμών τροφοδοσίας με μονογραμμικό διάγραμμα, από τον πίνακα κίνησης.
- ❏ Υπολογισμό των διατομών των γραμμών τροφοδοσίας.
- ❏ Επιλογή των διατάξεων προστασίας και ελέγχου των γραμμών τροφοδοσίας.
- ❏ Σχεδίαση μονογραμμικού διαγράμματος του πίνακα κίνησης.
- ❏ Υπολογισμό της παροχής τροφοδοσίας του πίνακα κίνησης από τη γενική παροχή της βιομηχανικής εγκατάστασης.
- ❏ Πίνακα συμβόλων και υλικών του πίνακα κίνησης.



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

- 💡 Στη γενική παροχή του πίνακα - άφιξη (πάντα τριφασική), μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά:
1. Διακόπτης φορτίου με ασφάλειες τήξης (ή με μαχαιρωτές ασφάλειες)
 2. Ασφαλειοαποζεύκτης
 3. Αυτόματος διακόπτης ισχύος



ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ

🕯 Στις αναχωρήσεις, (τριφασικές κατά κύριο λόγο ή μονοφασικές για την τροφοδοσία μονοφασικών κινητήρων), από τον πίνακα μπορούν να χρησιμοποιηθούν:

1. Διακόπτες φορτίου με ασφάλειες τήξης (ή με μαχαιρωτές ασφάλειες)
2. Διακόπτες φορτίου με ασφάλειες τήξης (ή με μαχαιρωτές ασφάλειες) και διατάξεις αυτόματου διακόπτη αστέρα - τριγώνου (ρελέ ισχύος, θερμικά προστασίας κινητήρων)
3. Ασφαλειοαποζεύκτες
4. Ασφαλειοαποζεύκτες και διατάξεις αυτόματου διακόπτη αστέρα - τριγώνου (ρελέ ισχύος, θερμικά προστασίας κινητήρων)
5. Αυτόματοι διακόπτες ισχύος
6. Αυτόματοι διακόπτες ισχύος και διατάξεις αυτόματου διακόπτη αστέρα - τριγώνου (ρελέ ισχύος, χωρίς θερμικά προστασίας κινητήρων)

ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΧΩΡΩΝ



Ο υπολογισμός της γραμμής παροχής του Πίνακα Κίνησης γίνεται με βάση την απαιτούμενη ισχύ των κυκλωμάτων που αναχωρούν από τον Πίνακα Κίνησης, χρησιμοποιώντας ένα συντελεστή ταυτοχρονισμού, ο οποίος συνήθως κυμαίνεται, ανάλογα με το είδος και τα φορτία της εγκατάστασης, από **0,4** έως **0,8**.



Μ/Σ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

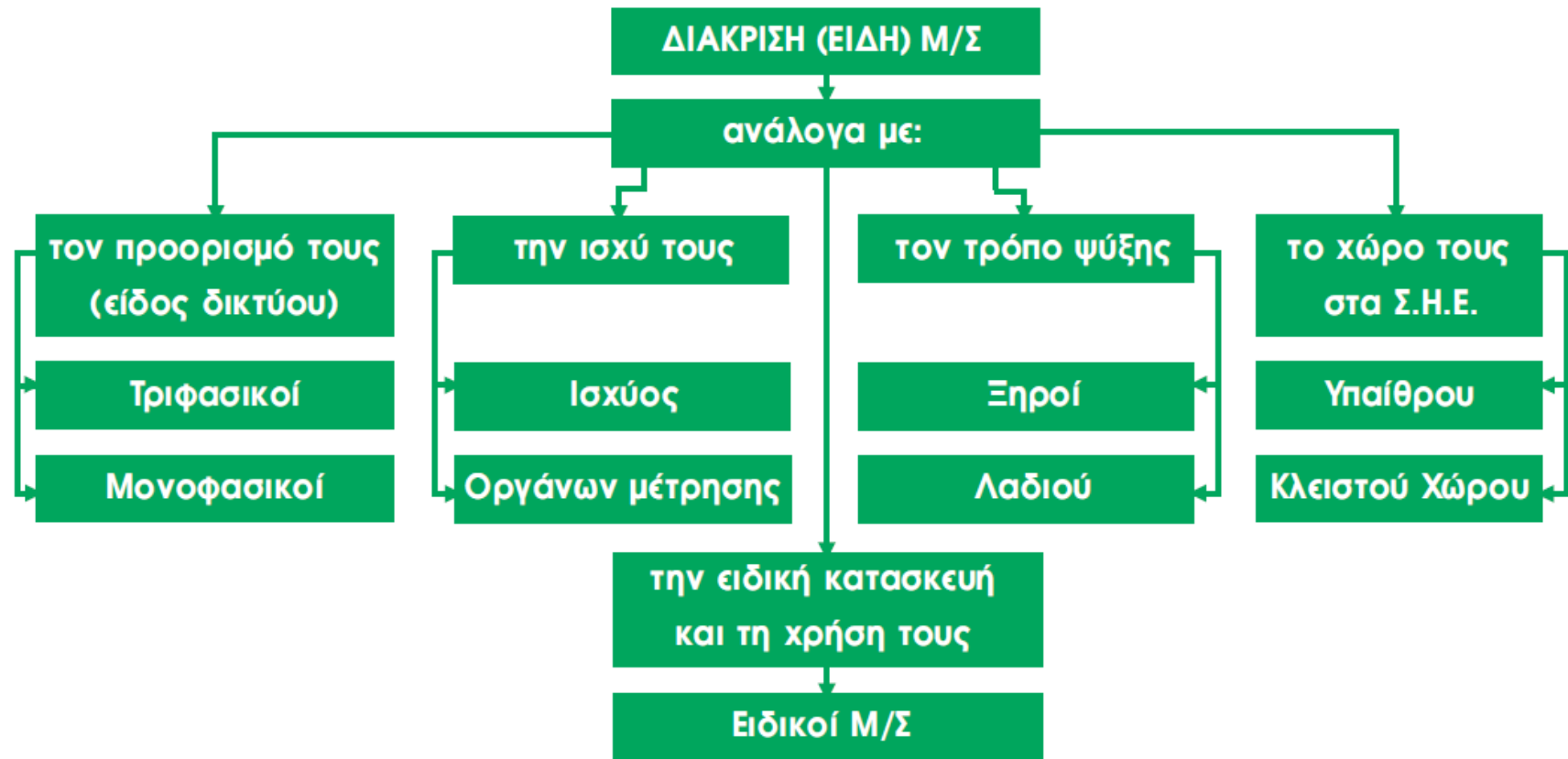
➡ **Μετασχηματιστές** ονομάζουμε τις ειδικές ηλεκτρικές μηχανές (διατάξεις) που αυξομειώνουν (μεταβάλλουν-μετασχηματίζουν) τα βασικά ηλεκτρικά μεγέθη (τάση-ένταση).

Οι μετασχηματιστές που χρησιμοποιούνται στα Συστήματα Ηλεκτρικής Ενέργειας χωρίζονται στις εξής κατηγορίες:

- Μετασχηματιστές Ισχύος
- Μετασχηματιστές οργάνων ή μέτρησης
 - Μετασχηματιστές τάσης
 - Μετασχηματιστές έντασης

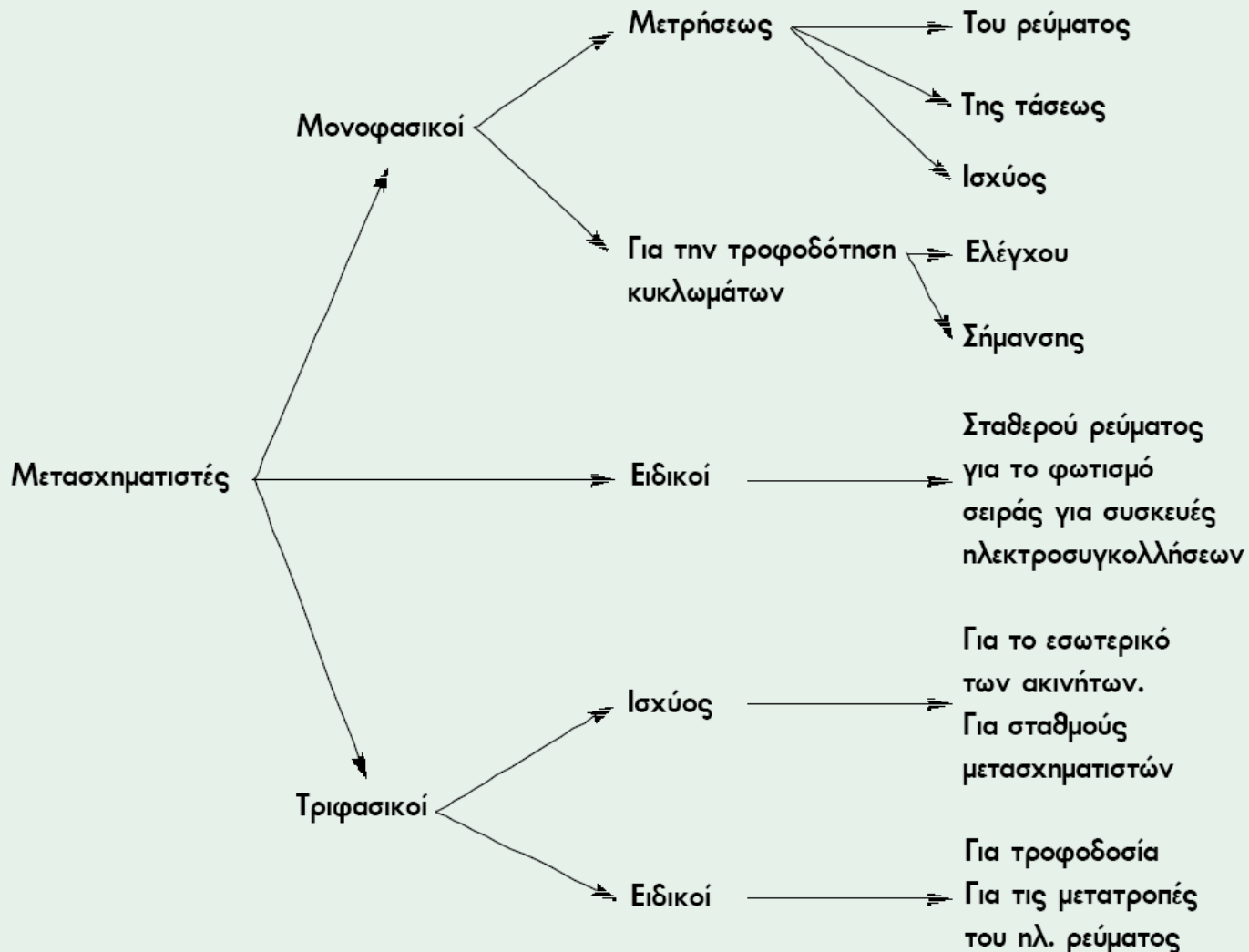


ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ



ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

Διάκριση των μετασχηματιστών



Μ/Σ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ Μ/Σ - ΓΕΝΙΚΑ

Κάθε μετασχηματιστής (Μ/Σ) αποτελείται από:

- έναν πυρήνα, που αποτελεί το μαγνητικό κύκλωμα και
- δύο τυλίγματα, το τύλιγμα υψηλής τάσης (Υ.Τ.) και το τύλιγμα χαμηλής τάσης (Χ.Τ.).

Τα δύο τυλίγματα ενός Μ/Σ λέγονται **πρωτεύον** και **δευτερεύον**.

Συγκεκριμένα **πρωτεύον** λέγεται το τύλιγμα που **συνδέεται με την ηλ. πηγή** (δίκτυο ηλεκτροδότησης) και **δευτερεύον** το τύλιγμα που μας **δίνει την μετασχηματισμένη τάση**. Έτσι, π.χ. στην περίπτωση των Μ/Σ υποβιβασμού τάσης, πρωτεύον είναι το τύλιγμα της Υ.Τ. και δευτερεύον το τύλιγμα Χ.Τ.



Μ/Σ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ

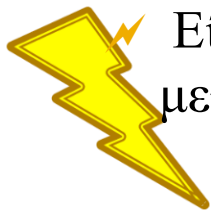
Μετασχηματιστές Ισχύος:

- ⚡ Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ηλεκτρικής ισχύος, όπου χρειάζεται αλλαγή του επιπέδου τάσης.
- ⚡ Προσδιορίζονται από το λόγο των τάσεων και την ονομαστική ισχύ τους, η οποία είναι πάντα η ισχύς διέλευσης (η ισχύς που μπορούν να μεταφέρουν ονομαστικά)

Οι Μετασχηματιστές μετρήσεων ηλεκτρικών μεγεθών, είναι Μ/Σ οι οποίοι παρέχουν τιμές τάσης ή έντασης κατάλληλες για να μετρηθούν με απλά όργανα.

- ⚡ Οι Μ/Σ μετρήσεων, υποβιβάζουν την τάση ή την ένταση ενός δικτύου ή συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας σε επίπεδα τέτοια, ώστε να μπορούν να μετρηθούν ή να καταγραφούν οι παραπάνω τιμές από απλά όργανα μετρήσεων.

⚡ Είναι Μ/Σ υποβιβασμού με συγκεκριμένο για κάθε εφαρμογή λόγο μετασχηματισμού.



Μετασχηματιστές οργάνων ή μέτρησης

ΕΙΣΑΓΩΓΗ



Υπάρχουν 2 είδη Μ/Σ μετρήσεων: οι Μ/Σ μέτρησης τάσης και οι Μ/Σ μέτρησης έντασης.

- ⚡ Οι Μ/Σ μέτρησης τάσης, συνδέονται παράλληλα (το πρωτεύον τύλιγμα τους) με το δίκτυο ή σύστημα που θέλουμε να μετρήσουμε (με την Υψηλή Τάση) και στο δευτερεύον τους τύλιγμα «βγάζουν» τάση σε επίπεδο που **μπορεί να μετρηθεί από απλά όργανα, χαμηλής τιμής η οποία δεν είναι επικίνδυνη για τον χρήστη.**
- ⚡ Οι Μ/Σ μέτρησης έντασης, συνδέονται σε σειρά (το πρωτεύον τύλιγμα τους) με το δίκτυο Υψηλής Τάσης ή Έντασης που θέλουμε να μετρήσουμε και αποδίδουν στο δευτερεύον τύλιγμα τους, τιμή έντασης σε τέτοιο επίπεδο ώστε να μπορέσει να μετρηθεί από απλό όργανο (ή όργανο μικρής κλίμακας).
- ⚡ Στην πράξη, οι Μ/Σ έντασης δεν «κόβουν» το κύκλωμα για να συνδεθούν σε σειρά, αλλά είναι ειδικά κατασκευασμένοι δακτύλιοι οι οποίοι «αγκαλιάζουν» τον αγωγό που πρέπει να μετρήσουμε.
- ⚡ Λόγω του φαινομένου της επαγωγής, στο δευτερεύον τύλιγμα τους δημιουργείται ρεύμα, το οποίο και μετράτε ή καταγράφεται από ένα απλό αμπερόμετρο.

Μ/Σ ΕΝΤΑΣΗΣ

- ✿ Χρησιμοποιούνται για να υποβιβάζουν το ρεύμα γραμμής σε ένα επίπεδο που να μπορεί να μετρηθεί από τα κατάλληλα όργανα.
- ✿ Συνήθως έχουν μόνο μια σπείρα, για ρεύμα πρωτεύοντος πάνω από 500A και ανάλογο αριθμό σπειρών στο δευτερεύον το οποίο διαρρέεται από ρεύμα 5A.
- ✿ Η τάση του Μ/Σ είναι αμελητέα σε σύγκριση με την τάση του δικτύου.
- ✿ Η ονομαστική ισχύς είναι μικρή. Μπορούμε να την υπερβούμε, χωρίς να καταστραφεί ο Μ/Σ, θα μειωθεί όμως η ακρίβειά του.

Μ/Σ ΕΝΤΑΣΗΣ

- ⚡ Πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την αποσύνδεση του Μ/Σ έντασης από το φορτίο, όπου **πριν αποσυνδεθεί το φορτίο, πρέπει να βραχυκυκλωθεί ο Μ/Σ.**
- ⚡ Διαφορετικά μπορεί να αναπτυχθεί πολύ υψηλή τάση στα άκρα του, ή ακόμη να οδηγηθεί ο πυρήνας στον κορεσμό, με αποτέλεσμα την καταστροφή του ή και να προκληθεί ακόμα και βραχυκύκλωμα στο δίκτυο.



Ονομαστικά στοιχεία Μ/Σ Έντασης

Μετασχηματιστής Έντασης	
Μέγιστη τάση λειτουργίας(kV)	3.6 - 40.5
Ρεύμα στο Πρωτεύον(A)	10- 3200
Ρεύμα δευτερεύοντος (A)	1ή 5
Συχνότητα (Hz)	50 ή 60



Μ/Σ ΤΑΣΗΣ

- ❏ Χρησιμοποιούνται για να υποβιβάσουν την υψηλή ή μέση τάση του δικτύου σε ένα επίπεδο που να μπορεί να μετρηθεί από συνήθη όργανα (100-200V).
- ❏ Έχουν μικρή φαινόμενη ισχύ από 2-100VA.
- ❏ Οι Μ/Σ αυτοί, επειδή χρησιμοποιούνται για την μέτρηση τάσης, **πρέπει να είναι ιδιαίτερα ακριβείς** γι' αυτό κατατάσσονται στις λεγόμενες κλάσεις ακρίβειας.
- ❏ Ένας τέτοιος Μ/Σ μπορεί να φορτιστεί με φορτίο μεγαλύτερο του ονομαστικού του χωρίς να καταστραφεί, θα αλλάξει όμως η ακρίβειά του.

Μ/Σ ΤΑΣΗΣ

- ❏ Βραχυκυκλώματα στον Μ/Σ τάσης οδηγούν στην καταστροφή του αλλά και σε βραχυκυκλώματα στο δίκτυο.
- ❏ Για την προστασία του τοποθετούμε μια ασφάλεια τήξης στην πλευρά της ΥΤ. Αν είναι αδύνατον να τοποθετηθεί στην ΥΤ, μπορεί να συνδεθεί στην ΧΤ. Τότε όμως θα τον προστατεύει μόνο από σφάλματα στην ΧΤ και όχι από σφάλματα μέσα στον Μ/Σ.



Ονομαστικά Στοιχεία Μ/Σ τάσης

Μετασχηματιστής Τάσης	
Μέγιστη τάση λειτουργίας(kV)	3.6 - 40.5
Τάση στο Πρωτεύον(kV)	1-35
Τάση δευτερεύοντος (kV)	0.10 - 0.12
Συχνότητα (Hz)	50 ή 60



Μετασχηματιστής ισχύος

- 🕯 Πρόκειται για τους Μ/Σ με τους οποίους μεταφέρουμε ισχύ.
- 🕯 Ο Μ/Σ ισχύος (power transformer) ή απλά μετασχηματιστής (Μ/Σ) είναι η βασική συσκευή κάθε υποσταθμού μέσης τάσης, διότι υποβιβάζει την τάση μεταφοράς των 20 kV σε τάση διανομής 400 V.
- ⚡ Ο συνεχής έλεγχος της λειτουργίας, της απόδοσης, των καταπονήσεων και των απωλειών των Μ/Σ είναι ζωτικής σημασίας.
- ⚡ Πρέπει να προστατεύονται με ειδικές διατάξεις
 - ⚡ Διακόπτες ισχύος, ηλεκτρονόμους Buchholtz, διαφορική προστασία, συστήματα ψύξης, βοηθητικές διατάξεις ελέγχου κτλ.



Μετασχηματιστής ισχύος

Είδη Μ/Σ

- 🕯 Οι Μ/Σ ισχύος είναι συνήθως ελαιοψυκτοι, εκτός αν έχουμε ειδικές συνθήκες περιβάλλοντος, πχ εύφλεκτα υλικά και κίνδυνο πυρκαγιάς.
- 🕯 Στις περιπτώσεις αυτές επιλέγονται Μ/Σ ξηρού τύπου με μόνωση από χυτορητίνη.



Μετασχηματιστής ισχύος

- ⚡ Ο καταναλωτής μέσης τάσης επιβαρύνεται με τη **δαπάνη εγκατάστασης και συντήρησης** του μετασχηματιστή και της κατασκευής του αντίστοιχου δικτύου χαμηλής τάσης.
- ⚡ Οι απώλειες του μετασχηματιστή και του δικτύου χαμηλής τάσης **βαρύνουν τον καταναλωτή** μέσης τάσης και όχι τη ΔΕΗ.



Μετασχηματιστής ισχύος

- ❏ Σε υποσταθμούς με ζητούμενη ισχύ $> 600 \text{ kVA}$ έχουμε κατά κανόνα δύο Μ/Σ για λόγους ασφαλείας.
- ❏ Σε περίπτωση σφάλματος στον ένα Μ/Σ, αναλαμβάνει ο δεύτερος Μ/Σ να καλύψει το συνολικό φορτίο για όσο χρόνο διαρκέσει η επισκευή του πρώτου Μ/Σ.
- ❏ Δύο Μ/Σ συναντάμε και σε υποσταθμούς - ανεξάρτητα από την εγκατεστημένης ισχύ - που τροφοδοτούν κρίσιμα φορτία όπως, νοσοκομεία, αεροδρόμια κ.ά.



Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος

- 🕒 Το μέγεθος του Μ/Σ προσδιορίζεται από την προβλεπόμενη μέγιστη ζήτηση ισχύος σε kVA για τα επόμενα πέντε ως δέκα χρόνια από την ημέρα μελέτης-σχεδίασης του υποσταθμού.
- 🕒 Η ονομαστική ισχύς (S_n) των Μ/Σ κυμαίνεται από 25 kVA μέχρι 2500 kVA.
- 🕒 Λέγοντας ονομαστική ισχύ (Rated power) εννοούμε την ισχύ για την οποία έχει κατασκευαστεί ο Μ/Σ να λειτουργεί συνεχώς, εφόσον ισχύουν μια σειρά από συγκεκριμένες συνθήκες, οι κυριότερες των οποίων είναι:
 - ⚡ Θερμοκρασία περιβάλλοντος μικρότερη των 40°C
 - ⚡ Μέση ημερήσια θερμοκρασία μικρότερη των 30°C
 - ⚡ Μέση ετήσια θερμοκρασία μικρότερη των 20°C
 - ⚡ Ύψομετρο της εγκατάστασης μέχρι 1000 m από την επιφάνεια της θάλασσας.



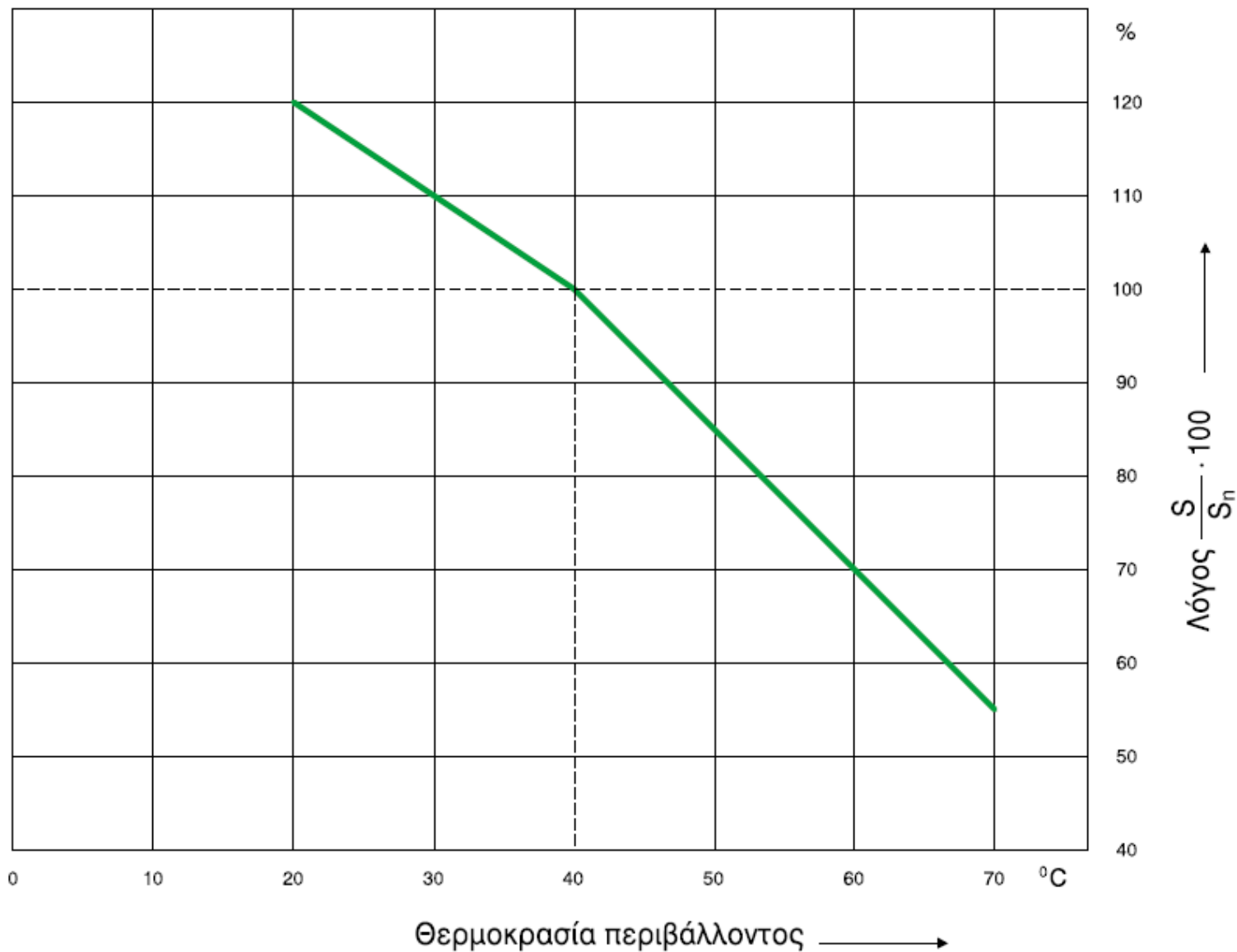
Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος



Αν οι συνθήκες λειτουργίας είναι διαφορετικές, τότε χρησιμοποιείται η επιτρεπόμενη φόρτιση S , η οποία διαφέρει από την ονομαστική S_n .

- ⚡ Η ισχύς S μικραίνει όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος μεγαλώνει. Αλλά και αντίστροφα, η ισχύς S αυξάνει όταν η θερμοκρασία είναι μικρότερη των 40°C .
- ⚡ Πρακτικά, το χειμώνα με εξωτερική θερμοκρασία 20°C ένας Μ/Σ ονομαστικής ισχύος $S_n = 400 \text{ kVA}$ μπορεί να φορτιστεί μέχρι και 20% πάνω από την ονομαστική ισχύ, δηλαδή να φθάσει τα 480 kVA.
- ⚡ Τις ζεστές ημέρες του καλοκαιριού, όταν η εξωτερική θερμοκρασία φθάνει τους 50°C , η φόρτιση του Μ/Σ δεν επιτρέπεται να ξεπεράσει το 85% της ονομαστικής ισχύος, δηλαδή τα 340 kVA.





Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος

💡 Ονομάζουμε **τάση βραχυκύκλωσης** (U_{1K}) την τάση που πρέπει να εφαρμόσουμε στο πρωτεύον τύλιγμα του Μ/Σ, με βραχυκυκλωμένο το δευτερεύον, ώστε αυτό να διαρρέεται από την ονομαστική του τιμή (στους 20 °C).

⚡ Η τάση αυτή δίνεται ως ποσοστό επί τοις εκατό (%) της ονομαστικής τάσης του πρωτεύοντος, και έτσι έχουμε την ονομαστική τάση βραχυκύκλωσης (u_k) που είναι βασικό χαρακτηριστικό των Μ/Σ.

⚡ Για το μοναδιαίο σύστημα: $u_k = \frac{U_{1K}}{U_{1N}}$

⚡ Για το εκατοστιαίο σύστημα: $u_k \% = \frac{U_{1K}}{U_{1N}} 100$

⚡ Όπου U_{1K} η τάση στο πρωτεύον όταν το βραχυκυκλωμένο δευτερεύον διαρρέεται από το ονομαστικό ρεύμα I_{2N}



Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος

- ⦿ Η τάση βραχυκύκλωσης μας επιτρέπει να προσδιορίσουμε την εσωτερική σύνθετη (ωμική + επαγωγική) αντίσταση του M/Σ που είναι απαραίτητη για τον υπολογισμό της στάθμης του **ρεύματος βραχυκυκλώματος (I_k)** στην πλευρά χαμηλής τάσης του M/Σ .
- ⦿ Η γνώση της τιμής του **ρεύματος βραχυκυκλώματος** στην πλευρά χαμηλής τάσης του M/Σ είναι πολύ σημαντική, διότι με βάση αυτή την τιμή πρέπει να επιλέξουμε τον εξοπλισμό χαμηλής τάσης (διακόπτες ισχύος κ.λπ.) όσο αφορά την αντοχή του σε βραχυκύκλωμα.



Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος

💡 Υπολογισμός ρεύματος βραχυκυκλώματος στο δευτερεύον του Μ/Σ.

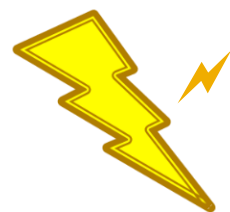
💡 Με γνωστή την τάση βραχυκύκλωσης είναι δυνατό να υπολογισθεί η πιθανή ένταση βραχυκύκλωσής στο δευτερεύον του Μ/Σ όταν το πρωτεύον τροφοδοτείται με την ονομαστική του τάση από την σχέση:

💡
$$I_{2K} = \frac{I_{2N}}{u_k}$$

💡 Αν γνωρίζουμε το $u_k\%$ τότε

💡
$$I_{2K} = \frac{I_{2N}}{u_k\%} 100$$

💡 Αν S_n η ονομαστική ισχύς του Μ/Σ (kVA) και U_{2N} η ονομαστική τάση δευτερεύοντος (kV) τότε


$$I_{2K} = \frac{S_n}{\sqrt{3} U_{2N} u_k\%} 100$$

Χαρακτηριστικά μεγέθη του Μετασχηματιστή ισχύος

Υπολογισμός ρεύματος βραχυκυκλώματος στο δευτερεύον του Μ/Σ.

Παράδειγμα

Στο πείραμα βραχυκύκλωσης ενός Μ/Σ 6.000/400V, για να έχουμε τα κανονικά ρεύματα φόρτισης 12/180A, χρειάστηκε να τροφοδοτήσουμε το πρωτεύον του με τάση 240V.

- α. Πόση είναι η τάση βραχυκύκλωσης του Μ/Σ;
- β. Σε ποιά τιμή μπορεί να φτάσει η ένταση βραχυκύκλωσης στο δευτερεύον του, με την κανονική τάση τροφοδότησης στο πρωτεύον;

$$U_{1N} = 6000V$$

$$U_{1K} = 240V$$

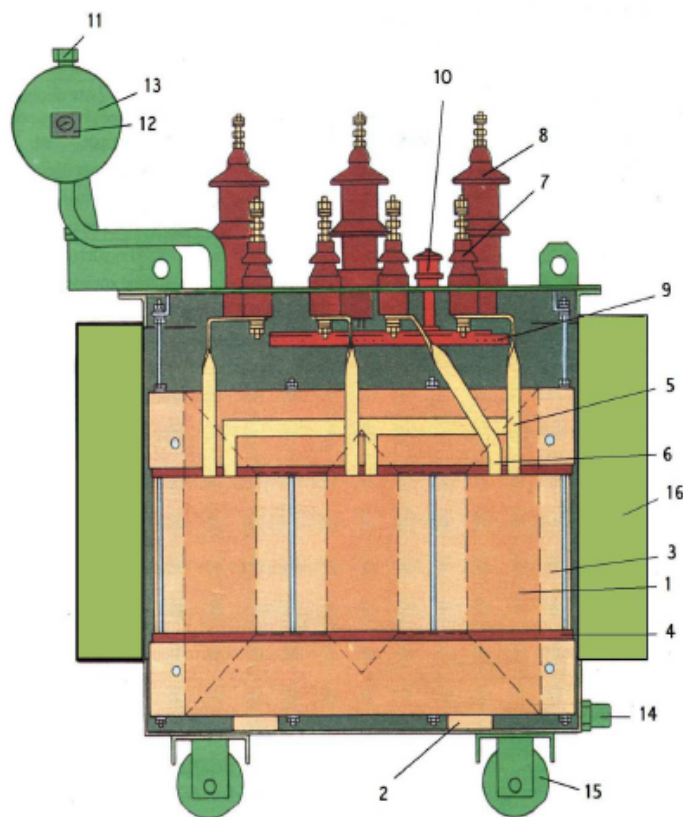
$$I_{2N} = 180A$$

$$u_k \% = \frac{U_{1K}}{U_{1N}} 100 = \frac{240}{6000} 100 = 4 \%$$

$$I_{2K} = \frac{I_{2N}}{u_k \%} 100 = \frac{180 \times 100}{4} 100 = 4500 A$$



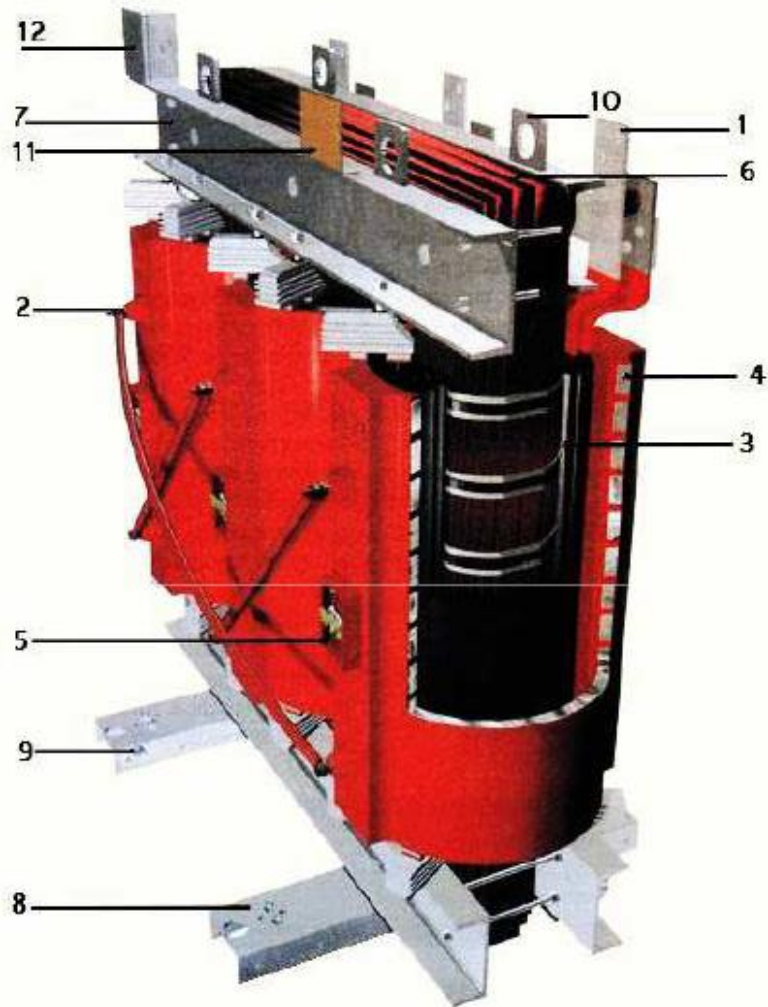
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΤ/ΧΤ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ



ΜΣ ελαίου

1. **Πυρήνας**, από χαλύβδινα ελάσματα, μονωμένα μεταξύ τους.
2. **Στηρίγματα πυρήνα**
3. **Τυλίγματα**: ΧΤ, στο εσωτερικό σκέλος του πυρήνα, από χάλκινες ή αλουμιένιες μπάρες. ΜΤ, στο εξωτερικό σκέλος από χάλκινο σύρμα
4. **Στηρίγματα τυλιγμάτων**, με μονωτικά στηρίγματα σχεδιασμένα έτσι ώστε σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, οι δυνάμεις Laplace να μην καταστρέψουν τον Μ/Σ
5. **Ακροδέκτης ουδετέρου**, που προκύπτει από τη σύνδεση του μονωτήρα διέλευσης με τον ουδέτερο κόμβο, δηλ τη σύνδεση των τυλιγμάτων ΧΤ με μια χάλκινη μπάρα.
6. **Ακροδέκτες ΧΤ**.
7. **Μονωτήρες διέλευσης ΧΤ**, από πορσελάνη
8. **Μονωτήρες διέλευσης ΜΤ**, από πορσελάνη
9. **Ρυθμιστής τάσης**: ρυθμίζει το λόγο των σπειρών του Μ/Σ στο πρωτεύον για ρύθμιση τάσης στο δευτερεύον (εκτός λειτουργίας)
10. **Χειριστήριο ρυθμιστή τάσης**
11. **Δοχείο διαστολής**
12. **Δείκτης στάθμης λαδιού**
13. **Τάπα αερισμού-πλήρωσης με λάδι**
14. **Βάνα αποχέτευσης λαδιού**
15. **Τροχοί κύλισης**
16. **Ψυκτήρες**, για την ψύξη του λαδιού.

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΜΤ/ΧΤ- ΕΙΣΑΓΩΓΗ



1. Ακροδέκτες χαμηλής τάσης (Υ)
2. Ακροδέκτες μέσης τάσης (Δ)
3. Τύλιγμα ΧΤ, από φύλλα αλουμινίου σε κυλινδρική μορφή μονωμένα μεταξύ τους, και εμποτισμένα σε εποξική ρητίνη
4. Τύλιγμα ΜΤ, από φύλλα αλουμινίου τυλιγμένα σε μορφή πηνίου κι εμποτισμένα σε χυτορητίνη μέσα σε ειδικά καλούπια
5. Ρυθμιστής τάσης
6. Πυρήνας, από ελάσματα μονωμένα μεταξύ τους για τη μείωση των μαγνητικών απωλειών
7. Σφικτήρες πυρήνα: Σχηματίζουν το πλαίσιο του Μ/Τ και χρησιμεύουν στη σύσφιξη του πυρήνα
8. Τροχοί κύλισης
9. Ακροδέκτης γείωσης όπου καταλήγουν όλα τα μεταλλικά μέρη του Μ/Σ
10. Άγκιστρα ανύψωσης.
11. Πινακίδα.
12. Κουτί ηλεκτρονόμων προστασίας, από υπερφόρτιση

ΜΣ ξηρού τύπου

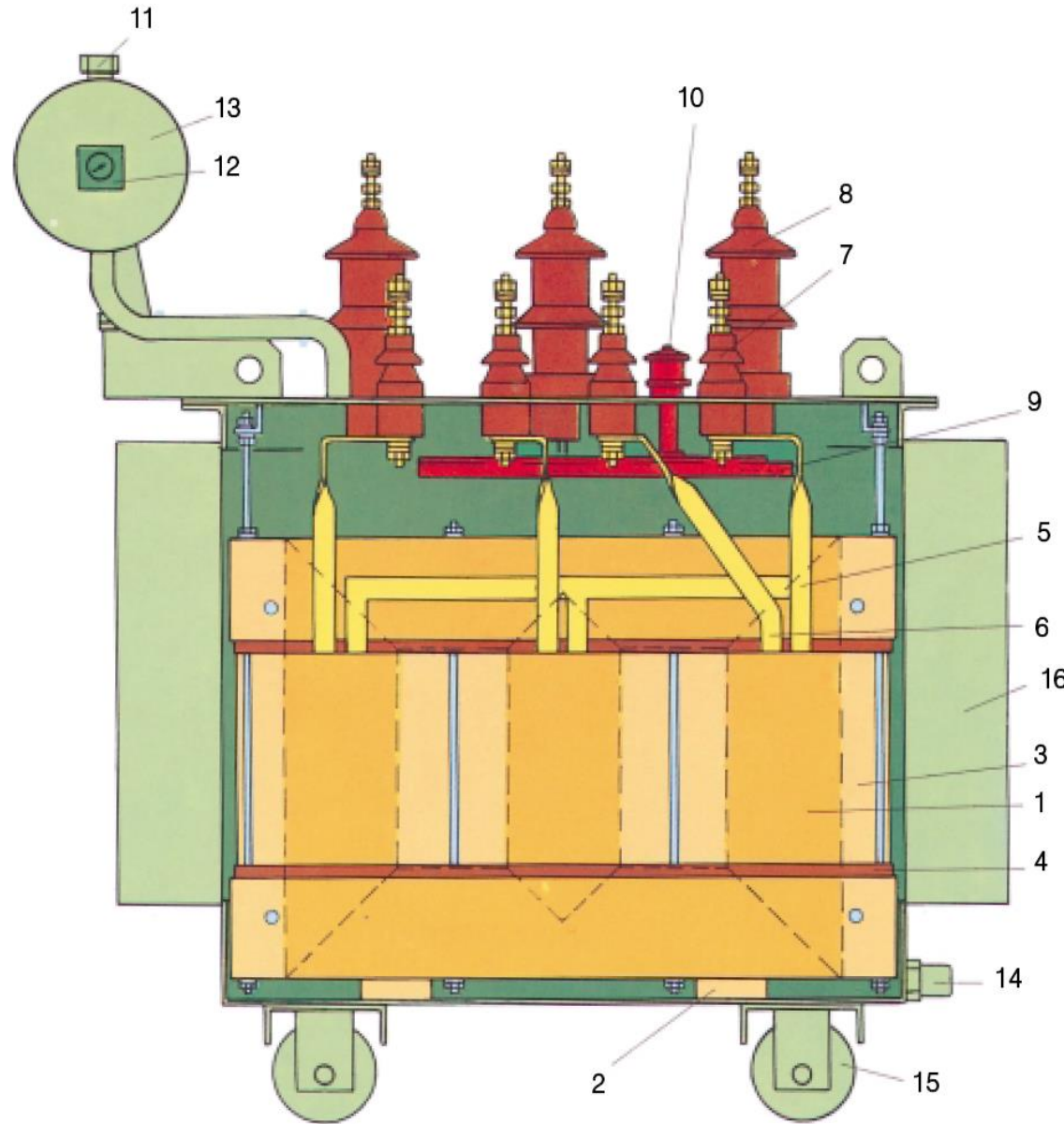
Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

1. Πυρήνας (Core).

