

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ 1698

**ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΉ ΜΕΛΕΤΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΤΩΝ
ΓΡΑΦΕΙΩΝ ΕΝΟΣ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ ΣΤΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ
ΠΕΡΙΟΧΗ (ΒΙ.ΠΕ.) ΠΑΤΡΩΝ**

ΠΑΠΑΔΗΜΗΤΡΙΟΥ ΧΡΙΣΤΟΣ ΦΑΝΟΥΡΙΟΣ

ΣΤΑΜΟΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΣΧΟΙΝΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2019

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται ηλεκτρολογική μελέτη ενός κτιρίου όπου στεγάζονται τα γραφεία ενός εργοστασίου που βρίσκεται στην βιομηχανική περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.) Πατρών

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία πραγματοποιείται ηλεκτρολογική μελέτη ενός κτιρίου όπου στεγάζονται τα γραφεία ενός εργοστασίου που βρίσκεται στην βιομηχανική περιοχή (ΒΙ.ΠΕ.) Πατρών

Στο πρώτο κεφάλαιο περιγράφονται τα μέσα προστασίας και τα καλώδια που χρησιμοποιούνται σε τέτοιου είδους εγκαταστάσεις.

Ακολουθεί το δεύτερο κεφάλαιο όπου αναλύεται η δομή και η λειτουργία ενός υποσταθμού ο οποίος απαιτείται για την τροφοδότηση του εν λόγω κτιρίου. Αναλύονται επίσης και τα μέσα προστασίας που χρησιμοποιούνται σε έναν υποσταθμό.

Στο τρίτο κεφάλαιο πραγματοποιείται η περιγραφή του συστήματος γείωσης που χρησιμοποιείται στο εν λόγω κτίριο.

Τέλος στο τέταρτο και τελευταίο κεφάλαιο πραγματοποιείται εκτενής περιγραφή των φορτίων και υπολογισμός της πτώσης τάσης, των διατομών των καλωδίων και των ασφαλιστικών μέσων που απαιτούνται σε κάθε γραμμή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	I
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	II
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	3
ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ.....	3
1.1 Ορισμοί	3
1.2 Τυποποιήσεις	4
1.3 Κριτήρια επιλογής καλωδίων	11
1.4 Μονωτικά υλικά	11
1.5 Χρώμα μόνωσης αγωγών.	11
1.6 Συνήθη καλώδια στη ΧΤ.....	12
1.7 Υπολογισμός πτώσης τάσης	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	15
ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ	15
2.1 Πίνακας Μέσης Τάσης	19
2.1.1 Πεδίο μέτρησης	19
2.1.2 Πεδίο αναχώρησης προστασίας μετασχηματιστή	20
2.1.3 Πεδίο αναχώρησης προστασίας μετασχηματιστή	20
2.1.4 Πεδίο μέσης τάσης με αυτόματο διακόπτη	20
2.2 Ηλεκτρικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης.....	23
2.2.1 Γενικοί Πίνακες Διανομής	23
2.2.2 Πίνακες Αντιστάθμισης	23
2.3 Μετασχηματιστής Ισχύος	25

2.3.1	Συνδεσμολογία τυλιγμάτων του μετασχηματιστή ισχύος ...	27
2.4	Διακόπτες Ισχύος.....	29
2.4.1	Τα μέρη του διακόπτη ισχύος	30
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3	32
ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ.....		32
3.1	Λόγοι για προστασία από κεραυνούς και υπέρταση.....	32
3.2	Είδη γείωσης.....	32
3.3	Είδη Ηλεκτροδίων Γείωσης	33
3.4	Θεμελιακή Γείωση.....	33
3.5	Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ).....	36
3.5.1	Κατηγορίες τύπου SPD	37
3.	Η θεμελιακή γείωση	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	43
Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ.....		43
4.1	Συνοπτική παρουσίαση των φορτίων	43
4.2	Υπολογισμοί.....	53
4.2.1	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΦ1 (ΓΡΑΦΕΙΑ – ΙΣΟΓΕΙΟ)	55
4.2.2	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΦ2 (ΓΡΑΦΕΙΑ – ΟΡΟΦΟΣ)	55
4.2.3	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ1	56
4.2.4	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ.....	57
4.2.5	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ2	57
4.2.6	ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ UPS	58
4.2.7	ΠΙΝΑΚΑΣ UPS ΟΡΟΦΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ	58
4.2.8	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ3	59

4.2.9	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ4	59
4.2.10	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	60
4.2.11	ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ	61
4.2.12	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ1	61
4.2.13	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ2	62
4.2.14	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ3	63
4.2.15	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ4	63
4.2.16	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ5	64
4.2.17	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ6	65
4.2.18	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ7	65
4.2.19	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ8Α (ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ)	66
4.2.20	ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ8Β (ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ)	67
4.2.21	ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ	67
4.2.22	Υπολογισμός παροχικού καλωδίου	68
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	69

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μια Εσωτερική Ηλεκτρική Εγκατάσταση (Ε.Η.Ε.) τροφοδοτείται από τις εγκαταστάσεις του παρόχου ηλεκτρικής ενέργειας μέσω του μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας. Από το κιβώτιο του μετρητή αρχίζει η κύρια γραμμή που τροφοδοτεί το σύνολο της Ε.Η.Ε.. Κάθε Ε.Η.Ε. κτιρίου αποτελείται από τα εξής βασικά μέρη:

- Την κύρια γραμμή, δηλαδή τη γραμμή («Γραμμή Μετρητή - Πίνακα») που αναχωρεί από το μετρητή ηλεκτρικής ενέργειας και καταλήγει στον πίνακα διανομής της εγκατάστασης.
- Το γενικό πίνακα και τους υποπίνακες διανομής, εάν υπάρχουν. Για τους οικιακούς καταναλωτές απαιτείται συνήθως μόνο ο γενικός πίνακας. Όμως, σε εκτεταμένες εγκαταστάσεις μεγάλης ισχύος (π.χ. βιοτεχνικές και βιομηχανικές εγκαταστάσεις, εμπορικά κέντρα κλπ.) απαιτείται η ξεχωριστή τροφοδότηση ομοειδών φορτίων (φωτισμού, ρευματοδοτών, κίνησης), κάτι που επιτυγχάνεται με την τοποθέτηση αντίστοιχων υποπινάκων διανομής.
- Τα ηλεκτρικά φορτία (λέγονται και καταναλώσεις), όπως οι ηλεκτρικές μηχανές και οι συσκευές κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας, τα οποία τροφοδοτούνται από τους πίνακες με τα κυκλώματα διακλάδωσης.
- Τις διατάξεις γείωσης προστασίας της εγκατάστασης.

Εκτός από τα παραπάνω μέρη μιας Ε.Η.Ε., τα οποία αφορούν στον καταναλωτή, υπάρχουν η ηλεκτρική παροχή και ο μετρητής ηλεκτρικής ενέργειας της εγκατάστασης. Μια γραμμή που ξεκινάει από τον πίνακα είναι δυνατόν να τροφοδοτεί:

- Είτε μία μόνο συσκευή κατανάλωσης.
- Είτε περισσότερες από μια συσκευές κατανάλωσης.
- Είτε έναν άλλο πίνακα, που λέγεται «δευτερεύων πίνακας».

Ανεξάρτητες ή ευθείες γραμμές, είναι εκείνες που η καθεμία τροφοδοτεί μία μόνο συσκευή κατανάλωσης. Τέτοιες γραμμές στις κατοικίες π.χ. είναι:

- Η γραμμή μαγειρείου που τροφοδοτεί την ηλεκτρική κουζίνα.
- Η γραμμή του ηλεκτρικού θερμοσίφωνα.
- Οι γραμμές που τροφοδοτούν σταθερές συσκευές κατανάλωσης μεγάλης σχετικά ισχύος, όπως π.χ. οι θερμοσυσσωρευτές.
- Οι γραμμές, που η καθεμία τροφοδοτεί ένα μόνο ρευματοδότη (πρίζα), που λέγεται «ενισχυμένη πρίζα». Ρευματοδότες με ανεξάρτητη γραμμή χρησιμοποιούμε για την τροφοδότηση φορητών συσκευών μεγάλης σχετικά ισχύος, π.χ. ηλεκτρικά καλοριφέρ ή συσκευές με ειδικές απαιτήσεις όπως π.χ. ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

Δευτερεύοντες Πίνακες (ή υποπίνακες) χρησιμοποιούνται για την τροφοδότηση των συσκευών κατανάλωσης που βρίσκονται σε κάποια απόσταση ή έχουν κάποιο φυσικό διαχωρισμό από τη θέση που βρίσκεται ο γενικός πίνακας, κατά τρόπο που θα ήταν ασύμφορο να ξεκινούν από το γενικό πίνακα όλες οι γραμμές που χρειάζονται για να τροφοδοτήσουν αυτές τις συσκευές.