Κατασκευάζεται από ειδικά σιδερένια ελάσματα που είναι μονωμένα μεταξύ τους για να ελαττώσουμε τις μαγνητικές απώλειες.

2. Στηρίγματα πυρήνα (Core support).

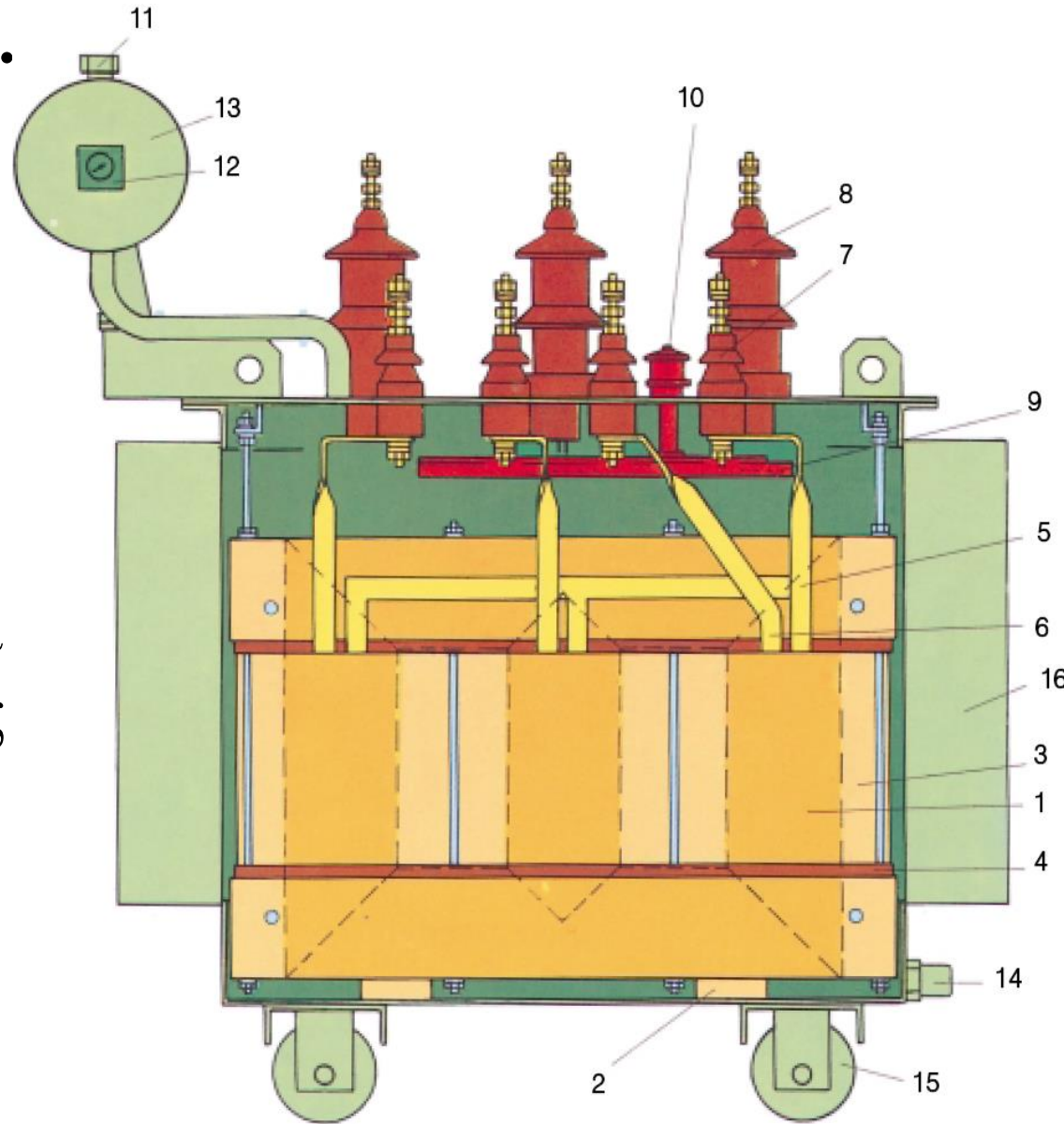
Μεταξύ του πυθμένα του δοχείου και του πυρήνα μεσολαβεί κάποια απόσταση για να μπορεί να κυκλοφορεί το λάδι



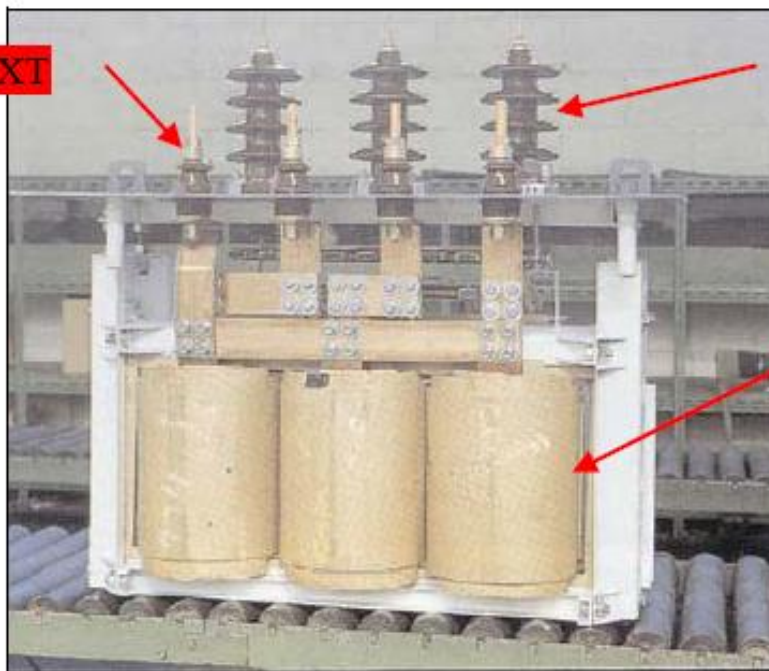
Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

3. Τυλίγματα (Winding).

Σε κάθε σκέλος του πυρήνα υπάρχουν 2 τυλίγματα (πηνία). Στο εσωτερικό βρίσκεται το τύλιγμα της χαμηλής τάσης (χάλκινες ή αλουμινένιες μπάρες) και εξωτερικά το τύλιγμα της μέσης τάσης (χάλκινο σύρμα).



Ακροδέκτης ΧΤ



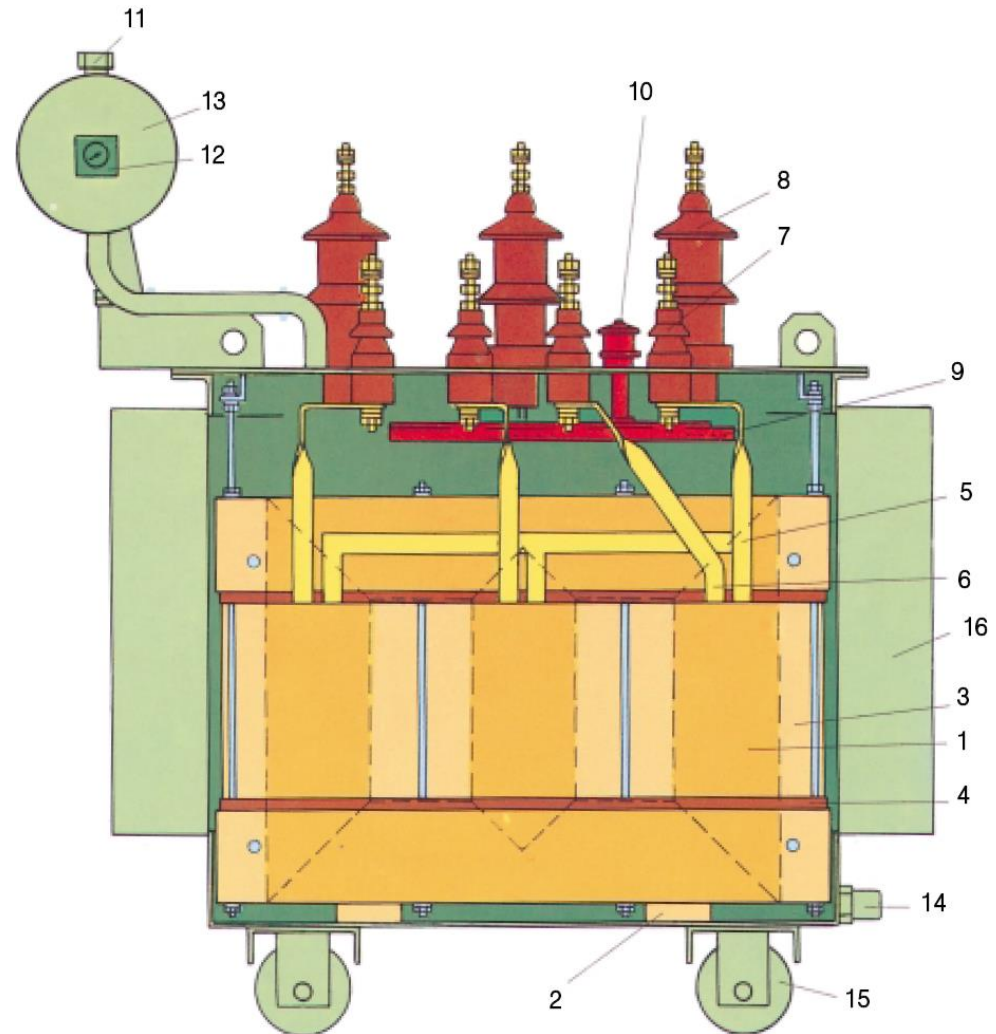
Ακροδέκτης ΥΤ

Τυλίγματα μιας
Φάσης



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

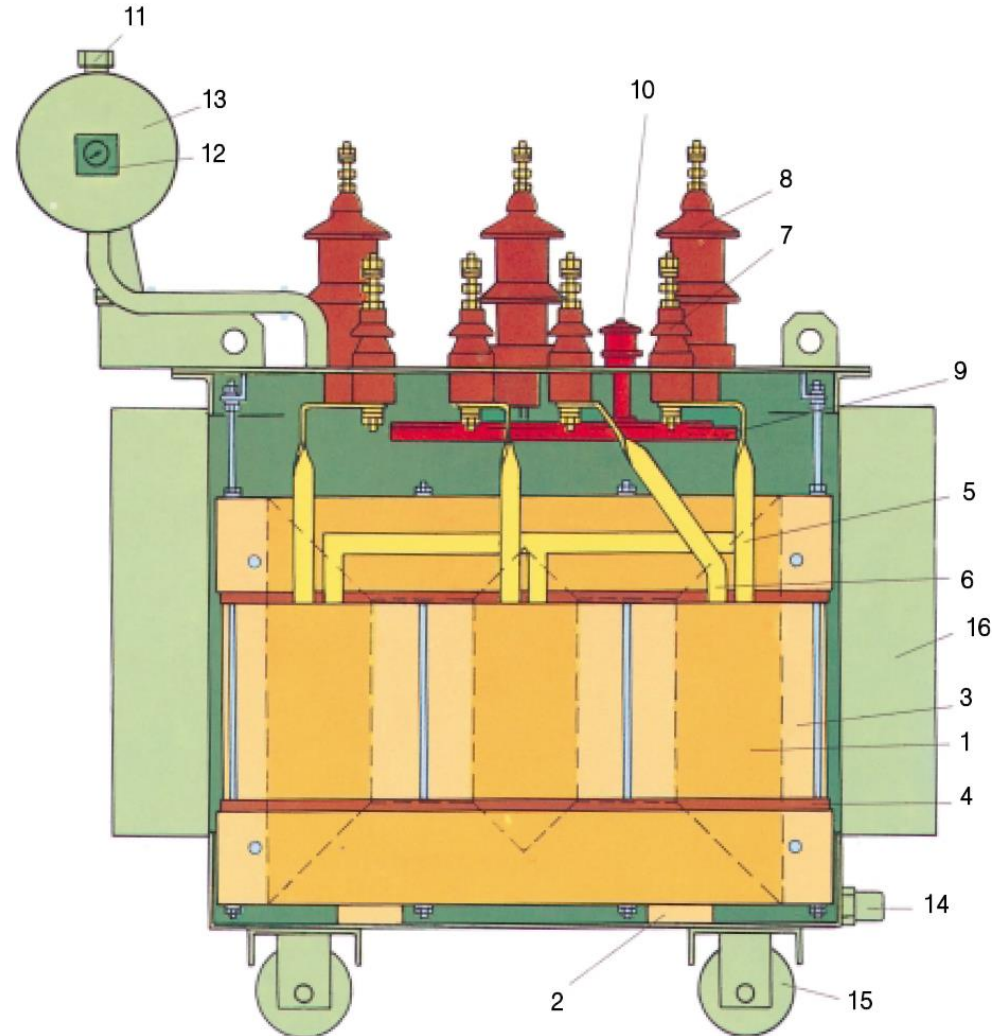
4. Στηρίγματα τυλιγμάτων (winding support). Η στερέωση των τυλιγμάτων Χ.Τ. και Μ.Τ. τόσο μεταξύ τους όσο και πάνω στον πυρήνα είναι πολύ κρίσιμη και γίνεται με μονωτικά στηρίγματα. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, αναπτύσσονται στα τυλίγματα μεγάλες δυνάμεις Laplace που μπορούν να καταστρέψουν το Μ/Σ.



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

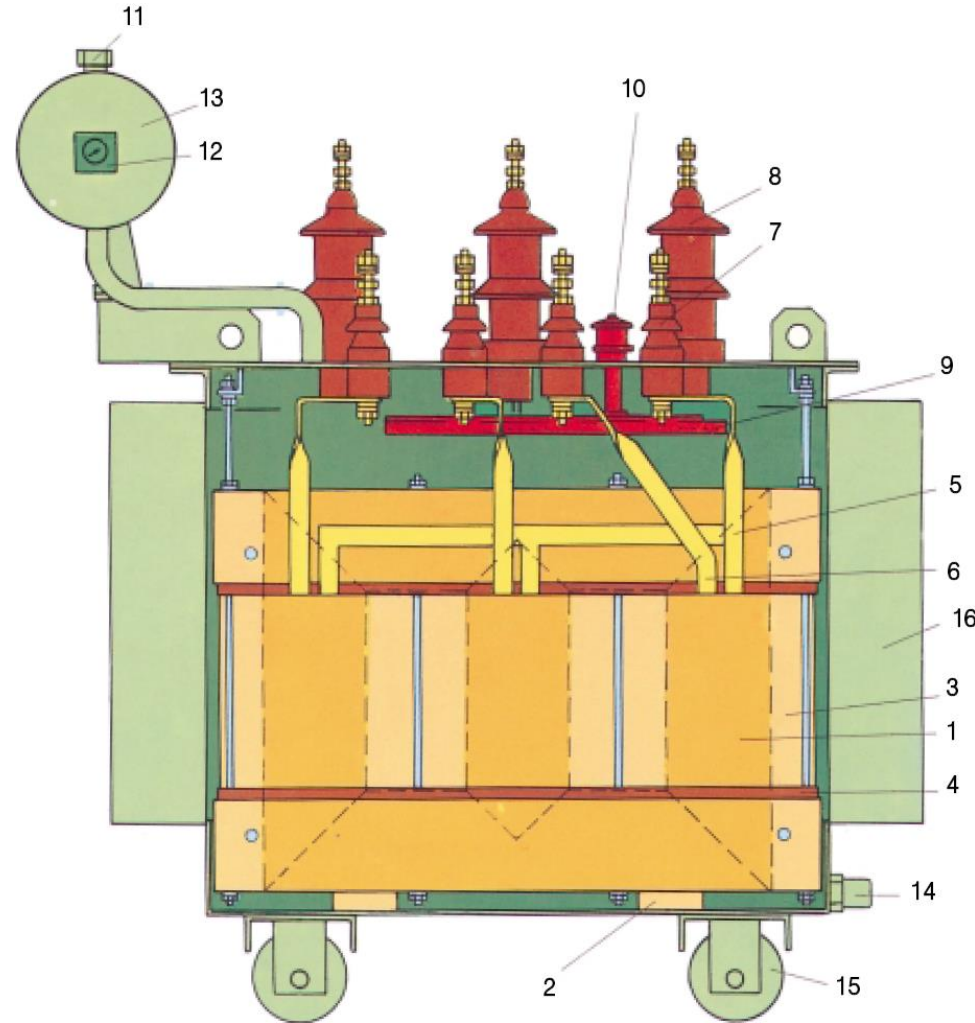
5. Τα τρία άκρα των τυλιγμάτων χαμηλής τάσης γεφυρώνονται με χάλκινη μπάρα και δημιουργείται ο ουδέτερος κόμβος.

6. Τα τρία άλλα άκρα των τυλιγμάτων χαμηλής τάσης συνδέονται στους μονωτήρες διέλευσης και προκύπτουν οι ακροδέκτες 2U, 2V, 2W.



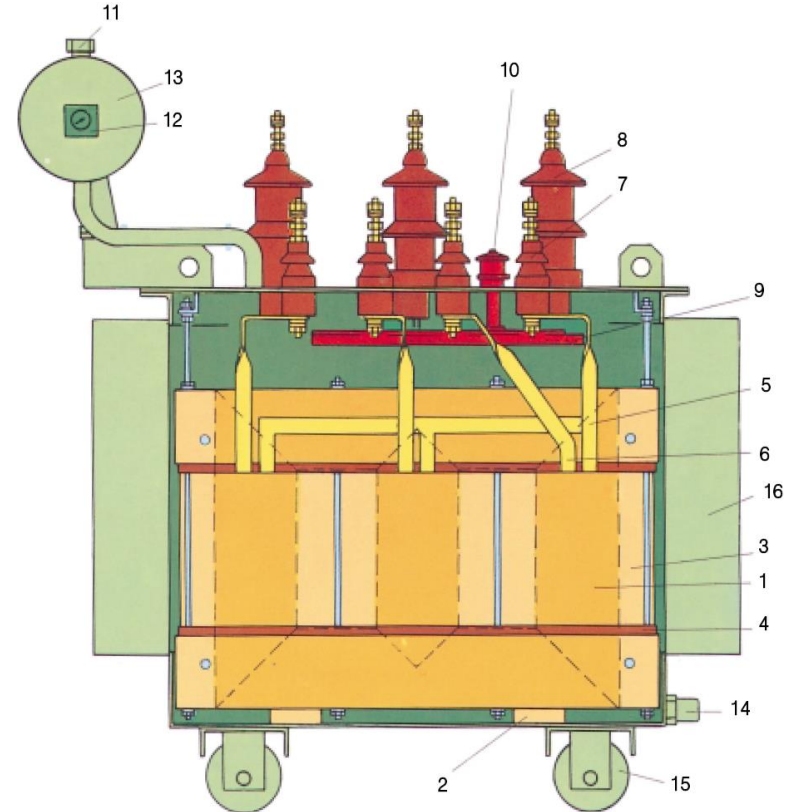
Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

7. Μονωτήρες διέλευσης Χ.Τ. από πορσελάνη.
Ονομάζονται μονωτήρες διέλευσης διότι από μέσα τους διέρχεται το ρεύμα Χ.Τ..



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

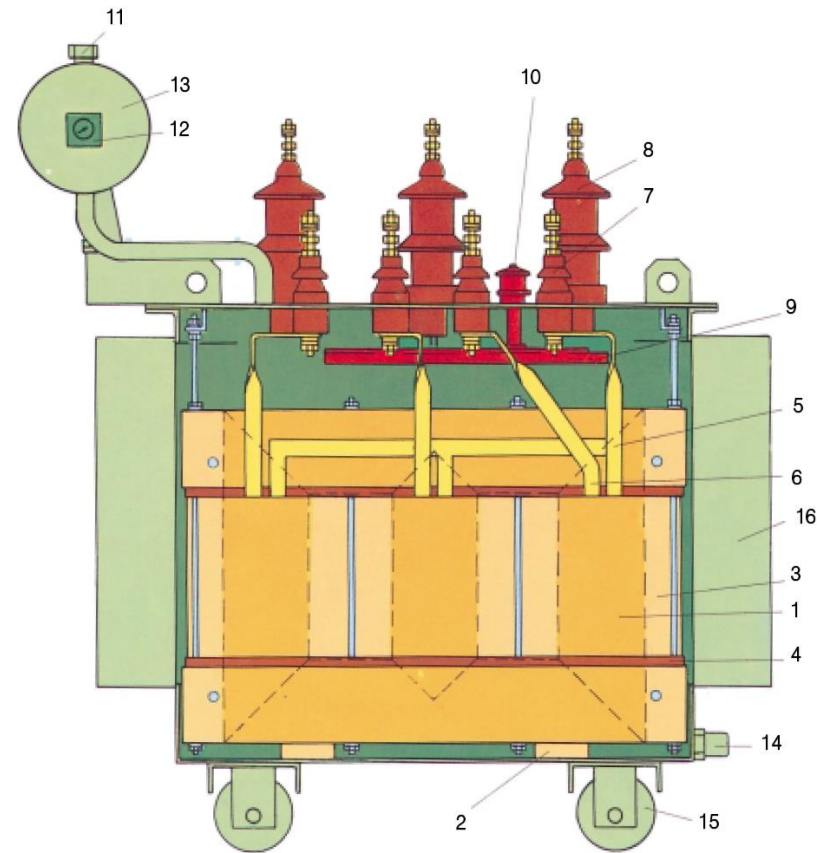
8. Μονωτήρες διέλευσης Μ.Τ.
από πορσελάνη. Στον ένα τους ακροδέκτη, που είναι μέσα στο λάδι, συνδέονται οι απολήξεις των τυλιγμάτων Μ.Τ. Στον άλλο ακροδέκτη, που είναι στον αέρα, συνδέονται τα καλώδια Μ.Τ. που έρχονται από την κυψέλη προστασίας του Μ/Σ.



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

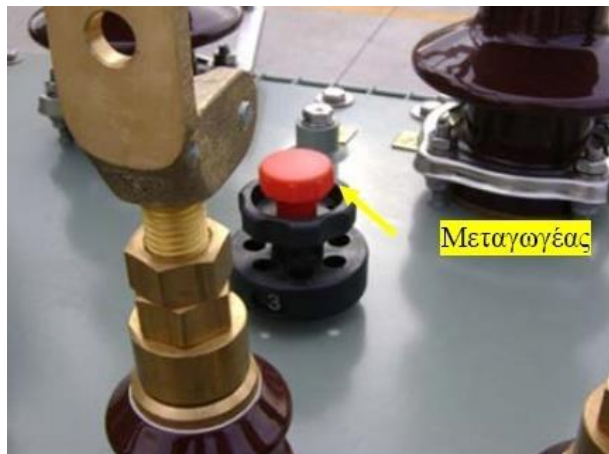
9. Ρυθμιστής τάσης (off-circuit tap changer). Τα τυλίγματα μέσης τάσης έχουν ενδιάμεσα λήψεις που καταλήγουν σε ένα περιστροφικό διακόπτη.

Έτσι μπορούμε να χρησιμοποιούμε περισσότερες ή λιγότερες σπείρες στο πρωτεύον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του λόγου των σπειρών του Μ/Σ και, συνεπώς, τη ρύθμιση της τάσης του δευτερεύοντος. Η ρύθμιση γίνεται όταν ο Μ/Σ είναι εκτός κυκλώματος.



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

10. Χειριστήριο ρυθμιστή τάσης



ABB

TRANSFORMER to specification

Type

No. of phases No.

Rated power kV-A Year of manufacture

	Rated voltage [kV]	Current [A]	Insulation level
HV	20 ± 2x2.5%	11.5	LI125AC50
LV	0.4	577	AC3

Tap no.	HV voltage [V]
1	21000
2	20500
3	20000
4	19500
5	19000

Connection symbol

Short-circuit imp. %

Load losses W

No-load losses W

Cooling

Rated frequency Hz

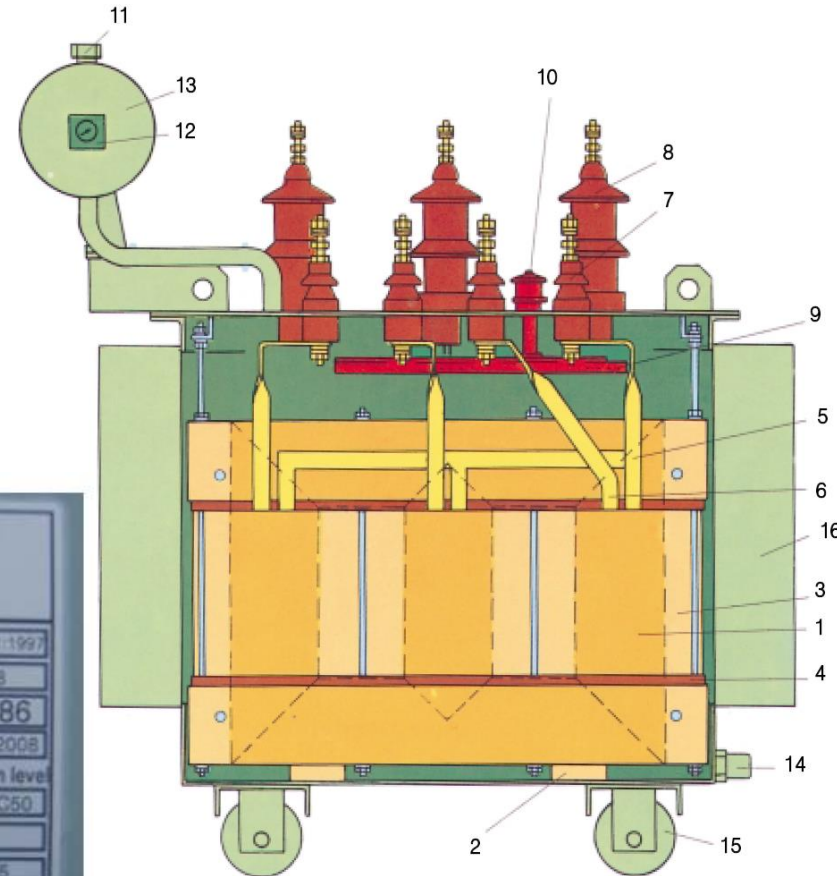
Ambient temp. °C

Mass of oil kg

Temperature rise: Mass of core and wdg. kg

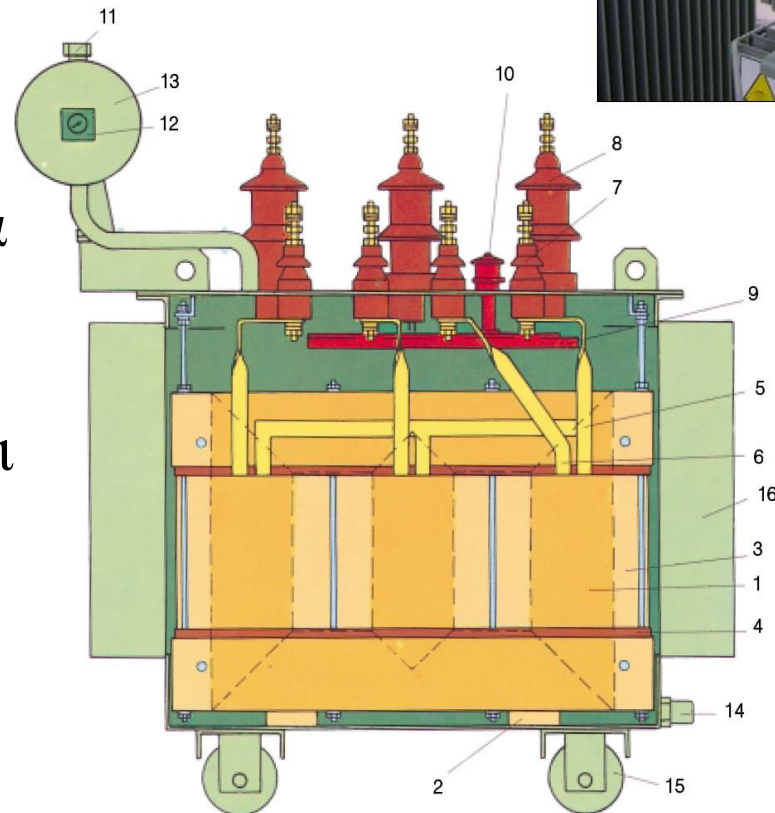
Windings K Oil K Total mass kg

Type of oil Oil to



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

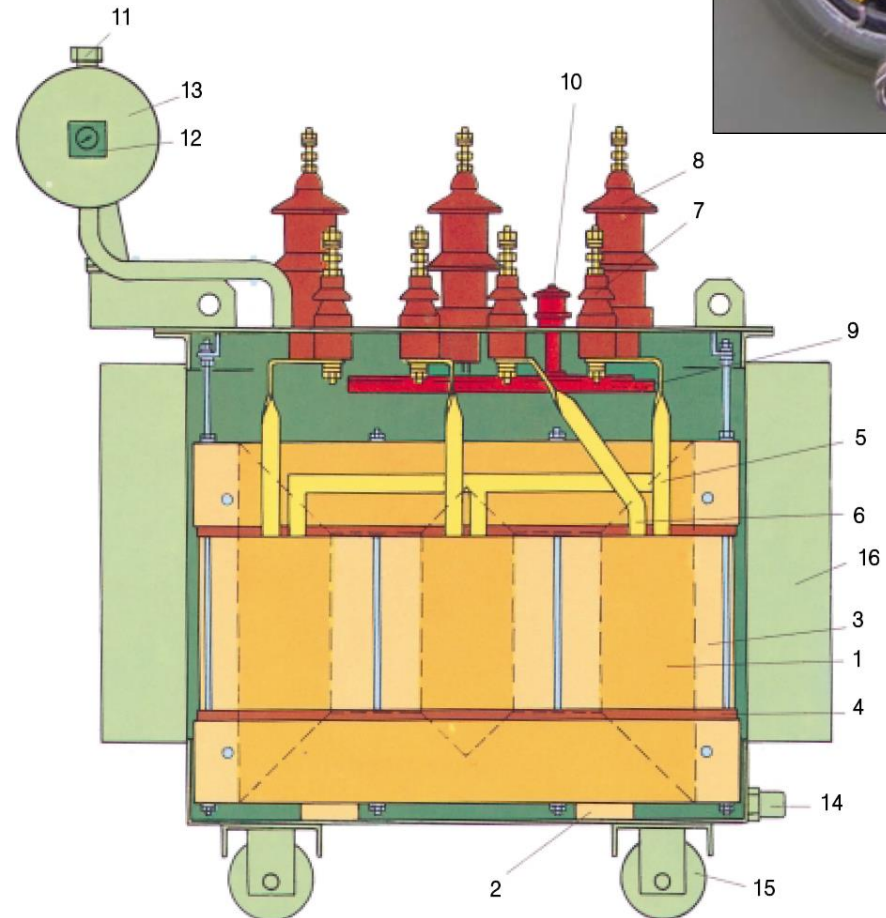
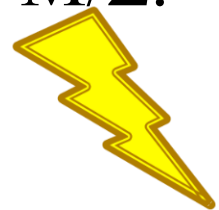
11. Δοχείο διαστολής
(expansion vessel). Η θερμοκρασία του λαδιού σε κανονική λειτουργία του Μ/Σ φτάνει τους 100°C, με αποτέλεσμα τη διαστολή του. Σήμερα κατασκευάζονται στεγανοί Μ/Σ λαδιού, με ειδικά σχεδιασμένα πτερύγια ψύξης που, δε χρειάζονται δοχείο διαστολής και συντήρηση, διότι το λάδι δεν έρχεται σε επαφή με τον αέρα και έτσι δεν αλλοιώνεται.



Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

12. Δείκτης στάθμης λαδιού. Δείχνει τη στάθμη του λαδιού στο δοχείο διαστολής.

13. Τάπα αερισμού και πλήρωσης με λάδι. Από εδώ εξέρχεται ο αέρας που υπάρχει στο δοχείο διαστολής όταν θερμαίνεται το λάδι του Μ/Σ.

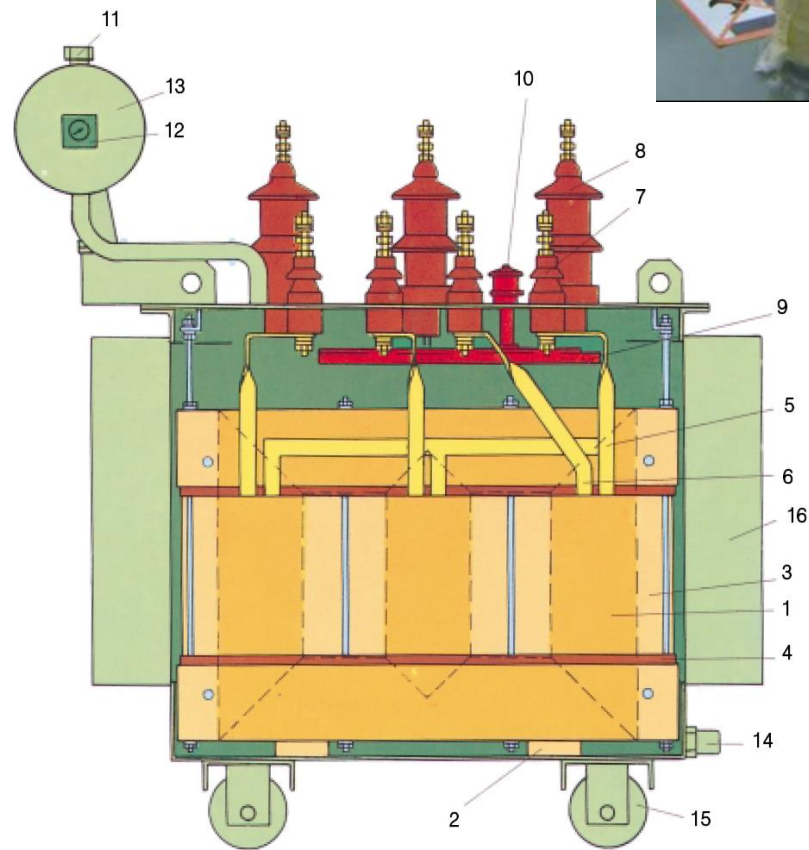


Μετασχηματιστής (Μ/Σ) με μόνωση λαδιού

14. Βάνα αποχέτευσης του λαδιού (Drain plug). Από εδώ γίνεται η εκκένωση του λαδιού.

15. Τροχοί κύλισης (Roller). Η μετακίνηση του Μ/Σ γίνεται με κύλιση στους 4 τροχούς του.

16. Ψυκτήρες (cooling ribs). Μοιάζουν με τις φέτες των θερμαντικών σωμάτων ακτινοβολίας και χρησιμεύουν για τη φυσική ψύξη του λαδιού.





Δοχείο
Διαστολής

Ακροδέκτες
YT (20 kV)

Ακροδέκτης XT

Θερμόμετρο
θερμοκρασίας
Λαδιού

Εναλλάκτης
θερμότητας

Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης



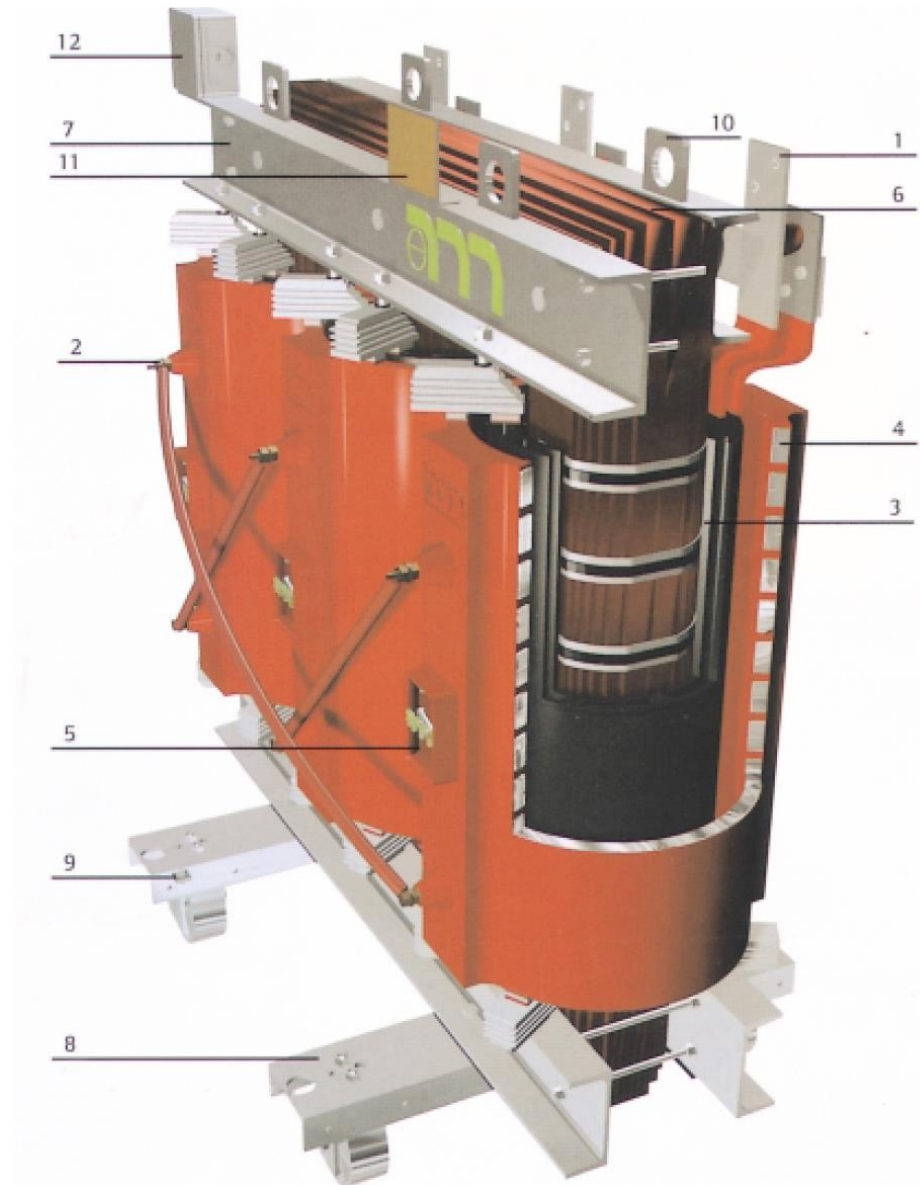
Ονομάζονται Μ/Σ ξηρού τύπου (dry-type transformers) διότι δεν έχουν λάδι. Αν και ακριβότεροι από τους αντίστοιχους με λάδι, έχουν ορισμένα πλεονεκτήματα που πολλές φορές τους κάνουν να είναι οικονομικότεροι. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματά τους είναι:

- ⚡ Η στερεή μόνωσή τους είναι άκαυστη, σε αντίθεση με το λάδι που είναι ιδιαίτερα εύφλεκτο.
- ⚡ Έτσι δεν απαιτούνται μια σειρά από ειδικές προφυλάξεις όπως ελαιοδεξαμενή, σύστημα πυρόσβεσης κ.ά..
- ⚡ Μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε σημείο του κτιρίου σε αντίθεση με τους Μ/Σ λαδιού που πρέπει να εγκαθίστανται στο υπόγειο του κτιρίου ή σε ανεξάρτητα κτίρια.
- ⚡ Έτσι τους συναντάμε σε πλοία, σήραγγες, πλατφόρμες άντλησης πετρελαίου και γενικά όπου δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο Μ/Σ λαδιού.



Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

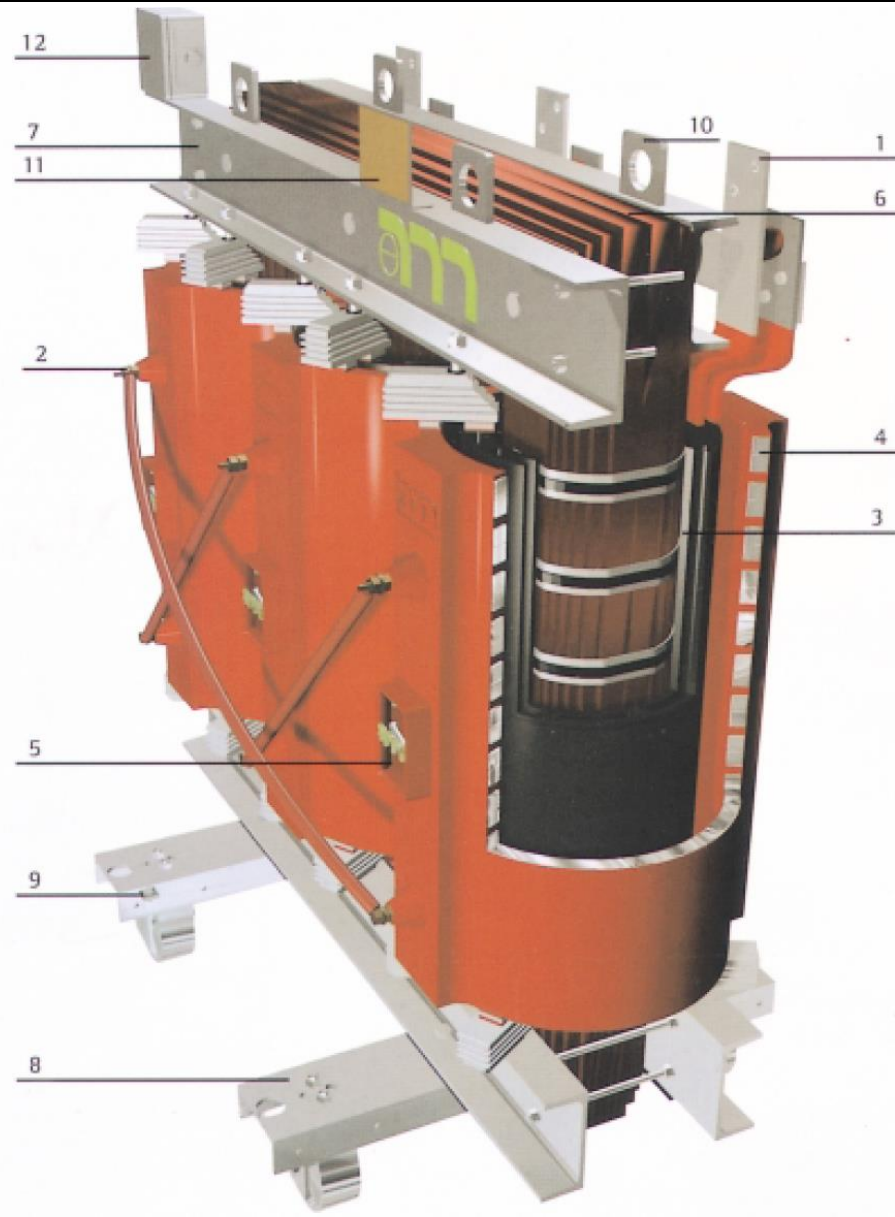
1. Ακροδέκτες χαμηλής τάσης. Κάθε ένα από τα τρία τυλίγματα Χ.Τ. καταλήγει σε 2 ακροδέκτες. Οι 3 ακροδέκτες γεφυρώνονται με αλουμινένια ή χάλκινη μπάρα και προκύπτει ο ακροδέκτης του ουδετέρου. Τα υπόλοιπα 3 άκρα καταλήγουν στους ακροδέκτες Χ.Τ., όπου συνδέονται τα καλώδια των 400 V.

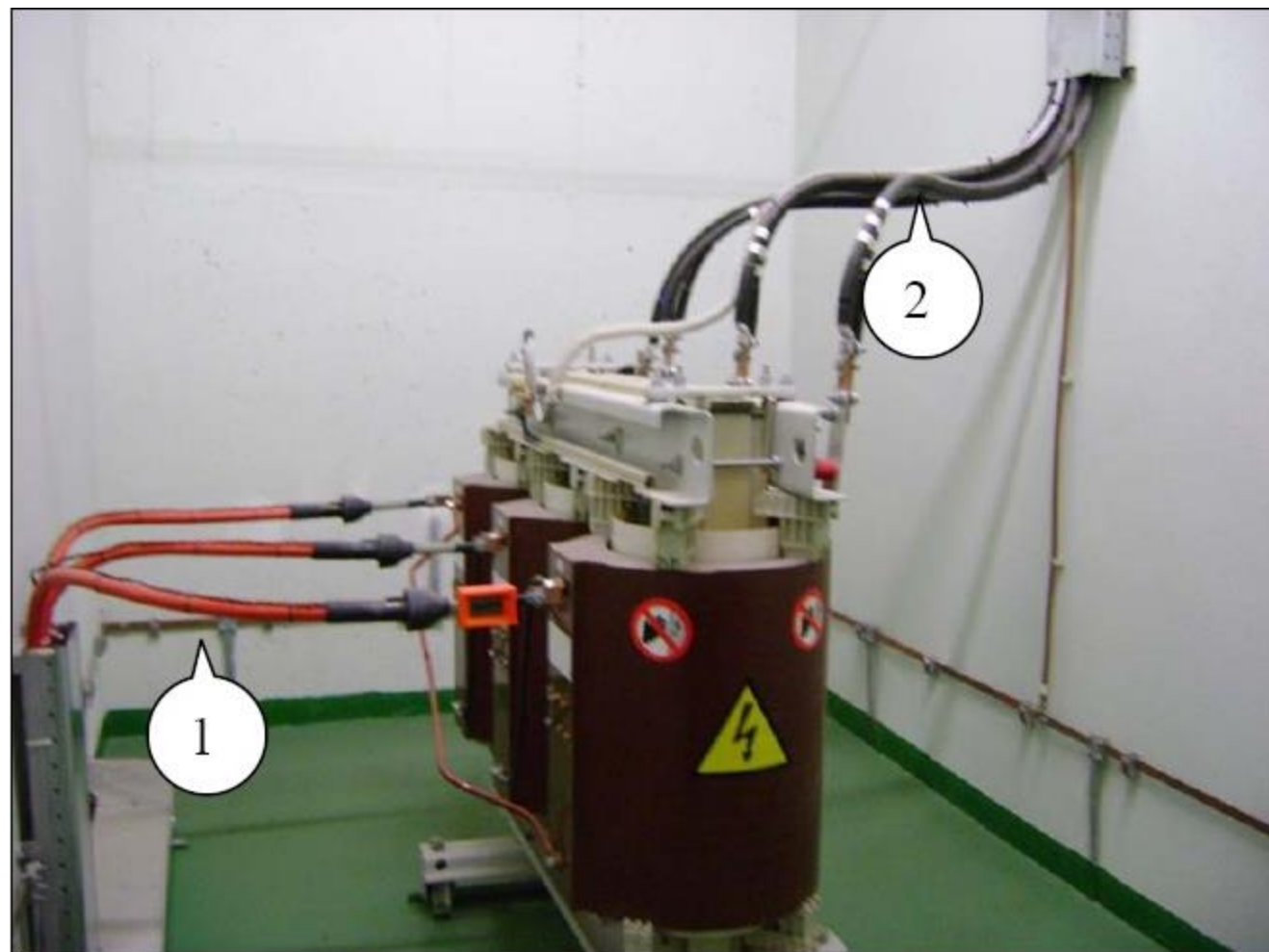


Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

2. Ακροδέκτες μέσης τάσης.
Κάθε ένα από τα 3 τυλίγματα Μ.Τ. καταλήγει σε 2 ακροδέκτες. Οι ακροδέκτες γεφυρώνονται χιαστί με μονωμένους αγωγούς για να δημιουργήσουν το τρίγωνο (Δ) των τυλιγμάτων της μέσης τάσης.

3. Τύλιγμα χαμηλής τάσης.
Κατασκευάζονται συνήθως από φύλλο αλουμινίου που τυλίγεται σε μορφή κυλίνδρου. Τα φύλλα μονώνονται μεταξύ τους, ώστε να σχηματίσουν έναν συμπαγή κύλινδρο.



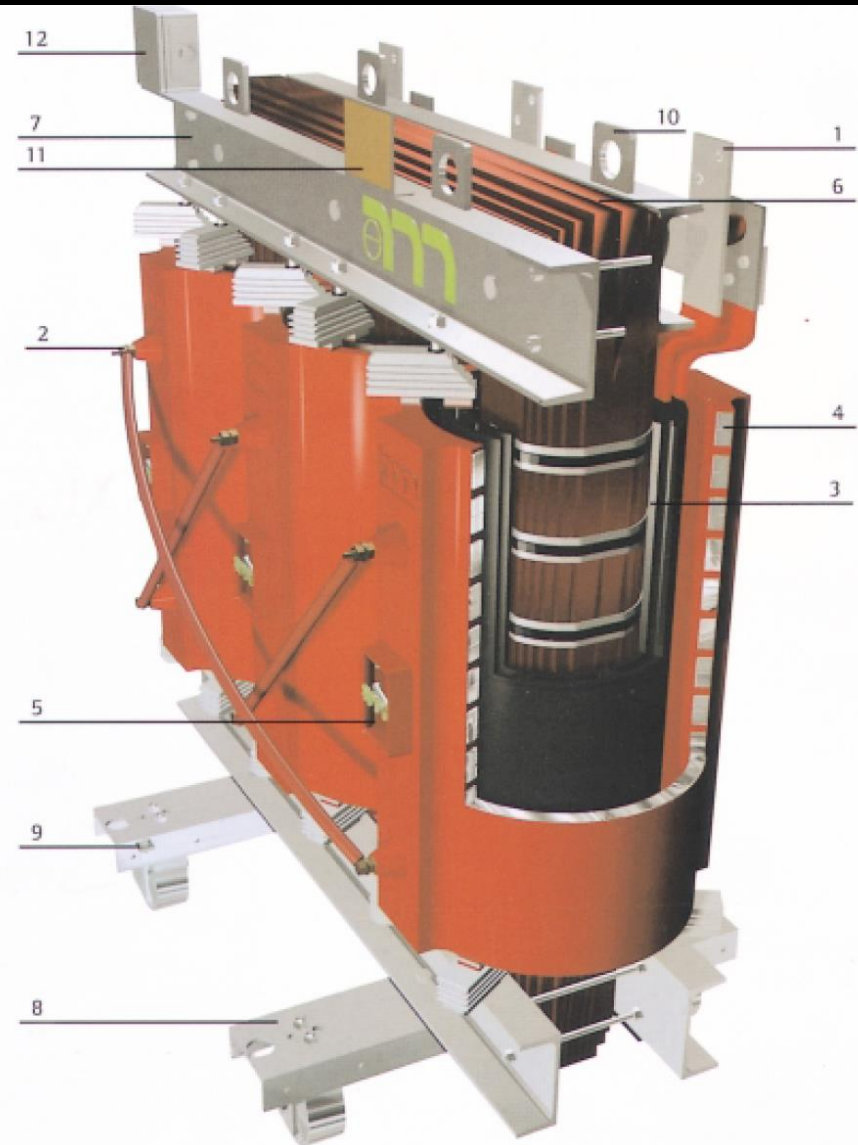


Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

4. Τύλιγμα μέσης τάσης.

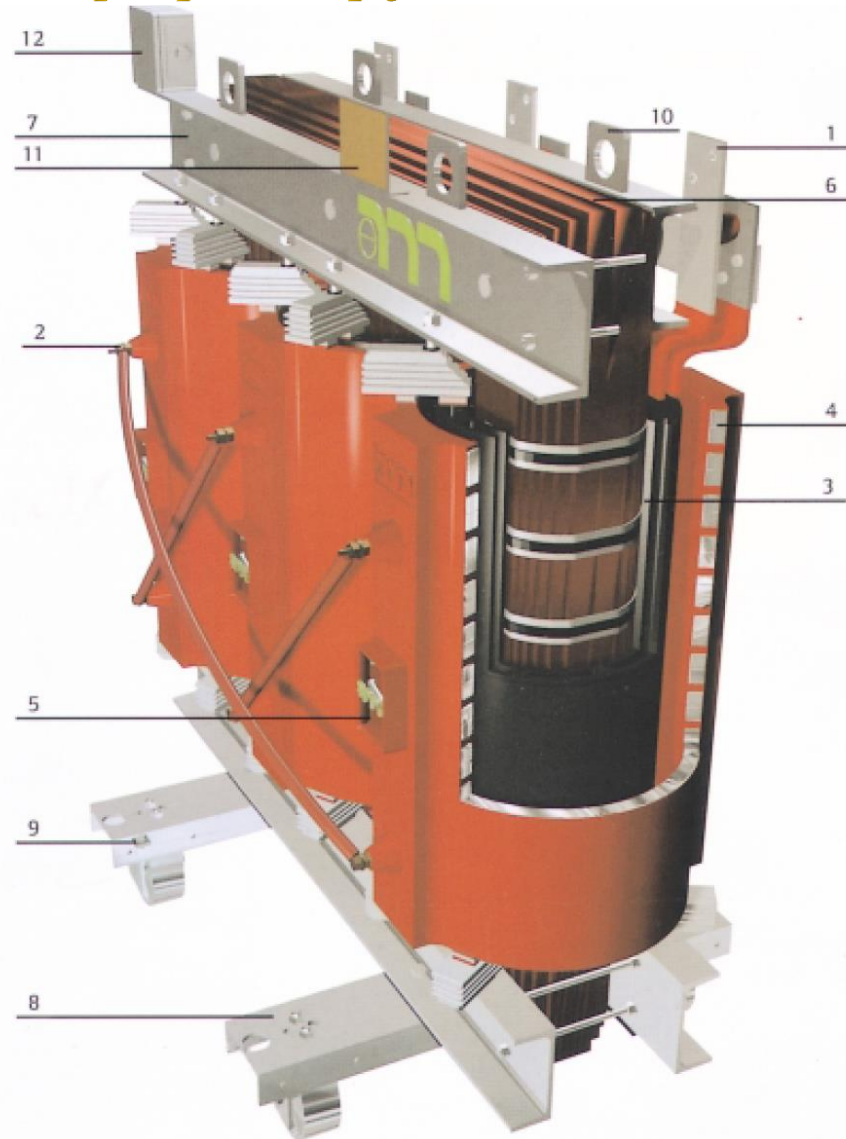
Κατασκευάζονται συνήθως από φύλλο αλουμινίου που τυλίγεται σε μορφή πηνίου.

Κατόπιν χυτεύονται σε καλούπια με χυτορητίνη. Η χύτευση είναι το πιο κρίσιμο σημείο στην κατασκευή του Μ/Σ.



Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

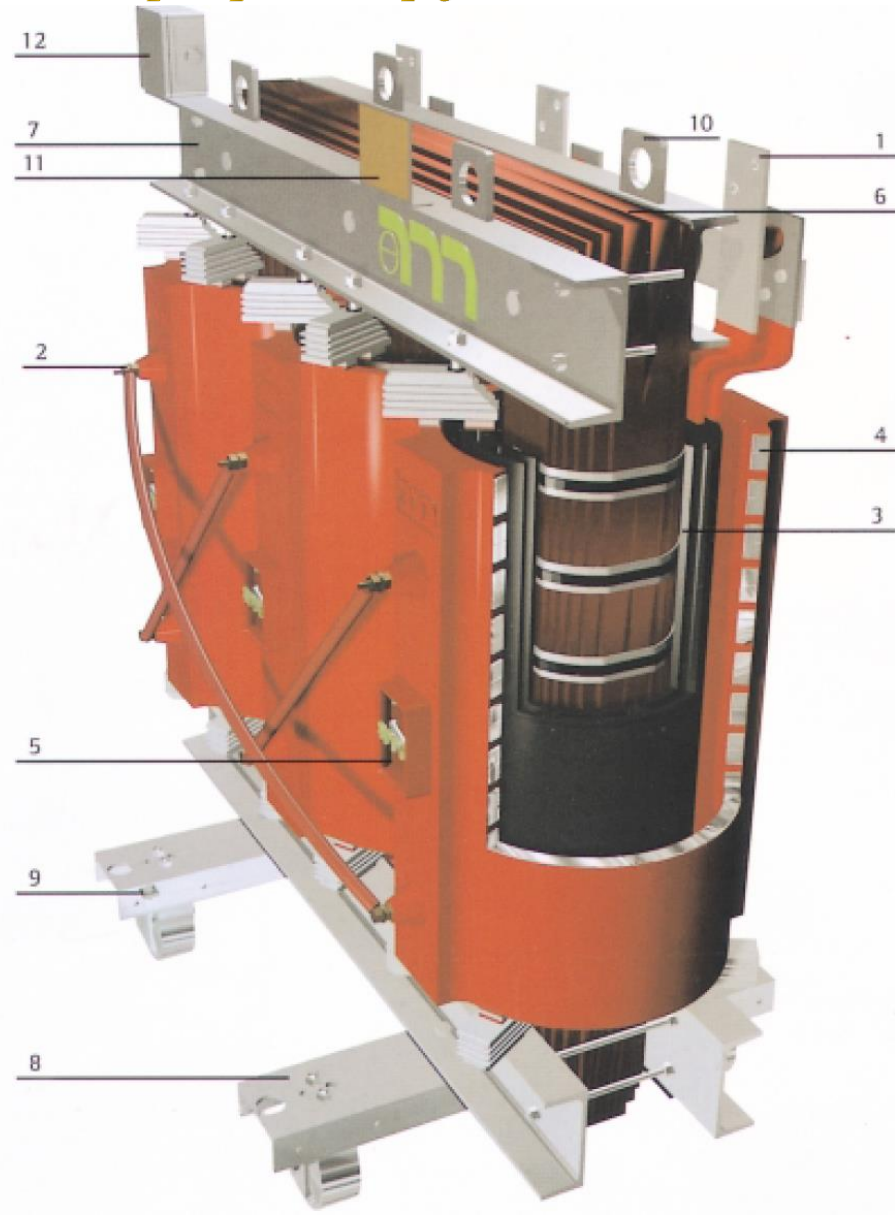
5. Ρυθμιστής τάσης. Κάθε τύλιγμα μέσης τάσης έχει ενδιάμεσες λήψεις. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε περισσότερες ή λιγότερες σπείρες στο πρωτεύον. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αλλαγή του λόγου των σπειρών του Μ/Σ και, συνεπώς, τη ρύθμιση της τάσης του δευτερεύοντος. Η ρύθμιση αυτή γίνεται όταν ο Μ/Σ είναι εκτός κυκλώματος.



Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

6. Πυρήνας (Core).

Κατασκευάζεται από ειδικά σιδερένια ελάσματα που μεταξύ τους είναι μονωμένα για να ελαττώσουμε τις μαγνητικές απώλειες. Ο πυρήνας έχει 3 σκέλη, ένα για κάθε φάση.

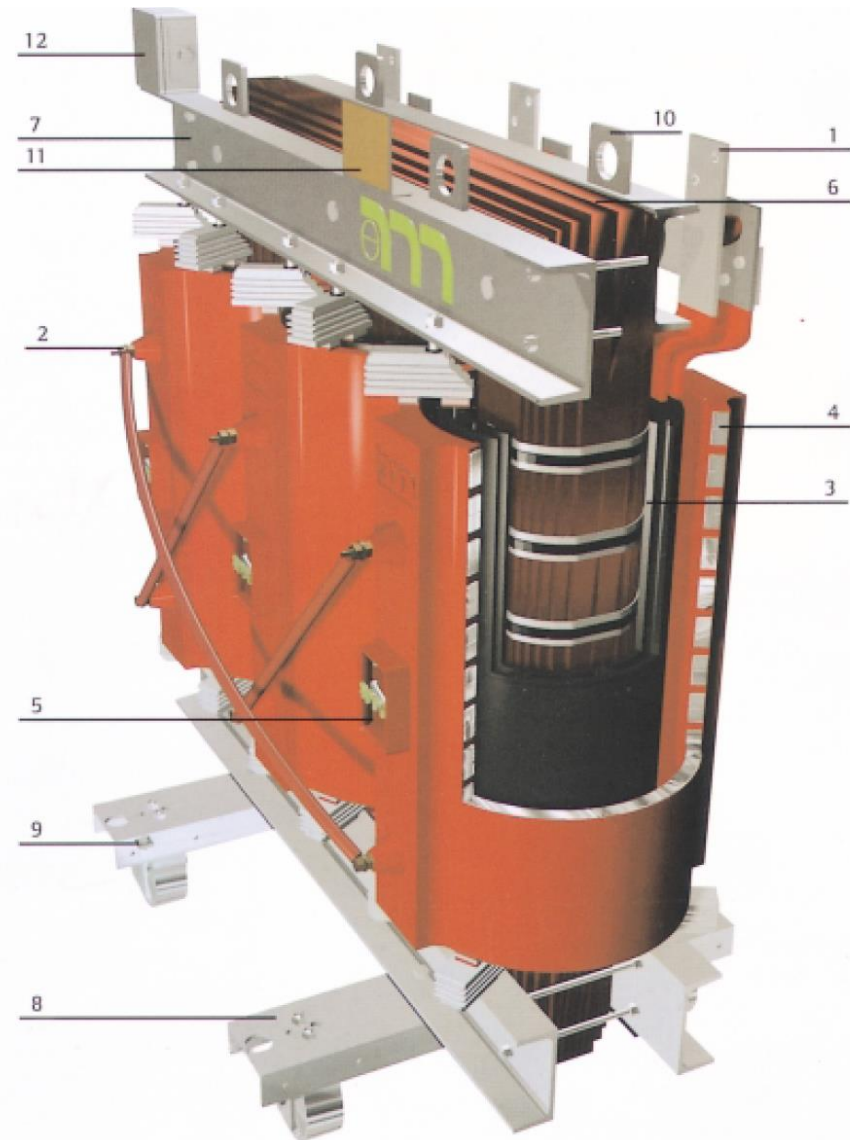


Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

7. Σφικτήρες πυρήνα. Στο πάνω και στο κάτω μέρος του Μ/Σ υπάρχουν σιδερένια δοκάρια που σχηματίζουν το πλαίσιο του Μ/Σ και ταυτόχρονα χρησιμοποιούνται για τη σύσφιξη των ελασμάτων του πυρήνα.

8. Τροχοί κύλισης (Roller). Η μετακίνηση του Μ/Σ γίνεται με κύλιση στους 4 τροχούς του.

9. Ακροδέκτης γείωσης. Στον ακροδέκτη αυτό γειώνονται όλα τα μεταλλικά μέρη του Μ/Σ (πυρήνας, πλαίσιο κλπ.) που δε διαρρέονται από ρεύμα.



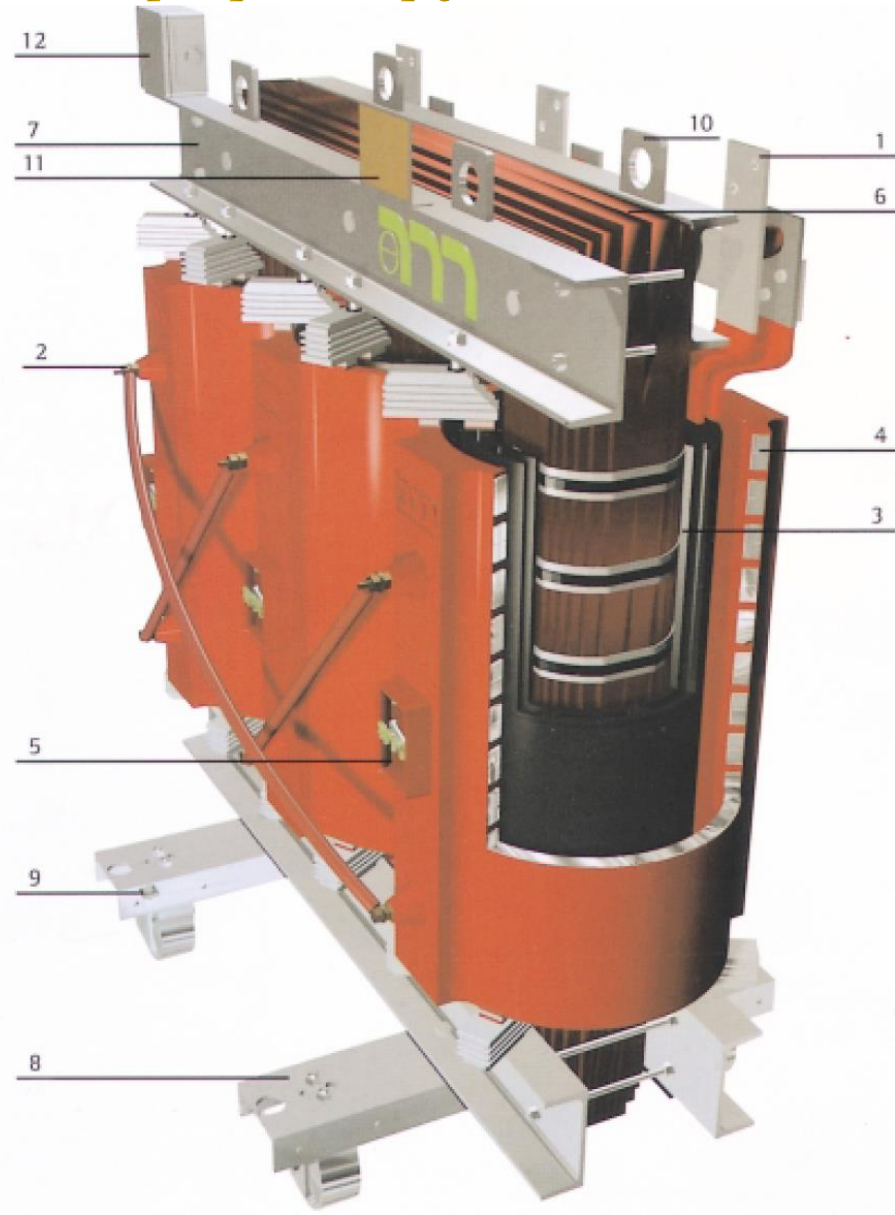
Μετασχηματιστής ξηρού τύπου με μόνωση χυτορητίνης

10. Άγκιστρα ανύψωσης.

Χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά του Μ/Σ.

11. Πινακίδα. Στην πινακίδα αναγράφονται τα τεχνικά στοιχεία του Μ/Σ, το εργοστάσιο & το έτος κατασκευής του.

12. Κουτί με ηλεκτρονόμους προστασίας.

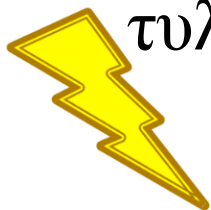




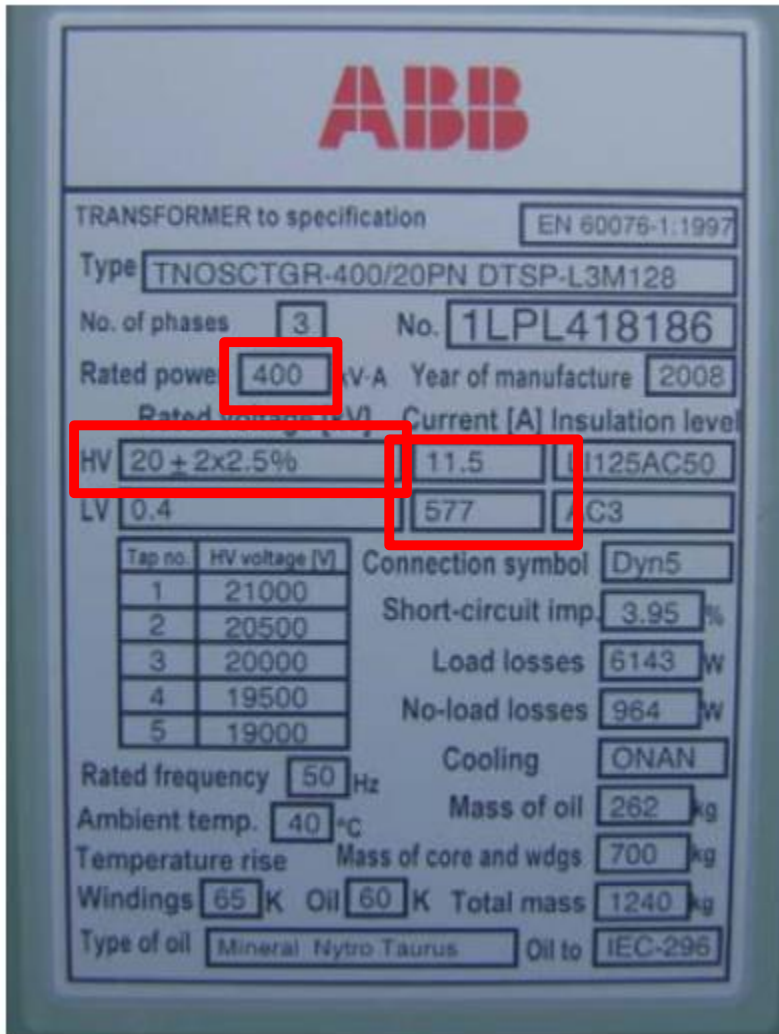
Θερμοκρασία των
τυλιγμάτων του Μ/Σ



Ρεύματα στις τρεις φάσεις
και τάση



Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του ΜΣ



ABB

TRANSFORMER to specification EN 60076-1:1997

Type TNOSCTGR-400/20PN DTSP-L3M128

No. of phases 3 No. 1LPL418186

Rated power 400 kVA Year of manufacture 2008

Rated voltage (kV) Current (A) Insulation level

HV 20 ± 2x2.5% 11.5 125AC50

LV 0.4 577 AC3

Tap no.	HV voltage (V)
1	21000
2	20500
3	20000
4	19500
5	19000

Connection symbol Dyn5

Short-circuit imp. 3.95 %

Load losses 6143 W

No-load losses 964 W

Cooling ONAN

Rated frequency 50 Hz

Ambient temp. 40 °C

Mass of oil 262 kg

Temperature rise Mass of core and wdgs. 700 kg

Windings 65 K Oil 60 K Total mass 1240 kg

Type of oil Mineral Nyro Taurus Oil to IEC-296

Πινακίδα με ονομαστικά στοιχεία του ΜΣ 400 kVA

Η ονομαστική φαινόμενη Ισχύς του ΜΣ (πχ 400 kVA)

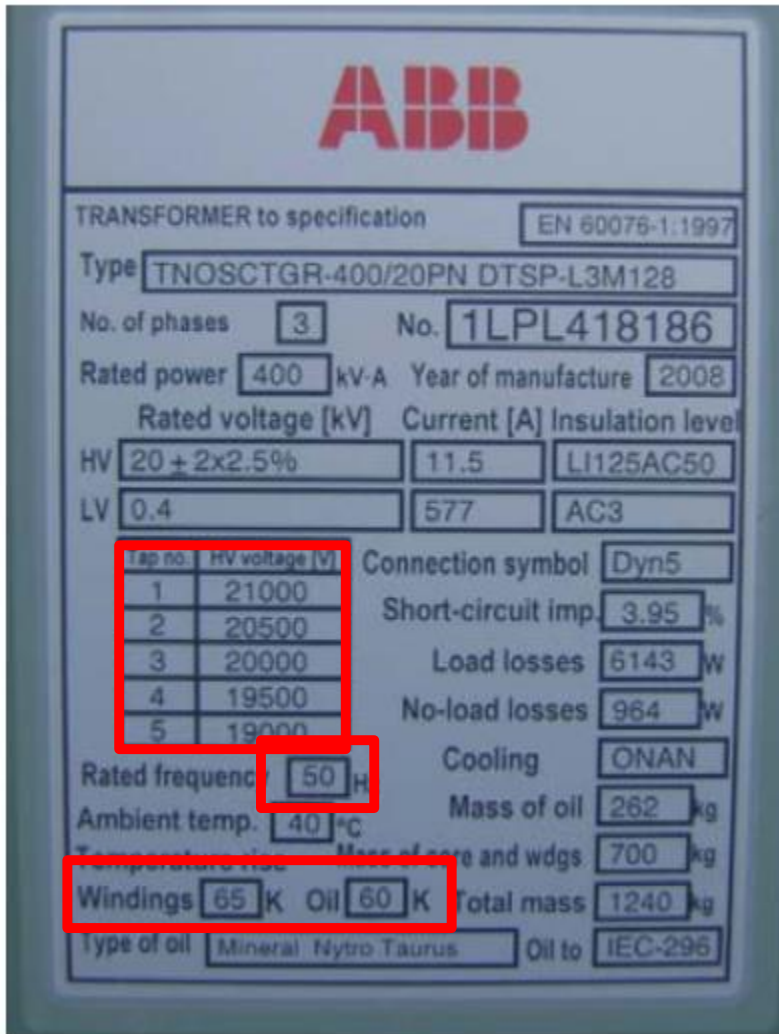
Ο αριθμός των φάσεων (3)

Η ονομαστική Τάση πρωτεύοντος μαζί με το ποσοστό μεταβολής της τάσης καθώς επίσης και σε πόσα βήματα μπορεί να γίνει αυτό αλλάζοντας τον αριθμό των σπειρών με το μεταγωγέα. (HV 20 kV ± 2x 2,5%)

Η ονομαστική τάση Δευτερεύοντος (LV 0.4 kV)

Το ονομαστικό ρεύμα στο πρωτεύον και στο δευτερεύον: 11,5 και 577 A

Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του ΜΣ



ABB

TRANSFORMER to specification EN 60076-1:1997

Type TNOSCTGR-400/20PN DTSP-L3M128

No. of phases 3 No. 1LPL418186

Rated power 400 kV-A Year of manufacture 2008

Rated voltage [kV] Current [A] Insulation level

HV 20 ± 2x2.5% 11.5 LI125AC50

LV 0.4 577 AC3

Tap no.	HV voltage [V]
1	21000
2	20500
3	20000
4	19500
5	19000

Rated frequency 50 Hz

Ambient temp. 40 °C

Temperature rise

Windings 65 K Oil 60 K

Type of oil Mineral Nyro Taurus Oil to IEC-296

Connection symbol Dyn5

Short-circuit imp. 3.95 %

Load losses 6143 W

No-load losses 964 W

Cooling ONAN

Mass of oil 262 kg

Mass of core and wdgs. 700 kg

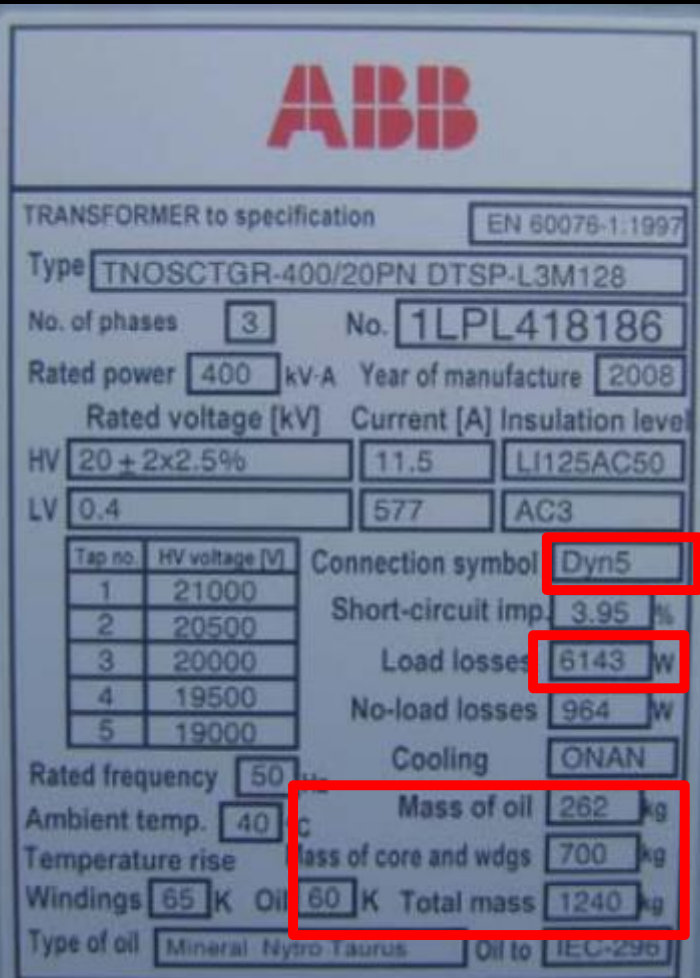
Total mass 1240 kg

Πίνακας για τη σωστή θέση του μεταγωγέα έτσι ώστε να υπάρχει 0,4 kV στην XT ανάλογα με την τάση που υπάρχει στην YT: Ο μεταγωγέας πρέπει είναι στη θέση 3 όταν η τάση είναι 20 kV) Η ονομαστική Συχνότητα 50 Hz Η Θερμοκρασία περιβάλλοντος λειτουργίας (40°C) στην οποία μπορεί να λειτουργεί με το μέγιστο φορτίο. Όταν η θερμοκρασία περιβάλλοντος είναι μεγαλύτερη το φορτίο του πρέπει να μειωθεί ανάλογα.

Η επιτρεπόμενη αύξηση της θερμοκρασίας από αυτή του περιβάλλοντος στα τυλίγματα και στο λάδι: 65 K και 60 K αντίστοιχα)



Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του ΜΣ



ABB

TRANSFORMER to specification EN 60076-1:1997

Type **TNOSCTGR-400/20PN DTSP-L3M128**

No. of phases **3** No. **1LPL418186**

Rated power **400** kV-A Year of manufacture **2008**

Rated voltage [kV] Current [A] Insulation level

HV **20 ± 2x2.5%** **11.5** **LI125AC50**

LV **0.4** **577** **AC3**

Tap no.	HV voltage [V]
1	21000
2	20500
3	20000
4	19500
5	19000

Connection symbol **Dyn5**

Short-circuit imp. **3.95** %

Load losses **6143** W

No-load losses **964** W

Cooling **ONAN**

Rated frequency **50** Hz

Ambient temp. **40** °C

Temperature rise **65** K

Windings **65** K Oil **60** K

Type of oil **Mineral Nyrlo Taurus** Oil to **IEC-250**

Mass of oil **262** kg

Mass of core and wdg **700** kg

Total mass **1240** kg

Συνδεσμολογία τυλιγμάτων XT και YT και ο δείκτης κ που δηλώνει ότι προηγείται το διάνυσμα της XT κατά κ επί 30° από το διάνυσμα YT:

Dy5: Συνδεσμολογία τριγώνου στην YT, συνδεσμολογία αστέρα στην XT και κ=5

Η τάση βραχυκύκλωσης u_k ($u_k=3.95\%$)

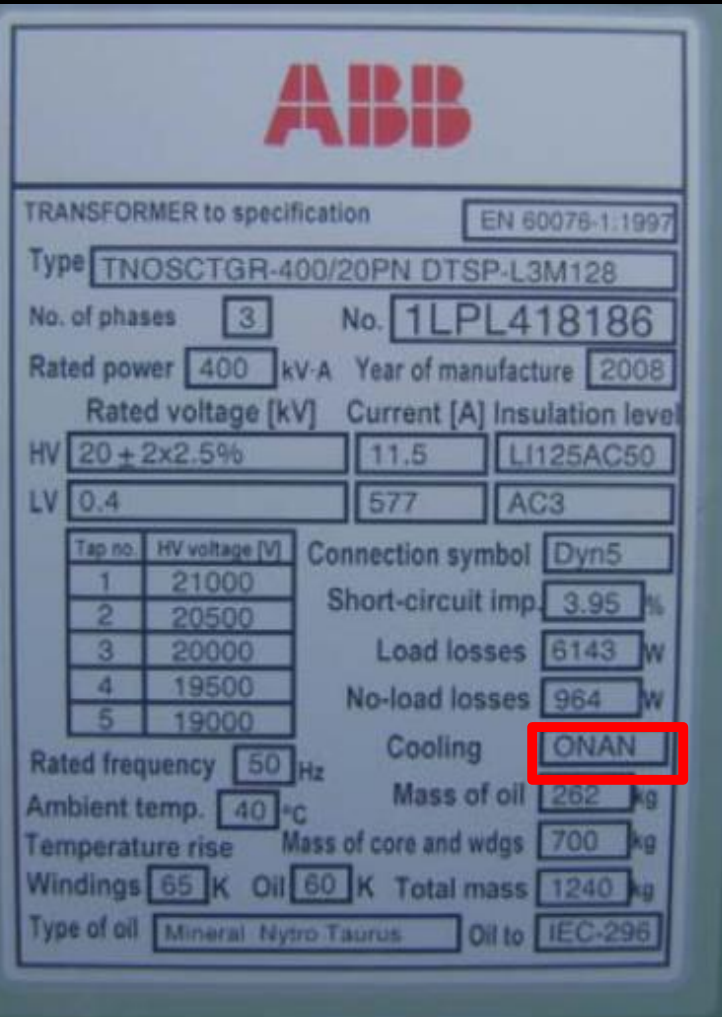
Οι απώλειες λειτουργία υπό φορτίο: 6143 W

Οι απώλειες στην «εν κενώ» λειτουργία: 964 W

Το συνολικό βάρος: 1240 kg, βάρος λαδιού 262 kg, βάρος πυρήνα και τυλιγμάτων 700 kg



Πινακίδα με τα ονομαστικά στοιχεία του ΜΣ



ABB

TRANSFORMER to specification EN 60076-1:1997

Type TNOSCTGR-400/20PN DTSP-L3M128

No. of phases 3 No. 1LPL418186

Rated power 400 kV-A Year of manufacture 2008

Rated voltage [kV] Current [A] Insulation level

HV 20 + 2x2.5% 11.5 LI125AC50

LV 0.4 577 AC3

Tap no.	HV voltage [V]
1	21000
2	20500
3	20000
4	19500
5	19000

Connection symbol Dyn5

Short-circuit imp. 3.95 %

Load losses 6143 W

No-load losses 964 W

Cooling ONAN

Rated frequency 50 Hz

Ambient temp. 40 °C

Mass of oil 262 kg

Temperature rise

Mass of core and wdgs 700 kg

Windings 65 K Oil 60 K Total mass 1240 kg

Type of oil Mineral Nyro Taurus Oil to IEC-296

Στους Μ/Σ ισχύος χρησιμοποιούνται κατά περίπτωση διάφορες τεχνικές ψύξης με βεβαιασμένη κυκλοφορίας του λαδιού μέσω αντλιών, είτε βεβαιασμένη κυκλοφορία του αέρα μέσω ανεμιστήρων, είτε και τα δύο.

ONAF: Φυσική κυκλοφορία λαδιού, βεβαιασμένη κυκλοφορία αέρα

OFAN: Βεβαιασμένη κυκλοφορία λαδιού, φυσική κυκλοφορία αέρα

OFAF: Βεβαιασμένη κυκλοφορία λαδιού, βεβαιασμένη κυκλοφορία αέρα

OFWF: Βεβαιασμένη κυκλοφορία λαδιού, βεβαιασμένη κυκλοφορία νερού



ΑΕΓ ΕΛΛΑΣ

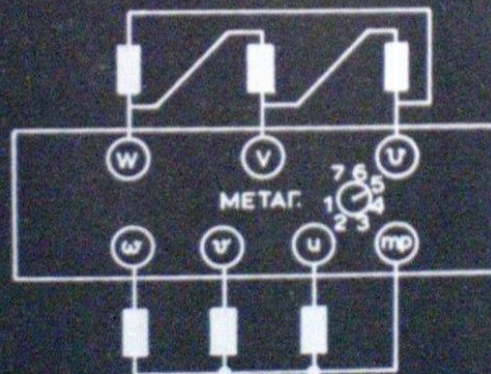
Licence Trafo Union

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ

ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ

ΤΥΠΟΣ	TS 5944 C	ΑΡ. Μ/Τ		ΕΤΟΣ ΚΑΤΑΣΚ.	1978
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ ΚVA	800	ΕΙΔΟΣ	LT	VDE 0532/71	
1	22000	ΣΥΧΝΟΤΗΣ	Hz	50	
2	21500	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ		DB	
3	21000	ΣΥΝΔΕΙΣΜΟΛΟΓΙΑ		Dyn 37	
4	20500	ΣΕΙΡΑ		20w/0.5	
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΙΣ	5	20000	400	ΚΛΑΣΙΣ ΜΟΝΩΣ.	A
6	19500	ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ		P 43/P..	
7	19000	ΕΝΤΑΣΙΣ ΒΡΑΧ.ΚΑ		19.7	
ΟΝΟΜΑΣΤ.ΕΝΤΑΣΙΑ	23.1	1155	ΜΕΓΑΛΙΑΡΚ.ΒΡΑΧ.sec	4	
ΤΑΣΙΣ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛ.	%	5.86	ΕΙΔΟΣ ΨΥΞΕΩΣ	ONAN	
ΣΥΝΟΛΙΚΟΝ ΒΑΡΟΣ	Kg	2515	ΒΑΡΟΣ ΕΛΑΙΟΥ Kg	600	

ΥΨΗΛΗ ΤΑΣΙΣ



ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΙΣ

ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ ΜΕΤΑΓΩΓΕΩΣ ΜΟΝΟΝ ΟΤΑΝ Ο ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΕΙΝΑΙ ΕΚΤΟΣ ΤΑΣΕΩΣ.

ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ

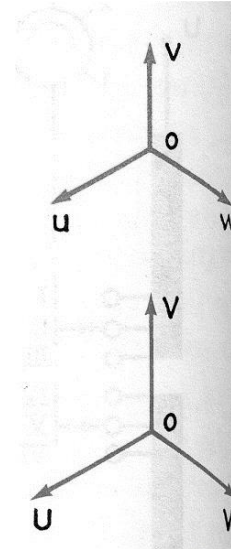
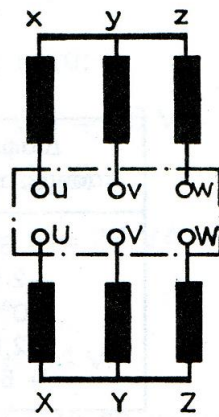
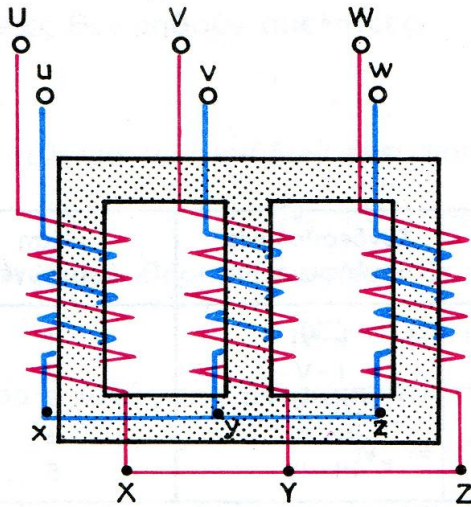


ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ:

- ✓ ΤΡΙΓΩΝΟ
- ✓ ΑΣΤΕΡΑΣ
- ✓ ΤΕΘΛΑΣΜΕΝΟΣ ΑΣΤΕΡΑΣ



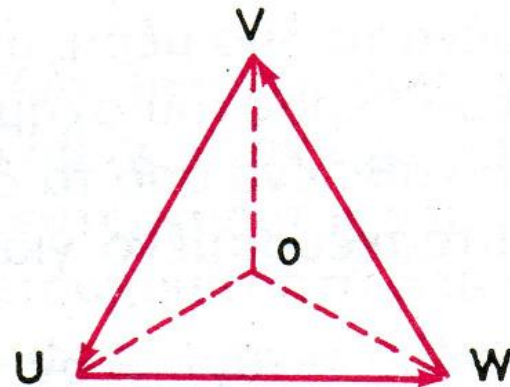
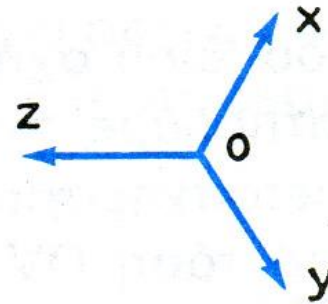
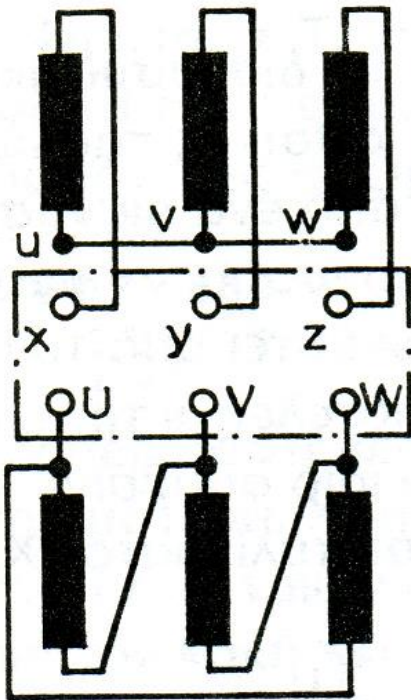
ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ



**ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ
ΑΣΤΕΡΑ - ΑΣΤΕΡΑ**

- Τα ελεύθερα άκρα των τριών φάσεων Y/T έχουν συνδεθεί στους αντίστοιχους ακροδέκτες του καλύμματος του M/Σ που χαρακτηρίζονται με κεφαλαία γράμματα U,V,W (ή A,B,C ή H_1, H_2, H_3)
- Αντίστοιχα οι ακροδέκτες X/T χαρακτηρίζονται με μικρά γράμματα u,v,w (ή a,b,c ή x_1, x_2, x_3).
- Οι συνδέσεις των άκρων X,Y,Z & x,y,z γίνονται μέσα στον M/Σ και σχηματίζουν ουδέτερους κόμβους.
- Σε ορισμένους M/Σ οι ουδέτεροι αυτοί κόμβοι συνδέονται με ιδιαίτερους ακροδέκτες στο κάλυμμα, οι οποίοι φέρουν το γράμμα N (ή M_p ή H_0) για την υψηλή και n (ή m_p ή x_0) για την χαμηλή.

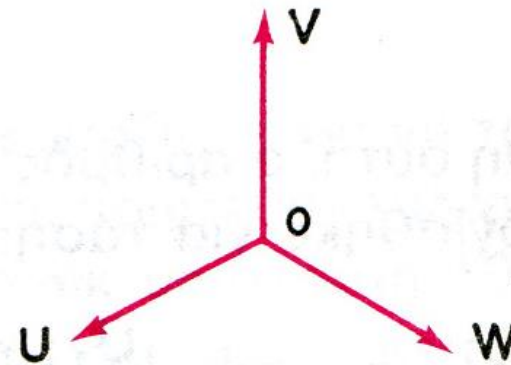
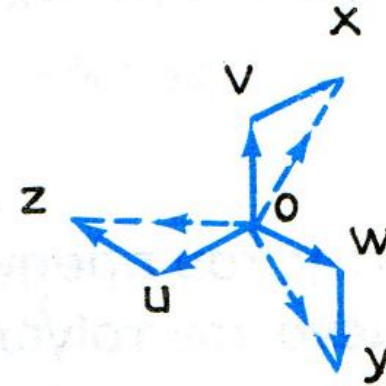
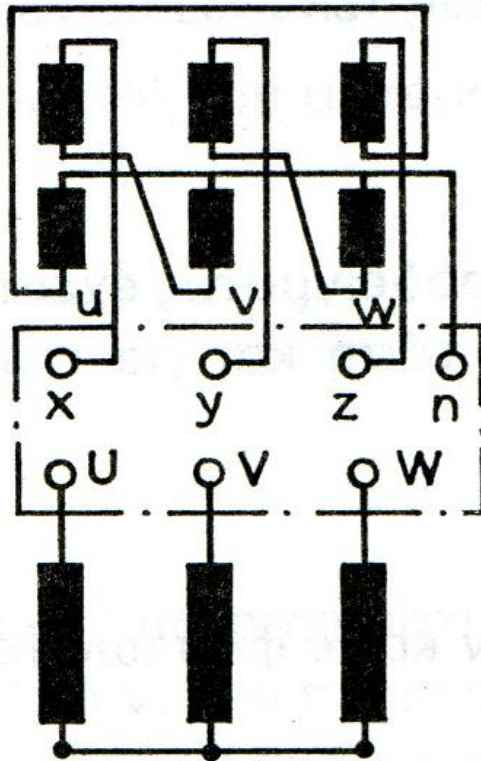
ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ



ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΡΙΓΩΝΟΥ - ΑΣΤΕΡΑ



ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ



ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΑΣΤΕΡΑ - ΤΕΘΛΑΣΜΕΝΟΥ ΑΣΤΕΡΑ



ΤΡΟΠΟΙ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΤΥΛΙΓΜΑΤΟΣ

ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗ ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ ΤΩΝ ΤΥΛΙΓΜΑΤΩΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΜΕ
ΚΑΙ ΤΟΝ ΑΝΑΛΟΓΟ ΣΥΜΒΟΛΙΣΜΟ:

❖ ΤΡΙΓΩΝΟ: **D, d**

❖ ΑΣΤΕΡΑΣ: **Y, y**

❖ ΤΕΘΛΑΣΜΕΝΟΣ ΑΣΤΕΡΑΣ: **Z, z**



Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος

- ⦿ Στην περίπτωση του M/Σ έχουμε 2 τριφασικά συστήματα, ένα στην πλευρά της μέσης και ένα στην πλευρά της χαμηλής τάσης.
- ⦿ Για να μπορέσουμε να χαρακτηρίσουμε τη συνδεσμολογία κάθε πλευράς του M/Σ και ταυτόχρονα και τη φασική διαφορά μεταξύ των δύο πλευρών, χρησιμοποιούμε τα γράμματα D και Y σε συνδυασμό με έναν αριθμό από το 1 ως το 12.



Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος

- 🕯 Η συνδεσμολογία των M/Σ είναι συνήθως **Dyn 5** ή **Dyn 11** (το Dyn5 διαβάζεται δέλτα-ύψιλον-νι-πέντε).
- 🕯 Το πρώτο κεφαλαίο γράμμα D σημαίνει ότι τα 3 τυλίγματα στην πλευρά των 20 kV είναι συνδεδεμένα σε τρίγωνο, δηλαδή σχηματίζουν το γράμμα Δ.
- 🕯 Το δεύτερο μικρό γράμμα y σημαίνει ότι τα 3 τυλίγματα στην πλευρά των 400 V είναι συνδεδεμένα σε αστέρα, δηλαδή σχηματίζουν το γράμμα Y. Για να δηλώσουμε ότι είμαστε στη χαμηλή τάση το γράφουμε μικρό y.



Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος

- ❏ Το τρίτο μικρό γράμμα η σημαίνει ότι στην πλευρά χαμηλής τάσης υπάρχει ακροδέκτης ουδετέρου (neutral).
- ❏ Ο τέταρτος αριθμός δείχνει τη φασική διαφορά μεταξύ των διανυσμάτων των τάσεων της ίδιας φάσης στην πλευρά μέσης και της χαμηλής τάσης.



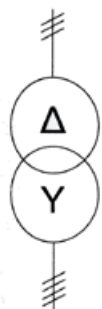
Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος

- 🕯 Στο Dyn11, ο αριθμός 11 φανερώνει την γωνία μεταξύ των τάσεων του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος και βρίσκεται αν πολλαπλασιαστεί με τον αναγραφόμενο αριθμό πχ $11 \times 30^\circ = 330^\circ$
- 🕯 Αυτό σημαίνει ότι η τάση του δευτερεύοντος προηγείται κατά 330° της τάσης του πρωτεύοντος
- 🕯 Όταν ο παραπάνω M/Σ παραλληλισθεί σε ένα δίκτυο θα πρέπει και οι M/Σ του δικτύου να έχουν την ίδια γωνία μεταξύ του πρωτεύοντος και του δευτερεύοντος δηλ. 330° .

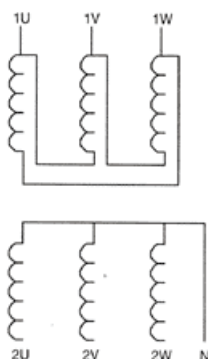


ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΑ θα προκληθεί βραχυκύκλωμα

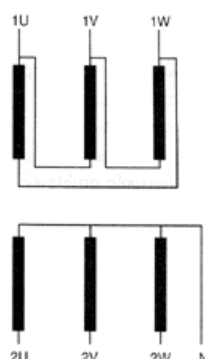
Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος



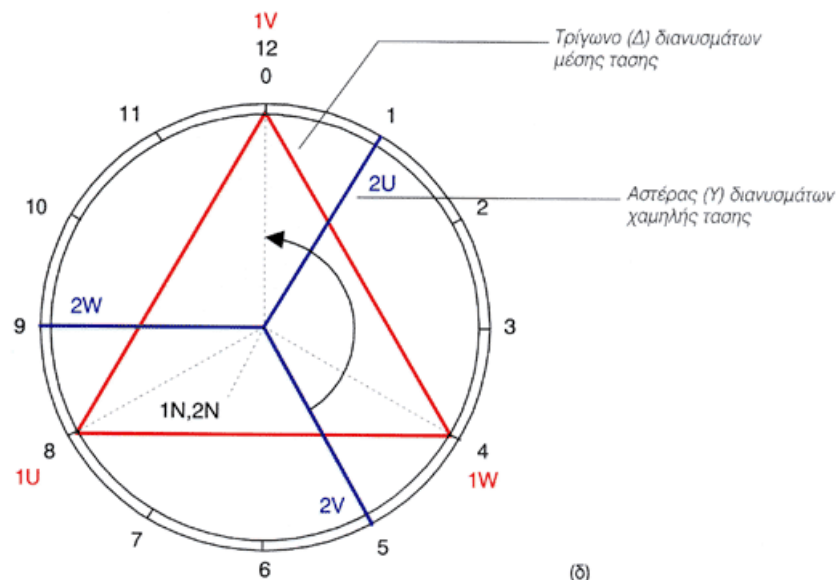
(α)



(β)



(γ)



(δ)

Συμβολισμοί τριφασικού μετασχηματιστή:

α. Μονογραμμικό σύμβολο

β. Σύμβολο με ακροδέκτες κατά IEC

γ. Σύμβολο με ακροδέκτες (παλαιό σύμβολο)

δ. Ομάδα διανυσμάτων Dyn5

TiSoft, 2014-09-02 06:35:16

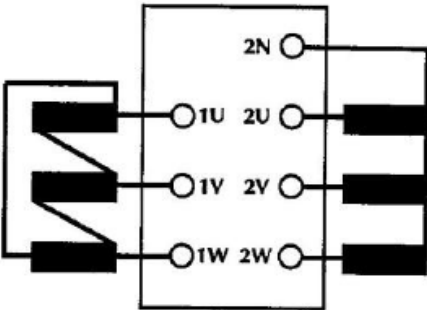
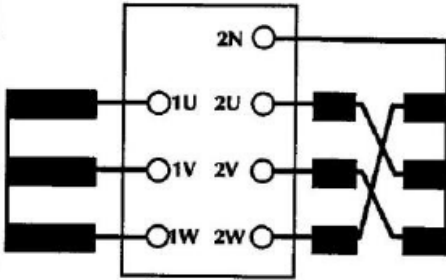


Επιλογή M/Σ

- ❏ Μπορεί από οικονομική άποψη να συμφέρει η αγορά μεγαλύτερου M/Σ απ' ότι χρειάζεται, διότι μεγαλύτερος M/Σ σημαίνει και χαμηλότερες απώλειες χαλκού.
- ❏ Η συνδεσμολογία των M/Σ συνίσταται να είναι τρίγωνο-αστέρας Dyn 11 ή Dyn 5.
- ❏ Συνδεσμολογία αστέρας-τεθλασμένος αστέρας Yzn , όπως και άλλες, γίνονται δεκτές κατόπιν συνεννοήσεως με τη ΔΕΗ.



Επιλογή Μ/Σ

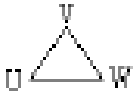
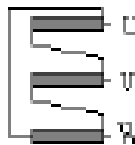
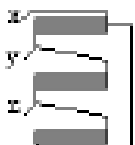
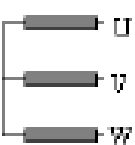
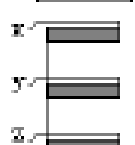
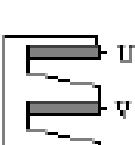
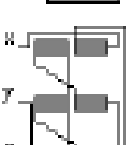
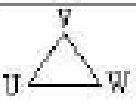
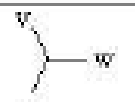
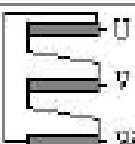
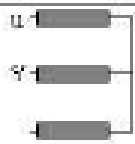
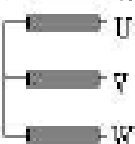
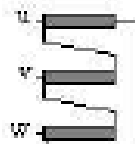
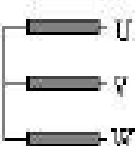
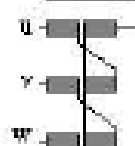
Είδος και χαρακτηρισμός συνδεσμολογίας	Συνδεσμολογία τυλιγμάτων MT/XT	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
Τρίγωνο/Αστέρας Dyn 5 ή DYn 11		α. Είναι δυνατή η λειτουργία και σε ασύμμετρη φόρτιση β. Επειδή η πλευρά της XT διαθέτει ουδέτερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικτό δίκτυο, π.χ. για φωτισμό και κίνηση γ. Είναι δυνατή η χρησιμοποίηση για ανύψωση τάσης στον Σταθμό Παραγωγής και για υποβιβασμό της τάσης στη διανομή	Δεν είναι δυνατή η λειτουργία με βλάβη της μιας φάσης
 Αστέρας/Τεθλασμένος αστέρας Yzn 5 ή Yzn 11		α. Είναι δυνατή η λειτουργία και σε ασύμμετρη φόρτιση β. Επειδή η πλευρά της XT διαθέτει ουδέτερο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μικτό δίκτυο	Έχει μεγάλο κόστος λόγω της ιδιαιτερότητας της περιέλιξης του τεθλασμένου αστέρα

Επιλογή Μ/Σ – Συνδεσμολογίες κατά VDE 532/8.64

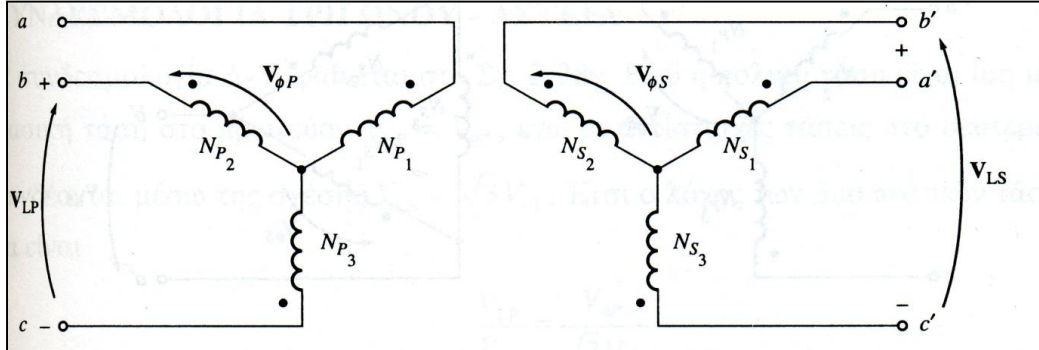
1 ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΑΣΗΣ	2 ΣΥΜΒ/ΣΜΟΣ ΣΕΥΞΗΣ	3 ΔΙΑΝΥΣΜΑΤΙΚΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ		4 ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ		5 $U_1 : U_2$ ΛΟΓΟΣ ΜΕΤΑΣΤΡΟΦ	6 ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ ΟΜΑΔΑΣ
		Υ.Τ. (πρωτεύον)	Χ.Τ. (δευτερεύον)	Υ.Τ. (πρωτεύον)	Χ.Τ. (δευτερεύον)		
0°	D d 0					$\frac{N_1}{N_2}$	A1
	Y y 0					$\frac{N_1}{N_2}$	A2
	D z 0					$\frac{2N_1}{3N_2}$	A3
150°	D y 5					$\frac{N_1}{\sqrt{3}N_2}$	C1
	Y d 5					$\frac{\sqrt{3}N_1}{N_2}$	C2
	Y z 5					$\frac{2N_1}{\sqrt{3}N_2}$	C3



Επιλογή Μ/Σ – Συνδεσμολογίες κατά VDE 532/8.64

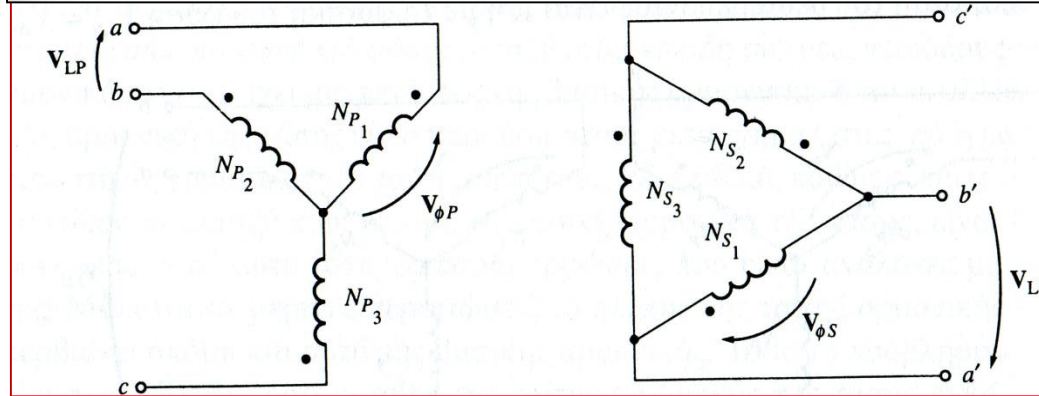
180°	D d δ					$\frac{N_1}{N_2}$	B1
	Y y δ					$\frac{N_1}{N_2}$	B2
	D x δ					$\frac{2N_1}{3N_2}$	B3
330°	D y 11					$\frac{N_1}{\sqrt{3}N_2}$	D1
	Y d 11					$\frac{\sqrt{3}N_1}{N_2}$	D2
	Y x 11					$\frac{2N_1}{\sqrt{3}N_2}$	D3





$$\left. \begin{aligned} V_{Lp} &= \sqrt{3}V_{\phi p} \\ V_{Ls} &= \sqrt{3}V_{\phi s} \end{aligned} \right\}$$

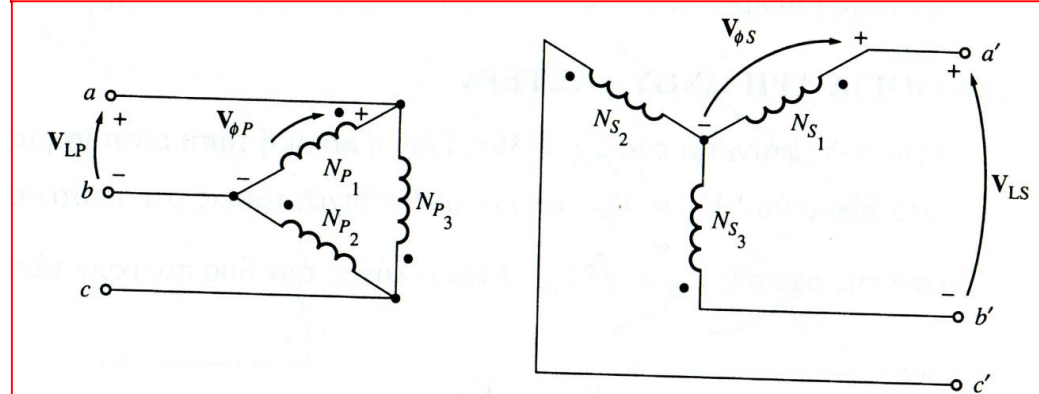
$$\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{\sqrt{3}V_{\phi p}}{\sqrt{3}V_{\phi s}} = a$$



$$\left. \begin{aligned} V_{Lp} &= \sqrt{3}V_{\phi p} \\ V_{Ls} &= V_{\phi s} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{\sqrt{3}V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = \sqrt{3}a \Rightarrow$$

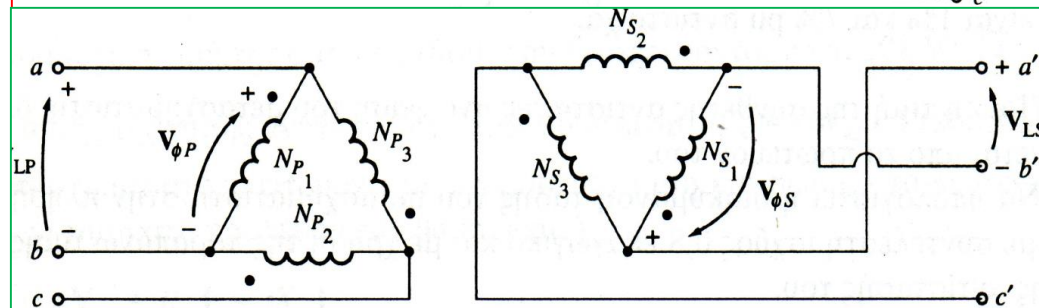
$$V_{Lp} = \sqrt{3}aV_{Ls}$$



$$\left. \begin{aligned} V_{Lp} &= V_{\phi p} \\ V_{Ls} &= \sqrt{3}V_{\phi s} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{V_{\phi p}}{\sqrt{3}V_{\phi s}} = \frac{a}{\sqrt{3}} \Rightarrow$$

$$V_{Lp} = \frac{a}{\sqrt{3}}V_{Ls}$$



$$\left. \begin{aligned} V_{Lp} &= V_{\phi p} \\ V_{Ls} &= V_{\phi s} \end{aligned} \right\}$$

$$\frac{V_{Lp}}{V_{Ls}} = \frac{V_{\phi p}}{V_{\phi s}} = a \Rightarrow V_{Lp} = aV_{Ls}$$

Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος – Παράλληλη Λειτουργία

- 🕯 Τον παραλληλισμό των μετασχηματιστών τον χρησιμοποιούμε είτε για να αυξήσουμε την ισχύ ενός υπάρχοντος υποσταθμού για να έχουμε μια εναλλακτική πηγή σε περίπτωση βλάβης του πρώτου μετασχηματιστή.
- 🕯 Σημειώνουμε ότι ικανή και αναγκαία συνθήκη για να μπορέσουν δύο M/Σ να λειτουργήσουν παράλληλα (να παραλληλιστούν) είναι:
 - ⚡ Να έχουν τον ίδιο λόγο μετασχηματισμού π.χ. 20/0,4 kV
 - ⚡ Να έχουν την ίδια συνδεσμολογία π.χ. Dyn5
 - ⚡ Να μη διαφέρουν σημαντικά οι ονομαστικές ισχύς τους.

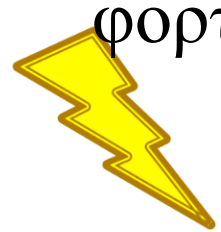
Συνδεσμολογία τυλιγμάτων μετασχηματιστή ισχύος – Παράλληλη Λειτουργία

- 1. Ο ΚΑΘΕ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΔΙΝΕΙ ΜΕΡΟΣ ΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΑΝΑΛΟΓΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΟΥ ΙΣΧΥ.**
- 2. Ο Μ/Σ ΜΕ ΤΗ ΜΙΚΡΟΤΕΡΗ ΤΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ ΑΝΑΛΑΜΒΑΝΕΙ ΦΟΡΤΙΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΟ ΑΠΟ ΑΥΤΟ ΠΟΥ ΤΟΥ ΑΝΑΛΟΓΕΙ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΟΥ ΙΣΧΥ.**
- 3. ΔΕΝ ΒΑΖΟΥΜΕ ΣΕ ΠΑΡΑΛΛΗΛΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΠΟΥ ΕΧΟΥΝ ΣΧΕΣΗ ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΑΠΟ 3:1.**
- 4. Ο ΜΙΚΡΟΤΕΡΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΘΑ ΠΡΕΠΕΙ ΝΑ ΕΧΕΙ ΛΙΓΟ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΗ ΤΑΣΗ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΣΗΣ ΓΙΑ ΝΑ ΜΗΝ ΔΗΜΙΟΥΡΓΟΥΝΤΑΙ ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΥΠΕΡΦΟΡΤΙΣΕΩΣ ΤΟΥ.**



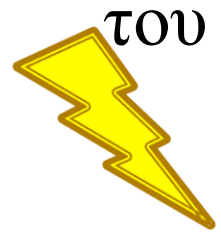
Απώλειες M/Σ

- 🕯 Οι απώλειες στο εσωτερικό του M/Σ χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:
 - ⚡ Απώλειες Κενού, P_{Fe} (Μαγνητικές απώλειες)
 - ⚡ Απώλειες Χαλκού, P_{cu} (Ηλεκτρικές απώλειες)
- 🕯 Οι **μαγνητικές απώλειες** οφείλονται στη μαγνητική υστέρηση και τα δινορρεύματα που εμφανίζονται στο σιδερένιο πυρήνα του M/Σ.
- 🕯 Γι'αυτό ονομάζονται και **απώλειες σιδήρου (P_{Fe})** ή **απώλειες κενού**, διότι υπάρχουν όσο ο M/Σ είναι συνδεδεμένος στο δίκτυο μέσης τάσης, ανεξάρτητα από το φορτίο που υπάρχει στην πλευρά της χαμηλής τάσης.



Απώλειες M/Σ

- ❏ Οι ωμικές αντιστάσεις στα χάλκινα τυλίγματα της μέσης και της χαμηλής τάσης του M/Σ δημιουργούν **ηλεκτρικές απώλειες** που αυξάνονται με το τετράγωνο του ρεύματος ($P_{cu} = R * I^2$).
- ❏ Οι απώλειες αυτές ονομάζονται και **απώλειες χαλκού** και είναι συνάρτηση του φορτίου, δηλαδή, όταν ο M/Σ λειτουργεί εν κενώ είναι μηδενικές ενώ σε πλήρες φορτίο φθάνουν στη μέγιστη τιμή τους.
- ❏ Το σύνολο των απωλειών χαλκού και σιδήρου φθάνει για μικρούς M/Σ μέχρι το 5% και για μεγάλους μέχρι το 2.5% του ονομαστικού φορτίου.



Απώλειες Μ/Σ

Ισχύς ΜΣ S_n (kVA)	Απώλειες κενού P_{Fe} (W)	Απώλειες φορτίου P_{Cu} (W)	Ονομαστική τάση βραχυκύκλωσης U_k
25	115	700	4,0
50	190	1050	4,0
75	260	1420	4,0
100	320	1750	4,0
150	435	2250	4,0
200	550	2850	4,0
250	650	3250	4,0 (6,0)
400	930	4600	4,0 (6,0)
500	1100	5500	4,0 (6,0)
630	1300	6500	4,0 (6,0)
750	1430	7600	6,0
1000	1650	10500	6,0
1250	1900	13500	6,0
1600	2550	18100	6,0

Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

🕯 Ένας Μ/Σ μπορεί να υποστεί σοβαρή βλάβη στις εξής περιπτώσεις:

- ⚡ Παρατεταμένο βραχυκύκλωμα μέσα ή έξω από το δοχείο στην πλευρά της XT ή της MT.
- ⚡ Διαρκής υπερφόρτιση.
- ⚡ Σφάλμα στη μόνωση, όπως βραχυκύκλωμα σπειρών και τυλιγμάτων ως προς γη.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

- ❗ **Άνιση κατανομή φορτίων στις τρεις φάσεις :** ασυμμετρία ρευμάτων στην έξοδο του ΜΣ και ρεύμα μηδενικής ακολουθίας που ρέει προς τη γη μέσω του ουδετέρου κόμβου. Τα ασύμμετρα ρεύματα προκαλούν μετατόπιση του τυλίγματος της ηλεκτρικά επιβαρυνμένης φάσης και υπερθέρμανση του αντίστοιχου τυλίγματος. Λόγω μικρής διάρκειας του φαινομένου και δεν απαιτείται προστασία των τυλιγμάτων.
- ❗ **Καταπονήσεις από χειρισμούς ζεύξης – απόζευξης :** οι γρήγορες επαναζεύξεις μπορούν να προκαλέσουν μεγάλη παραμένουσα μαγνητική ροή και υψηλό ρεύμα ζεύξης. Επειδή η απόζευξη των ρευμάτων ζεύξης σχετίζεται με τα μαγνητικά χαρακτηριστικά του ΜΣ, η παρουσία ενός φορτίου μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά του ΜΣ. Εάν τα φορτία που είναι συνδεδεμένα παρουσιάζουν μεταβατικά φαινόμενα (πχ ρεύματα εκκίνησης) πρέπει να γίνεται ιδιαίτερη μελέτη στη συμπεριφορά τους ώστε να αποφευχθούν επικίνδυνα ρεύματα ζεύξης.
- ❗ **Εξωτερικές υπερτάσεις :** από άμεσα ή επαγόμενα κεραυνικά πλήγματα που πλήττουν τις γραμμές του δικτύου είτε από απότομες μεταβολές του φορτίου κατά τους χειρισμούς στις διακοπτικές λειτουργίες. Προκαλούν καταπονήσεις και πρόωρη γήρανση ή και σφάλμα της μόνωσης μεταξύ των σπειρών ή του δοχείου.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία σε βραχυκυκλώματα

- 🕯 Η προστασία του Μ/Σ σε βραχυκυκλώματα πρέπει να γίνεται οπωσδήποτε διότι μπορεί να εκραγεί ή να προκληθεί πυρκαγιά.
- 🕯 Το βραχυκύκλωμα είναι μια μόνιμη βλάβη η οποία μπορεί να μην γίνει αντιληπτή έως ότου δημιουργήσει κάποια σημαντική φθορά στη μόνωση του ΜΣ
- ⚡ Το 70% - 80% των σφαλμάτων των ΜΣ οδηγούν σε βραχυκυκλώματα στα τυλίγματα του ΜΣ εξαιτίας της καταπόνησης των τυλιγμάτων ή της μόνωσης των αγωγών από ηλεκτρομηχανολογικές δυνάμεις ή υψηλά ρεύματα που διαρρέουν τους αγωγούς και τα τυλίγματα του ΜΣ



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία σε βραχυκυκλώματα

- 🔦 Στην περίπτωση των υπερεντάσεων λόγω εξωτερικών βραχυκυκλωμάτων, που είναι και τα συνηθέστερα, ο Μ/Σ καταπονείται θερμικά και μηχανικά λόγω των **ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων** που αναπτύσσονται στα τυλίγματά του.
- 🔦 Οι μηχανικές καταπονήσεις που προκαλούν οι υπερεντάσεις έχουν συσσωρευτικές επιπτώσεις στα τυλίγματα των Μ/Σ. Ακόμη και όταν δεν υπερβαίνουν τα όρια αντοχής του Μ/Σ προκαλούν ορισμένες μετακινήσεις στα τυλίγματα, οι οποίες αν επαναλαμβάνονται συχνά μειώνουν σημαντικά τη ζωή του Μ/Σ.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία σε βραχυκυκλώματα

- 🕯 Η προστασία γίνεται με ασφάλειες σκόνης ή με Δ/I στη ΜΤ.
- 🕯 Στην περίπτωση παραλληλισμένων Μ/Σ σαν ισχύς λαμβάνεται το άθροισμα των ονομαστικών τους ισχύων.
- 🕯 Οι ασφάλειες δεν προστατεύουν το Μ/Σ σε συνεχή υπερφόρτιση γιατί η ελάχιστη ένταση στην οποία λιώνουν είναι 2-3 φορές η ονομαστική τους ένταση.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- 🔔 Υπερφόρτιση : μια παρατεταμένη υπερφόρτιση, επιφέρει μια υπέρβαση των ορίων υπερθέρμανσης σε ορισμένα σημεία του ΜΣ και σε συνδυασμό με μια αυξημένη θερμοκρασία περιβάλλοντος, έχουμε υπέρβαση των επιτρεπτών θερμοκρασιών του ΜΣ ,
 - ⚡ πχ μια υπερφόρτιση που οφείλεται στο ρεύμα ηλεκτρικών συσκευών σε περίοδο χειμώνα, δεν έχει τις ίδιες επιπτώσεις με μια υπερφόρτιση ίδιου μεγέθους που προέρχεται από κλιματιστικά σε θερινή περίοδο, με υψηλές εξωτερικές θερμοκρασίες.
- 🔔 Σε συνθήκες μη κανονικής λειτουργίας του ΜΣ, είναι προτιμότερο να υπερβαίνονται τα όρια υπερθέρμανσης, κάνοντας υπερφόρτιση, από το να γίνεται διακοπή της τροφοδοσίας του ΜΣ λόγω μιας στιγμιαίας υπέρβασης της ισχύος.
- 🔔 Η υπερφόρτιση είναι συχνά μεταβατική και δεν επιτυγχάνεται θερμική ισορροπία. Η θερμική αδράνεια των ΜΣ, τους επιτρέπει να αντέχουν σε υψηλές θερμοκρασίες, ακολουθώντας έναν κανόνα αντίστροφου χρόνου, όπου όσο μικραίνει ο χρόνος υπερφόρτισης, τόσο μεγαλώνει το ποσοστό υπερφόρτισης.

Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- ❏ Οι απώλειες χαλκού και σιδήρου του Μ/Σ μετατρέπονται στο εσωτερικό του σε θερμότητα που έχει ως συνέπεια την αύξηση της θερμοκρασίας του λαδιού (αν ο Μ/Σ είναι ελαιοψυκτος) ή της χυτορητίνης (αν ο Μ/Σ είναι ξηρού τύπου).
- ❏ Μια από τις βασικές απαιτήσεις της σωστής προστασίας του Μ/Σ είναι ο έλεγχος της θερμοκρασίας (λαδιού ή χυτορητίνης), ώστε να μην ξεπεράσει τα όρια που έχει ορίσει ο κατασκευαστής του Μ/Σ.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- 🕯 Για Μ/Σ λαδιού χρησιμοποιούνται τα θερμόμετρα λαδιού που παρακολουθούν τη θερμοκρασία του ανώτερου στρώματος λαδιού. Αυτή πρέπει να είναι μικρότερη των 100°C .
- 🕯 Το θερμόμετρο είναι εφοδιασμένο με δύο ανοικτές επαφές. Όταν η βελόνα ξεπεράσει το πρώτο όριο των 90°C τότε κλείνει η πρώτη επαφή και κτυπά ο συναγερμός του υποσταθμού.
- 🕯 Ο συντηρητής θα πρέπει αμέσως να ελέγξει, αν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στο σύστημα ψύξης του Μ/Σ ή, στην ανάγκη, να απορρίψει άμεσα κάποια από τα φορτία του Μ/Σ

Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- ❏ Αν η θερμοκρασία του λαδιού συνεχίζει να ανεβαίνει και η βελόνα του θερμομέτρου ξεπεράσει το δεύτερο όριο, πχ 100°C , αυτόματα δίνεται εντολή απόζευξης του διακόπτη ισχύος στην πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ.
- ❏ Στους Μ/Σ χυτορητίνης υπάρχουν τοποθετημένα μέσα στα τυλίγματα της χαμηλής τάσης θερμίστορες (συνήθως 2 θερμίστορες σε κάθε φάση).
 - ⚡ Οι θερμίστορες είναι ηλεκτρονικά στοιχεία που η αντίστασή τους μεταβάλλεται με τη θερμοκρασία τους.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- ❏ Οι θερμίστορες είναι οργανωμένοι σε δύο ομάδες.
 - ⚡ Η πρώτη ομάδα δίνει εντολή οπτικού και ηχητικού συναγερμού και
 - ⚡ η δεύτερη ομάδα δίνει εντολή απόζευξης του διακόπτη ισχύος στην πλευρά χαμηλής τάσης του Μ/Σ.
- ❏ Το θερμόμετρο (στους Μ/Σ λαδιού) ή οι θερμίστορες (στους Μ/Σ χυτορητίνης) δίνουν εντολή απόζευξης στο διακόπτη ισχύος στην πλευρά χαμηλής τάσης.



Σφάλματα & Προστασία Μ/Σ

Προστασία από υπερφόρτιση

- 💡 Η ονομαστική υπερφόρτιση του Μ/Σ εξαρτάται από το προηγούμενο φορτίο του Μ/Σ ή από την αντίστοιχη θερμοκρασία λαδιού στην έναρξη της υπερφόρτισης.

Προηγούμενη διαρκής φόρτιση (% της ονομαστικής ισχύος)	Θερμοκρασία εξόδου λαδιού (°C)	Χρόνος υπερφόρτισης (min) για συγκεκριμένη υπερφόρτιση (% της ονομαστικής ισχύος)				
		10% min	20% min	30% min	40% min	50% min
50	55	180	90	60	30	15
75	68	120	60	30	15	8
90	78	60	30	15	8	4

Διαφορική προστασία μετασχηματιστή ισχύος

- ⦿ Στη διαφορική προστασία γίνεται σύγκριση των ανηγμένων ρευμάτων, πρωτεύοντος και δευτερεύοντος.
- ⦿ Για να γίνει αυτό χρειαζόμαστε από τρεις M/Σ έντασης στη μέση και χαμηλή τάση αντίστοιχα.
- ⦿ Τα δευτερεύοντα των 6 M/Σ καταλήγουν στο διαφορικό H/N, που ελέγχει ότι τα ανηγμένα εισερχόμενα ρεύματα είναι ίσα με τα εξερχόμενα ρεύματα.
- ⦿ Αν η διαφορά των 2 ρευμάτων ξεπερνά ένα όριο, πχ 100 mA, τότε ο H/N δίνει εντολή απόζευξης στο διακόπτη ισχύος στην πλευρά μέσης τάσης.
- ⦿ Η διαφορική προστασία έχει το πλεονέκτημα ότι περιορίζει τη ζημιά στο ελάχιστο, σε σχέση με την προστασία του H/N.
- ⦿ Επειδή όμως είναι μια σχετικά ακριβή προστασία τη συναντάμε σε πολύ μεγάλους M/Σ (πάνω από 1600 kVA).

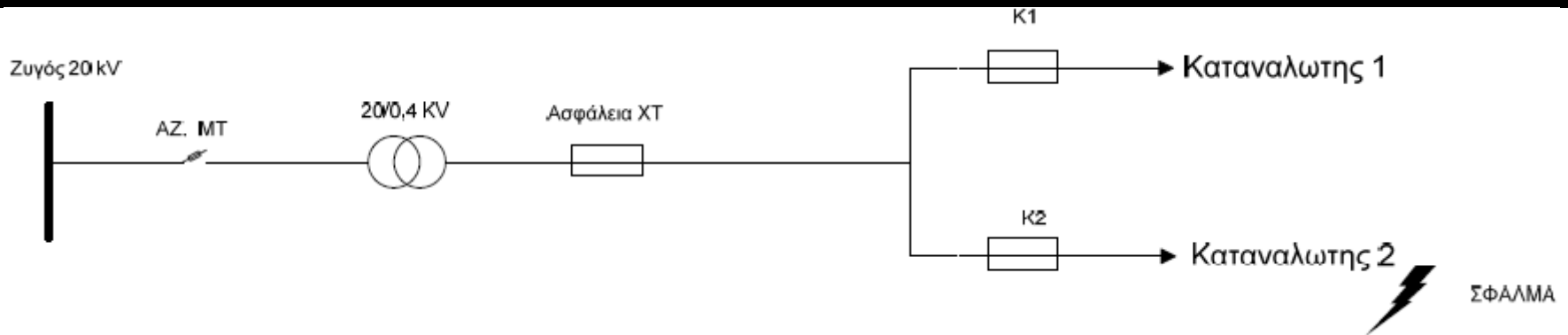


Επιλεκτική συνεργασία μεταξύ των οργάνων προστασίας στις δύο πλευρές του μετασχηματιστή

- ⌚ Μια από τις βασικές απαιτήσεις της προστασίας ενός Μ/Σ είναι η επιλεκτική (ή επιλογική) συνεργασία (discriminative operation) μεταξύ των ασφαλειών στην πλευρά μέσης τάσης και του διακόπτη ισχύος ή των ασφαλειών στην πλευρά της χαμηλής τάσης.
- ⌚ Με τον όρο επιλεκτική συνεργασία εννοούμε ότι το όργανο προστασίας που είναι πλησιέστερο στο σφάλμα πρέπει να διακόπτει πρώτο.
- ⌚ Για παράδειγμα, αν το σφάλμα (βραχυκύκλωμα) γίνει στην πλευρά της χαμηλής τάσης του Μ/Σ πρέπει να ανοίξει μόνο ο διακόπτης ισχύος της Χ.Τ. ενώ οι ασφάλειες της ΜΤ πρέπει να μείνουν ανεπηρέαστες.



Επιλεκτική συνεργασία μέσων προστασίας



Στο Σχήμα απεικονίζεται μια εναέρια γραμμή ΜΤ, η οποία μέσω Μ/Σ 20/0,4 kV υποβιβάζεται στα 400 V. Η γραμμή αυτή τροφοδοτεί 2 οικιακούς καταναλωτές ΧΤ. Επίσης από το ζυγό ΜΤ μπορεί να ξεκινούν και άλλες γραμμές ΜΤ και η καθεμία να τροφοδοτεί περισσότερους από έναν Μ/Σ.

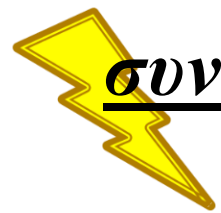
Η γραμμή ΜΤ και το πρωτεύον τύλιγμα του ΜΣ προστατεύονται με έναν ασφαλειοαποξεύκτη (ΑΖ/ΜΤ), δηλαδή μια ασφάλεια εκτόνωσης. Από την πλευρά της ΧΤ υπάρχει μια ασφάλεια για την προστασία του Μ/Σ και των 2 καταναλωτών. Τέλος οι οικιακοί καταναλωτές έχουν ως μέσο προστασίας ασφάλειες K1 και K2.

Επιλεκτική συνεργασία μέσων προστασίας

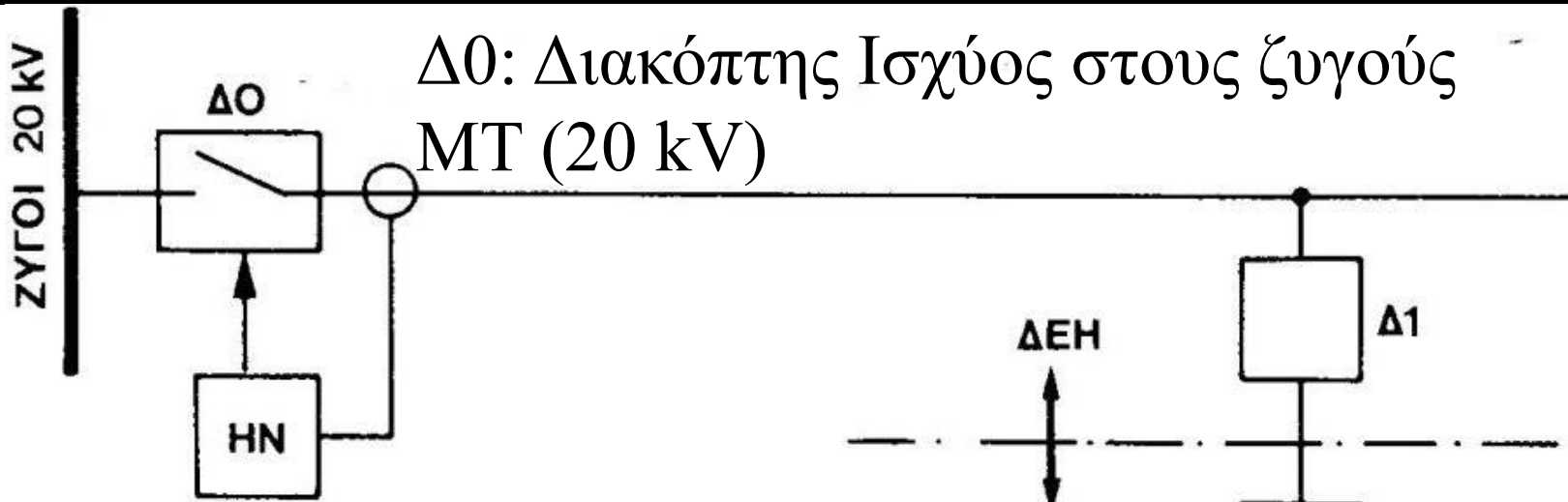
- 🕯 Έστω ότι συμβαίνει κάποιο σφάλμα στον καταναλωτή 2.
- 🕯 Για τη σωστή και αποτελεσματική λειτουργία όλης της διάταξης και για να μην παρενοχληθεί ο καταναλωτής 1 πρέπει η K2 να «καεί» πριν από την ασφάλεια XT και από τον AZ MT.
- 🕯 Στην αντίθετη περίπτωση που θα καεί η ασφάλεια XT τότε θα υπάρχει διακοπή και στον καταναλωτή 1. Αν βέβαια καεί πρώτα ο AZ τότε σημαίνει ότι θα καταπονηθεί αρκετά και ο M/Σ.
- 🕯 Για να μη συμβούν τα παραπάνω ενδεχόμενα και να «καεί» πρώτα η K2, περιορίζοντας το σφάλμα μόνο στον καταναλωτή 2, πρέπει ο χρόνος τήξης της ασφάλειας και ταυτόχρονα και το μέγεθος της K2 να είναι μικρότερο από τις αμέσως προηγούμενες.
- ⚡🕯 Αυτό ισχύει και για την ασφάλεια XT, η οποία πρέπει να αντιδρά γρηγορότερα από τον AZ MT.

Επιλεκτική συνεργασία μέσων προστασίας

- ❏ Το παραπάνω παράδειγμα περιγράφει μια απλοποιημένη διάταξη μόνο με ασφάλειες, όμως στην πραγματικότητα όπως είδαμε, χρησιμοποιούνται διάφορα μέσα προστασίας από την αναχώρηση μια γραμμής MT από το ζυγό MT μέχρι τον καταναλωτή.
- ❏ Γενικότερα οι χρόνοι διέγερσης των μέσων προστασίας για διάφορα ρεύματα σφάλματός πρέπει να μικραίνουν όσο προχωράμε από την τροφοδότηση στον καταναλωτή.
- ❏ Αυτό λέγεται «επιλεκτικότητα ή επιλεκτική συνεργασία».



Γραμμή MT που τροφοδοτεί έναν καταναλωτή MT

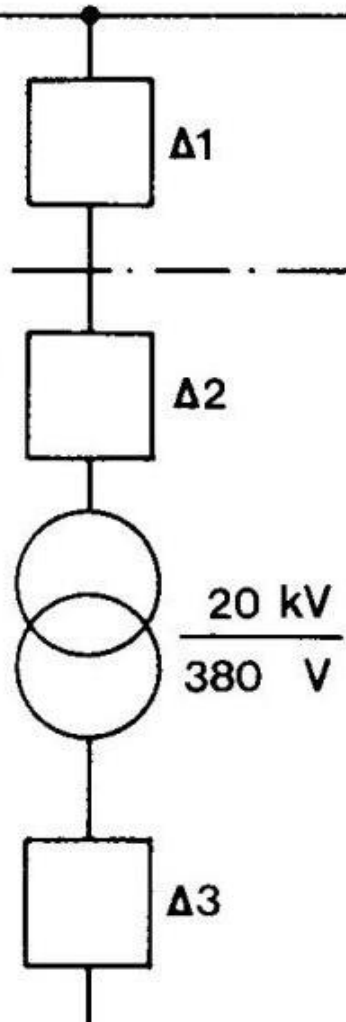


HN: Ηλεκτρονόμοι φάσης και γης που συνεργάζονται με τον Δ0

Δ1: Μέσο προστασίας στην εγκατάσταση της ΔΕΗ

Δ2: Μέσο προστασίας στην εγκατάσταση του καταναλωτή στην πλευρά MT (20kV).

Δ3: Μέσο προστασίας στην εγκατάσταση του καταναλωτή στην πλευρά χαμηλής τάσης (400V)



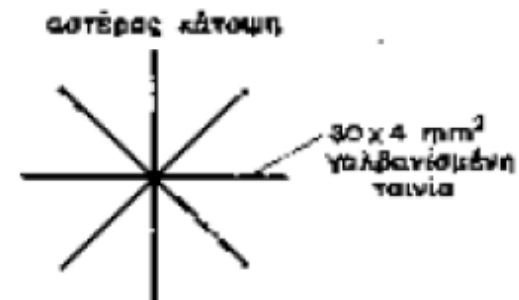
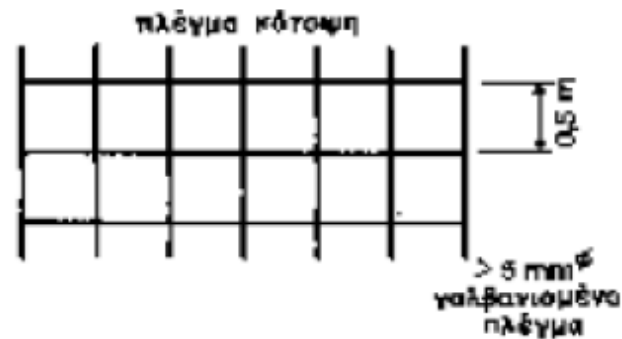
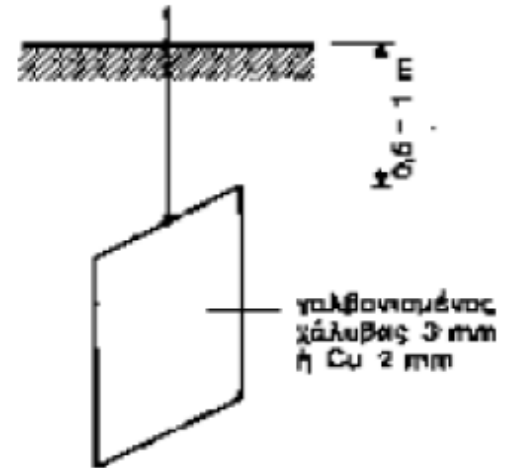
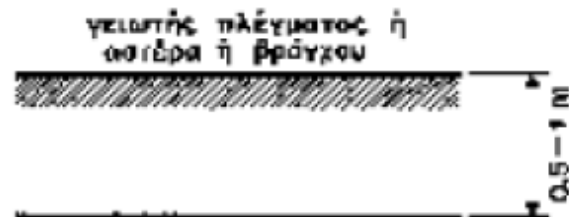
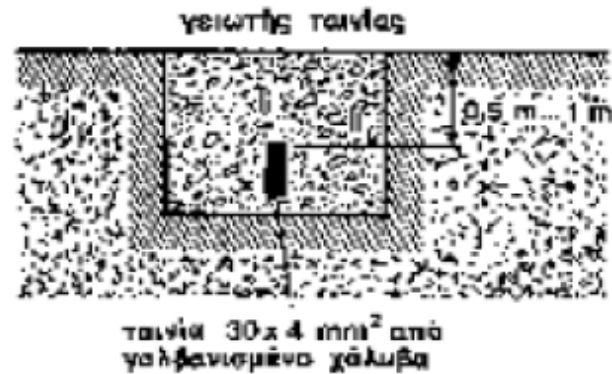
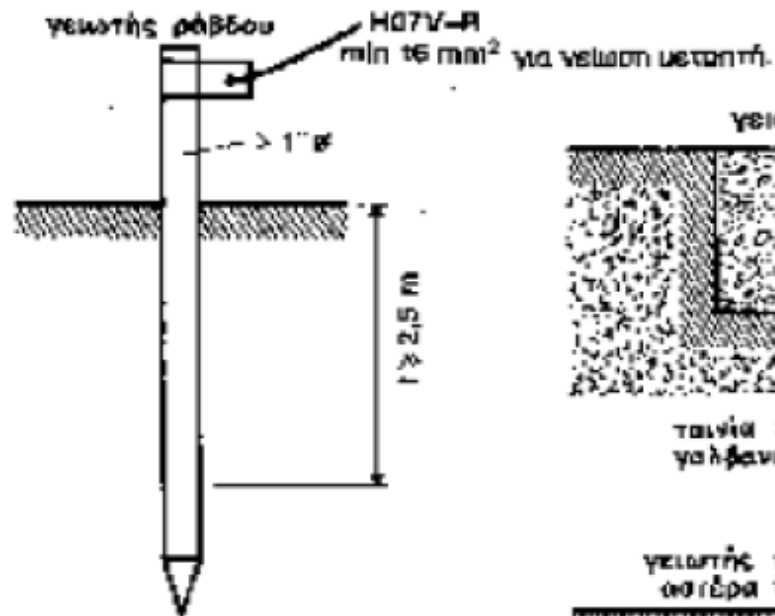
Εγκατάσταση και ψύξη του μετασχηματιστή ισχύος

- ❏ Οι Μ/Σ εγκαθίστανται πάντοτε σε δικό τους ανεξάρτητο χώρο.
- ❏ Οι Μ/Σ λαδιού εγκαθίστανται στο υπόγειο του κτιρίου ή σε ανεξάρτητο οικίσκο, ενώ οι Μ/Σ ξηρού τύπου μπορούν να εγκατασταθούν σε οποιοδήποτε όροφο του κτιρίου.
- ❏ Βασική απαίτηση για την απρόσκοπτη λειτουργία του Μ/Σ είναι ο σωστός φυσικός ή τεχνητός αερισμός του χώρου εγκατάστασής του, για να απάγεται η θερμότητα (=απώλειες) που δημιουργείται.

Γ ειώσεις υποσταθμών

- 🕯 Γείωση είναι η σύνδεση ενός σημείου ηλεκτρικού κυκλώματος ή ενός μεταλλικού αντικειμένου με μία εγκατάσταση γείωσης.
- 🕯 Εγκατάσταση γείωσης είναι ένα η περισσότερα συνδεδεμένα ηλεκτρόδια γείωσης καρφωμένα ή θαμμένα μέσα στο χώμα σε βάθος τουλάχιστον 0.5 m από την επιφάνεια της γης.
- 🕯 Τα ηλεκτρόδια γείωσης (earth electrode) συνήθως είναι:
 - ⚡ ράβδοι κυκλικής ή άλλης διατομής
 - ⚡ πλάκες από γαλβανισμένη λαμαρίνα ή επικασσιτερωμένο χαλκό
 - ⚡ ταινίες από γαλβανισμένο χάλυβα διατομής 30x4mm

ΕΙΔΗ ΓΕΙΩΤΩΝ



Συστήματα Γειώσεων

1. Γείωση προστασίας
 1. Γείωση προστασίας M/T
 2. Γείωση προστασίας X/T
2. Γείωση λειτουργίας
3. Γείωση του συστήματος Αντικεραυνικής προστασίας



Γείωση προστασίας

- 🔧 **Γείωση προστασίας μέσης τάσης:** Στο σύστημα αυτό συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού που λειτουργούν με ονομαστική τάση $> 1 \text{ kV}$, τα οποία δεν ανήκουν στο ενεργό κύκλωμα αλλά μπορούν να γίνουν ενεργά σε περίπτωση σφάλματος ή ακόμα και τόξου. Τέτοια είναι ο πίνακας μέσης τάσης, το δοχείο του μετασχηματιστή, οι θωρακίσεις των καλωδίων μέσης τάσης κ.ά.
- 🔧 **Γείωση προστασίας χαμηλής τάσης:** Στο σύστημα αυτό συνδέονται όλα τα μεταλλικά μέρη του εξοπλισμού με ονομαστική τάση $< 1 \text{ kV}$, δηλαδή ο πίνακας χαμηλής τάσης, οι θωρακίσεις των καλωδίων χαμηλής τάσης κλπ.



Γείωση λειτουργίας

- ✿ Είναι η γείωση ενός σημείου του ενεργού κυκλώματος, πχ η γείωση του ουδέτερου κόμβου της χαμηλής τάσης του μετασχηματιστή 20/0,4 kV. Αυτή είναι άμεση, δηλαδή δεν μεσολαβεί κάποια αντίσταση.
- ✿ Η γείωση είναι απαραίτητη για να μην εμφανισθούν επικίνδυνες τάσεις στο δίκτυο χαμηλής τάσης.
- ✿ Τα δίκτυα με γειωμένο ουδέτερο κόμβο ονομάζονται και δίκτυα **TN (T=Terre, N=Neutral)**. Στην κατηγορία αυτή ανήκει όλο το δίκτυο διανομής χαμηλής τάσης (400V) της ΔΕΗ.



Γείωση του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας

- ⚡ Στη γείωση αυτή καταλήγουν οι αγωγοί του συστήματος αντικεραυνικής προστασίας για να διοχετεύσουν το ρεύμα των κεραυνών προς τη γή.



Τα 3 είδη γειώσεων στους υποσταθμούς



⚡ :

α. Γείωση προστασίας μέσης τάσης

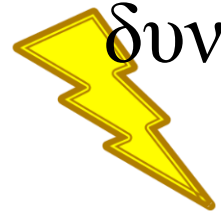
β. Γείωση προστασίας χαμηλής τάσης

γ. Γείωση λειτουργίας (ουδετέρου) χαμηλής τάσης



Η αντίσταση γείωσης

- ❏ Σε βάθος κάτω από 0.5m το χώμα παραμένει υγρό όλες τις εποχές του χρόνου και έτσι το ηλεκτρόδιο έρχεται σε καλή επαφή με τη γή.
- ❏ Στο πάνω μέρος του ηλεκτροδίου συνδέουμε με καλώδιο τα μεταλλικά μέρη των ηλεκτρικών συσκευών. Όσο η εγκατάστασή λειτουργεί κανονικά, το ηλεκτρόδιο έχει το δυναμικό της γής αλλά και όλα τα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης που είναι συνδεδεμένα σε αυτό έχουν και αυτά το δυναμικό της γής.



Η αντίσταση γείωσης

- 🕯 Το πρόβλημα εμφανίζεται όταν σε περίπτωση σφάλματος κάποιας φάσης με τη γη, στα ηλεκτρόδια εμφανισθεί μια τάση έστω U_0 ως προς την άπειρη γη.
- 🕯 Με τον όρο άπειρη γη θεωρούμε ένα σημείο στην επιφάνεια της γης, θεωρητικά σε άπειρη απόσταση από το γειωτή, στο οποίο έχουμε καρφώσει ένα δεύτερο ηλεκτρόδιο.
- 🕯 Πρακτικά η άπειρη απόσταση είναι περίπου 10 φορές το μήκος του ηλεκτροδίου, δηλαδή $2 * 10 = 20$ m.
- 🕯 Αν διαιρέσουμε την τάση U_0 με το ρεύμα I_0 που εισέρχεται στο ηλεκτρόδιο (και εξέρχεται στην άπειρη γή) διασχίζοντας το εσωτερικό της γήινης σφαίρας), τότε έχουμε βρει την αντίσταση γείωσης **R** του ηλεκτροδίου, δηλαδή $R = U_0/I_0$



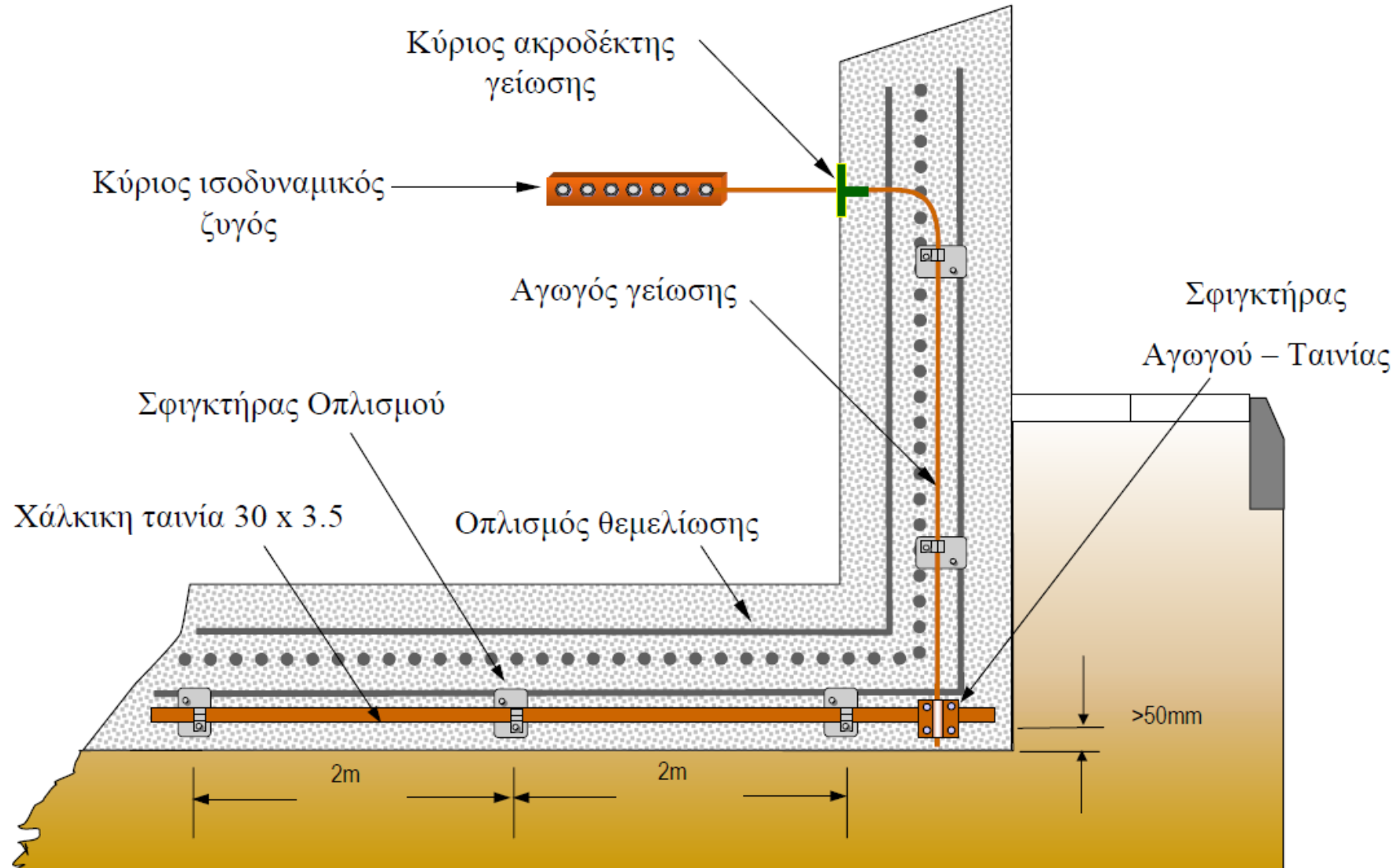
Η αντίσταση γείωσης

- 🕯 Η αντίσταση γείωσης του ηλεκτροδίου δίνεται από τον προσεγγιστικό τύπο: $R = \rho / L_{\text{εν}}$.
- 🕯 Όπου: $L_{\text{εν}}$ = το μήκος του ηλεκτροδίου που βρίσκεται κάτω από το 0,5 m της επιφάνειας της γης, δηλαδή αν το ηλεκτρόδιό μας έχει καρφωθεί 2,0 m μέσα στη γή, το ενεργό μήκος του είναι 1,5 m. Όλα τα είδη γειωτών (πλάκας, ταινίας κλπ) πρέπει να τοποθετούνται σε βάθος $> 0,5 \text{ m}$
- 🕯 ρ = ειδική αντίσταση του εδάφους. Η ειδική αντίσταση εξαρτάται από το είδος του εδάφους. Για ελώδες υγρό έδαφος είναι $\rho = 30 \Omega \cdot \text{m}$, ενώ για βραχώδες έδαφος φτάνει $\rho = 3000 \Omega \cdot \text{m}$.

Θεμελιακή γείωση

- 🕯 Η θεμελιακή γείωση θεωρείται η καλύτερη γείωση αλλά έχει το μειονέκτημα ότι μπορεί να εφαρμοσθεί μόνο σε νέα κτίρια.
 - 🕯 Η θεμελιακή γείωση αποτελείται από ένα γειωτή ταινίας που τοποθετείται στο κάτω μέρος των θεμελίων μέσα στο σκυρόδεμα. Η τοποθέτησή του γίνεται στη βάση των εξωτερικών τοίχων και σχηματίζει κλειστό βρόχο. Επειδή το έδαφος και το σκυρόδεμα των θεμελίων είναι υγρά όλο το έτος, πετυχαίνουμε χαμηλές αντιστάσεις γείωσης $\approx 2 \Omega$.
- Ο αγωγός του γειωτή μπορεί να είναι:
- 🕯 γαλβανισμένη χαλύβδινη ταινία ελάχιστης διατομής 30X3,5 mm ή 25X4 mm. Συνιστάται διατομή 40X5 mm ή 50X4 mm
 - ⚡ βέργα γαλβανισμένου χάλυβα ελάχιστης διαμέτρου 10 mm. Συνιστάται διάμετρος 12 mm.

Θεμελιακή γείωση



Σύνδεση των διαφόρων ειδών γείωσης σε κοινό γειωτή

- ✪ Στους υποσταθμούς μέσης τάσης έχουμε 5 κυκλώματα ή σύνολα κυκλωμάτων που πρέπει να γειωθούν.
- ✪ Στην είσοδο του υποσταθμού, στον εναέριο στύλο της ΔΕΗ γειώνονται οι απαγωγείς τάσης σε ξεχωριστό ηλεκτρόδιο και μακριά από τις άλλες γειώσεις.
- ✪ Στο μετασχηματιστή και τις κυψέλες των 20 kV γειώνονται τα μεταλλικά μέρη. Έχουμε δηλ. τη γείωση προστασίας μέσης τάσης.
- ✪ Στο μετασχηματιστή γειώνεται ο ουδέτερος κόμβος. Έχουμε δηλ. τη γείωση λειτουργίας.
- ✪ Στους πίνακες χαμηλής τάσης γειώνονται τα μεταλλικά μέρη. Έχουμε δηλ. τη γείωση προστασίας χαμηλής τάσης.
- ✪ Στην εγκατάσταση γειώνεται το συλλεκτήριο σύστημα της αντικεραυνικής προστασίας.

Σύνδεση των διαφόρων ειδών γείωσης σε κοινό γειωτή

- 💡 Αν το άθροισμα των παραπάνω αντιστάσεων γείωσης έχει τιμή $< 1 \Omega$, τότε μπορούμε να συνδέσουμε τη γείωση του ουδέτερου κόμβου με τη γείωση της μέσης τάσης.
- 💡 Αν δεν ισχύει η παραπάνω συνθήκη ($R < 1\Omega$), τότε θα πρέπει να έχουμε χωριστές γειώσεις και να ισχύει:
 - ⚡ η αντίσταση γείωσης της μέσης τάσης $< 40 \Omega$,
 - ⚡ η αντίσταση γείωσης του ουδέτερου $< 10 \Omega$
- 💡 Οι γειωτές της χαμηλής τάσης πρέπει να είναι τουλάχιστον **20 m** μακριά από τους γειωτές μέσης τάσης, έτσι ώστε να μην αλληλοεπηρεάζονται οι δύο εγκαταστάσεις γείωσης. Επειδή ο ηλεκτρικός διαχωρισμός των 2 γειώσεων δεν είναι εύκολος πρέπει να γίνεται κάθε προσπάθεια για να επιτευχθεί η συνθήκη χαμηλής αντίστασης, δηλαδή $R < 1 \Omega$.

Βασικό ηλεκτρολογικό υλικό ζεύξης, απόζευξης και προστασίας M/T

💡 Οι διακόπτες που χρησιμοποιούνται από την ΔΕΗ και τον καταναλωτή στις γραμμές MT είναι:

- ⚡ Οι αποζεύκτες
- ⚡ Οι διακόπτες φορτίου
- ⚡ Οι διακόπτες ισχύος
- ⚡ Οι ασφάλειες
- ⚡ Οι διακόπτες απομόνωσης
- ⚡ Τα αλεξικέραυνα



Ασφάλειες μέσης τάσης

- 🕯 Οι ασφάλειες μέσης τάσης, σε αντίθεση με τις ασφάλειες χαμηλής τάσης, **χρησιμοποιούνται μόνο για την προστασία από βραχυκυκλώματα** και όχι για την προστασία από υπερφορτίσεις.
- 🕯 Οι ασφάλειες μέσης τάσης είναι κυλινδρικές με σώμα από πορσελάνη ή άλλο μονωτικό υλικό.
- 🕯 Το μήκος τους είναι **ανάλογο της ονομαστικής τους τάσης** και η διάμετρός τους **ανάλογη της ονομαστικής τους έντασης**.
- 🕯 Διακρίνουμε 2 είδη ασφαλειών στη μέση τάση:

 Ασφάλειες εκτόνωσης

 Ασφάλειες σκόνης (HRC) υψηλής ικανότητας διακοπής

Ασφάλειες εκτόνωσης μέσης τάσης

- ✿ Τις ασφάλειες εκτόνωσης τις συναντάμε στα σημεία διακλαδώσεων των εναέριων δικτύων της ΔΕΗ.
- ✿ Αποτελούνται από ένα κοίλο μονωτικό σωλήνα διαμέτρου 2-3 cm και μήκους 30-35 cm το εσωτερικό του οποίου είναι καλυμμένο με βορικό οξύ.
- ✿ Στο εσωτερικό του σωλήνα υπάρχει ένας αγωγός, το τηκτό, τανυσμένος με ελατήριο.
- ✿ Σε περίπτωση υπερέντασης, το τηκτό τήκεται (λιώνει), δημιουργείται τόξο στο εσωτερικό του σωλήνα, το οποίο παράγει υδρατμούς που βοηθούν στη σβέση του τόξου.



Ασφάλειες εκτόνωσης μέσης τάσης



ασφάλεια
εκτόνωσης

Ασφάλειες σκόνης υψηλής ικανότητας διακοπής (HRC) – Βασικοί ορισμοί

- ❏ **Ονομαστική τάση U_n :** Είναι η μέγιστη πολική τάση του δικτύου, στην οποία μπορεί να εργασθεί συνεχώς η ασφάλεια. Για το δίκτυο μέσης των 20 kV, είναι $U_n=24$ kV. Άλλες τυποποιημένες ονομαστικές τάσεις είναι 3.6, 7.2, 12 και 17.5 kV.
- ❏ **Ονομαστικό ρεύμα I_n :** Είναι το ρεύμα που μπορεί να περνά συνεχώς μέσα από την ασφάλεια, χωρίς η θερμοκρασία της να ξεπεράσει τους 65°C. Οι τυποποιημένες ονομαστικές τιμές των ασφαλειών είναι: 6.3, 10, 16, 20, 25, 31.5, 40, 50, 63, 80 και 100A. Το ονομαστικό ρεύμα της ασφάλειας επιλέγεται από το μέγεθος του μετασχηματιστή ισχύος.



Ασφάλειες σκόνης υψηλής ικανότητας διακοπής (HRC) – Βασικοί ορισμοί

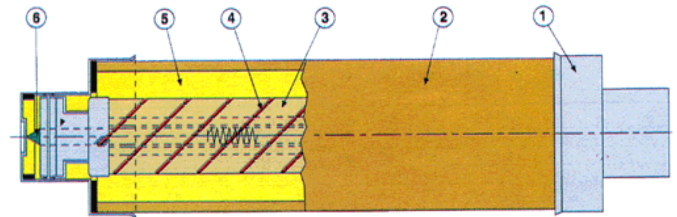
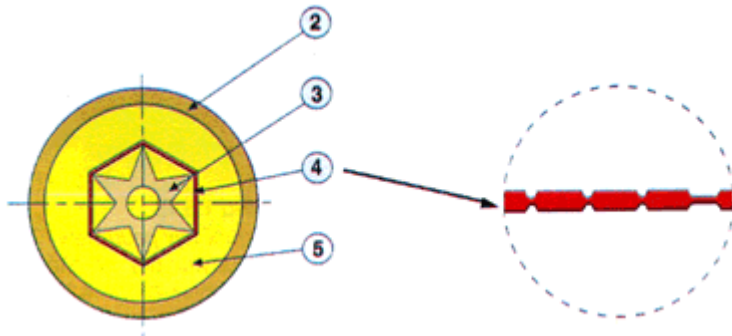
- 🕯 **Ελάχιστο ονομαστικό ρεύμα διακοπής (I_3):** Είναι το ελάχιστο ρεύμα που προκαλεί την τήξη και διακοπή της ασφάλειας. Η τιμή του I_3 είναι 3 ως 5 φορές το ρεύμα I_n . Σημειώνουμε ότι για να διακοπεί το ρεύμα δεν είναι αρκετό το τήξιμο της ασφάλειας. Αν το ρεύμα του σφάλματος είναι μικρότερο του I_3 , η ασφάλεια τήκεται αλλά δε διακόπτεται απαραίτητα και το ρεύμα.
- 🕯 **Γι'αυτό πρέπει να αποφεύγεται η λειτουργία της ασφάλειας στην περιοχή μεταξύ I_n και I_3 .**
- 🕯 **Μέγιστο ονομαστικό ρεύμα διακοπής (I_1):** Είναι το ρεύμα το οποίο μπορεί να διακόψει η ασφάλεια χωρίς κίνδυνο καταστροφής της (έκρηξη). Η τιμή του ρεύματος αυτού κυμαίνεται από 20 έως 80 kA.

Ασφάλειες σκόνης υψηλής ικανότητας διακοπής (HRC)

- 🕯 Επειδή οι ασφάλειες σκόνης έχουν την ικανότητα να περιορίζουν το ρεύμα βραχυκυκλώματος, ονομάζονται και ασφάλειες υψηλής ικανότητας διακοπής (**HRC = High Rupturing Capacity**).
- 🕯 Για να μπορέσουμε να επιλέξουμε σωστά την ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε σε ένα δίκτυο, θα πρέπει να γνωρίζουμε το χρόνο που χρειάζεται η ασφάλεια να διακόψει το σφάλμα.
 - ⚡ Αυτό είναι ιδιαίτερα κρίσιμο για τις ασφάλειες που συναντάμε στην πλευρά μέσης τάσης του μετασχηματιστή ισχύος, διότι θα πρέπει να συνεργαστούν με τις ασφάλειες (ή το διακόπτη ισχύος) που υπάρχουν στην πλευρά χαμηλής τάσης του μετασχηματιστή.