Ο αγωγός προστασίας αρχίζει από το κιβώτιο του μετρητή όπου συνδέεται με τον αγωγό γείωσης και μέσω αυτού με το ηλεκτρόδιο γείωσης. Σε όλη τη διαδρομή ο αγωγός προστασίας ακολουθεί τους ενεργούς αγωγούς μέχρι τις συσκευές κατανάλωσης για να συνδεθεί με τα εκτεθειμένα αγώγιμα μέρη τους.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

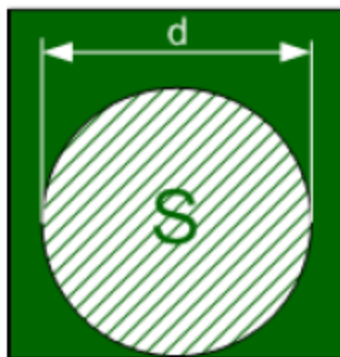
ΑΓΩΓΟΙ ΚΑΙ ΚΑΛΩΔΙΑ

1.1 Ορισμοί

Αγωγός ονομάζεται το αγωγίμο σύρμα, γυμνό ή μονωμένο με μονωτικό περίβλημα, που διοχετεύει ηλεκτρικό ρεύμα. Κατασκευάζεται από χαλκό (Cu) ή αλουμίνιο (Al) και κράματά τους. Αν ο αγωγός είναι από Al, τότε για την ίδια ηλεκτρική ισχύ χρειαζόμαστε μεγαλύτερη διατομή αγωγού (μικρότερη ηλεκτρική αγωγιμότητα του Al σε σχέση με το Cu) $S_{Al} = 1,8 S_{Cu}$, $B_{Al} = 0,558 B_{Cu}$, $d_{Al} = 1,34 d_{Cu}$

Οι αγωγοί διακρίνονται ως:

- Μονόκλωνοι: Λιγότερο εύκαμπτοι και με διατομή μέχρι 16 mm^2 .



$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

ΕΙΚΟΝΑ 1: Μονόκλωνος αγωγός

- Πολύκλωνοι ή και Λεπτοπολύκλωνοι: Περισσότερο εύκαμπτοι



$$S = \frac{\pi d^2}{4} n$$

ΕΙΚΟΝΑ 2: Πολύκλωνος αγωγός

- και με διατομή από 16 mm^2 και πάνω.

Καλώδιο είναι κάθε απλός μονωμένος αγωγός ή σύστημα τέτοιων αγωγών με κοινή προστατευτική επένδυση (ελαστική, πλαστική, μεταλλική κ.α.), η οποία προστατεύει τους αγωγούς από μηχανικές καταπονήσεις και άλλες επιδράσεις π.χ. Υγρασία. Τα καλώδια διακρίνονται σε:

- Μονοπολικά: Ένας μονωμένος αγωγός
- Πολυπολικά: Πολλοί μονωμένοι αγωγοί (διπολικό, τριπολικό, τετραπολικό,..., πολυπολικό).

1.2 Τυποποιήσεις

Οι αγωγοί και τα καλώδια που κυκλοφορούν στο εμπόριο είναι τυποποιημένα τόσο ως προς το μέγεθος της διατομής τους όσο και ως προς τα κατασκευαστικά τους χαρακτηριστικά και τη χρήση για την οποία προορίζονται. Μέχρι πρόσφατα τα καλώδια που υπήρχαν στο εμπόριο ακολουθούσαν τα γερμανικά πρότυπα VDE. Τώρα υπάρχουν αγωγοί και καλώδια εναρμονισμένα κατά CENELEC.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Τυποποιημένες τιμές διατομής αγωγών και καλωδίων (mm²)

0.75	1	1.5	2.5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500
------	---	-----	-----	---	---	----	----	----	----	----	----	----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Παρακάτω φαίνεται ένας πίνακας με τις ονομαστικές τάσεις και εντάσεις καθώς και με τις τάσεις και εντάσεις λειτουργίας των καλωδίων που είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από τις ονομαστικές

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: Ονομαστικές τάσεις και εντάσεις και τάσεις και εντάσεις λειτουργίας των καλωδίων που είναι ελαφρώς μεγαλύτερες από τις ονομαστικές

Coordination of cable - Nominal Voltages

Nominal voltages U_0 / U (kV)	For three phase systems (kV)	For one phase alternating current	
		Both phase conductors insulated (kV)	One phase conductor earthed (kV)
0.6 / 1	1	1.2	0.6
3.6 / 6	6	7.2	3.6
6 / 10	10	12	6
12 / 20	20	24	12
18 / 30	30	36	18

Coordination of maximum permissible Operating Voltages

Nominal voltages U_0 / U (kV)	Maximum voltage for three phase systems (kV)	Maximum voltage for one phase alternating current	
		Both phase conductors insulated (kV)	One phase conductor earthed (kV)
0.6 / 1	1.2	1.4	0.7
3.6 / 6	7.2	8.3	4.1
6 / 10	12	14	7
12 / 20	24	28	14
18 / 30	36	42	21

Note:

Cable with U_0 / U 0.6 / 1 kV is allowed for **Direct Current Systems**, of those, the maximum operating voltage conductor / conductor 1.8 kV or conductor / earth 1.8 kV not to be exceeded.

Οι κωδικοί τύποι δείχνουν την τυποποίηση που έχει χρησιμοποιηθεί, το είδος του μανδύα, τη μόνωση, το είδος και τον αριθμό των αγωγών και άλλες κατασκευαστικές ιδιομορφίες

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Ονομασία κώδικα για καλώδια ισχύος, σύμφωνα με
DIN VDE 0250**

N	VDE Standard		
X	(N) or X as per VDE		
	Insulation material		
Y	PVC		
X	Crosslinked PVC (XLPVC)		
G	Elastomers		
HX	Halogen free materials		
	Cable designation		
A	Cored cable		
D	Solid wire		
AF	Fine wire cored cable		
LH	Connecting cable light mechanical load		
MH	Connecting cable medium mechanical load		
SH	Connecting cable heavy mechanical load		
SSH	Connecting cable special load		
SL	Control cable - welding cable		
S	Control cable		
LS	Light control cable		
FL	Flat cable		
SI	Silicone cable		
Z	Twin cable		
GL	Glass filament		
LI	Stranded core to (VDE 0812)		
LIF	Stranded core to VDE 0812 superfine wire		
			Special features
		T	Support wire
		O	Enhanced oil resistance
		U	Flame retardant
		W	Head resistant, weather resistant
		C	Screen braiding
		D	Screen as envelope with copper wire
		S	Steel wire braid as mechanical protection
			Sheaths
		Y	PVC
		X	Crosslinked PVC (XLPVC)
		G	Elastomers
		HX	Halogen free materials
		P	Polyurethane
			Protective conductor
		O	Without protective conductor
		J	With protective conductor

ΠΙΝΑΚΑΣ 4: Ονομασία κώδικα για καλώδια ισχύος σύμφωνα με DIN VDE 0271/0276

Construction Reference	
Designation Identification	
N	VDE standard
(N)	Similar to VDE standard
Conductor Material	
A	Aluminium conductor
-	Copper conductor
Insulating Materials	
Y	PVC
2X	Cross linked PE (XLPE)
-	Impregnated paper
Concentric Conductor (Screen)	
C	Concentric conductor of copper
CW	Concentric conductor of copper in waveconal formation
CE	Concentric conductor of copper over each individual core
S	Screen of copper wires
SE	Screen of copper wires over each individual core
H	Conductive layers
(F)	Longitudinally water proof screen
Armouring	
B	Steel tape armouring
F	Galvanized flat steel wires
G	Counter helix of galvanized steel tape
R	Galvanized round steel wires
Sheath Material	
A	Oversheath made of fibrous material
K	Lead sheath
KL	Aluminium sheath
Y	PVC
2Y	PE
Protective Conductor	
J	with protective conductor
O	without protective conductor
Number of Cores	
Conductor Cross Section In mm²	
Conductor Type	
r ...	Circular conductor
s ...	Sector conductor
o ...	Oval conductor
... e ...	Circular, solid conductor
... m	Stranded conductor
... h	Hollow circular conductor
/ V	Compact conductor
Rating Voltage	
0,6 / 1	KV
3,6 / 6	KV
6,0 / 10	KV

Οι αγωγοί και τα καλώδια εμπορίου εμφανίζονται πλέον με τη νέα τους σήμανση (ενδεικτικό HAR πάνω στα υλικά και στη συσκευασία τους). Πιο συγκεκριμένα, η νέα σήμανση αποτελείται από δύο τμήματα, από τα οποία το πρώτο μπορεί να εμφανίζει μέχρι 5 επιμέρους στοιχεία (μέγιστο αριθμό) και το δεύτερο μέχρι 4 επιμέρους στοιχεία(μέγιστο αριθμό), σύμφωνα με την παρακάτω σειρά:

A ΤΜΗΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ:

1) Κανονισμός:

H : Εναρμονισμένος Κανονισμός

A : Εθνικός κανονισμός

2) Ονομαστική τάση λειτουργίας (U₀/U):

03 : 300/300 V

05 : 300/500 V

07 : 450/750 V

3) Μόνωση :

V : PVC

R : Λάστιχο (φυσικό - συνθετικό)

S : Λάστιχο σιλικόνης

4) Εσωτερική επένδυση - Μανδύας :

V : PVC

R : Λάστιχο (φυσικό - συνθετικό)

N : Λάστιχο από χλωροπρένιο (νεοπρένιο)

J : Πλέγμα υαλονήματος

T : Ύφασμα

5) Άλλα στοιχεία κατασκευής (εξειδικευμένα):

H : πλακέ (σειρίδα ή κορδώνι) με διαχωριστικό ανάμεσα στους

αγωγούς

H2 : πλακέ (σειρίδα ή κορδώνι) χωρίς διαχωριστικό ανάμεσα στους αγωγούς

B ΤΜΗΜΑ ΣΗΜΑΝΣΗΣ:

6) Είδος αγωγού

U : Μονόκλωνος

R : Πολύκλωνος

K : Λεπτοπολύκλωνος (μόνιμες εγκαταστάσεις)

F : Λεπτοπολύκλωνος (εύκαμπτος)

H : Υπερλεπτοπολύκλωνος

Υ : Ίνες χαλκού τυλιγμένες γύρω από υφασμάτινο πυρήνα

7) Συνολικός αριθμός αγωγών

Εδώ αναγράφεται το σύνολο των αγωγών

8) Αγωγός προστασίας

X : χωρίς αγωγό προστασίας

G : με αγωγό προστασίας

9) Τυποποιημένη Διατομή

π.χ. 1,5 - 2,5 κ.τ.λ.

Ακολουθεί πίνακας αντιστοιχίας των παλαιών τύπων με τους νέους τύπους καλωδίων εμπορίου για τη σωστή επιλογή τους στην Ε.Η.Ε. Ο πίνακας αυτός χρησιμοποιείται ευρύτατα σε σεμινάρια ηλεκτρολόγων.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5: Τύποι καλωδίων και οι αντίστοιχες χρήσεις τους

Τύπος καλωδίου	Παλαιότερη ονομασία	Ονομαστική τάση	Προδιαγραφή	Περιγραφή	Χρήση
H05V-K		300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός κατάλληλος για σταθερές, προστατευμένες εγκαταστάσεις, μέσα σε συσκευές και μέσα ή πάνω σε βάσεις φωτιστικών
H07V-U	NYA (re)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Μονόκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-R	NYA (m)	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Πολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H07V-K	NYAF	450/750V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.3)	Εύκαμπτος, λεπτοπολύκλωνος αγωγός με μόνωση PVC χωρίς μανδύα	Αγωγός για γενικές χρήσεις, κατάλληλος για τοποθέτηση σε σωλήνες, πάνω ή μέσα σε τοίχο, σε πίνακες ή άλλους κλειστούς χώρους
H05VV-U	NYMA05VV-U	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δύσκαμπτο μονόκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
H05VV-R	NYM (m)A05VV-R	300/500V	ΕΛΟΤ 563 (HD 21.4)	Ελαφρύ καλώδιο, με δύσκαμπτο πολύκλωνο αγωγό χαλκού, με μόνωση και μανδύα PVC	Καλώδιο κατάλληλο για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις σε ξηρούς ή υγρούς χώρους
NYIFY-J& NYIFY-O		230/400V	VDE 0250.201	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους μονόκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Ελαφρύ καλώδιο, δύσκαμπτο, για τοποθέτηση σε σταθερές εγκαταστάσεις όπου η μορφή του διευκολύνει. Σε ξηρούς χώρους, κάτω από το επίχρισμα
H03VH-H	NYFAZ	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Καλώδιο πεπλατυσμένο, εύκαμπτο, με παράλληλους πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από PVC	Πολύ εύκαμπτο καλώδιο για πολύ ελαφρές χρήσεις σε κατοικίες και γραφεία. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες
H03VV-F	NYLHY	300/300V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC, ελαφρού τύπου	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία. Για την τροφοδότηση ελαφρών φορητών συσκευών όπου χρειάζεται ευκαμπτότητα χωρίς μεγάλες καταπονήσεις. Ακατάλληλο για τροφοδότηση συσκευών με υψηλές θερμοκρασίες.
H05VV-F	NYMHY	300/500V	ΕΛΟΤ 563.5 (HD 21.5)	Εύκαμπτο καλώδιο με μόνωση και μανδύα από PVC	Εύκαμπτο καλώδιο για γενική χρήση σε κατοικίες, μαγειρεία και γραφεία και για την τροφοδότηση συσκευών ακόμα και σε ξηρούς ή υγρούς χώρους και μέτριες καταπονήσεις.
H07RN-F	NSHou	450/750V	ΕΛΟΤ 623.4 (HD 22.4)	Καλώδιο με πολύκλωνους αγωγούς με μόνωση και μανδύα από ελαστικό	Καλώδιο κατάλληλο για εγκατάσταση σε ξηρούς, υγρούς ή βρεγμένους χώρους, στο ύπαιθρο. Για μέσες μηχανικές καταπονήσεις στις βιομηχανίες, σε εργοστάσια και αγροτικά έργα, για κινητές ή σταθερές εγκαταστάσεις.
E1W-U	NYU-0.6/1KV/J1V-V-U	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρογγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-R	NYU-0.6/1KV/J1V-V-R	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με μονόκλωνους, στρογγυλούς αγωγούς	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
E1W-S	NYU-0.6/1KV/J1V-V-S	600/1000 V	ΕΛΟΤ 843	Καλώδιο ισχύος με μόνωση και μανδύα PVC, με πολύκλωνους, αγωγούς κυκλικού τομέα	Καλώδιο ισχύος για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
XLPE/PVC		600/1000 V	IEC 60502-1	Καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE και μανδύα από PVC	Καλώδιο για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.
XLPE/PVC /SWA/PVC & XLPE/PVC /AWAA/PVC		600/1000 V	BS 5467	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από PVC	Καλώδιο ισχύος, οπλισμένο, για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή απευθείας στο έδαφος.
XLPE/LSF (LSZH)S WALS(LSZH)		600/1000 V	BS 6724	Οπλισμένο καλώδιο ισχύος με μόνωση XLPE, εσωτερικό και εξωτερικό μανδύα από LSF, χαμηλών επιπέδων εκπομπής τοξικών αερίων και καπνού κατά την καύση	Καλώδιο ισχύος ελεύθερο αλογόνων για σταθερή εγκατάσταση σε εσωτερικούς ή εξωτερικούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος εντός σωλήνων. Κατάλληλο για χώρους, όπου σε περίπτωση φωτιάς, από την έκλυση καπνού, απειλούνται άνθρωποι και ο υπάρχον εξοπλισμός.
NYCY & NYCWY		600/1000 V	VDE 0276-603, VDE 0276-627	Καλώδιο ισχύος και ελέγχου με μόνωση και μανδύα από PVC, συγκεντρικό αγωγό	Καλώδιο ισχύος και ελέγχου για σταθερή εγκατάσταση σε ξηρούς ή υγρούς χώρους, στον αέρα ή στο έδαφος.

1.3 Κριτήρια επιλογής καλωδίων

Κατά την επιλογή της διατομής των αγωγών μιας γραμμής μεταφοράς ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. κυκλώματα διακλάδωσης, γραμμή παροχής ΕΗΕ κλπ.) πρέπει να ικανοποιούνται δύο βασικά κριτήρια.

1. Οι αγωγοί να διαρρέονται από τη μέγιστη ένταση ρεύματος που αντέχουν, χωρίς η αναπτυσσόμενη θερμότητα σε αυτούς να προκαλέσει καταστροφή της μόνωσής τους. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της γραμμής (!!!).
2. Η επιλεγείσα διατομή των αγωγών να μη προκαλέσει πτώση τάσης μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τιμή. Το κριτήριο αυτό εξασφαλίζει την οικονομική και καλή λειτουργία των φορτίων της εγκατάστασης

Ο υπολογισμός της διατομής των αγωγών μιας ηλεκτρικής γραμμής πραγματοποιείται, λαμβάνοντας υπόψη: την επιτρεπτή πτώση τάσης στη γραμμή, το μήκος και το φορτίο της γραμμής. Η επιλογή της διατομής των αγωγών γίνεται από πίνακες, με βάση τον τρόπο εγκατάστασης της γραμμής, την ένταση φόρτισης και το είδος της μόνωσης των αγωγών.

1.4 Μονωτικά υλικά

Τα μονωτικά υλικά που χρησιμοποιούνται στους αγωγούς και τα καλώδια των ΗΕ και η μέγιστη συνεχώς επιτρεπόμενη θερμοκρασία είναι:

- το πολυβινυλοχλωρίδιο (PVC), 70°C,
- το αιθυλενιούχο προπυλαινιούχο ελαστικό (EPR, B2,3G), 90°C,
- το δικτυωμένο πολυαιθυλένιο (XLPE, 2X), 90°C

Οι αγωγοί των γραμμών των ΗΕ κατασκευάζονται συνήθως από χαλκό, σπάνια δε από αλουμίνιο. Οι αγωγοί περιβάλλονται από τη δική τους μόνωση, κύρια μόνωση και εξωτερικά καλύπτονται από πρόσθετη μόνωση, τη μόνωση μανδύα.

1.5 Χρώμα μόνωσης αγωγών.

- Αγωγοί φάσης: οποιοδήποτε χρώμα, εκτός από κίτρινο-πράσινο και ανοιχτό μπλε. Συνήθως, χρησιμοποιούνται καφέ-μαύρο ή μαύρο με αριθμούς.
- Ουδέτερος αγωγός: ανοιχτό μπλε (ή παλιά γκρίζο).
- Αγωγός προστασίας (γείωσης): κίτρινο-πράσινο.

Απαγορεύεται η χρήση κιτρινοπράσινου αγωγού σε φάσεις.

1.6 Συνήθη καλώδια στη ΧΤ

- J1VV (κατά IEC 60502 ή ΕΛΟΤ 843), NYV (κατά VDE 0271). Για εγκατάσταση σε περιβάλλοντα υψηλών απαιτήσεων, όπως χώμα, νερό.