Ασφάλειες Σκόνης

- Οι ασφάλειες σκόνης έχουν ένα πυρήνα από κεραμικό υλικό (3), πάνω στο οποίο είναι τυλιγμένο σε μορφή σπείρας το τηκτό (4).
- Το τηκτό είναι από κράμα αργύρου για να έχει όσο γίνεται μικρότερη αντίσταση. Ο τυλιγμένος αγωγός βρίσκεται σε σκόνη χαλαζία (5). Το εξωτερικό περίβλημα είναι από πορσελάνη (2).



Τα μέρη μια ασφάλειας HRC

1. Επαφές
2. Εξωτερικός σωλήνας από πορσελάνη
3. Πυρήνας από κεραμικό υλικό
4. Τηκτό στοιχείο
5. Χαλαζιακή άμμος
6. Δείκτης λειτουργίας

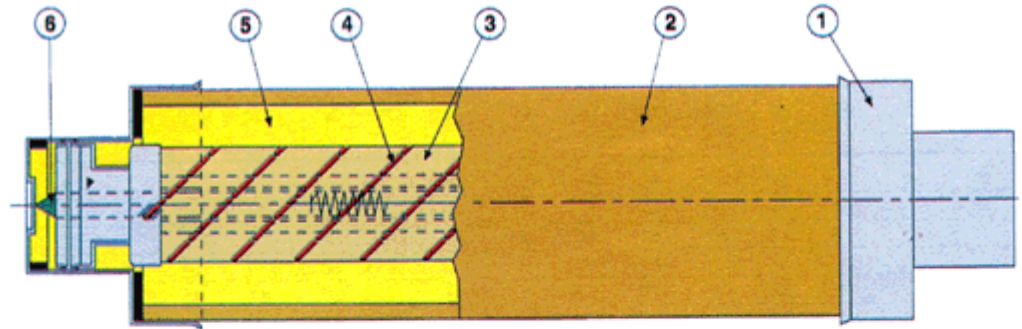
Ασφάλειες Σκόνης

- Όταν το ρεύμα ξεπεράσει μία κρίσιμη τιμή I , τότε τήκεται ο αγωγός σε ένα ή περισσότερα σημεία, με αποτέλεσμα η ενέργεια που εκλύει το τόξο να απορροφάται από τη χαλαζιακή άμμο που λιώνει και μετατρέπεται σε πορσελάνη.
- Η αντίσταση που παρεμβάλλεται στο δρόμο του βραχυκυκλώματος είναι τεράστια και το ρεύμα βραχυκυκλώματος περιορίζεται προτού φτάσει στη μέγιστη τιμή του (κορυφή).
- Αυτό έχει ως συνέπεια, πέρα από την διακοπή του σφάλματος, και το σημαντικό περιορισμό της κορυφής του ρεύματος βραχυκυκλώματος, που σε αντίθετη περίπτωση μπορεί να δημιουργήσει δυναμικές και θερμικές καταπονήσεις στον εξοπλισμό του υποσταθμού.



Ασφάλειες Σκόνης

- Οι ασφάλειες HRC διαθέτουν και ένα δείκτη λειτουργίας (6) που συγκρατείται με ελατήριο. Όταν η ασφάλεια λειτουργήσει το ελατήριο απελευθερώνεται και ο δείκτης εξέρχεται από το σώμα της ασφάλειας.
- Η λειτουργία του δείκτη είναι διπλή:
 - δείχνει ότι η ασφάλεια έχει λειτουργήσει και συνεπώς πρέπει να αντικατασταθεί
 - χτυπά με δύναμη την άκρη ενός πλαστικού μοχλού που με τη βοήθεια ενός μηχανισμού δίνει εντολή απόζευξης στο διακόπτη φορτίου.



Τα μέρη μια ασφάλειας HRC

1. Επαφές
2. Εξωτερικός σωλήνας από πορσελάνη
3. Πυρήνας από κεραμικό υλικό
4. Τηκτό στοιχείο
5. Χαλαζιακή άμμος
6. Δείκτης λειτουργίας

Ασφάλειες Σκόνης

🔑 Στην ασφάλεια υπάρχει μια πινακίδα με τα ονομαστικά της στοιχεία τα οποία είναι τα παρακάτω:

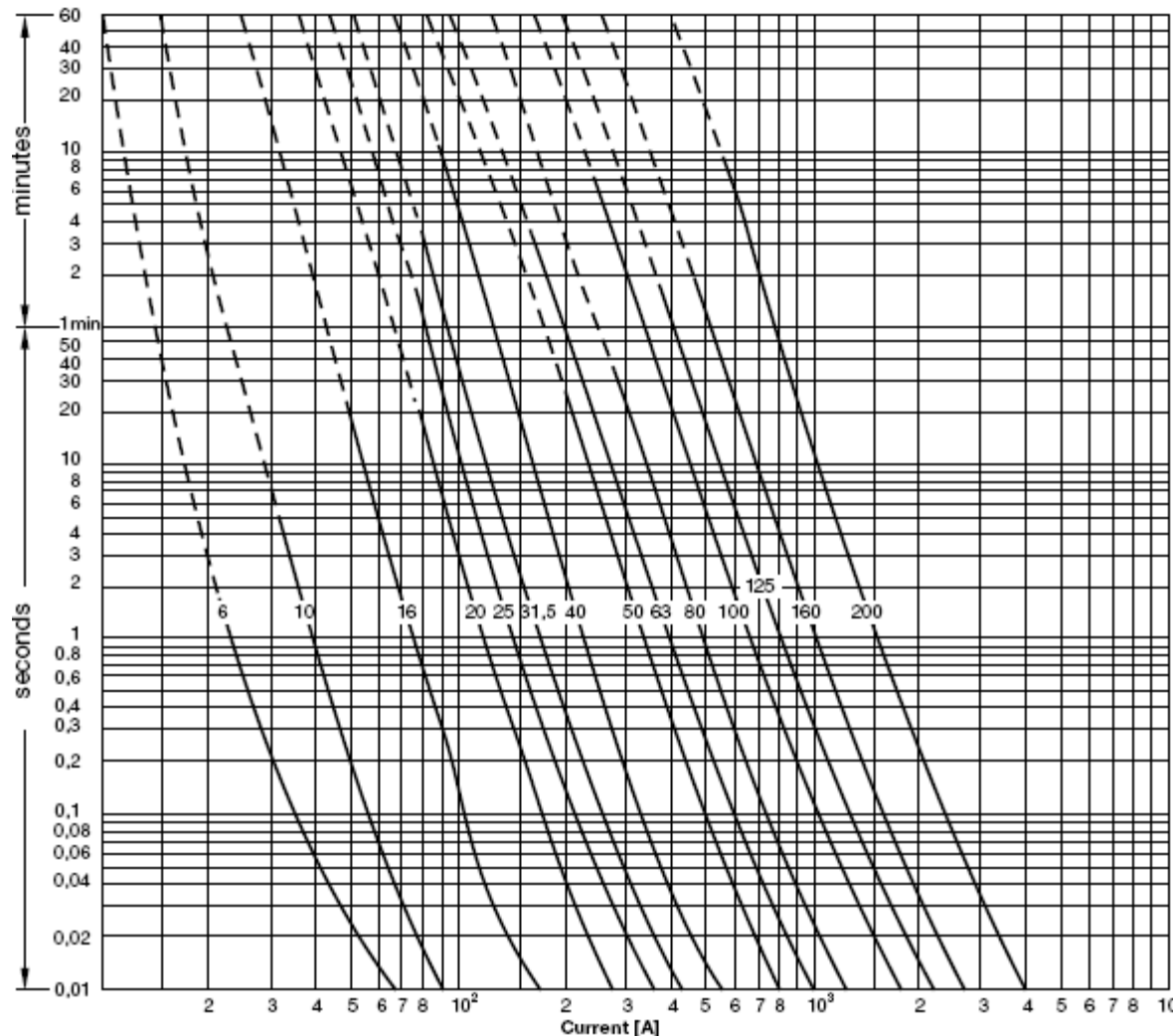
- ⚡ 1. Ο τύπος της Ασφάλειας. Υπάρχουν 2 τύποι ασφαλειών ο τύπος CEF που χρησιμοποιείται γενικά για προστασία μιας εγκατάστασης MT σε εσωτερικό ή εξωτερικό χώρο και ο τύπος CMF, που χρησιμοποιείται αποκλειστικά για προστασία κινητήρων.
- ⚡ 2. I_N : Ονομαστικό ρεύμα Λειτουργίας ($I_N=40A$). Το ρεύμα αυτό είναι το ρεύμα που μπορεί να διαρρέει συνεχώς την ασφάλεια χωρίς να λιώνει το τηκτό. Αυτό είναι και το ρεύμα που χαρακτηρίζει την Ασφάλεια πχ ασφάλεια 40 A.
- ⚡ 3. U_N : Η ονομαστική πολική τάση λειτουργίας
- ⚡ 4. I_3 : Το ελάχιστο ρεύμα που μπορεί να διακόψει
- ⚡ 5. I_1 : Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης το οποίο μπορεί να διακόψει η ασφάλεια και στο οποίο έχει ελεγχθεί (π.χ $I_1= 50 \text{ kA}$)



Ασφάλειες Σκόνης



Η ασφάλεια σκόνης, όπως όλες οι ασφάλειες έχει κάποια χαρακτηριστική καμπύλη λειτουργίας.



Χαρακτηριστικές περιορισμού του I_k των ασφαλειών HRC

- 🔦 Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά των ασφαλειών HRC είναι η ικανότητα τους να περιορίζουν το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος I_K .



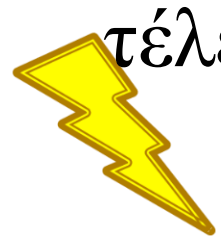
Διακόπτες ισχύος (circuit-breaker)

- ❏ Οι διακόπτες ισχύος ανοίγουν και κλείνουν το κύκλωμα σε οποιεσδήποτε συνθήκες λειτουργίας, δηλ. τόσο σε κανονικές συνθήκες όσο και σε βραχυκύκλωμα.
- ❏ Τα ρεύματα που μπορούν να διακόψουν είναι πάνω από 7 kA, δηλ., όσο το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος στο δίκτυο μέσης τάσης στην Ελλάδα.
- ❏ Οι διακόπτες ισχύος, ανάλογα με το ρευστό που χρησιμοποιείται για τη σβέση του τόξου χωρίζονται στις παρακάτω 3 κατηγορίες:
 - ⚡ πτωχού ελαίου (oil-minimum)
 - ⚡ εξαφθοριούχου θείου (SF_6)
 - ⚡ κενού (vacuum)



Διακόπτες ισχύος (circuit·breaker)

- ⦿ Στις δεκαετίες 1970-1990 κυριάρχησε ο διακόπτης πτωχού ελαίου. Στην τελευταία εικοσαετία αντικαταστάθηκε από το διακόπτη ισχύος με SF_6 .
 - ⚡ Το άεριο SF_6 είναι ένα αδρανές αέριο με άριστες μονωτικές ιδιότητες που βρίσκεται μέσα στους πόλους του διακόπτη ισχύος.
- ⦿ Οι διακόπτες ισχύος με κενό χρησιμοποιούν σαν μονωτικό το κενό, δηλαδή την έλλειψη οποιουδήποτε αερίου. Το απόλυτο κενό είναι το τέλειο μονωτικό.



Διακόπτες ισχύος (circuit-breaker)



Αυτόματοι Διακόπτες με Μόνωση Αερίου
SF6 Εσωτερικού Χώρου



Χαρακτηριστικά μεγέθη των διακοπών ισχύος



Χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην αντοχή σε τάση:



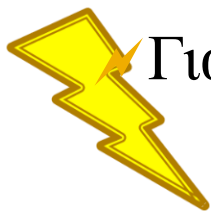
Ονομαστική τάση (Rated voltage):

- ⚡ Είναι η τάση για την οποία έχει κατασκευαστεί να λειτουργεί συνεχώς ο διακόπτης.
- ⚡ Για όλα τα υλικά μέσης τάσης (20 kV) είναι 24 kV, δηλ. 20% μεγαλύτερη από την τάση λειτουργίας.



Αντοχή σε εναλλασσόμενη τάση συχνότητας 50 HZ (Withstand voltage at 50 HZ):

- ⚡ Είναι η τάση στην οποία αντέχει ο διακόπτης για χρόνο 1 min.
- ⚡ Με την τάση αυτή δοκιμάζεται στο εργοστάσιο κατασκευής του κάθε πίνακας μέσης τάσης, γι' αυτό και λέγεται δοκιμή σειράς.
- ⚡ Για όλα σχεδόν τα υλικά μέσης τάσης, η τάση δοκιμής είναι 50 kV.



Χαρακτηριστικά μεγέθη των διακοπών ισχύος

🔧 Αντοχή σε κρουστική τάση (Impulse withstand voltage):

- ⚡ Είναι η κρουστική τάση (παρόμοια με την τάση που δημιουργεί ένας κεραυνός).
- ⚡ Με την τάση αυτή δοκιμάζεται σε ειδικά εργαστήρια, ένας πρότυπος διακόπτης, γι' αυτό και λέγεται δοκιμή τύπου.
- ⚡ Για όλα σχεδόν τα υλικά μέσης τάσης, η τιμή της κρουστικής τάσης είναι 125 kV.



Χαρακτηριστικά που αναφέρονται στην αντοχή σε ρεύμα

Ονομαστικό ρεύμα (Rated normal current):

- ⚡ Είναι το ρεύμα για το οποίο έχει κατασκευαστεί να λειτουργεί συνεχώς ο διακόπτης.
- ⚡ Συνήθως είναι 400 A και πάνω.

Ονομαστικό ρεύμα απόζεύξης σε βραχυκύκλωμα (Rated breaking capacity):

- ⚡ είναι το ρεύμα του βραχυκυκλώματος που μπορεί να ανοίξει ο διακόπτης με ασφάλεια, δηλ. χωρίς να καταστραφεί.
- ⚡ Συνήθως είναι 8 kA και πάνω.
- ⚡ Το ρεύμα αυτό πρέπει να το αντέξει για τουλάχιστον 3s, δηλαδή όσο χρόνο θα χρειαστούν οι διάφορες προστασίες για να δώσουν την εντολή απόζευξης.



Χαρακτηριστικά μεγέθη των διακοπών ισχύος



**Ονομαστικό ρεύμα ζεύξης σε βραχυκύκλωμα
(Making breaking capacity):**

- ⚡ Είναι το ρεύμα που μπορεί να κλείσει με ασφάλεια ο διακόπτης, στην περίπτωση που κλείνει σε βραχυκύκλωμα.
- ⚡ Συνήθως είναι από 20 kA και πάνω.

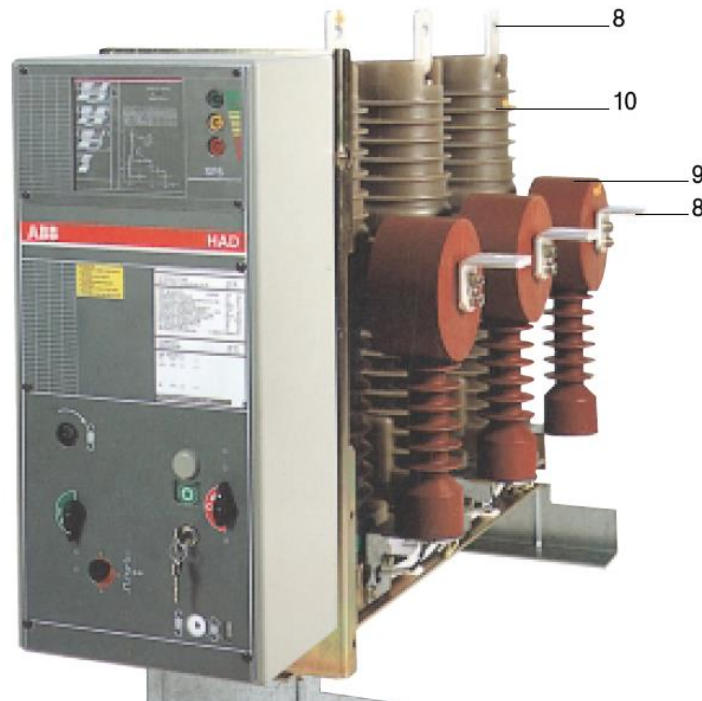
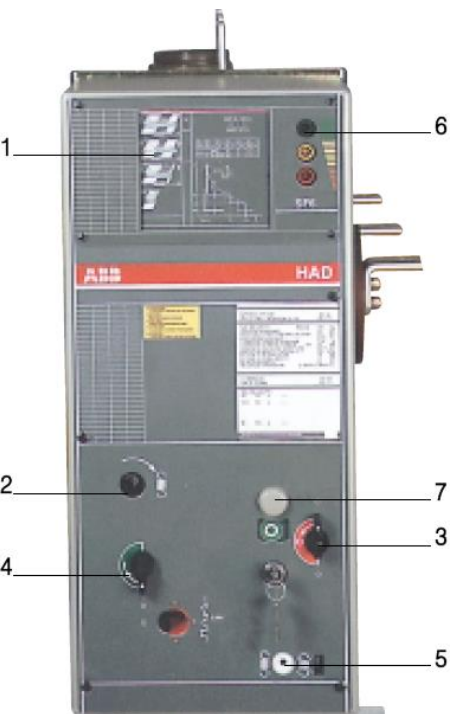


Χαρακτηριστικά μεγέθη των διακοπών ισχύος

Circuit-breaker:	Διακόπτης Ισχύος	Operation sequence:	Κυκλοι Επαναφοράς
Pole centre distance:	Απόσταση μεταξύ των φάσεων	Opening time:	Χρονος ανοίγματος
Standards:	Πρότυπα	Arcing time:	Διάρκεια Τόξου
Rated voltage:	Ονομαστική Τάση	Total breaking time:	Συνολική Διάρκεια Διακοπής
Rated insulation voltage:	Ονομαστική Τάση (αντοχής) της μόνωσης	Closing time:	Χρόνος Κλεισίματος
Withstand voltage at 50 Hz:	Τάση αντοχής στα 50 Hz	Application of protection relay with current sensors:	Ηλεκτρονομοί "υπερεντάσεως"
Impulse withstand voltage:	Κρουστική Τάση αντοχής		
Rated frequency:	Ονομαστική Συχνότητα	Maximum overall dimensions:	
Rated normal current (40 °C):	Ονομαστικό Ρεύμα συνεχούς φόρτισης σε 40 °C	Weight:	Βάρος
Rated breaking capacity:	Ονομαστικό Ρεύμα Βραχυκύκλωσης	SF6 gas absolute pressure :	Απολύτη Πίεση του SF6
Rated short-time withstand current (3 s):	Ονομαστικό Ρεύμα βραχυκύκλωσης που αντέχει για 3s	Operating temperature:	Θερμοκρασία Λειτουργίας
		Tropicalization:	Πρότυπα για τον τρόπο και τις προδιαγραφές του χώρου εγκατάστασης
Making capacity:	Κρουστικό Ρεύμα Βραχυκύκλωσης	Electromagnetic compatibility:	Πρότυπα ηλεκτρομαγνητικής Συμβατότητας



Τα μέρη του διακόπτη ισχύος (Δ.Ι.)

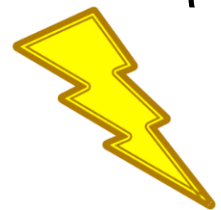


1	Ηλεκτρονόμος υπερέντασης
2	Μοχλός για τη μηχανική τάση του ελατηρίου κλεισίματος
3	Κουμπί ανοίγματος
4	Κουμπί κλεισίματος
5	Ένδειξη ότι το ελατήριο κλεισίματος είναι • τανυσμένο (κίτρινο) • ατάνυστο (λευκό)
6	Συσκευή μπλοκαρίσματος και ένδειξης της πίεσης του αερίου SF6
7	Ένδειξη ανοικτός/κλειστός διακόπτη ισχύος
8	Ακροδέκτες μέσης τάσης
9	Μετασχηματιστές έντασης για τον ΗΝ υπερέντασης
10	Πόλος διακόπτη ισχύος



Διακόπτες φορτίου (Load Switch)

- ❏ Οι διακόπτες φορτίου είναι κατασκευασμένοι για να διακόπτουν με ασφάλεια ρεύματα μέχρι το ονομαστικό τους ρεύμα (συνήθως 400 A).
 - ⚡ Έτσι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διακοπή σφαλμάτων, δηλαδή ρεύμα βραχυκυκλώματος που φθάνει τα 7 kA, όπως συμβαίνει με τους διακόπτες ισχύος.
- ❏ Κατά κανόνα, οι διακόπτες φορτίου, λειτουργούν και ως αποζεύκτες (απομονωτές), ώστε να επιτρέπουν την εργασία με ασφάλεια στο κύκλωμα μετά τη διακοπή του.
 - ⚡ Στην περίπτωση αυτή ονομάζονται διακόπτες φορτίου-αποζεύκτες ή απλά αποζεύκτες φορτίου.





Διακόπτης φορτίου με ασφάλειες HRC

- ❏ Ο διακόπτης φορτίου από μόνος του, επειδή δεν έχει την ικανότητα να διακόψει το ρεύμα βραχυκυκλώματος, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μέσο προστασίας.
 - ❏ Σε συνδυασμό όμως με ασφάλειες HRC μπορεί να λειτουργήσει ως μέσο προστασίας των καλωδίων ή του μετασχηματιστή ισχύος.
 - ❏ Ο συνδυασμός αυτός ονομάζεται και ασφαλειο-διακόπτης φορτίου ή ασφαλειο-αποζεύκτης φορτίου (fuse load switch).
-  Τον συναντάμε κατά κανόνα ως μέσο προστασίας Μ/Σ μέχρι 630 kVA.

Διακόπτης φορτίου με ασφάλειες HRC

- ⚡ Σημειώνουμε ότι ο διακόπτης φορτίου ανοίγει χωρίς να διακόπτει το ρεύμα σφάλματος, το οποίο έχει ήδη διακοπεί από την τηκόμενη ασφάλεια.
- ⚡ Για να μπορέσει να ξαναλειτουργήσει η εγκατάσταση πρέπει και να αντικαταστήσουμε και τις τρεις ασφάλειες με νέες, διότι το ρεύμα σφάλματος μπορεί να έχει αλλοιώσει το τηκτό και σε κάποια άλλη φάση.



Αποζεύκτες, γειωτές

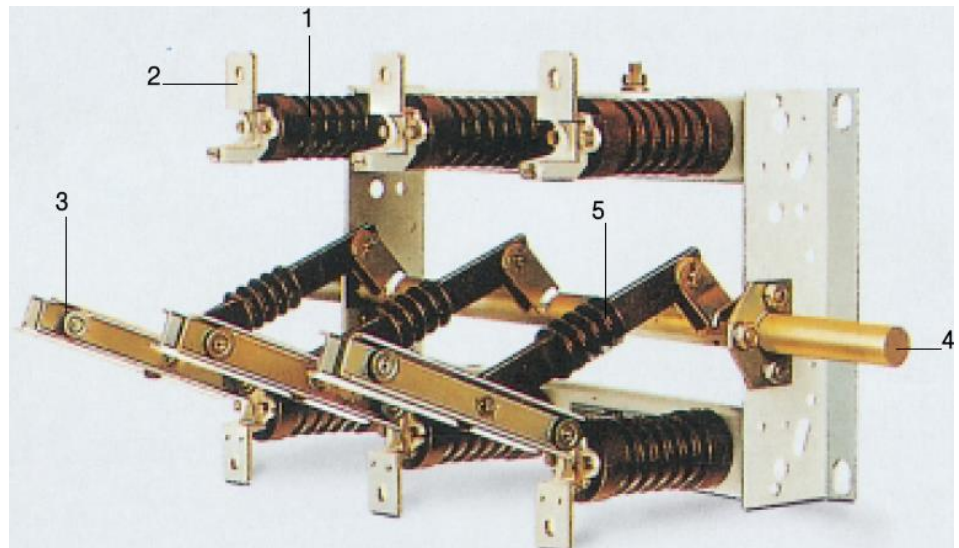
- 🕯 Οι αποζεύκτες και οι γειωτές είναι διακόπτες που ανοίγουν ένα κύκλωμα υπό ελάχιστο φορτίο και με ελάχιστη τάση. Δηλαδή πρέπει να τους χειριζόμαστε χωρίς ρεύμα ή τάση στους πόλους του. Γι'αυτό ονομάζονται και διακόπτες χωρίς φορτίο (off-load switch).
- 🕯 Χρησιμοποιούνται για να δημιουργήσουν ορατές διακοπές στα κυκλώματα μέσης τάσης. Γι'αυτό ονομάζονται και απομονωτές (isolator switch).



Αποξεύκτες, γειωτές

🕯 Ο αποξεύκτης αποτελείται από:

1. 2 μονωτήρες σε κάθε πόλο
2. τους ακροδέκτες σύνδεσης στην κορυφή των μονωτήρων
3. τις κινητές επαφές που μοιάζουν με μαχαίρια
4. το σιδερένιο άξονα που με την περιστροφή του δίνει κίνηση στα μαχαίρια
5. ράβδους από μονωτικό υλικό που συνδέουν τον άξονα με τα μαχαίρια



Αποζεύκτες, γειωτές



Οι αποζεύκτες πρέπει να αντέχουν:

⚡ Σε κλειστή θέση τα ρεύματα σφαλμάτων

⚡ Σε ανοικτή θέση τις υπερτάσεις του δικτύου



Σήμερα, επειδή η διαφορά τιμής είναι μικρή, χρησιμοποιούμε διακόπτες φορτίου αντί αποζευκτών. Έτσι απλοποιούνται οι χειρισμοί – μανδάλωσης για την απομόνωση ενός κυκλώματος.



Αποζεύκτες, γειωτές

🔧 Οι γειωτές (earth switch) είναι πρακτικά αποζεύκτες με τη διαφορά ότι η μια τους πλευρά συνδέεται πάντα στη γείωση. Χρησιμοποιούνται:

- ⚡ Για να μηδενίσουν τα ηλεκτρικά φορτία που παραμένουν στα κυκλώματα μέσης τάσης και οφείλονται στους παρασιτικούς πυκνωτές που υπάρχουν κυρίως στα καλώδια.
- ⚡ Για να γειώσουν το τμήμα του δικτύου στο οποίο θα εργαστούμε (συντήρηση ή επιδιόρθωση)

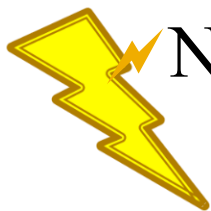


Αποζεύκτες, γειωτές

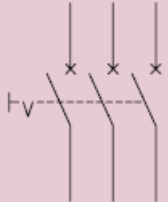
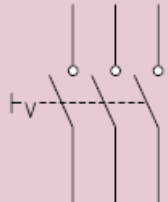
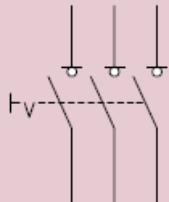
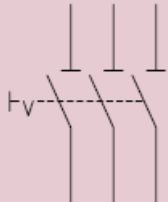


Για να ξεκινήσουμε τις εργασίες επισκευής ή συντήρησης σε κυκλώματα μέσης τάσης πρέπει να κάνουμε με τη σειρά τις παρακάτω ενέργειες:

- ⚡ Να διακόψουμε το κύκλωμα με τη βοήθεια του διακόπτη φορτίου ή του διακόπτη ισχύος.
- ⚡ Να ανοίξουμε τον αποζεύκτη (αν υπάρχει).
- ⚡ Να σιγουρευτούμε ότι είναι απομονωμένο, π.χ. ελέγχοντας από το παράθυρο της κυψέλης τα μαχαίρια του αποζεύκτη.
- ⚡ Να το κλειδώσουμε στη θέση απομονωμένο.
- ⚡ Να γειώσουμε το κύκλωμα όπου θα εργαστούμε.

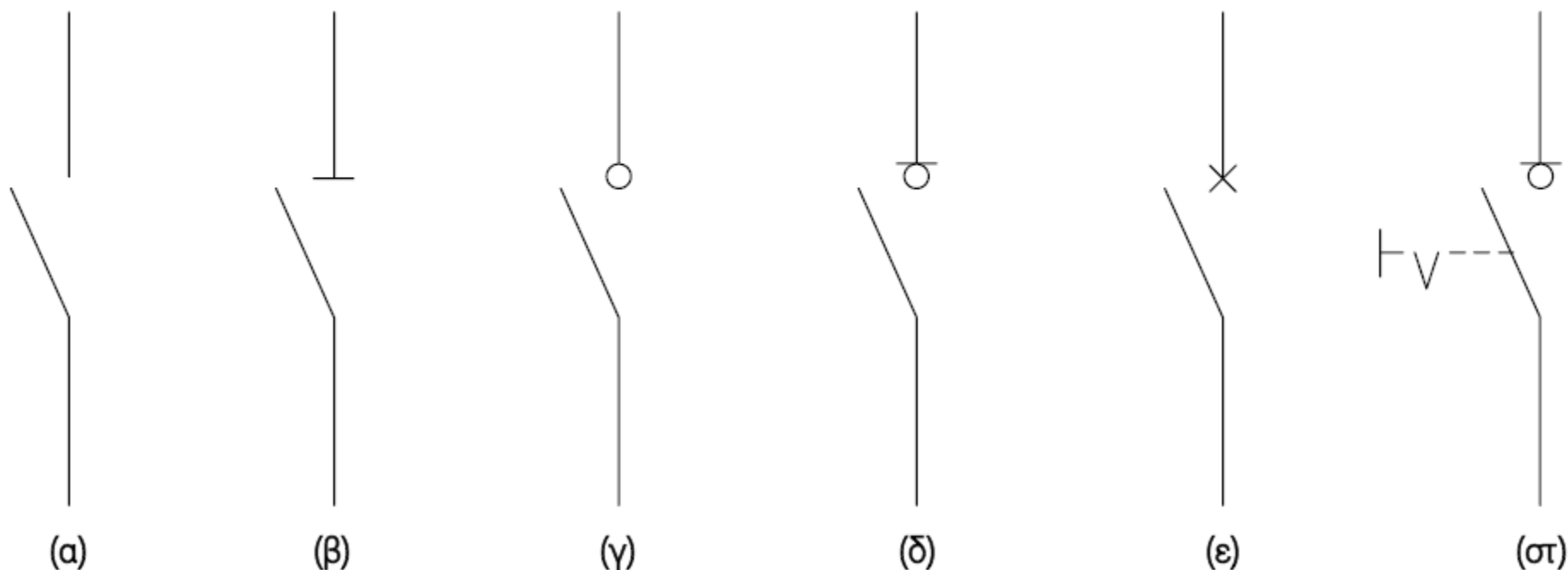


Σύγκριση των διακοπών μέσης τάσης

	Διακόπτης ισχύος	Διακόπτης φορτίου	Αποζεύκτης φορτίου	Αποζεύκτης
				
Ικανότητα διακοπής κυκλώματος σε ονομαστικό ρεύμα (I_n)	x	x	x	
Ικανότητα διακοπής του κυκλώματος σε ρεύμα βραχυκύκλωματος (I_k)	x			
Ικανότητα ζεύξης στο ρεύμα βραχυκύκλωματος (*)	x	x	x	x
Ικανότητα ορατής απομόνωσης			x	x
Αντοχή στο ρεύμα βραχυκυκλώματος για $t=2s$	x	x	x	x



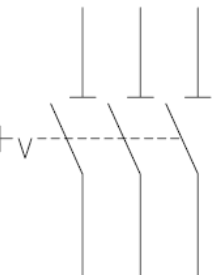
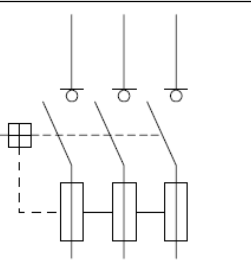
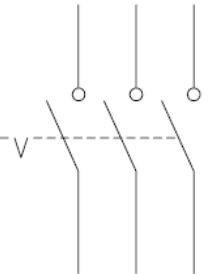
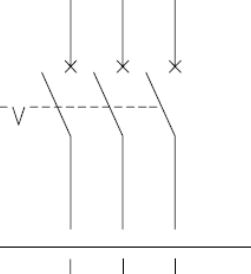
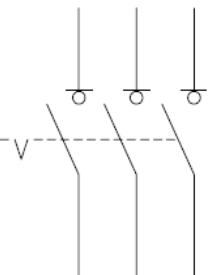
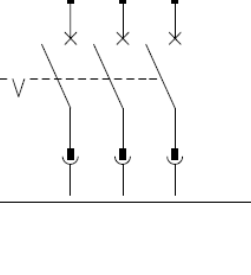
Σύμβολα διακοπών



- α. Ανοιχτή επαφή
- β. Επαφή με ικανότητα απομόνωσης
- γ. Επαφή με ικανότητα διακοπής του ονομαστικού ρεύματος (I_n)
- δ. Επαφή με ικανότητα απομόνωσης και διακοπής του ονομαστικού ρεύματος (I_n)
- ε. Επαφή με ικανότητα διακοπής του ονομαστικού ρεύματος (I_n) και του ρεύματος βραχυκυκλώματος (I_k)
- στ. Χειροκίνητος διακόπτης φορτίου-απομόνωσης



Σύμβολα διακοπών που συναντάμε στη μέση τάση

	Τριπολικός διακόπτης απομόνωσης ή τριπολικός αποζεύκτης ή τριπολικός διακόπτης κενού		Τριπολικός αποζεύκτης φορτίου με ασφάλειες HRC ή τριπολικός ασφαλειοαποζεύκτης φορτίου
	Τριπολικός διακόπτης φορτίου		Τριπολικός διακόπτης ισχύος (Δ.Ι.)
	Τριπολικός διακόπτης φορτίου-αποζεύκτης ή τριπολικός αποζεύκτης φορτίου		Συρόμενος τριπολικός διακόπτης ισχύος (ΔΙ)



Συσκευές μετατροπής και προστασίας υποσταθμών

- 🕯 Όλα τα όργανα μέτρησης και προστασίας είναι κατασκευασμένα να λειτουργούν με τάση όχι μεγαλύτερη των 1000 V.
- 🕯 Σε περίπτωση που εισέλθει στα όργανα μεγαλύτερη τάση, τότε καταστρέφεται η μόνωση τους, με αποτέλεσμα το όργανο να αχρηστεύετε και ταυτόχρονα να είναι επικίνδυνο για το χειριστή.
- 🕯 Για να απομονώσουμε γαλβανικά τα **όργανα μέτρησης /προστασίας από τη μέση τάση**, χρησιμοποιούμε ειδικούς μετασχηματιστές των οποίων το πρωτεύον συνδέεται στη μέση τάση και το δευτερεύον συνδέεται στα όργανα **μέτρησης/προστασίας**.



Συσκευές μετατροπής και προστασίας υποσταθμών

🔧 Οι μετασχηματιστές μέτρησης, ανάλογα με το μέγεθος που μετρούν (ένταση ή τάση), χωρίζονται σε 2 κατηγορίες:

- ⚡ Μετασχηματιστές έντασης
- ⚡ Μετασχηματιστές τάσης



Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών έντασης

- 🕯 **Ονομαστική τάση**, πχ $U_n = 20/24\text{KV}$
- 🕯 **Ονομαστική ισχύς ή φορτίο (rated burden)**, πχ $S_n = 10\text{VA}$.
- 🕯 **Κλάση ακριβείας (cl)** για το τύλιγμα μέτρησης είναι από 0,2 έως 3%, εφόσον το φορτίο σε VA, δεν υπερβαίνει το ονομαστικό.
- 🕯 **Κλάση ακριβείας (class)** για το τύλιγμα προστασίας: Είναι το % σφάλμα, το γράμμα P και το πολλαπλάσιο του ονομαστικού ρεύματος που αντιστοιχεί το σφάλμα. πχ 5P15 σημαίνει σφάλμα 5% στο 15πλάσιο του ονομαστικού.
- 🕯 **Ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος** $I_{1n} = 5$ έως 3000 A.
- 🕯 **Ονομαστικό ρεύμα δευτερεύοντος** $I_{2n} = 5\text{A}$ ή 1A. Η τιμή του 1A προτιμάται όταν η απόσταση του μετασχηματιστή από τα όργανα μέτρησης/ προστασίας είναι $L > 50\text{m}$.
- 🕯 **Αντοχή σε ρεύμα βραχείας διάρκειας** I_{th} σε kA. Είναι η ενεργός τιμή του ρεύματος που αντέχει ο μετασχηματιστής για χρόνο $t = 1\text{s}$. Συνήθως είναι 20 - 60 φορές το ονομαστικό ρεύμα I_{1n} .

Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών έντασης

Μετασχηματιστής ARJP1/N2F

- με ένα τύλιγμα στο πρωτεύον
- με δύο τυλίγματα στο δευτερεύον για μέτρηση και προστασία

αντοχή σε ρεύμα βραχίας διάρκειας I_{th} (kA)

I_{1n} (A)	50	100	150	200
I_{th} (kA)	4	10	10	10
t (s)	1			
μέτρηση 5 A	7,5 VA - class 0,5			
προστασία 5A	5 VA - 5P10			



Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών τάσης

- ❏ Ονομαστική τάση, πχ $U_n = 20/24\text{KV}$
- ❏ Ονομαστική ισχύς ή φορτίο (rated burden), πχ $S_n = 30\text{VA}$.
- ❏ Κλάση ακριβείας (cl) για το τύλιγμα μέτρησης είναι από 0,2 έως 3%, εφόσον το φορτίο σε VA, δεν υπερβαίνει το ονομαστικό.
- ❏ Ονομαστική τάση πρωτεύοντος $U_{1n} = 20\text{ kV}$ για διπολικούς ή $20\text{kV}/\sqrt{3}$ για μονοπολικούς.
- ❏ Ονομαστική τάση δευτερεύοντος $U_{2n} = 100\text{ V}$ για διπολικούς ή $100\text{V}/\sqrt{3}$ για μονοπολικούς.
- ❏ Μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς $S_{\max}$ σε VA. Συνήθως είναι 10 φορές το S_n .



Χαρακτηριστικά μεγέθη των μετασχηματιστών τάσης

Μετασχηματιστές VRC2/S1 (μονοπολικός) 50/60 Hz

ονομαστική τάση (kV)	24			
τάση πρωτεύοντος (kV)	$10/\sqrt{3}$	$15-20/\sqrt{3}$	$20/\sqrt{3}$	
τάση δευτερεύοντος (V)	$100/\sqrt{3}$			
μέγιστη ισχύς (VA)	250	250	250	
κλάση ακριβείας	0,5	0,5	0,5	0,5
ονομαστική ισχύς πρωτεύοντος για μονοπολικούς (VA)	30	30		30
ονομαστική ισχύς πρωτεύοντος για διπολικούς (VA)			30-50	

Μετασχηματιστές VRC2/S1 (διπολικός) 50/60 Hz

ονομαστική τάση (kV)	24		
τάση πρωτεύοντος (kV)	10	15	20
τάση δευτερεύοντος (V)	100		
μέγιστη ισχύς (VA)	500		
κλάση ακριβείας	0,5		
ονομαστική ισχύς πρωτεύοντος για μονοπολικούς (VA)	50		



Ηλεκτρονόμοι προστασίας

- ⚡ Στα δίκτυα των 20 kV, το πρωτογενές ρεύμα δεν είναι δυνατόν να περάσει μέσα από τα όργανα προστασίας, γι'αυτό μετασχηματίζεται με τη βοήθεια των μετασχηματιστών έντασης.
- ⚡ Έτσι μέσα από τον ηλεκτρονόμο διέρχεται το πολύ μικρότερο ρεύμα του δευτερεύοντος τυλίγματος, γι'αυτό και ονομάζεται δευτερογενής προστασία (secondary protection)



Ηλεκτρονόμοι προστασίας

🕯 Υπάρχουν δεκάδες διαφορετικοί τύποι ηλεκτρονόμων προστασίας. Παρακάτω αναφέρουμε τους πιο συνηθισμένους που συναντάμε στα δίκτυα καταναλωτών μέσης τάσης.

- ⚡ H/N υπερέντασης (Overcurrent relay)
- ⚡ H/N έλλειψης τάσης (Undervoltage relay)
- ⚡ H/N σφάλματος προς γη (Ground overcurrent relay)
- ⚡ H/N διαφορικής προστασίας (Differential protection relay)



Επιλογική προστασία

🕯 Λέγοντας επιλογική προστασία ή επιλεκτική συνεργασία εννοούμε ότι:

- ⚡ το όργανο προστασίας που είναι πλησιέστερο στο σφάλμα πρέπει να διακόπτει πρώτο.
- ⚡ σε περίπτωση αστοχίας θα πρέπει να διακόψει το αμέσως επόμενο όργανο προστασίας Κ.Ο.Κ.