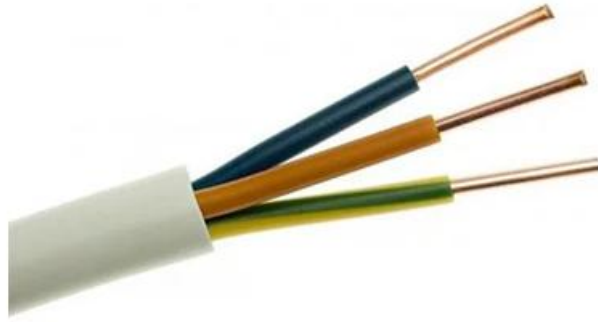
ΕΙΚΟΝΑ 3: Καλώδιο J1V ή NYV

- H05VV-R ή A05VV-R (κατά CENELEC), NYM (κατά VDE 0250). Για εγκατάσταση στον αέρα, μέσα ή πάνω σε επίχρισμα (σουβάς).



ΕΙΚΟΝΑ 4: Καλώδιο H05VV-R ή A05VV-R ή NYM

- H05VVU1 ή NYA, μονόκλωνοι αγωγοί με μόνωση από PVC για εγκατάσταση μόνο μέσα σε ηλεκτρολογικούς (μεταλλικούς ή πλαστικούς) σωλήνες, για λόγους προστασίας.



ΕΙΚΟΝΑ 5: Καλώδιο H05VVU1 ή NYA

- Η 05 VV-F ή Η 05 RN-F κατάλληλα για εύκαμπτες συνδέσεις.



ΕΙΚΟΝΑ 6: Καλώδιο Η 05 VV-F ή Η 05 RN

1.7 Υπολογισμός πτώσης τάσης

Η πτώση τάσης σε μια γραμμή ΕΗΕ είναι η διαφορά των ενεργών τιμών των τάσεων στο μετρητή και στο σημείο κατανάλωσης (φορτίο) ηλεκτρικής ενέργειας, οφείλεται δε στην αντίσταση της γραμμής. Σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ HD384, 525, η αποδεκτή πτώση τάσης σε μια γραμμή τροφοδοσίας πρέπει να είναι $\leq 4\%$ της ονομαστικής τάσης τροφοδότησης της ΗΕ. Σε δίκτυο ΧΤ της ΔΕΗ: 400 (V) / 230 (V), 50 (Hz) η φασική και η πολική πτώση τάσης είναι 9,2 (V) και 16 (V) αντίστοιχα. Ο έλεγχος της διατομής γραμμής σε πτώση τάσης γίνεται από το σημείο παροχέτευσης της ΔΕΗ (π.χ. μετρητής ή μετασχηματιστής ΜΤ/ΧΤ) έως το πιο δυσμενές φορτίο.

Το κύκλωμα διακλάδωσης με το πιο δυσμενές φορτίο είναι αυτό που παρουσιάζει το μεγαλύτερο γινόμενο μήκους γραμμής επί ρεύματος φορτίου του κυκλώματος διακλάδωσης. Ο περιορισμός της πτώσης τάσης επιβάλλεται για λόγους λειτουργικούς και ενεργειακής κατανάλωσης. Μεγάλη πτώση τάσης στη γραμμή σημαίνει μικρή τάση λειτουργίας στο φορτίο, με αποτέλεσμα την πρόκληση λειτουργικών προβλημάτων στο φορτίο (κίνησης, φωτισμού, ηλεκτρονικών διατάξεων, κυκλωμάτων ελέγχου κλπ.). Χαμηλή τάση λειτουργίας

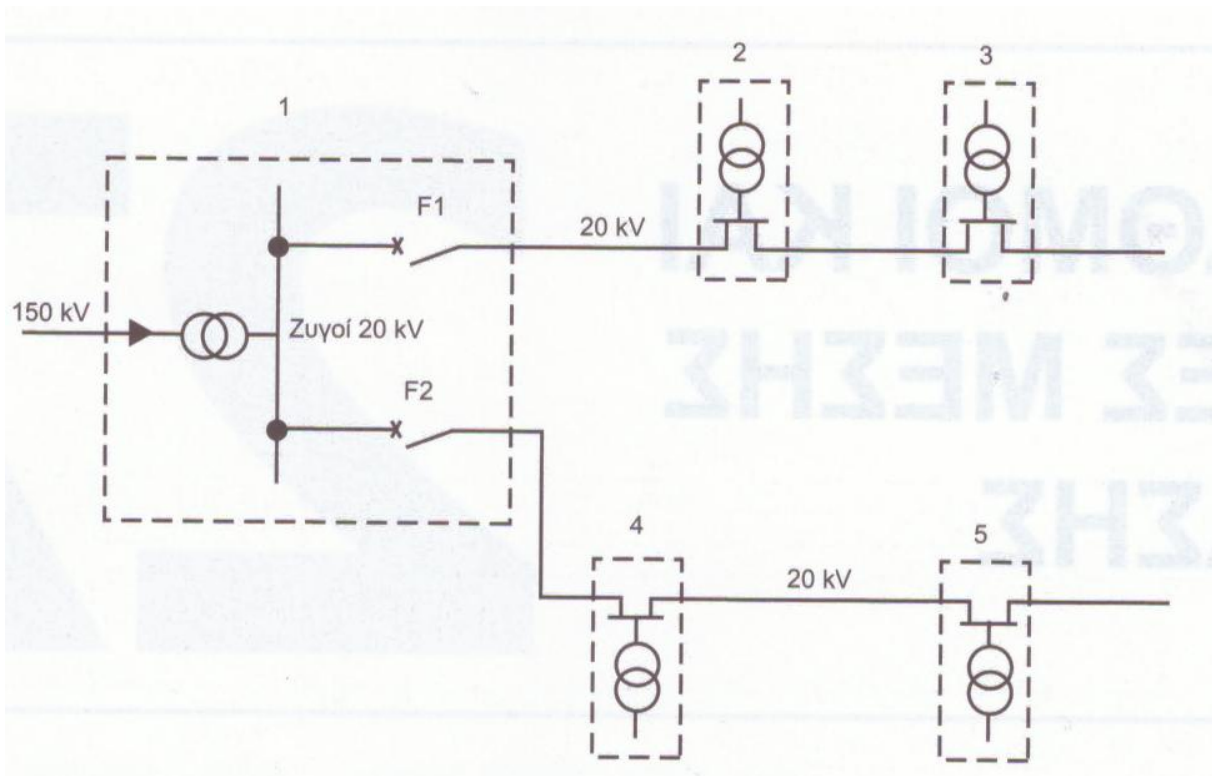
σημαίνει: μείωση της ροπής εκκίνησης και φορτίου των κινητήρων, μειωμένη φωτεινή απόδοση των λαμπτήρων πυράκτωσης, αδυναμία οπλισμού ηλεκτρονόμων, δυσλειτουργία Η/Υ κλπ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

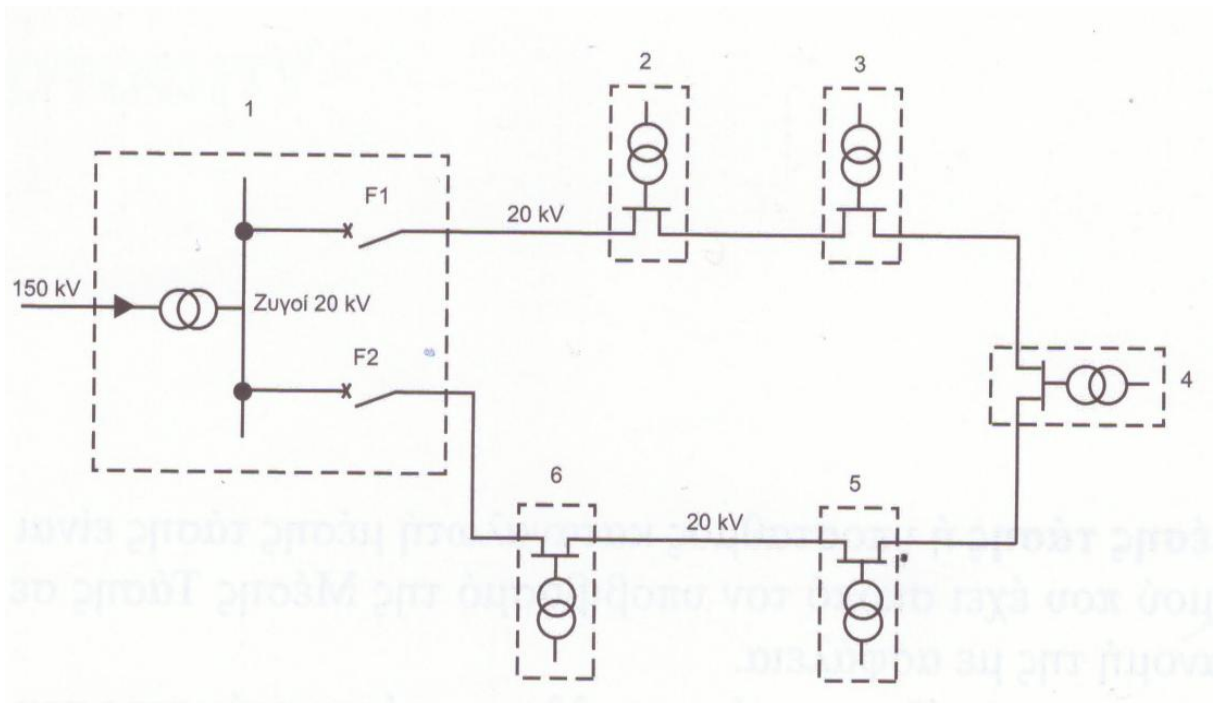
ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ

Υποσταθμός μέσης τάσης ή υποσταθμός καταναλωτή είναι το σύνολο του εξοπλισμού που έχει σκοπό τον υποβιβασμό της μέσης τάσης σε χαμηλή τάση και τη διανομή της με ασφάλεια.

Η ΔΕΗ στους υποσταθμούς μεταφοράς υποβιβάζει την υψηλή τάση από τα 150 KV ή τα 400KV στη μέση τάση των 20KV. Τα δίκτυα μέσης τάσης (εναέρια ή υπόγεια) μπορεί να είναι ακτινωτά (συνήθως τα εναέρια δίκτυα είναι ακτινωτά) ή βροχοειδή (τα υπόγεια δίκτυα είναι συνήθως βροχοειδή)



ΕΙΚΟΝΑ 9: Ακτινωτό δίκτυο Μέσης Τάσης
1: Υποσταθμός 150/20KV,
F1, F2: Ασφαλειοαποζεύκτες Μέσης Τάσης,
2, 3, 4, 5: Υποσταθμοί 20/0.4 KV



ΕΙΚΟΝΑ 10:Βροχοειδές δίκτυο Μέσης Τάσης
1:Υποσταθμός 150/20KV,
F1,F2: Ασφαλειοαποζεύκτες Μέσης Τάσης,
2,3,4,5,6:Υποσταθμοί 20/0.4 KV

Η ανάγκη για την κατασκευή ενός Υποσταθμού Μ.Τ. παρουσιάζεται όταν οι απαιτήσεις ισχύος ενός καταναλωτή ξεπερνούν τα 135kVA που είναι η μεγαλύτερη παροχή Χαμηλής τάσης που προσφέρει η ΔΕΗ. Τότε ο πελάτης πρέπει να κατασκευάσει δικό του Υποσταθμό με παροχή Μέσης τάσης 20kV από την ΔΕΗ σύμφωνα με τα σχέδια και τις οδηγίες αυτής.

Οι Υποσταθμοί Μέσης Τάσης έχουν νευραλγική σημασία στα ηλεκτρικά δίκτυα διανομής καθώς είναι τα σημεία η Μέση Τάση του δικτύου ΔΕΗ μετασχηματίζεται από τα 20,15 ή 6,6kV σε Χαμηλή Τάση 400/230V για χρήση σε βιομηχανικούς ή οικιακούς καταναλωτές. Όταν πρόκειται για την παραγωγή ενέργειας όπως από Φωτοβολταϊκά πάρκα, Αιολικά πάρκα, ΜΥΗΕ (Μικρά Υδροηλεκτρικά Έργα) γίνεται ανύψωση της τάσης στα 20kV για να είναι εφικτή η διασύνδεση με το δίκτυο Μ.Τ. της ΔΕΗ.

Τα βασικά μέρη ενός Υποσταθμού Μέσης Τάσης είναι τα παρακάτω :

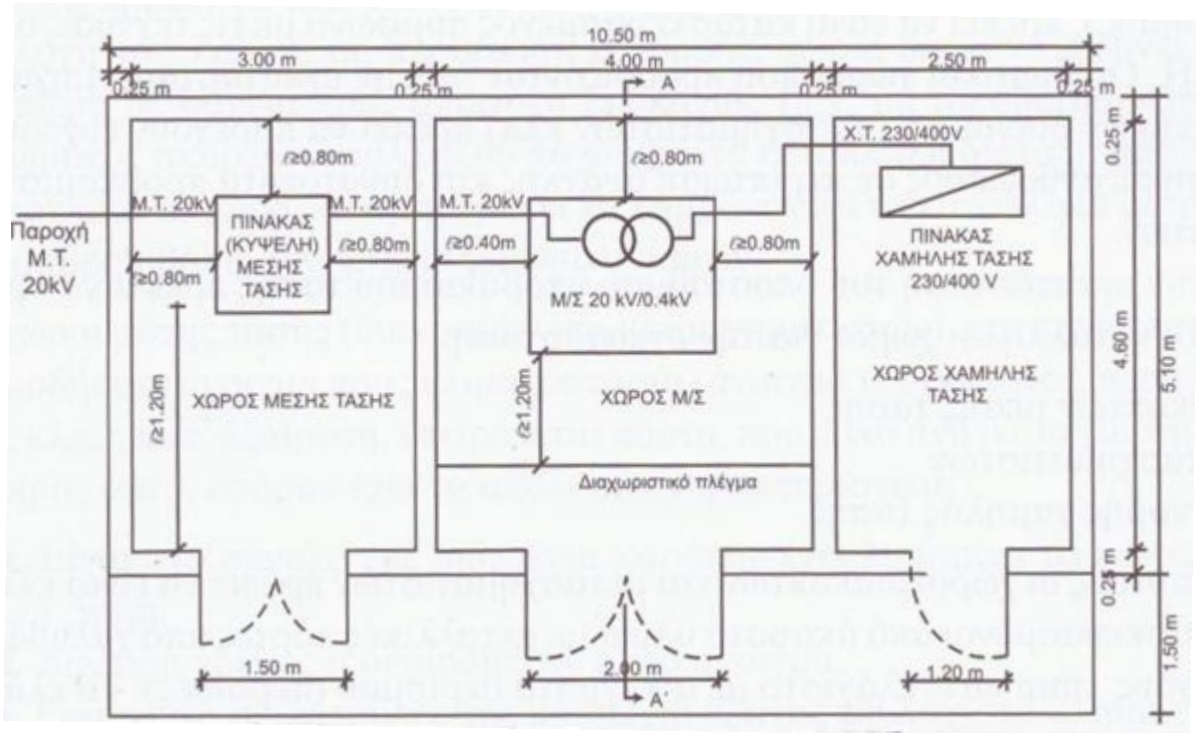
- Μετασχηματιστής Ισχύος, Ελαίου ή Χυτορητίνης
- Πίνακας Μέσης Τάσης
- Πίνακας Χαμηλής Τάσης

Ο παραπάνω εξοπλισμός μπορεί να εγκατασταθεί είτε σε εσωτερικό χώρο ή σε **Υπαίθριο Υποσταθμό (κιόσκι)**, πάντα σύμφωνα με τις προδιαγραφές της ΔΕΗ, τα διεθνή πρότυπα ασφάλειας και τις απαιτήσεις της εγκατάστασης.

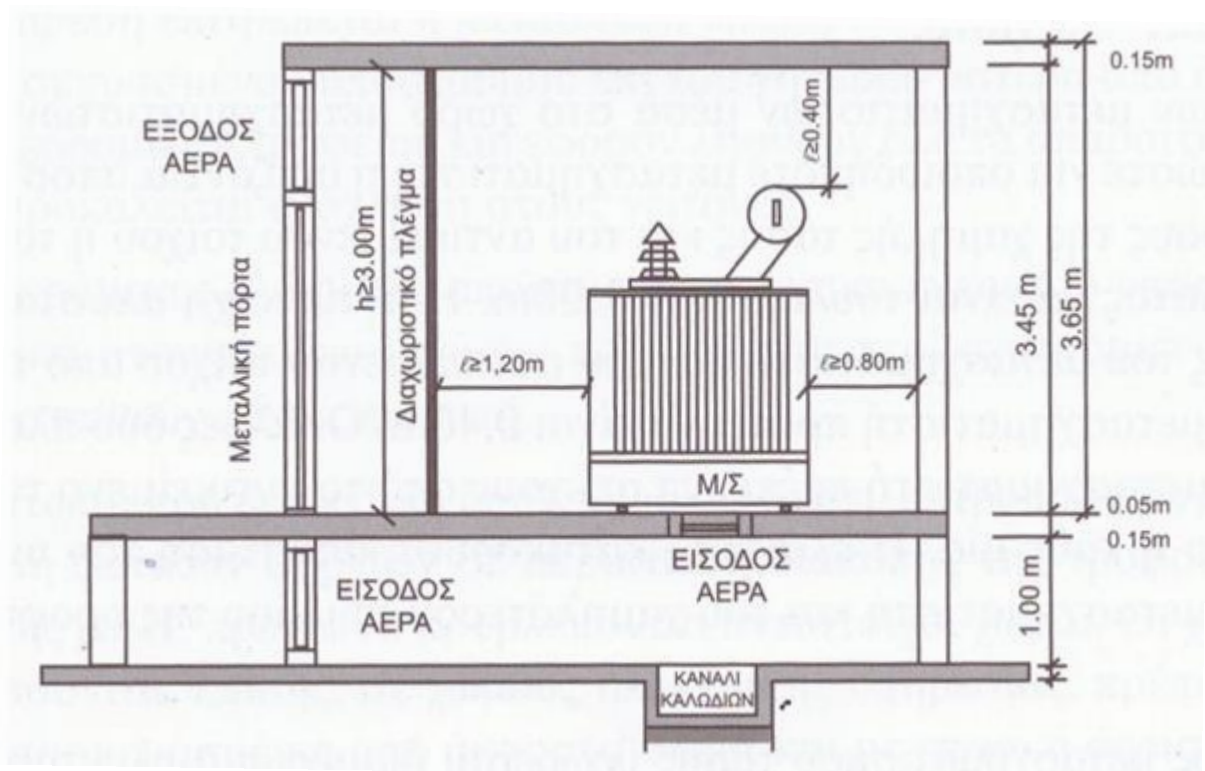


ΕΙΚΟΝΑ 11: Υπαίθριος οικίσκος υποσταθμού

Οι υποσταθμοί εσωτερικού χώρου πρέπει να κατασκευάζονται σύμφωνα με τον κτιριοδομικό κανονισμό και τις απαιτήσεις της ΔΕΗ (οδηγία 34). Οι ελεύθερες διαστάσεις που απαιτεί η ΔΕΗ για μια απλή εγκατάσταση υποσταθμού μέσης τάσης είναι 4.6m x 2.6m x 3m