Απαγωγείς τάσης (αλεξικέραυνα)

- ❏ Οι υπερτάσεις στα δίκτυα μέσης τάσης είναι:
 - ⚡ εξωτερικές, δηλαδή να προέρχονται από ατμοσφαιρικές εκκενώσεις (κεραυνούς).
 - ⚡ εσωτερικές, δηλαδή να προέρχονται από το άνοιγμα ή κλείσιμο διακοπών που τροφοδοτούν επαγωγικά ή χωρητικά φορτία.
- ❏ Στα δίκτυα 20 kV συναντάμε 2 είδη απαγωγέων τάσεων:
 - ⚡ Σπινθηριστές ακίδων. Τους συναντάμε συνήθως στους ακροδέκτες μέσης τάσης των μετασχηματιστών.
 - ⚡ Απαγωγείς τάσεων με μη γραμμικές αντιστάσεις.



Απαγωγείς τάσης (αλεξικέραυνα)

- ❏ Για τα δίκτυα των 20 kV οι ονομαστικές τάσεις που χαρακτηρίζουν την αντοχή είναι:
 - ⚡ ενεργός τιμή 24 kV για βιομηχανική συχνότητα 50 HZ και χρόνο απεριόριστο.
 - ⚡ ενεργός τιμή 50 kV για βιομηχανική συχνότητα 50 HZ και χρόνο $t=1s$.
 - ⚡ τιμή κορυφής 125 kV για κρουστική τάση μορφής 1,2/50 μs .
- ❏ Δηλ. η εγκατάστασή αντέχει σε διάφορα επίπεδα τάσεων, ανάλογα με το χρόνο διάρκειας της τάσης.
- ❏ **Σκοπός των απαγωγέων τάσης (surge arresters) είναι να μειώσουν τις υπερτάσεις σε επίπεδα που δεν υπερβαίνουν τις ονομαστικές τάσεις του εξοπλισμού.**





απαγωγέας
τάσης



Χαρακτηριστικά μεγέθη των απαγωγέων τάσεων

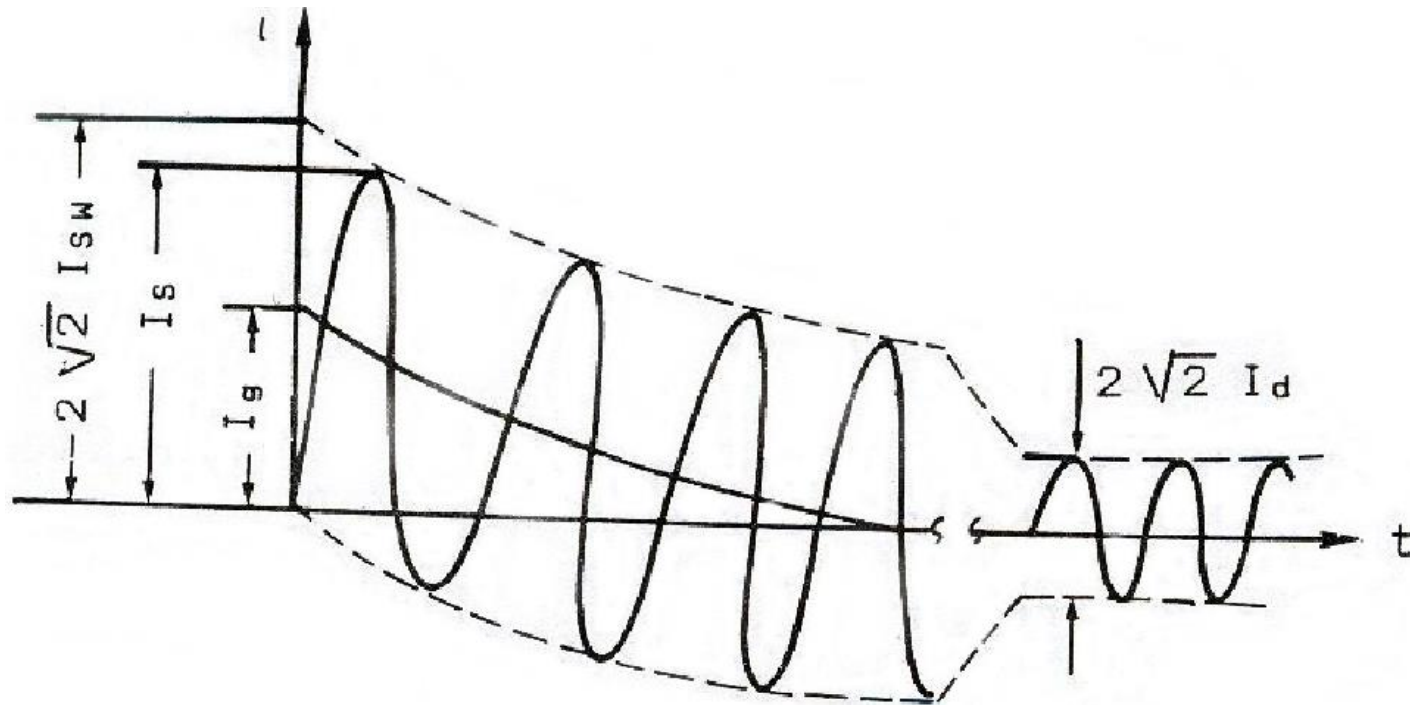
- 💡 **Τάση αφής (Spark-over voltage).** Είναι η τάση που ενεργοποιούνται οι απαγωγείς.
- 💡 Οι κανονισμοί ορίζουν 2 τιμές τάσης αφής:
 - ⚡ σε ενεργό τιμή για βιομηχανική συχνότητα 50 HZ
 - ⚡ σε τιμή κορυφής για κρουστική τάση 1.2/50 μ s
- 💡 Για απαγωγείς δικτύων 20 kV οι τιμές αυτές είναι αντίστοιχα 38 kV και 79 kV.
- 💡 **Τάση σβέσης (Rated voltage).** Είναι η τάση στην οποία απενεργοποιούνται (σβήνουν) με βεβαιότητα οι απαγωγείς. Για τα δίκτυα των 20 kV ή τάση αυτή είναι τα 24 kV.



Χαρακτηριστικά μεγέθη των απαγωγέων τάσεων

- 💡 **Ονομαστικό κρουστικό ρεύμα (Rated discharge current).**
Είναι η κορυφή του κρουστικού ρεύματος σε kA στο οποίο μπορεί να αντέξει επανειλημμένα ο απαγωγέας. Αυτό είναι 5 kA ή 10 kA για απαγωγείς δικτύων 20 kV. Σε πολύ κεραυνόπληκτες περιοχές (> 20 κεραυνοί ανά έτος και τετραγωνικό χιλιόμετρο) επιλέγονται απαγωγείς των 10 kA.
- 💡 **Αντοχή σε κρουστικά ρεύματα (Impulse withstand current).** Οι κανονισμοί ορίζουν τιμές αντοχής για κρουστικά ρεύματα:
 - ⚡ βραχείας διάρκειας 4/10 μs
 - ⚡ μακράς διάρκειας 2000 μs
- 💡 Για απαγωγείς δικτύων 20 kV οι τιμές αυτές είναι αντίστοιχα 100 kA και 250 A.

ΜΟΡΦΗ ΤΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑ ΤΟ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟ ΒΡΑΧΥΚΥΚΛΩΜΑ



Αρχικά το ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι ασύμμετρο αλλά σταδιακά γίνεται συμμετρικό. Στο ασύμμετρο τμήμα έχουμε το εναλλασσόμενο ρεύμα βραχυκύκλωσης I_{sw} και το συνεχές ρεύμα βραχυκύκλωσης I_g . Το συμμετρικό τμήμα αποτελείται από το διαρκές ρεύμα βραχυκύκλωσης I_d .

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

- 🕯 Για να εξασφαλίσουμε την αξιοπιστία μιας ηλεκτροτεχνικής κατασκευής θα πρέπει αυτή καθώς και τα επιμέρους στοιχεία της να πληρούν ορισμένες προδιαγραφές (DIN, VDE, IEC, ASM, προδιαγραφές Δ.Ε.Η. κ.λ.π.).
- 🕯 Οι δοκιμές αυτές διακρίνονται σε δύο είδη. Στις **δοκιμές τύπου** και στις **δοκιμές σειράς**.
- 🕯 Οι δοκιμές τύπου πραγματοποιούνται σε διεθνώς αναγνωρισμένα εργαστήρια ή στο εργαστήριο του κατασκευαστή. Επειδή οι δοκιμές αυτές προκαλούν τέτοιες καταπονήσεις στον εξοπλισμό ώστε να θεωρείται επικίνδυνη μετά από μια δοκιμή τύπου η χρήση του, οι δοκιμές αυτές γίνονται μόνο σε ένα τυχαίο δείγμα και μόνο για παραγγελίες που αφορούν πολλά κομμάτια.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

- ❏ Αντίθετα οι δοκιμές σειράς πραγματοποιούνται σε όλα τα κομμάτια και δεν είναι καταστρεπτικές για τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό πραγματοποιούνται δε συνήθως παρουσία του αγοραστή. Αν δεν είναι δυνατή η παρουσία του αγοραστή τότε και σε αυτήν την περίπτωση αρκούμαστε σε πιστοποιητικά διεθνώς αναγνωρισμένου εργαστηρίου.
- ❏ Φυσικά οι διάφορες δοκιμές είναι διαφορετικές ανάλογα με το είδος της ηλεκτροτεχνικής κατασκευής, τα ονομαστικά της στοιχεία και τις συνθήκες λειτουργίας.



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

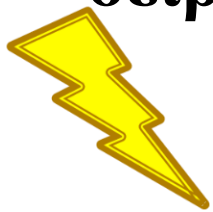
- 🕯 Οι δοκιμές που πραγματοποιούνται είναι οι ακόλουθες:
- 🕯 Η δοκιμή υπερθέρμανσης (ή δοκιμή ανύψωσης της θερμοκρασίας)

Σκοπός της δοκιμής αυτής είναι η **επιβεβαίωση του ονομαστικού ρεύματος λειτουργίας**. Η δοκιμή αυτή διαρκεί αρκετές ώρες, πάλι ανάλογα με την κάθε κατασκευή, και είναι επιτυχής όταν η θερμοκρασία δεν υπερβεί ένα συγκεκριμένο, ανάλογα με τις προδιαγραφές, όριο. Η δοκιμή υπερθέρμανσης είναι **δοκιμή τύπου**.

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

🕯 Οι διηλεκτρικές δοκιμές:

🕯 Με τις διηλεκτρικές δοκιμές ελέγχουμε την **διηλεκτρική αντοχή των ηλεκτροτεχνικών κατασκευών** ανάλογα με την ονομαστική τους τάση. Συγκεκριμένα, ελέγχουμε τη μονωτική τους ικανότητα έναντι υπερτάσεων δηλαδή την **καταπόνηση που μπορούν να δέχονται από κεραυνικές υπερτάσεις και τάσεις χειρισμών χωρίς να χάνεται η διηλεκτρική τους αντοχή**. Η δοκιμή υπό κρουστική τάση είναι δοκιμή τύπου ενώ η δοκιμή με εναλλασσόμενη τάση βιομηχανικής συχνότητας (50Hz) είναι δοκιμή τύπου και σειράς.



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

- ❏ Η δοκιμή μηχανικής αντοχής
- ❏ Η δοκιμή αυτή επιβεβαιώνει την στιβαρότητα της ηλεκτροτεχνικής κατασκευής. Έτσι στους διακόπτες ελέγχουμε την ικανότητά τους σε ονομαστικό ρεύμα μετά από μεγάλο αριθμό χειρισμών καθώς και τυχόν παραμορφώσεις και αποσυναρμολογήσεις στις επαφές του διακόπτη. Είναι δοκιμή τύπου αλλά προβλέπεται στις προδιαγραφές των διακοπών και ως δοκιμή σειράς με πολύ μικρό αριθμό χειρισμών.



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ



Η δοκιμή βραχυκύκλωσης



Η δοκιμή αυτή εφαρμόζεται προκειμένου να επιβεβαιωθεί η αντοχή της κατασκευής στην δυναμική και θερμική καταπόνηση που υφίσταται κατά το τριφασικό βραχυκύκλωμα και πραγματοποιείται υποβάλλοντας την κατασκευή σε Isw επί 1 sec. Μετά την δοκιμή αυτή και ανάλογα με την κατασκευή πρέπει να γίνονται νέες δοκιμές τύπου προκειμένου να διαπιστωθεί ότι στην κατασκευή μας δεν προκλήθηκε κάποια ατέλεια που θα είχε επιπτώσεις π.χ. στη διηλεκτρική της αντοχή.

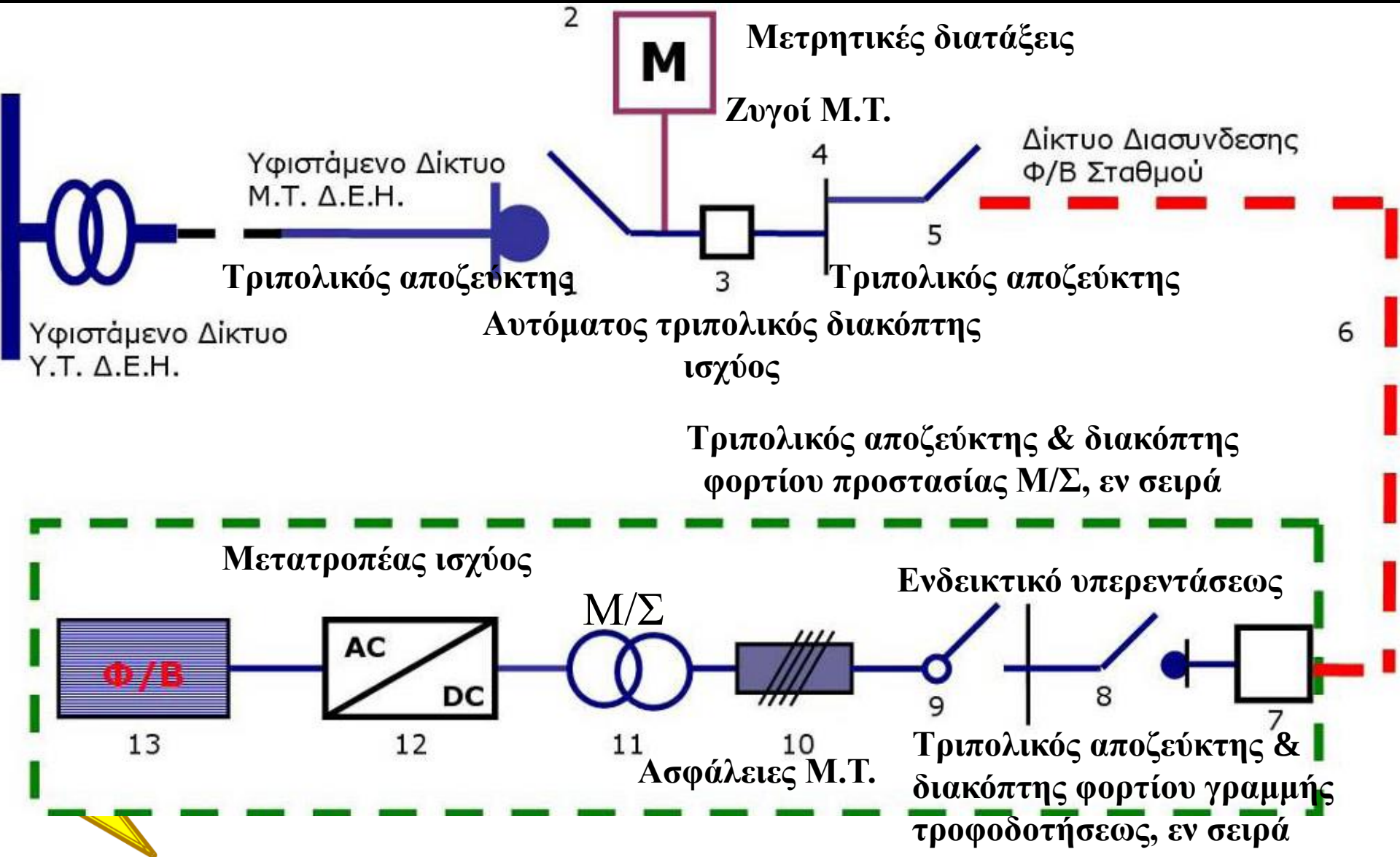


ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ

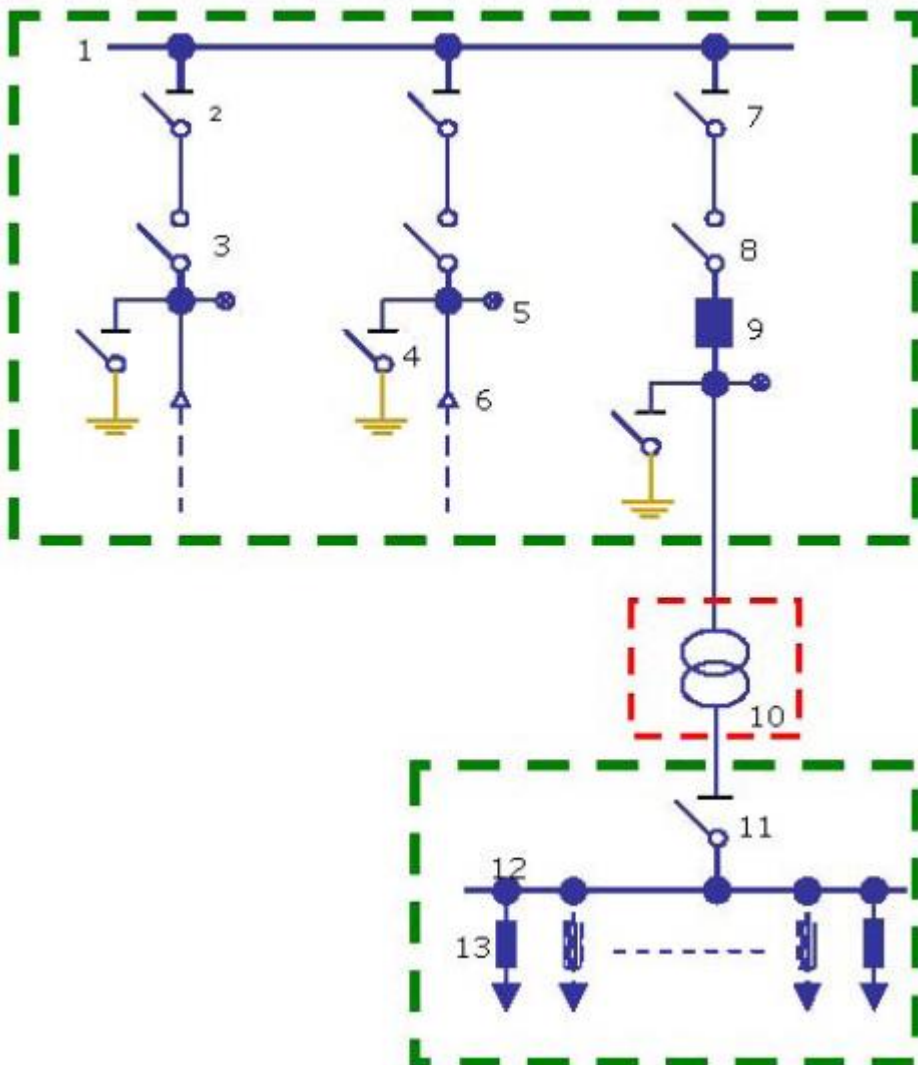
- ❏ Ειδικές δοκιμές
- ❏ Οι δοκιμές αυτές είναι συγκεκριμένες για κάθε ηλεκτροτεχνική κατασκευή ανάλογα με τη χρήση της. Έτσι, για παράδειγμα, στις ειδικές δοκιμές ενός μετασχηματιστή περιλαμβάνεται η μέτρηση των απωλειών του.



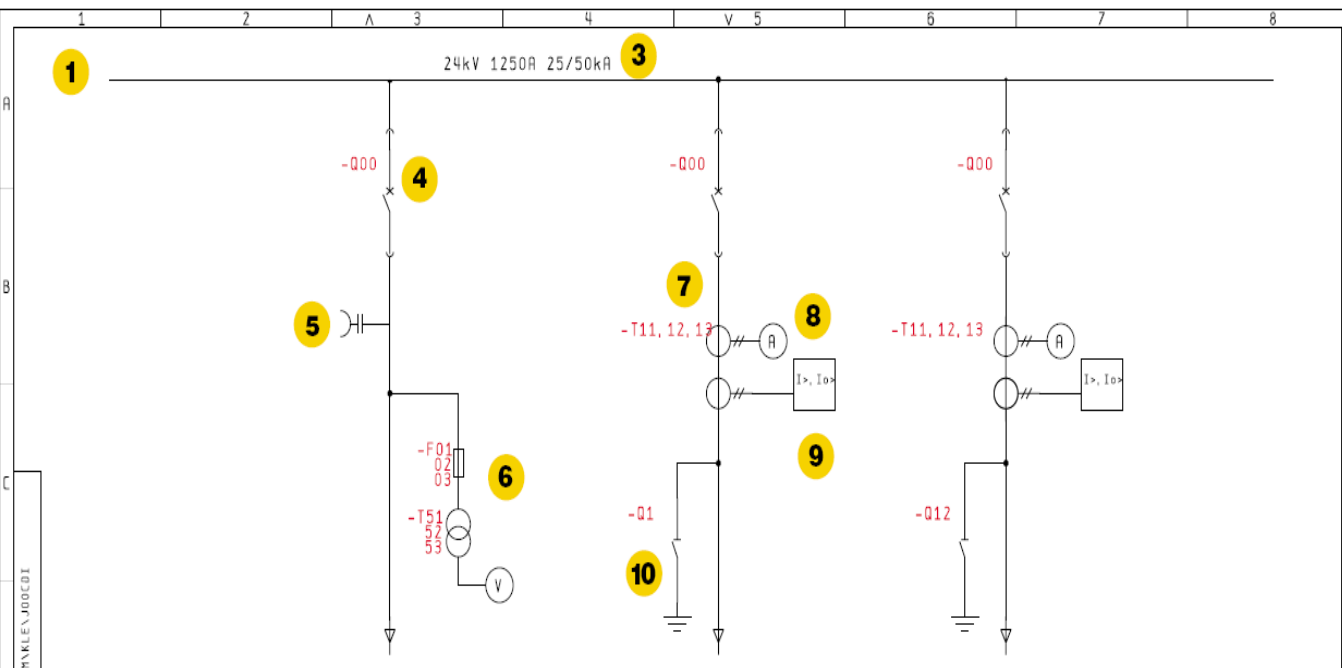
Μονογραμμικό σχέδιο του δικτύου 20 kV Φ/Β σταθμού



Ηλεκτρική συνδεσμολογία υποσταθμού



- 1 Ζυγοί Μ.Τ.
- 2 Αποζεύκτης γραμμής Μ/Σ τροφοδοτήσεως
- 3 Διακόπτης φορτίου προστασίας Μ/Σ γραμμής τροφοδοτήσεως
- 4 Διάταξη γείωσης
- 5 Λήψη για έλεγχο τάσης
- 6 Ακροκιβώτιο καλωδίου Μ.Τ.
- 7 Αποζεύκτης προστασίας
- 8 Διακόπτης φορτίου
- 9 Ασφάλειες Μ.Τ.
- 10 Μ/Σ ισχύος
- 11 4 μονοπολικοί αποζεύκτες
- 12 Ζυγοί Χ.Τ.
- 13 Ασφάλειες Χ.Τ.



ΑΡ. ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΗ	ΑΦΗ ΔΕΗ	Μ/Σ 1	Μ/Σ 2	
ΘΕΣΗ	=J00+J01	=J00+J02	=J00+J03	
ΕΧΥΣ		630 kVA	630 kVA	
Δ. ΦΟΡΤΙΟΥ/ Α. Δ.	4 HD4/W 24.06.16	HD4/W 24.06.16	HD4/W 24.06.16	
ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ	24kV/2R			
ΕΠΑΦΕΑΣ				
Η/ Ν ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ		SPRJ140C	SPRJ140C	
Μ/ Σ ΕΝΤΑΣΗΣ		7 50/5/5R	50/5/5R	
Μ/ Σ ΤΑΣΗΣ	6 $\frac{15-20}{\sqrt{3}} / \frac{0.1}{\sqrt{3}} \text{ kV}$			
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ	ΑΦΗ ΑΠΟ ΔΕΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ Μ/Σ Νο1	ΑΝΑΧΩΡΗΣΗ Μ/Σ Νο1	

Αριθμός/Τύπος	Ημ/νία : 10.10.00	Πλάτης	ΠΝΑΚΑΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ	Στοιχ =J00 2
Μέγεθος	Κλε	Έργο	ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΟ ΣΧΕΔΙΟ	Θύλακ +
Έλεγχος	ΠΜ	Αρ. Σχέδιου :	EL-P020115-EJ00-SLD-100	10
Αρ.	Ημ/νία	Όνομα	Έγκριση :	Εταιρ 20

- η ονομαστική τάση $U_n = 24 \text{ kV}$
- το ονομαστικό ρεύμα $I_n = 1250 \text{ A}$
- η αντοχή σε βραχυκύκλωμα διάρκειας 1 s , $I_k = 25 \text{ kA}$ τιμή RMS και τιμή κορυφής $I_p = 50 \text{ kA}$.

Για τη μέτρηση της τάσης στο καλώδιο της ΔΕΗ υπάρχουν 3 Μ/Σ τάσης με λόγο 15-20/0,1 kV

Στις δύο κυψέλες προστασίας των Μ/Σ ισχύος υπάρχουν τρεις Μ/Σ έντασης (-T11, -T12, -T13) με λόγο 50/5/5A, δηλαδή έχουν δύο δευτερεύοντα τυλίγματα.

Το ένα δευτερεύον τύλιγμα χρησιμοποιείται για μέτρηση και τροφοδοτεί τα Α-μετρα.

Το άλλο τύλιγμα χρησιμοποιείται για προστασία και τροφοδοτεί τον Ηλεκτρονόμο προστασίας. Ο Η/Ν προστασίας περιλαμβάνει στοιχείο υπέρ έντασης (ένα για κάθε φάση) και στοιχείο διαρροής ρεύματος προς τη γη.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΦΟΡΤΙΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Αριθμός Γραμμής	Είδος Φορτίου	Ισχύς P_{out} (W)	συνφ	Αριθμός φάσεων	Μήκος Γραμμής (m)	Μέγιστη Επιτρεπόμενη Πτώση τάσης (%)	Βαθμός Απόδοσης
1	Φωτισμός 1 KW	1000	1	1	12	1%	-
2	Φωτισμός 1,5 KW	1500	1	1	63	1%	-
3	Κινητήρας 0,55 HP	410	0,8	1	25	3%	0,75
4	Κινητήρας 0,85 HP	634	0,84	1	35	3%	0,78
5	Κινητήρας 1,2 HP	895	0,8	3	12	3%	0,82
6	Κινητήρας 4,6 HP	3432	0,88	3	20	3%	0,85
7	Κινητήρας 23 HP	17158	0,91	3	35	3%	0,9
8	Κινητήρας 160 HP	119360	0,9	3	45	3%	0,92
9	Κινητήρας 482 HP	359572	0,92	3	62	3%	0,94
10	Εφεδρική	50000	-	3	15	3%	-

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ:

- 🕯 Η εφεδρική γραμμή θα χρησιμοποιείται σε περίπτωση βλάβης των υπόλοιπων.
 - 🕯 Η γραμμή αυτή θα είναι τριφασική και η ισχύ της θα είναι 50 KW. Μία άλλη χρησιμότητα της εφεδρικής γραμμής είναι η τροφοδότηση διάφορων φορτίων σε περίπτωση επέκτασης της βιομηχανίας ή πρόσθεσης διάφορών μηχανημάτων.
 - 🕯 Το μήκος της εφεδρικής γραμμής το ορίσαμε στα 15 m από τον πίνακα διανομής όπου καταλήγει σε χώρο με πιθανότητα μελλοντικά να εγκατασταθεί κάποιο καινούριο μηχάνημα.
- επειδή η εφεδρική γραμμή προορίζεται για τροφοδοσία κινητήρων η επιτρεπόμενη πτώση τάσης ορίστηκε 3%.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Ισχύ κινητήρων

- 💡 Η ισχύ των κινητήρων που δίνεται στον πίνακα είναι η ισχύ που αποδίδουν οι κινητήρες στο φορτίο η ισχύ που απορροφούν οι κινητήρες από το δίκτυο δίνεται από τον τύπο

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta}$$

- 💡 Όπου P_{out} : η ισχύ που αποδίδει ο κινητήρας στο φορτίο, η : ο βαθμός απόδοσης του κινητήρα



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 3: (Μονοφασικός κινητήρας 0.55 HP)

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.75$ είναι (1 HP=746 W):

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{410}{0.75} = 547 \text{ W}$$

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 4: (Μονοφασικός κινητήρας 0,85 HP)

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0.78$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{634}{0.78} = 812 \text{ W}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 5: (Τριφασικός κινητήρας 1.2 HP)**

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0,82$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{895}{0.82} = 1091 \text{ W}$$

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 6: (Τριφασικός κινητήρας 4.6 HP)**

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0,85$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{3432}{0.85} = 4038 \text{ W}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός κινητήρας 23 HP)

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0,9$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{17158}{0.9} = 19064 \text{ W}$$

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός κινητήρας 160 HP)

🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0,92$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{119360}{0.92} = 129739 \text{ W}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός κινητήρας 482 HP)
- 🕯 Η ισχύ που απορροφά ο μονοφασικός κινητήρας με βαθμό απόδοσης $\eta=0,94$ είναι:

$$P_{in} = \frac{P_{out}}{\eta} = \frac{359572}{0.94} = 382523 \text{ W}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται συγκεντρωτικά η απορροφούμενη από το δίκτυο ισχύ για κάθε κινητήρα.

A/A	Αριθμός γραμμής	Είδος γραμμής	P_{out} (W)	η	P_{in} (W)
1	3	Μονοφασικός Κινητήρας 0,55 HP	410	0,75	547
2	4	Μονοφασικός Κινητήρας 0.85 HP	634	0,78	812
3	5	Τριφασικός Κινητήρας 1,2 HP	895	0,82	1091
4	6	Τριφασικός Κινητήρας 4,6 HP	3432	0,85	4038
5	7	Τριφασικός Κινητήρας 23 HP	17158	0,9	19064
6	8	Τριφασικός Κινητήρας 160 HP	119360	0,92	129739
7	9	Τριφασικός Κινητήρας 482 HP	359572	0,94	382523



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΚΑΘΕ ΓΡΑΜΜΗΣ

🕯 Παρακάτω υπολογίζονται οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος που διαρρέουν κάθε γραμμή της εγκατάστασης.

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 1000 W)

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 1 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{1000}{230 \cdot 1} = 4,3 \text{ A}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 1500 W)**

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 2 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{1500}{230 \cdot 1} = 6,5 \text{ A}$$

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 3: (Μονοφασικός Κινητήρας 0.55 HP)**

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 3 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{547}{230 \cdot 0.8} = 3 \text{ A}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 4: (Μονοφασικός κινητήρας 0.85 HP)**

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή 4 είναι:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos\phi} = \frac{812}{230 \cdot 0.84} = 4.2 \text{ A}$$

🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 5: (Τριφασικός κινητήρας 1.2 HP)**

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 5 δίνεται από τη σχέση:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{1091}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.8} = 2 \text{ A}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯️ ΓΡΑΜΜΗ 6: (Τριφασικός Κινητήρας 4.6 HP)

🕯️ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 6 είναι:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{4038}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.88} = 6.6 \text{ A}$$

🕯️ ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός Κινητήρας 23 HP)

🕯️ Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 7 είναι:


$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{19064}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.91} = 30.2 \text{ A}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός Κινητήρας 160 HP)

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 8 είναι:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{129739}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.9} = 208.1 \text{ A}$$

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός Κινητήρας 482 HP)

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει την τριφασική γραμμή 9 είναι:

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{382523}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0.92} = 600.1 \text{ A}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 **ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ: (50 KW)**

🕯 Επειδή η εφεδρική γραμμή προορίζεται για τροφοδότησης κινητήρων για τον υπολογισμό της μέγιστη έντασης ρεύματος που θα τη διαρρέει θεωρούμε ότι το συνφ του φορτίου που θα τροφοδοτεί η γραμμή θα είναι: $\cos\phi=0,85$

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot V \cdot \cos\phi} = \frac{50000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,85} = 84.9 \text{ A}$$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🔦 Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος κάθε γραμμής.

Αριθμός Γραμμής	Είδος Φορτίου	Ισχύς P_{in} (W)	συνφ	Αριθμός φάσεων	Ονομαστική Ένταση ρεύματος (A)
1	Φωτισμού	1000	1	1	4,3
2	Φωτισμού	1500	1	1	6,5
3	Κινητήρας 0.55 HP	547	0,8	1	3,0
4	Κινητήρας 0,85 HP	812	0,84	1	4,2
5	Κινητήρας 1,2 HP	1091	0,8	3	2,0
6	Κινητήρας 4,6 HP	4038	0,88	3	6,6
7	Κινητήρας 23 HP	19064	0,91	3	30,2
8	Κινητήρας 160 HP	129739	0,9	3	208,1
9	Κινητήρας 482 HP	382523	0,92	3	600,1
10	Εφεδρική	50000	0,85*	3	84,9

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **Μέθοδος προσδιορισμού της διατομής αγωγών**
- 🕯 Παρακάτω γίνεται υπολογισμός της διατομής αγωγών για την ηλεκτρολογική εγκατάσταση που μελετάμε. Ο υπολογισμός της διατομής αγωγών γίνεται με δύο τρόπους:
 - 🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας και
 - 🕯 ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης.

🕯 **Ελάχιστη διατομή αγωγών**

- 🕯 Για την εξασφάλιση της μηχανικής αντοχής των αγωγών σύμφωνα με τους κανονισμούς των ΕΗΕ η ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για φορτία φωτισμού είναι $1,5 \text{ mm}^2$ και για φορτία κίνησης είναι $2,5 \text{ mm}^2$.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Διατομή αγωγών ουδετέρου και γείωσης
- ❏ Σε μονοφασικές γραμμές ο αγωγός του ουδετέρου είναι ίσης διατομής με τον αγωγό της φάσης, τα ίδια ισχύουν και για τον αγωγό της γείωσης.
- ❏ Σε τριφασικές γραμμές ο αγωγός του ουδετέρου δίνεται από ειδικό πίνακα. Επίσης για τη διατομή του αγωγού γείωσης ισχύουν τα ίδια με την περίπτωση του ουδετέρου αγωγού.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Στον πίνακα δίνεται η διατομή του ουδετέρου ή της γείωσης σε σχέση με τη διατομή των φάσεων σε τριφασική γραμμή.

A/A	Διατομή αγωγού φάσης (mm ²)	Διατομή αγωγού ουδετέρου ή γείωσης μέσα σε σωλήνα ή καλώδιο (mm ²)
1	1,5	1,5
2	2,5	2,5
3	4	4
4	6	6
5	10	10
6	16	16
7	25	16
8	35	16
9	50	25
10	70	35
11	95	50
12	120	70
13	150	70
14	185	95
15	240	120
16	300	150
17	400	240



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 Προσδιορισμός της διατομής και του είδους των αγωγών
- 🕯 Παρακάτω προσδιορίζεται η διατομή και το είδος των αγωγών για κάθε γραμμή της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης. Επισημαίνεται ότι στην εγκατάσταση που μελετάμε όλες οι γραμμές είναι χωνευτές και οι αγωγοί τοποθετούνται μέσα σε σωλήνες.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ1
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)
εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοίχιων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος Φορτι- ζόμενω ν αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο				Σε σωλήνα		
				Γυμνό						
		Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο			
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
		Στήλες								
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
	240	261	286	321	346	380	424	-	500	599
	300	298	328	367	396	435	486	-	576	693



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 1 KW)

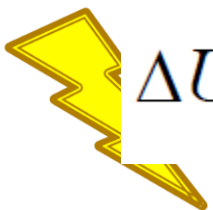
🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 4,3 \text{ A}$

🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι $1,5 \text{ mm}^2$.

🕯 ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

🕯 Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 12 m είναι:


$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 12 \cdot 4.3 \cdot 1}{1.5} = 1.24 \text{ V}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 💡 Η πτώση τάσης βρέθηκε 1,24 V μικρότερη από 2,3 V ($1\% \cdot 230$) άρα η διατομή των αγωγών που θα χρησιμοποιήσουμε θα είναι **$S=1.5 \text{ mm}^2$** .
- 💡 Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **$3 \times 1,5 \text{ mm}^2 \text{ H07V-U}$**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 1,5 KW)**
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 6,5 \text{ A}$
- 🕯 **i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:**
- 🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις φωτισμού που είναι $1,5 \text{ mm}^2$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής φωτισμού που έχει μήκος 63 m είναι:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 63 \cdot 6.5 \cdot 1}{1.5} = 9.8 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης λόγω του μεγάλου μήκους της γραμμής βρέθηκε $9,8 \text{ V} > 2,3 \text{ V}$ άρα θα επιλέξουμε την αμέσως μεγαλύτερη διατομή αγωγών που είναι $S = 2.5 \text{ mm}^2$ και θα ξανά υπολογίσουμε την πτώση τάσης.

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 63 \cdot 6.5 \cdot 1}{2.5} = 5.8 \text{ V} > 2,3 \text{ V}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Η πτώση τάσης και σε αυτή την περίπτωση προέκυψε μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης άρα θα επιλέξουμε μεγαλύτερη διατομή αγωγού $S=4 \text{ mm}^2$ και θα επαναλάβουμε τον υπολογισμό της πτώσης τάσης:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 63 \cdot 6.5 \cdot 1}{4} = 3.7 \text{ V} > 2,3 \text{ V}$$

💡 Η πτώση τάσης βρέθηκε μεγαλύτερη του 1% άρα θα επαναλάβουμε τον υπολογισμό με διατομή αγωγού $S=6 \text{ mm}^2$:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 63 \cdot 6.5 \cdot 1}{6} = 2.5 \text{ V} > 2,3 \text{ V}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 💡 Και σε αυτή την περίπτωση λόγω του μεγάλου μήκους γραμμής (63 m) η πτώση τάσης βρέθηκε μεγαλύτερη της επιτρεπόμενης (2,3 V) με αποτέλεσμα να επαναλάβουμε τον υπολογισμό για διατομή αγωγών $S=10 \text{ mm}^2$:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 63 \cdot 6.5 \cdot 1}{10} = 1.5 \text{ V} < 2,3 \text{ V}$$

- 💡 Σε αυτή την περίπτωση η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=10 \text{ mm}^2$** .

- 💡 Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X10 mm² H07V-R**

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 3: (Μονοφασικός κινητήρας 0,55 HP)

🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 3\text{ A}$

🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 όπως ορίζουν οι ΚΕΗΕ και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I_1 = 1,25 * 3 = 3,75\text{ A}$

🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι $2,5\text{ mm}^2$.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 25 m είναι:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 25 \cdot 3 \cdot 0.8}{2.5} = 0.9 \text{ V} < 6,9 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=2.5 mm²**.

Η γραμμή θα περιλαμβάνει τρεις αγωγούς: Φάση, ουδέτερο και γείωση.

Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X2.5 mm² H07V-U**

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 4: (Μονοφασικός κινητήρας 0,85 HP)

🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:

🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 4,2\text{A}$

🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 όπως ορίζουν οι ΚΕΗΕ και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I_1 = 1,25 * 4,2 = 5,25\text{ A}$

🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι $2,5\text{ mm}^2$.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης στους αγωγούς της μονοφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 35 m είναι:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{2 \cdot 0.018 \cdot 35 \cdot 4.2 \cdot 0.84}{2.5} = 1.8 \text{ V} < 6,9 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=2.5 mm²**.

Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **3X2.5 mm² H07V-U**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 ΓΡΑΜΜΗ 5: (Τριφασικός κινητήρας 1.2 HP)
- 🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 2\text{ A}$
- 🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 όπως ορίζουν οι ΚΕΗΕ και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I_1 = 1,25 * 2 = 2,5\text{ A}$
- 🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι $2,5\text{ mm}^2$.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

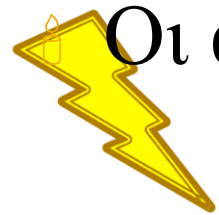
Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 12 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.018 \cdot 12 \cdot 2 \cdot 0.8}{2.5} = 0.2 \text{ V} < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=2.5 mm²**.

Η διατομή του αγωγού γείωσης είναι 2.5 mm².

Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4X2.5 mm² H07V-U**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 ΓΡΑΜΜΗ 6: (Τριφασικός κινητήρας 4.6 HP)
- 🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή όπως έχει υπολογιστεί είναι: $I = 6,6\text{A}$
- 🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 όπως ορίζουν οι ΚΕΗΕ και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I_1 = 1,25 * 6,6 = 8,25\text{ A}$
- 🕯 Επειδή η ένταση ρεύματος της γραμμής είναι σχετικά μικρή θα επιλέξουμε την ελάχιστη επιτρεπόμενη διατομή αγωγών για εγκαταστάσεις κίνησης που είναι $2,5\text{ mm}^2$.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης

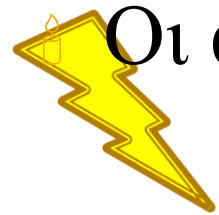
Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 20 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.018 \cdot 20 \cdot 6.6 \cdot 0.88}{2.5} = 1.4 \text{ V} < 12 \text{ V}$$

Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **S=2.5 mm²**.

Η διατομή του αγωγού γείωσης είναι 2.5 mm².

Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **4X2.5 mm² H07V-U**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 💡 ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός κινητήρας 23 HP)
- 💡 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:
- 💡 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=30.2 \text{ A}$
- 💡 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I1=1,25*30.2=37.8 \text{ A}$
- 💡 Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 10 mm^2 .



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης
- Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 35 m είναι:
- $\Delta U = [(\rho \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot \cos \varphi) / S] = 3,04 \text{ V} < 12 \text{ V}$
- Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=10 \text{ mm}^2$** .
- Η διατομή του αγωγού γείωσης είναι 10 mm^2
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι: **$4 \times 10 \text{ mm}^2 \text{ H07V-R}$**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός κινητήρας 160 HP)
- 🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=208.1 \text{ A}$
- 🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I1=1,25*208.1=260.1 \text{ A}$
- 🕯 Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 240 mm^2 .



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης
- Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 45 m είναι:
- $\Delta U = [(\rho \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot \cos \varphi) / S] = 1,13 \text{ V} < 12 \text{ V}$
- Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=240 \text{ mm}^2$** .
- Η διατομή του αγωγού γείωσης είναι 120 mm^2
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι:
 $3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2 \text{ H07V-R}$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός κινητήρας 482 HP)
- 🕯 i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=600.1 \text{ A}$
- 🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I1=1,25*600.1=750.1 \text{ A}$
- 🕯 Επειδή προέκυψε πολύ μεγάλη ένταση ρεύματος και δεν υπάρχει αγωγός τέτοιου μεγέθους θα χρησιμοποιήσουμε τρεις παράλληλους αγωγούς που καθένας θα φορτίζεται με ρεύμα $I=750,1/3 = 250\text{A}$.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ 52-Κ1
Μέγιστα επιτρεπόμενα ρεύματα (σε Α)
εντοιχισμένων (χωνευτών) και επιτοίχιων (ορατών) ηλεκτρικών γραμμών
Μόνωση από PVC ή EPR ή XLPE

Μόνωση	Πλήθος Φορτι- ζόμενω ν αγωγών	Οι αριθμοί παραπέμπουν στις στήλες που ακολουθούν								
		Μονωμένοι αγωγοί σε σωλήνα		Πολυπολικό καλώδιο				Σε σωλήνα		
				Γυμνό						
		Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο	Εντοιχισμέν ο	Επιτοίχιο			
PVC	2	3	5	3	6	2	4			
	3	2	4	2	5	1	3			
EPR ή XLPE	2	5	9	6	9	5	8			
	3	5	7	5	8	4	6			
		Στήλες								
Χαλκός	mm ²	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	1,5	13	13,5	14,5	15,5	17	19	20	22	23
	2,5	17,5	18	19,5	21	23	26	28	30	31
	4	23	24	26	28	31	35	37	40	42
	6	29	31	34	36	40	44	48	51	54
	10	39	42	46	50	54	60	66	69	75
	16	52	56	61	68	73	80	88	91	100
	25	68	73	80	89	95	105	117	119	133
	35	83	89	99	109	117	128	144	146	164
	50	99	108	118	130	141	154	175	175	198
	70	125	136	149	164	179	194	222	221	253
	95	150	164	179	197	216	233	269	265	306
	120	172	188	206	227	249	268	312	305	354
	150	196	216	240	259	285	318	-	371	441
	185	223	245	273	295	324	362	-	424	506
	240	261	286	321	346	380	424	-	500	599
	300	298	328	367	396	435	486	-	576	693



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 💡 Σύμφωνα με τον πίνακα θα χρησιμοποιήσουμε τρεις παράλληλους αγωγούς για κάθε φάση διατομής 240 mm^2 ο καθένας και συνολικής διατομής $3 \times 240 = 720 \text{ mm}^2$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης
 - Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 45 m είναι:
 - $\Delta U = [(\rho \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot \cos \varphi) / S] = 1,13 \text{ V} < 12 \text{ V}$
 - Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι τρεις παράλληλοι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=240 \text{ mm}^2$** .
 - Η διατομή του αγωγού γείωσης είναι 120 mm^2
 - Οι αγωγοί της γραμμής είναι:
- $3 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 1 \times 120 \text{ mm}^2) \text{ H07V-R}$**



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ: (50 KW)**
- 🕯 **i) Μέθοδος ασφαλούς λειτουργίας:**
- 🕯 Η ονομαστική ένταση ρεύματος που διαρρέει τη γραμμή είναι: $I=84.9 \text{ A}$
- 🕯 Πολλαπλασιάζουμε την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα με τον συντελεστή 1,25 και η ένταση ρεύματος γίνεται: $I1=1,25*84.9=106.1 \text{ A}$
- 🕯 Από τον πίνακα του ΕΛΟΤ με τις ελάχιστες επιτρεπόμενες διατομές αγωγών σύμφωνα με την ένταση ρεύματος επιλέγουμε διατομή αγωγών ίση με 70 mm^2 .



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ii) Μέθοδος επιτρεπόμενης πτώσης τάσης
- Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής κίνησης που έχει μήκος 15 m είναι:
- $\Delta U = [(\rho \cdot I \cdot \sqrt{3} \cdot l \cdot \cos \varphi) / S] = 0,5 \text{ V} < 12 \text{ V}$
- Η πτώση τάσης βρέθηκε μέσα στα επιτρεπτά όρια άρα οι αγωγοί που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή **$S=70 \text{ mm}^2$** .
- Η διατομή του αγωγού ουδετέρου και γείωσης θα είναι 35 mm^2
- Οι αγωγοί της γραμμής είναι:
 $3 \times 70 \text{ mm}^2 + 1 \times 35 \text{ mm}^2 \text{ H07V-R}$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ **ΓΡΑΜΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ:** (Διατομή και είδος αγωγού τροφοδοσίας)
- ❏ Για τον υπολογισμό των αγωγών τροφοδοσίας από τον μετρητή της ΔΕΗ μέχρι τον πίνακα διανομής θεωρού ότι το μήκος της γραμμής τροφοδοσίας δεν ξεπερνά τα 25 m.
- ❏ Επίσης για τη βιομηχανία που μελετάμε θεωρούμε ότι τα φορτία θα λειτουργούν όλα συγχρόνως δηλαδή δεν έχουμε συντελεστή ετεροχρονισμού.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος, το συνφ, η γωνία φ και το $\eta\mu\varphi$ για κάθε γραμμή της ηλεκτρικής βιομηχανικής εγκατάστασης είναι:
- ❏ ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 1000 W)
 $I_{1ov} = 4,3 \text{ A}$ $\cos\varphi_1 = 1$ $\eta\mu\varphi_1 = 0$
- ❏ ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 1500 W)
 $I_{2ov} = 6,5 \text{ A}$ $\cos\varphi_2 = 1$ $\eta\mu\varphi_2 = 0$
- ❏ ΓΡΑΜΜΗ 3: (Μονοφασικός Κινητήρας 0.55 HP)
 $I_{3ov} = 3 \text{ A}$ $\cos\varphi_3 = 0,8$ $\varphi_3 = \cos^{-1}(0,8) = 36,87^\circ$
 $\eta\mu\varphi_3 = 0,6$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 💡 ΓΡΑΜΜΗ 4: (Μονοφασικός κινητήρας 0.85 HP)
- 💡 $I_{4ov} = 4,2A$ $\cos\varphi_4 = 0,84$ $\varphi_4 = \cos^{-1}(0,84) = 32,86^\circ$
 $\eta\mu\varphi_4 = 0,54$
- 💡 ΓΡΑΜΜΗ 5: (Τριφασικός κινητήρας 1.2 HP)
- 💡 $I_{5ov} = 2A$ $\cos\varphi_5 = 0,8$ $\varphi_5 = \cos^{-1}(0,8) = 36,87^\circ$
 $\eta\mu\varphi_5 = 0,6$
- 💡 ΓΡΑΜΜΗ 6: (Τριφασικός Κινητήρας 4.6 HP)
- 💡 $I_{6ov} = 6,6A$ $\cos\varphi_6 = 0,88$ $\varphi_6 = \cos^{-1}(0,88) = 28,36^\circ$
 $\eta\mu\varphi_6 = 0,47$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός Κινητήρας 23 HP)

🕯 $I_{7ov} = 30,2A$ $\cos\varphi_7 = 0,91$ $\varphi_7 = \cos^{-1}(0,91) = 24,49^\circ$
 $\eta\mu\varphi_7 = 0,41$

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός Κινητήρας 160 HP)

🕯 $I_{8ov} = 208,1A$ $\cos\varphi_8 = 0,9$ $\varphi_8 = \cos^{-1}(0,9) = 25,84^\circ$
 $\eta\mu\varphi_8 = 0,43$

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός Κινητήρας 482 HP)

🕯 $I_{9ov} = 600,1A$ $\cos\varphi_9 = 0,92$ $\varphi_9 = \cos^{-1}(0,92) = 23,07^\circ$
 $\eta\mu\varphi_9 = 0,39$

🕯 ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ: (50 KW)

🕯 $I_{10ov} = 84,9 A$ $\cos\varphi_{10} = 0,85$ $\varphi_{10} = \cos^{-1}(0,85) = 31,79^\circ$
 $\eta\mu\varphi_{10} = 0,53$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Η βαττική συνιστώσα του ρεύματος είναι:

$$\begin{aligned} I_{\beta} &= I_{10V} \cdot \sin \varphi_1 + I_{20V} \cdot \sin \varphi_2 + I_{30V} \cdot \sin \varphi_3 + I_{40V} \cdot \sin \varphi_4 + I_{50V} \cdot \sin \varphi_5 + I_{60V} \cdot \sin \varphi_6 + \\ &I_{70V} \cdot \sin \varphi_7 + I_{80V} \cdot \sin \varphi_8 + I_{90V} \cdot \sin \varphi_9 + I_{100V} \cdot \sin \varphi_{10} \Rightarrow \\ I_{\beta} &= 4,3 \cdot 1 + 6,5 \cdot 1 + 3 \cdot 0,8 + 4,2 \cdot 0,84 + 2 \cdot 0,8 + 6,6 \cdot 0,88 + 30,2 \cdot 0,91 + 208,1 \cdot 0,9 + \\ &600,1 \cdot 0,92 + 84,9 \cdot 0,85 = 863,3 \text{ A} \end{aligned}$$

💡 Η άεργη συνιστώσα του ρεύματος είναι:

$$\begin{aligned} I_{\alpha} &= I_{10V} \cdot \eta \mu \varphi_1 + I_{20V} \cdot \eta \mu \varphi_2 + I_{30V} \cdot \eta \mu \varphi_3 + I_{40V} \cdot \eta \mu \varphi_4 + I_{50V} \cdot \eta \mu \varphi_5 + I_{60V} \cdot \eta \mu \varphi_6 + I_{70V} \cdot \eta \mu \varphi_7 + \\ &I_{80V} \cdot \eta \mu \varphi_8 + I_{90V} \cdot \eta \mu \varphi_9 + I_{100V} \cdot \eta \mu \varphi_{10} \Rightarrow \\ I_{\alpha} &= 4,3 \cdot 1 + 6,5 \cdot 1 + 3 \cdot 0,6 + 4,2 \cdot 0,54 + 2 \cdot 0,6 + 6,6 \cdot 0,47 + 30,2 \cdot 0,41 + 208,1 \cdot 0,43 + \\ &600,1 \cdot 0,39 + 84,9 \cdot 0,53 = 389,3 \text{ A} \end{aligned}$$

💡 Το ρεύμα γραμμής I_{AB} είναι:



$$I_{AB} = \sqrt{I_{\beta}^2 + I_{\alpha}^2} = \sqrt{863,3^2 + 389,3^2} = 947 \text{ A}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 Το μέσο συνφ είναι:

$$\sigma\upsilon\nu\phi_M = \frac{I_\beta}{I_{AB}} = \frac{863,3}{947} = 0,91$$

🕯 Επειδή προέκυψε πολύ μεγάλη ένταση ρεύματος και δεν υπάρχει αγωγός αυτού του μεγέθους θα χρησιμοποιήσουμε **τέσσερις** παράλληλους αγωγούς που καθένας θα φορτίζεται με ρεύμα

🕯 $I = 947/4 = 236,75\text{A}$

🕯 Άρα θα χρησιμοποιήσουμε τέσσερις παράλληλους αγωγούς για κάθε φάση διατομής 240 mm^2 ο καθένας και συνολικής διατομής $4 \times 240 = 960\text{ mm}^2$



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🔦 Η πτώση τάσης στους αγωγούς της τριφασικής γραμμής παροχής της εγκατάστασης που έχει μήκος 25 m είναι:

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot \rho \cdot L \cdot I \cdot \cos \Phi}{S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 0.018 \cdot 25 \cdot 947 \cdot 0.91}{960} = 0.94 \text{ V}$$

- 🔦 Η πτώση τάσης βρίσκεται μέσα στα επιτρεπόμενα όρια που είναι 1% γιατί η γραμμή τροφοδοσίας τροφοδοτεί και γραμμές φωτισμού. Άρα οι τέσσερις παράλληλοι αγωγοί φάσης που θα χρησιμοποιήσουμε θα έχουν διατομή 240 mm² ο καθένας.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Θα χρησιμοποιήσουμε τέσσερις παράλληλους αγωγούς γείωσης και ουδετέρου διατομής 120 mm^2 ο καθένας.
- ❏ Οι αγωγοί της γραμμής από τον μετρητή έως τον πίνακα τροφοδοσίας είναι:
 $4 \times (3 \times 240 \text{ mm}^2 + 2 \times 120 \text{ mm}^2)$ H07V-R



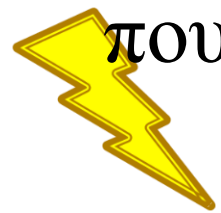
ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

❏ ΤΑ ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΥ

❏ Ασφάλειες

❏ Οι ασφάλειες που τοποθετούνται στο πίνακα διανομής της ηλεκτρικής εγκατάστασης και ασφαλίζουν τις γραμμές της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

❏ **Γραμμές φωτισμού:** Οι ασφάλειες στις γραμμές φωτισμού επιλέγονται σύμφωνα με τη διατομή του αγωγού που θα χρησιμοποιούσαμε στην περίπτωση που δε λαμβάναμε υπόψη την πτώση τάσης.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ **Γραμμές κίνησης:** Οι ασφάλειες στις γραμμές που τροφοδοτούν ηλεκτρικούς κινητήρες λαμβάνονται με τιμή ίση ή μεγαλύτερη από την ονομαστική ένταση του φορτίου που θα τροφοδοτήσουν. Δηλαδή το μέγεθος της ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε καθορίζεται από το φορτίο που τροφοδοτεί η γραμμή.
- ❏ **Οι διαθέσιμες ασφάλειες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι:** 6 A, 10 A, 16 A, 20 A, 25 A, 35 A, 50 A, 63, 80 A, 100 A, 125 A κλπ.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Στον παρακάτω πίνακα δίνονται οι ονομαστικές εντάσεις ρεύματος ασφαλειών για τις αντίστοιχες διατομές αγωγών.

A/A	Διατομή χάλκινων αγωγών (mm ²)	Ονομαστική ένταση Ασφαλειών (A)
1	1,5	10
2	2,5	(16) 20
3	4	25
4	6	25
5	10	35
6	16	50
7	25	80
8	35	100
9	50	125
10	70	125
11	95	160
12	120	200
13	150	224
14	185	250
15	240	300
16	300	355



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

❏ Διακόπτες γραμμών

❏ Οι διακόπτες που χρησιμοποιούμε στο πίνακα διανομής επιλέγονται με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ίσης ή μεγαλύτερης έντασης από τη μέγιστη ένταση που διαρρέει μία γραμμή.

❏ Οι διαθέσιμοι διακόπτες που υπάρχουν στο εμπόριο είναι: 16 A, 25 A, 40 A, 63 A, 100 A, 160 A, 200 A, 250 A, 400 A κλπ.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

❏ **Θερμικά ρελέ**

❏ Τα θερμικά χρησιμοποιούνται για την προστασία των κινητήρων από υπερφορτίσεις (και όχι από βραχυκυκλώματα για τα οποία πρέπει να υπάρχουν ασφάλειες.).

❏ Τα θερμικά δέχονται ρύθμιση της ονομαστικής έντασης ρεύματος μέσα σε μία περιοχή ρύθμισης. Παρακάτω στον πίνακα δίνονται οι τυποποιημένες περιοχές ρύθμισης των θερμικών ρελέ ανάλογα με τον τύπο του θερμικού.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Ρύθμιση θερμικού:

- 💡 Η ένταση ρύθμισης του θερμικού ρελέ πρέπει να είναι ίση με την ονομαστική ένταση ρεύματος του κινητήρα που προστατεύει.
- 💡 Στην περίπτωση που ο κινητήρας περιλαμβάνει σύστημα εκκίνησης ΥΔ επειδή το θερμικό συνδέεται μετά το κύριο ρελέ το ρεύμα που περνά μέσα από το θερμικό είναι το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα.
- 💡 Στην κανονική λειτουργία του κινητήρα (σύνδεση σε Δ) το ρεύμα που διαρρέει τα τυλίγματα του κινητήρα είναι ίσο με το 58% της κανονικής έντασης του κινητήρα και για αυτό το λόγο σε αυτή την περίπτωση ρυθμίζουμε το θερμικό στο 58% της κανονικής έντασης λειτουργίας του κινητήρα.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

Α/Α	Περιοχή ρύθμισης Θερμικού σε Α		Τύπος θερμικού ρελέ	Α/Α	Περιοχή ρύθμιση θερμικού σε Α		Τύπος θερμικού ρελέ
	Ελάχιστη	Μέγιστη			Ελάχιστη	Μέγιστη	
1	1,9	2,7	RT1	15	54	65	RT2
2	2,5	4		16	64	75	
3	4	6,3		17	70	80	
4	5,5	7,5		18	80	95	
5	7	10		19	90	110	
6	10	13		20	110	140	RT3
7	12	15		21	140	180	
8	14,5	17		22	175	280	RT4
9	17,5	22		23	200	310	
10	21	25		24	250	400	RT5
11	25	32		25	315	500	
12	30	40		26	430	700	
13	39	47	RT2	27	500	850	RT6
14	44	54					

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Σύστημα εκκίνησης κινητήρων
- ❏ Κάθε κινητήρας κατά την εκκίνησή του απορροφά μεγάλο ρεύμα που είναι ανεπιθύμητο για το δίκτυο ηλεκτροδότησης. Για το λόγο αυτό σε κινητήρες που απορροφούν μεγάλο ρεύμα εκκίνησης χρησιμοποιούμε κάποιο σύστημα εκκίνησης για τη μείωση του ρεύματος εκκίνησης.
- ❏ Ένα πολύ διαδεδομένο σύστημα εκκίνησης είναι ο διακόπτης αστέρα τριγώνου.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 Που απαιτείται σύστημα εκκίνησης;
- 🕯 Οι κινητήρων που μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς σύστημα εκκίνησης είναι:
- 🕯 **ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ:** Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνηση για ισχύ έως 1,5 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 1 HP για εναέριο δίκτυο.
- 🕯 **ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΙ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ:** Επιτρέπεται η απευθείας εκκίνησή για ισχύς έως 4 HP για υπόγειο δίκτυο και για ισχύ έως 2,5 HP για εναέριο δίκτυο.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Στην περίπτωση που οι κινητήρες δεν ανήκουν στις παραπάνω κατηγορίες ισχύος θα πρέπει να υπολογίζεται η ένταση εκκίνησης του κινητήρα και ανάλογα αν οι εκκινήσεις του κινητήρα είναι σπάνιες (μία εκκίνηση την ώρα) ή συχνές (περισσότερες από μία εκκινήσεις σε μία ώρα) να προσδιορίζεται αν απαιτείται σύστημα εκκίνησης. Παρακάτω στον πίνακα δίνονται ή μέγιστες επιτρεπόμενες εντάσεις ρεύματος κινητήρων χωρίς σύστημα εκκίνησης



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

A/A	Είδος κινητήρα	Είδος δικτύου	Συχνότητα εκκίνησης	Μέγιστη έντασης Εκκίνησης (A)
1	Μονοφασικός	Εναέριο	-	27
2		Υπόγειο	-	40
3	Τριφασικός	Εναέριο	Σπάνιες	50
4			Συχνές	30
5		Υπόγειο	Σπάνιες	70
6			Συχνές	50

💡 Στην περίπτωση της βιομηχανίας που μελετάμε θεωρούμε ότι το δίκτυο είναι υπόγειο και οι εκκινήσεις όλων των κινητήρων είναι συχνές.

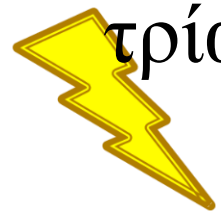


ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯️ **Αυτόματοι διακόπτες**

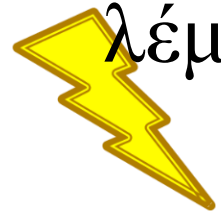
🕯️ Οι αυτόματοι διακόπτες αποτελούνται από το ρελέ τροφοδοσίας ενός κινητήρα και το θερμικό. Στην περίπτωση της βιομηχανίας που μελετάμε αυτόματους διακόπτες περιλαμβάνουν όλοι οι κινητήρες.

🕯️ Στην περίπτωση που έχουμε σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου χρησιμοποιούμε αυτόματο διακόπτη αστέρα τριγώνου που αποτελείται από τρία ρελέ και ένα θερμικό.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Οι αυτόματοι διακόπτες τοποθετούνται κοντά στον κινητήρα σε ειδικό πίνακα που τροφοδοτεί τον κινητήρα. Οι αυτόματοι διακόπτες περιλαμβάνουν και σύστημα εντολοδότησης που με τη βοήθεια μπουτόν ελέγχουμε τη λειτουργία του κάθε κινητήρα.
- ❏ Τα μπουτόν για τον έλεγχο της λειτουργίας του κάθε κινητήρα μπορεί να είναι τοποθετημένα κοντά στον κινητήρα ή σε μία σχετική απόσταση όπου λέμε ότι έχουμε τηλεχειρισμό.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

✿ Υπολογισμός οργάνων προστασία και ελέγχου
(Ασφάλειες, διακόπτες, θερμικά, σύστημα εκκίνησης,
αυτόματοι διακόπτες)

✿ ΓΡΑΜΜΗ 1: (Φωτισμός 1000 W)

✿ ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 4,3 A, η διατομή αγωγού με τη μέθοδο της ασφαλούς λειτουργίας βρέθηκε 1,5 mm² άρα η ασφάλεια για την προστασία της γραμμής είναι 10 A

✿ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ 2: (Φωτισμός 1500 W)

🕯 ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 6,5 A, η διατομή αγωγού με τη μέθοδο της ασφαλούς λειτουργίας βρέθηκε 1,5 mm² άρα η ασφάλεια για την προστασία της γραμμής **είναι 10 A**

🕯 ΣΗΜΕΙΩΣΗ: Λόγω του μεγάλου μήκους της γραμμής οι αγωγοί της γραμμής έχουν διατομή 10 mm² αλλά παρόλα αυτά για την ασφάλιση της γραμμής χρησιμοποιούμε ασφάλεια 10 A που προκύπτει από τον υπολογισμό της διατομής αγωγών με τη μέθοδο της ασφαλούς λειτουργίας.

⚡🕯 ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 3:** (Μονοφασικός Κινητήρας 0.55 HP)
- 🕯 **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 3 A. Θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια 10 A
- 🕯 **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A
- 🕯 **ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:** Ο κινητήρας είναι μικρής ισχύος και δεν απαιτείται σύστημα εκκίνησης.
- 🕯 **ΘΕΡΜΙΚΟ:** Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 2,5 - 4 A. Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού στα 3 A.
- 🕯 **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης που αποτελείται από θερμικό και ρελέ. Το ρελέ έχει χαρακτηριστικά: 400 V, 9 A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 4:** (Μονοφασικός κινητήρας 0.85 HP)
- 🕯 **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 4,2 A. Θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια 10 A.
- 🕯 **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A
- 🕯 **ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:** Ο κινητήρας είναι μικρής ισχύος και δεν απαιτείται σύστημα εκκίνησης.
- 🕯 **ΘΕΡΜΙΚΟ:** Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 4-6,3 A. Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού στα 4,2 A.
- 🕯 **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης που αποτελείται από θερμικό και ρελέ 400 V, 9 A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 5:** (Τριφασικός κινητήρας 1.2 HP)
- 🕯 **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 2 A. Θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια 10 A
- 🕯 **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A
- 🕯 **ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:** Ο κινητήρας είναι μικρής ισχύος και δεν απαιτείται σύστημα εκκίνησης.
- 🕯 **ΘΕΡΜΙΚΟ:** Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 1,9-2,7 A. Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού στα 2 A.
- 🕯 **ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης που αποτελείται από θερμικό και ρελέ 400 V, 9 A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 6:** (Τριφασικός Κινητήρας 4.6 HP)
- 🕯 **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 6,6 A.
- 🕯 Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή ≥ 6.6 A. Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 10 A
- 🕯 **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 25 A
- 🕯 **ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:** Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι: $I_{εκ} = 7 * 6,6 = 46,2$ A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Το δίκτυο είναι υπόγειο και οι εκκινήσεις του κινητήρα είναι συχνές, άρα η μέγιστη ένταση ρεύματος εκκίνησης για αυτή την περίπτωση κινητήρων είναι 50 A. Κατά συνέπεια για αυτόν τον κινητήρα δεν απαιτείται σύστημα εκκίνησης.
- ❏ ΘΕΡΜΙΚΟ: Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 5,5 - 7,5 A. Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού στα 6,6 A.
- ❏ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης που αποτελείται από θερμικό και ρελέ 400 V, 9 A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯️ ΓΡΑΜΜΗ 7: (Τριφασικός Κινητήρας 23 HP)
- 🕯️ ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 30,2 A. Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 30,2$ A
- 🕯️ Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 35 A.
- 🕯️ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι 63 A
- 🕯️ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι: $I_{εκ} = 7 * 30,2 = 211$ A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Η ένταση του ρεύματος εκκίνησης του κινητήρα βρέθηκε μεγαλύτερη από 50 A για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.
- ❏ ΘΕΡΜΙΚΟ: Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT1 με περιοχή ρύθμισης 17,5-22 A.
- ❏ Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% ($1/\sqrt{3}$) της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:
 $I_{th} = 58\% * I_N = 58\% * 30.2 = 17.5 \text{ A}.$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ. Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 45 A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯️ ΓΡΑΜΜΗ 8: (Τριφασικός Κινητήρας 160 HP)
- 🕯️ ΑΣΦΑΛΕΙΑ: Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 208,1 A. Η ασφάλεια που θα χρησιμοποιήσουμε πρέπει να έχει τιμή $\geq 208,1$ A
- 🕯️ Άρα η ονομαστική ένταση της ασφάλεια θα είναι: 224 A Μαχαιρωτή.
- 🕯️ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 400 A.
- ⚡ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ: Το ρεύμα εκκίνησης του κινητήρα είναι: $I_{εκ} = 7 * 208.1 = 1457$ A

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

💡 Η ένταση του ρεύματος εκκίνησης του κινητήρα βρέθηκε μεγαλύτερη από 50 A για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα αστέρα τριγώνου για την εκκίνηση του κινητήρα.

💡 ΘΕΡΜΙΚΟ: Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT3 με περιοχή ρύθμισης 110-140 A. Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού 58% της ονομαστικής έντασης του κινητήρα επειδή έχουμε διακόπτη αστέρα τριγώνου:



$$I_{th} = 58\% * I_N = 58\% * 208.1 = 120.7 \approx 121 \text{ A.}$$

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ⚡ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης αστέρα τριγώνου που αποτελείται από θερμικό, τρία ρελέ και ένα χρονικό ρελέ.
- ⚡ Τα ρελέ που χρησιμοποιούμε έχουν ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 315 A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- 🕯 **ΓΡΑΜΜΗ 9: (Τριφασικός Κινητήρας 482 HP)**
- 🕯 **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Η ονομαστική ένταση ρεύματος της γραμμής είναι 600,1 A. Άρα θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια με ονομαστική ένταση ρεύματος $\geq 600,1 \text{ A}$.
- 🕯 Επειδή η γραμμή είναι μεγάλης έντασης για τις τρεις φάσεις της γραμμής θα χρησιμοποιήσουμε μαχαιρωτές ασφάλειες μεγέθους 4 και ονομαστικής έντασης ρεύματος 630 A
- ⚡ Η παραπάνω τιμή της ασφάλειας (630 A) τοποθετείται στην αρχή της γραμμής.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ Επειδή η γραμμή αποτελείται από τρεις παράλληλους αγωγούς διατομής 120 mm^2 ο καθένας, ασφάλειες θα τοποθετήσουμε σε κάθε αγωγό που αναχωρεί από τον πίνακα διανομής. Θα χρησιμοποιήσουμε **ασφάλεια 200 A για κάθε αγωγό.**
- ❏ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 1000 A.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΚΚΙΝΗΣΗΣ:

 Ο κινητήρας είναι μεγάλης ισχύος και η ένταση του ρεύματος εκκίνησης είναι μεγαλύτερη από 50 A για υπόγειο δίκτυο με συχνές εκκινήσεις κινητήρα. Άρα για την εκκίνηση του κινητήρα, και επειδή ο κινητήρας είναι μεγάλης ισχύος, θα χρησιμοποιήσουμε σύστημα εκκίνησης με τριφασικό **αυτομετασχηματιστή** με τη βοήθεια του οποίου θα πετύχουμε μειωμένη τάση στα τυλίγματα του κινητήρα και μικρό ρεύμα εκκίνησης ή **soft starter**. Σε αυτή την περίπτωση σύστημα εκκίνησης αστέρα τριγώνου δεν επαρκεί γιατί ο κινητήρας είναι μεγάλης ισχύος.



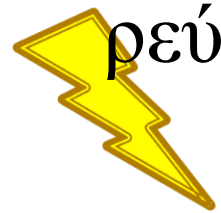
ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ ΘΕΡΜΙΚΟ: Επιλέγουμε θερμικό τύπου RT6 με περιοχή ρύθμισης 500-850 A.
- ❏ Ρυθμίζουμε την ένταση του θερμικού ίση με την ονομαστική έντασης του κινητήρα: $I_{th}=600\text{ A}$
- ❏ ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Για τον έλεγχο του κινητήρα χρησιμοποιείται αυτόματος διακόπτης που αποτελείται από θερμικό και ρελέ.
- ❏ Το ρελέ που χρησιμοποιούμε έχει ηλεκτρικά χαρακτηριστικά: 400 V, 1000 A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

- ❏ **ΕΦΕΔΡΙΚΗ ΓΡΑΜΜΗ: (50 KW)**
- ❏ **ΑΣΦΑΛΕΙΑ:** Για την κατασκευή της εφεδρικής, όπως αναφέρεται και στον υπολογισμό της διατομής αγωγών καθορίσαμε διατομή αγωγών 70 mm^2 . Αρα σύμφωνα με τη διατομή των αγωγών θα χρησιμοποιήσουμε ασφάλεια 125 A. Οι ασφάλειες θα είναι μαχαιρωτές.
- ❏ **ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ:** Ο διακόπτης για τον έλεγχο της γραμμής θα είναι τριφασικός ονομαστικής έντασης ρεύματος 200 A



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 ΓΡΑΜΜΗ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ

🕯 ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΜΕΤΡΗΤΗ ΤΗΣ ΔΕΗ: Στον μετρητή της ΔΕΗ, για την παροχή της εγκατάστασης με ηλεκτρική ενέργεια, τα όργανα προστασίας τα υπολογίζει και τα τοποθετεί η ΔΕΗ.

🕯 ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΣΦΑΛΕΙΕΣ ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ: Το ονομαστικό ρεύμα της εγκατάστασης είναι 947 A θα πρέπει να τοποθετηθεί γενική τριφασική ασφάλεια 1000 A. Επειδή η ένταση των ασφαλειών είναι πολύ μεγάλη θα τοποθετηθούν μαχαιρωτές ονομαστικής έντασης 1000 A.

🕯 ΓΕΝΙΚΟΣ ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ: Στον πίνακα διανομής θα τοποθετηθεί τριφασικός διακόπτης φορτίου ονομαστικής έντασης ρεύματος 1250 A.

ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



Πίνακας οργάνων
προστασίας και ελέγχου

Αριθμός Γραμμής	Είδος γραμμής	Ασφάλεια γραμμής	Διακόπτης	Σύστημα εκκίνησης	Θερμικό		Αυτόματος διακόπτης
					Περιοχή Ρύθμισης (Τύπος) (A)	Ρύθμιση (A)	
1	Φωτισμού 1 KW	10 A	25 A	-	-	-	-
2	Φωτισμού 1,5 KW	10 A	25 A	-	-	-	-
3	1Φ- Κινητήρας 0.55 HP	10 A	25 A	-	2.5-4 (RT1)	3	Ρελέ 400 V-9 A
4	1Φ- Κινητήρας 0.85 HP	10 A	25 A	-	4-6,3 (RT1)	4,2	Ρελέ 400 V-9 A
5	3Φ- Κινητήρας 1,2 HP	10 A	25 A	-	1.9-2,7 (RT1)	2	Ρελέ 400 V-9 A
6	3Φ- Κινητήρας 4,6 HP	10 A	25 A	-	5.5-7.5 (RT1)	6.6	Ρελέ 400 V-9 A
7	3Φ- Κινητήρας 23 HP	35 A	80 A	Y-Δ	17,5-22 (RT1)	17,5	Αυτόματος Y-Δ 3 Ρελέ 400 V 45 A 1 Χρονικό
8	3Φ- Κινητήρας 160 HP	224 A	400 A	Y-Δ	110-140 (RT3)	121	Αυτόματος Y-Δ 3 Ρελέ 400 V 315 A 1 Χρονικό
9	3Φ- Κινητήρας 482 HP	630 A (Μαχαίρωτή) 200 A (Για κάθε παράλληλη γραμμή)	1000 A	Αυτομετα- σχηματιστής	500-850 (RT6)	600	Ρελέ 400 V 1000 A
10	Εφεδρική γραμμή	125 A	200 A	-	-	-	-
Γραμμή Τροφο- δοσίας	Γραμμή Τροφο- δοσίας	1000 A (Μαχαίρωτές)	1250 A	-	-	-	-



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

🕯 Κατανομή των φάσεων

- 🕯 Κατά την κατανομή των φάσεων κατανέμουμε τα φορτία της ηλεκτρικής εγκατάστασης με το βέλτιστο τρόπο στις τρεις φάσεις της Εγκατάστασης. Κατανομή φάσεων κάνουμε μόνο στα μονοφασικά φορτία καθώς τα τριφασικά είναι κατανεμημένα στις τρεις φάσεις
- 🕯 Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η κατανομή των μονοφασικών φορτίων της βιομηχανικής ηλεκτρικής εγκατάστασης που μελετάμε σε αυτή την εργασία. Η κατανομή των φορτίων γίνεται με βάση την ένταση ρεύματος της ασφάλεια που ασφαλίζουμε κάθε γραμμή.



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ



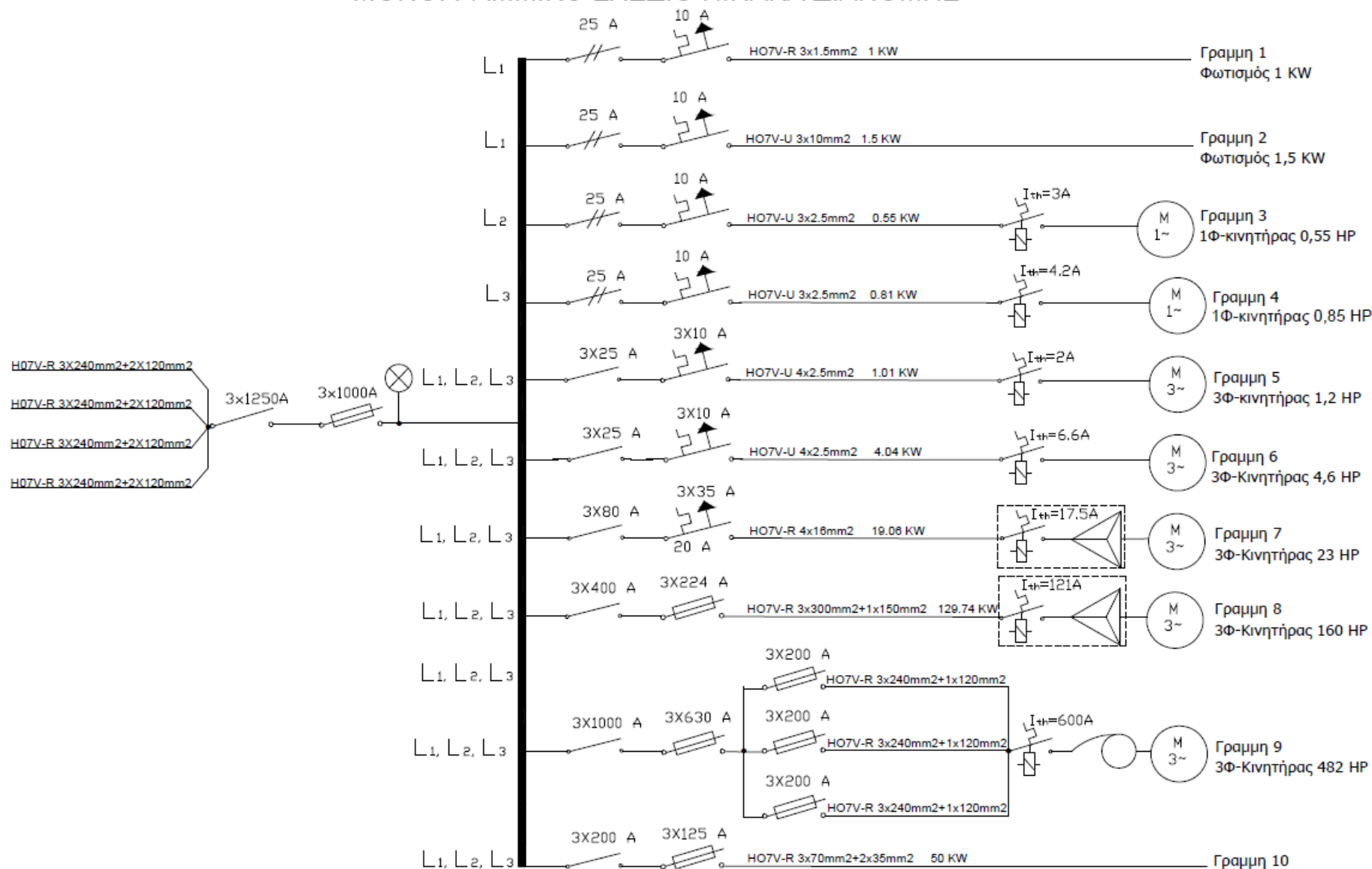
Στη μία φάση τοποθετούμε τις γραμμές φωτισμού επειδή το φορτίο τους είναι σταθερό και στις άλλες δύο φάσεις τοποθετούμε του δύο μονοφασικούς κινητήρες, ένας σε κάθε φάση, γιατί κατά την εκκίνηση απορροφούν μεγάλο ρεύμα και θα ήταν επίπονο για την γραμμή να είχαμε δύο κινητήρες σε μία φάση.

ΦΑΣΕΙΣ		
L ₁	L ₂	L ₃
Γραμμή φωτισμού 1 10 A	Μονοφασικός κινητήρας 0,55 HP 10 A	Μονοφασικός κινητήρας 0,55 HP 10 A
Γραμμή φωτισμού 2 10 A		



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΠΙΝΑΚΑ ΔΙΑΝΟΜΗΣ



ΜΕΛΕΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ

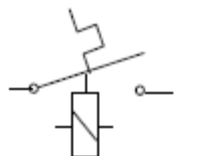
ΥΠΟΜΝΗΜΑ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

 Διακόπτης φορτίου

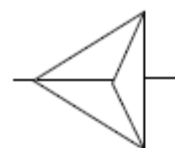
 Μαχαιρωτή ασφάλεια

 Διπολικός διακόπτης φορτίου

 Αυτόματη ασφάλεια

 Αυτόματος διακόπτης υπερφόρτισης

 Ενδεικτική λυχνία

 Διακόπτης αστέρα τριγώνου

 Αυτομετασχηματιστής

 Μονοφασικός κινητήρας

 Τριφασικός κινητήρας