ΕΙΚΟΝΑ 11:Κάτοψη χώρων υποσταθμού μέσης τάσης



ΕΙΚΟΝΑ 12:Τομή χώρου Μ/Σ

2.1 Πίνακας Μέσης Τάσης

Αποτελείται από ένα ή περισσότερα πεδία (κυψέλες) στα οποία συνδέονται τα καλώδια της κεντρικής παροχής (καλώδια άφιξης από τη ΔΕΗ) και τα καλώδια αναχώρησης για τους μετασχηματιστές ισχύος. Ο πίνακας κατασκευάζεται από χαλύβδινη λαμαρίνα, πάχους από 1.5 mm μέχρι 3mm (για λόγους στιβαρότητας και αντοχής στο ηλεκτρικό τόξο) και διαστάσεις 0.7 έως 1.2m πλάτος, 1 έως 1.2m βάθος και από 2 έως 2.5m ύψος (τυποποιημένες διαστάσεις 0.7m πλάτος, 1.15m βάθος και 1.95m ύψος). Κάθε πεδίο φέρει στο εμπρόσθιο μέρος άνοιγμα (πόρτα) για τη συναρμολόγηση του πίνακα. Η άφιξη και η αναχώρηση των καλωδίων στα πεδία μέσης τάσης γίνεται από το κάτω μέρος, στο εσωτερικό του δαπέδου, όπου υπάρχουν διαμορφωμένα κανάλια για την όδευση των καλωδίων.

Κάθε πεδίο του πίνακα αποτελείται από διαμερίσματα, όπως διακοπτικού εξοπλισμού, μπαρών, συνδέσεως καλωδίων ισχύος, μηχανισμού λειτουργίας, χαμηλής τάσης.

Στις παροχές μέσης τάσης εσωτερικού χώρου (σύνδεση με δίκτυο βρόχου) ο πίνακας μέσης τάσης περιλαμβάνει:

- Πεδίο άφιξης καλωδίου από το βρόχο μέσης τάσης
- Πεδίο αναχώρησης καλωδίου προς το βρόχο μέσης τάσης
- Πεδίο μετρήσεων
- Πεδίο αναχώρησης προς μετασχηματιστή

2.1.1 Πεδίο μέτρησης

Το πεδίο μέτρησης περιλαμβάνει:

- Περιστροφικό ασφαλειοαποζεύκτη κενού (συνήθως AS/FB 24KV, 630 A, 16 KA) στην είσοδο με διαφράγματα απομόνωσης χώρου εισόδου των καλωδίων μέσης τάσης, κλειδί ασφαλείας στη θέση OFF.
- Γειωτή στην έξοδο μανδαλωμένο με τον διακόπτη και μανδαλωμένο με την πόρτα της κυψέλης
- Χωρητικούς καταμεριστές (ενδεικτικές λυχνίες)
- Προστατευόμενα ανοίγματα για την καλύτερη επιθεώρηση στο εσωτερικό (είσοδος καλωδίων από κάτω)
- Χειριστήρια

2.1.2 Πεδίο αναχώρησης προστασίας μετασχηματιστή

Περιλαμβάνει:

- Περιστροφικό ασφαλειοαποζεύκτη φορτίου (συνήθως AM/YFB 24KV, 630 A, 16 KA) στην είσοδο με διαφράγματα απομόνωσης χώρου μέσης τάσης (υπό τάση) από τον χώρο ασφαλειών, κλειδί ασφαλείας στη θέση OFF.
- Γειωτή στην έξοδο μανδαλωμένο με τον διακόπτη και μανδαλωμένο με την πόρτα της κυψέλης
- Βάσεις ασφαλειών μέσης τάσης
- Χωρητικούς καταμεριστές (ενδεικτικές λυχνίες)
- Πηνίο εργασίας 220V, 50Hz και βοηθητικές επαφές
- Προστατευόμενα ανοίγματα για την καλύτερη επιθεώρηση στο εσωτερικό (είσοδος καλωδίων από κάτω)
- Χειριστήρια

2.1.3 Πεδίο αναχώρησης προστασίας μετασχηματιστή

Περιλαμβάνει

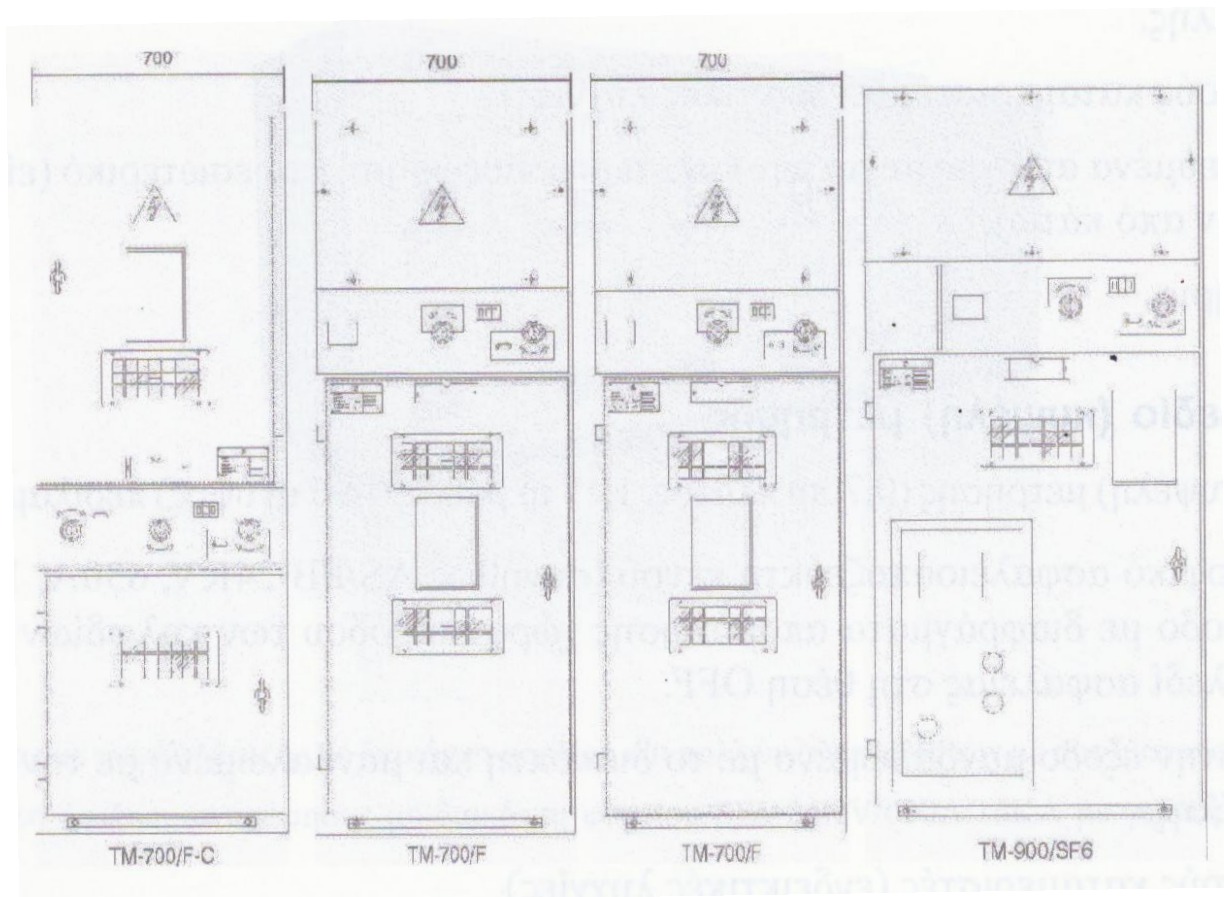
- Περιστροφικό ασφαλειοαποζεύκτη φορτίου (συνήθως AM/YFB 24KV, 630 A, 16 KA) στην είσοδο με διαφράγματα απομόνωσης χώρου μέσης τάσης (υπό τάση) από τον χώρο ασφαλειών, κλειδί ασφαλείας στη θέση OFF.
- Γειωτή στην έξοδο μανδαλωμένο με τον διακόπτη και μανδαλωμένο με την πόρτα της κυψέλης
- Βάσεις ασφαλειών μέσης τάσης
- Χωρητικούς καταμεριστές (ενδεικτικές λυχνίες)
- Πηνίο εργασίας 220V, 50Hz και βοηθητικές επαφές
- Προστατευόμενα ανοίγματα για την καλύτερη επιθεώρηση στο εσωτερικό (είσοδος καλωδίων από κάτω)
- Χειριστήρια

2.1.4 Πεδίο μέσης τάσης με αυτόματο διακόπτη

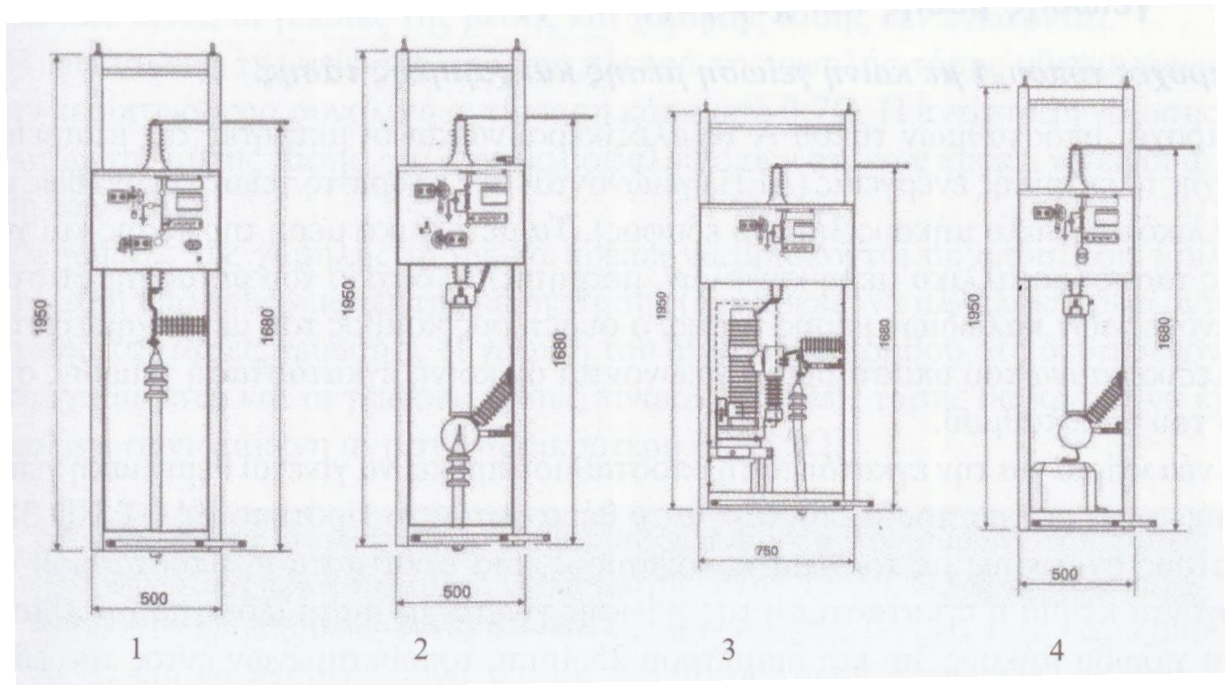
Περιλαμβάνει

- Περιστροφικό ασφαλειοαποζεύκτη φορτίου (συνήθως AR/DC 24KV, 630 A, 16 KA) στην είσοδο με διαφράγματα απομόνωσης του χώρου εισόδου των καλωδίων στη θέση OFF, κλειδί ασφαλείας στη θέση ON.
- Γειωτή στην έξοδο μανδαλωμένο με τον αποζεύκτη και μανδαλωμένο με την πόρτα της κυψέλης

- Χωρητικούς καταμεριστές (ενδεικτικές λυχνίες)
- Draw out αυτόματο διακόπτη εξαφθοριούχου θείου (SF₆) συνήθως HD4/R 24KV, 630A, 16KA με δύο ενσωματωμένους μετασχηματιστές εντάσεως 80/1 και προστασία ηλεκτρονικού τύπου από υπερφόρτιση και βραχυκύκλωμα (50-51), κλειδί ασφαλείας
- Πηνίο εργασίας 220V, 50Hz και βοηθητικές επαφές
- Μαδαλώσεις με την πόρτα της κυψέλης
- Χειριστήρια



ΕΙΚΟΝΑ 13:Σκαρίφημα πεδίων (κυψελών) Μέσης Τάσης (εξωτερική όψη), με τυποποιημένες διαστάσεις (0.7m πλάτος, 1,15m βάθος, 1.95m ύψος)



ΕΙΚΟΝΑ 14 : Σκαρίφημα πεδίων (κυψελών) Μέσης Τάσης (εσωτερική όψη), με τυποποιημένες διαστάσεις (0.5m πλάτος, 1,075m βάθος, 1.95m ύψος)

1. Κυψέλη με διακόπτη φορτίου
2. Κυψέλη προστασίας μετασχηματιστή με ασφαλειοαποζεύκτη
3. Κυψέλη με αυτόματο διακόπτη
4. Κυψέλη μέτρησης

2.2 Ηλεκτρικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης

Οι γενικοί πίνακες διανομής, ανάλογα με το μέγεθος της εγκατάστασης, μπορούν να είναι διαιρούμενοι τύπου πεδίου (για ονομαστική ένταση πάνω από 160Α), επίτοιχοι ή εντοιχισμένοι αν πρόκειται για μικρή εγκατάσταση.

Οι πίνακες τύπου πεδίου, έχουν ευελιξία ως προς τον σχεδιασμό και τις διαστάσεις, σύμφωνα με τις απαιτήσεις της εγκατάστασης και του πελάτη. Κάθε πεδίο είναι επισκέψιμο από την μπροστινή και την πίσω πλευρά με αφαίρεση της πλάτης τους. Ο βαθμός προστασίας του πίνακα μπορεί να είναι ως IP66 ανάλογα με την εφαρμογή. Η δομή κάθε πίνακα είναι τέτοια ώστε να διευκολύνεται η συντήρησή του και η αντικατάσταση του εξοπλισμού. Το διακοπτικό υλικό και τα όργανα μέτρησης μπορούν να τοποθετηθούν στην πρόσοψη του πίνακα για τον εύκολο χειρισμό και οπτικό έλεγχο της κατάστασής του.

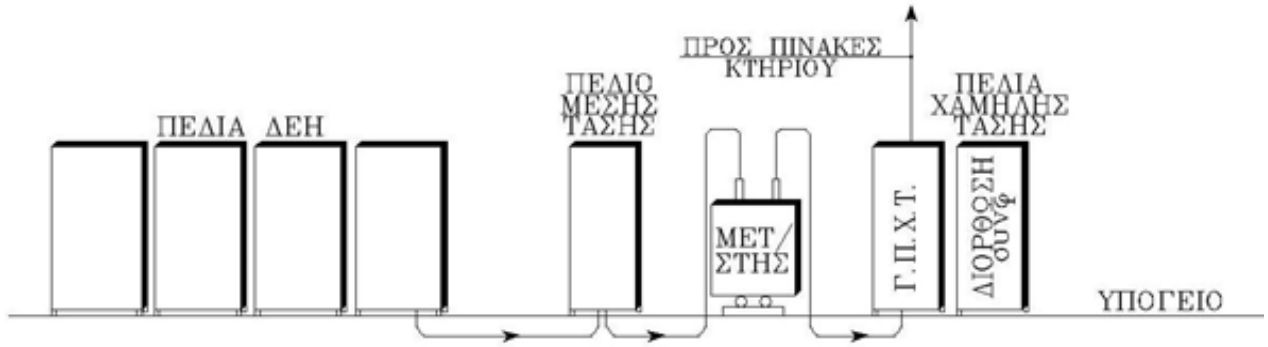
2.2.1 Γενικοί Πίνακες Διανομής

Η αντιστάθμιση της άεργης ισχύος μιας εγκατάστασης επιφέρει σημαντικά μικρότερη κατανάλωση ρεύματος, αποφορτίζοντας και διευκολύνοντας τη μεταφορά ισχύος στο δίκτυο της ΔΕΗ. Ταυτόχρονα, το μικρότερο συνιστάμενο ρεύμα συμβάλει στη μείωση των απωλειών του δικτύου και στη βελτίωση της ποιότητάς του.

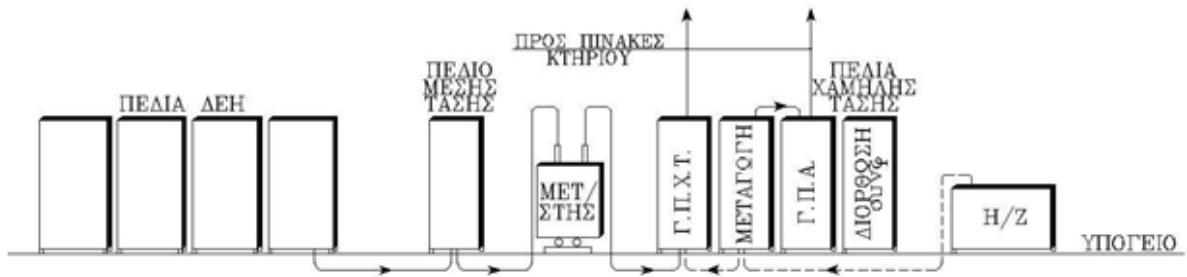
2.2.2 Πίνακες Αντιστάθμισης

Η αντιστάθμιση μπορεί να γίνει είτε κεντρικά είτε τοπικά στα επιμέρους φορτία. Η τοπική αντιστάθμιση είναι πιο ακριβής γιατί τοποθετούνται πυκνωτές με ισχύ πολύ κοντά στην άεργη ισχύ που απαιτεί το φορτίο αλλά έτσι επιβαρύνεται το κοστολόγιο. Γι' αυτό προτιμάται στις περισσότερες περιπτώσεις η κεντρική αντιστάθμιση.

Στους πίνακες κεντρικής αντιστάθμισης ενσωματώνεται συσκευή αυτόματης ρύθμισης ισχύος, η οποία υπολογίζει κάθε στιγμή τη ζήτηση άεργης ισχύος και με βηματικούς συνδυασμούς πυκνωτών ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τα αντίστοιχα ρελέ. Επιπλέον, υπάρχει δυνατότητα τοποθέτησης μόνιμων πυκνωτών για την αντιστάθμιση του φορτίου βάσης της εγκατάστασης.



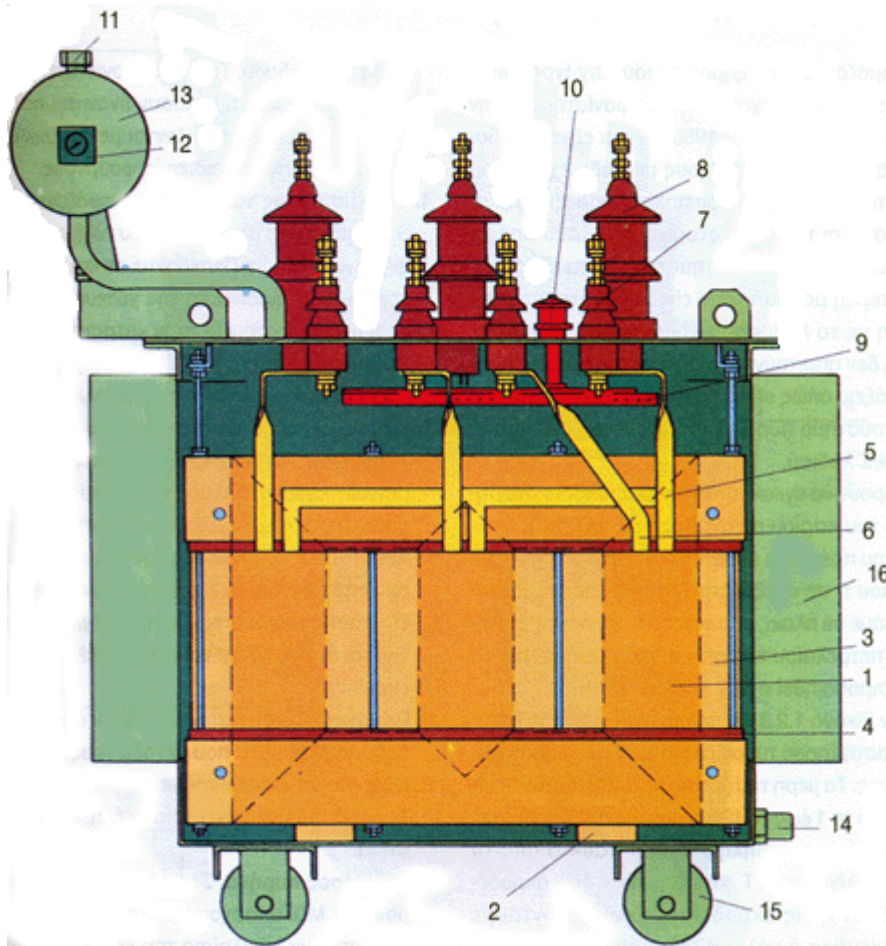
ΕΙΚΟΝΑ 15: Γενικό διάγραμμα υποσταθμού με έναν Μ/Σ χωρίς Η/Ζ



ΕΙΚΟΝΑ 16: Γενικό διάγραμμα υποσταθμού με έναν Μ/Σ και Η/Ζ

2.3 Μετασχηματιστής Ισχύος

Ο Μετασχηματιστής έχει μόνωση λαδιού και αποτελείται από τα παρακάτω μέρη



ΕΙΚΟΝΑ 17: Ένας Μ/Σ σε τομή

- Πυρήνας (Core): Κατασκευάζεται από ειδικά σιδερένια ελάσματα που μεταξύ τους είναι μονωμένα για να ελαττώσουμε τις μαγνητικές απώλειες. Ο πυρήνας έχει τρία σκέλη, ένα για κάθε φάση.
- Στηρίγματα πυρήνα (Core support): Μεταξύ του πυθμένα του δοχείου και του πυρήνα μεσολαβεί κάποια απόσταση για να μπορεί να κυκλοφορεί το λάδι
- Τυλίγματα (Winding): Σε κάθε σκέλος του πυρήνα υπάρχουν δύο τυλίγματα (πηνία). Στο εσωτερικό βρίσκεται το τύλιγμα της χαμηλής τάσης (Χ.Τ.) και εξωτερικά το τύλιγμα της μέσης τάσης. Το τύλιγμα Χ.Τ. είναι κατασκευασμένο από χάλκινες ή αλουμινένιες μπάρες, ενώ το τύλιγμα της Μ.Τ. είναι από χάλκινο σύρμα.
- 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.

- Άκρα των τυλιγμάτων (α): Τα τρία άκρα των τυλιγμάτων χαμηλής τάσης γεφυρώνονται με χάλκινη μπάρα και δημιουργείται ο ουδέτερος κόμβος. Ο ουδέτερος συνδέεται στο κάτω μέρος του μονωτήρα διέλευσης και προκύπτει έτσι ο ακροδέκτης του ουδετέρου (n).
- Άκρα των τυλιγμάτων (β): Τα τρία άλλα άκρα των τυλιγμάτων χαμηλής τάσης συνδέονται στους μονωτήρες διέλευσης και προκύπτουν οι ακροδέκτες 2U, 2V, 2W.
- Μονωτήρες διέλευσης Χ.Τ. (LV bushing) από πορσελάνη: Ονομάζονται μονωτήρες διέλευσης, διότι από μέσα τους διέρχεται το ρεύμα Χ.Τ.. Στον ένα τους ακροδέκτη, που είναι μέσα στο λάδι, συνδέονται οι απολήξεις των τυλιγμάτων Χ.Τ.. Στον άλλο τους ακροδέκτη, που είναι στον αέρα, συνδέονται τα καλώδια Χ.Τ. που αναχωρούν από το Μ/Σ.
- Μονωτήρες διέλευσης Μ.Τ. (MV bushing) από πορσελάνη: Στον ένα τους ακροδέκτη, που είναι μέσα στο λάδι, συνδέονται οι απολήξεις των τυλιγμάτων Μ.Τ.. Στον άλλο τους ακροδέκτη, που είναι στον αέρα, συνδέονται τα καλώδια Μ.Τ. που έρχονται από την κυψέλη προστασίας του Μ/Σ.
- Ρυθμιστής τάσης (off-circuit tap changer): Τα τυλίγματα μέσης τάσης έχουν ενδιάμεσα λήψεις που καταλήγουν σε ένα περιστροφικό διακόπτη. Έτσι έχουμε τη δυνατότητα διαφορετικών λήψεων, δηλαδή 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 (off-circuit).
- Χειριστήριο ρυθμιστή τάσης
- Δοχείο διαστολής (expansion vessel): Η θερμοκρασία του λαδιού σε κανονική λειτουργία του Μ/Σ φτάνει τους 100°C, με αποτέλεσμα τη διαστολή του. Το δοχείο διαστολής συνδέεται με σωλήνα με το δοχείο του Μ/Σ και όσο η θερμοκρασία του λαδιού ανεβαίνει, ανεβαίνει η στάθμη του λαδιού, διώχνοντας τον αέρα που βρίσκεται στο πάνω μέρος του δοχείου. Το αντίθετο συμβαίνει όταν η θερμοκρασία του λαδιού κατεβαίνει. Σήμερα κατασκευάζονται στεγανοί Μ/Σ λαδιού, με ειδικά σχεδιασμένα πτερύγια ψύξης που παίρνουν τις διαστολές του λαδιού και, συνεπώς, δεν χρειάζονται δοχείο διαστολής. Οι στεγανοί (sealed tank) Μ/Σ δεν χρειάζονται συντήρηση, διότι το λάδι δεν έρχεται σε επαφή με τον αέρα και έτσι δεν αλλοιώνεται
- Δείκτης στάθμης λαδιού (oil-level indicator): Υποδεικνύει τη στάθμη του λαδιού στο δοχείο διαστολής.
- Τάπα αερισμού και πλήρωσης με λάδι (Ventilation and filling cap): Από εδώ εξέρχεται ο αέρας που υπάρχει στο δοχείο διαστολής όταν θερμαίνεται το λάδι του Μ/Σ.

- Βάνα αποχέτευσης του λαδιού (Drain plug): Από εδώ γίνεται η εκκένωση του λαδιού.
- Τροχοί κύλησης (Roller): Η μετακίνηση του Μ/Σ μέχρι την τελική του θέση γίνεται με κύληση στους τέσσερις τροχούς του.
- Ψυκτήρες (cooling ribs): Μοιάζουν με τις φέτες των θερμομαντικών σωμάτων ακτινοβολίας και χρησιμεύουν για τη φυσική ψύξη του λαδιού.

2.3.1 Συνδεσμολογία τυλιγμάτων του μετασχηματιστή ισχύος

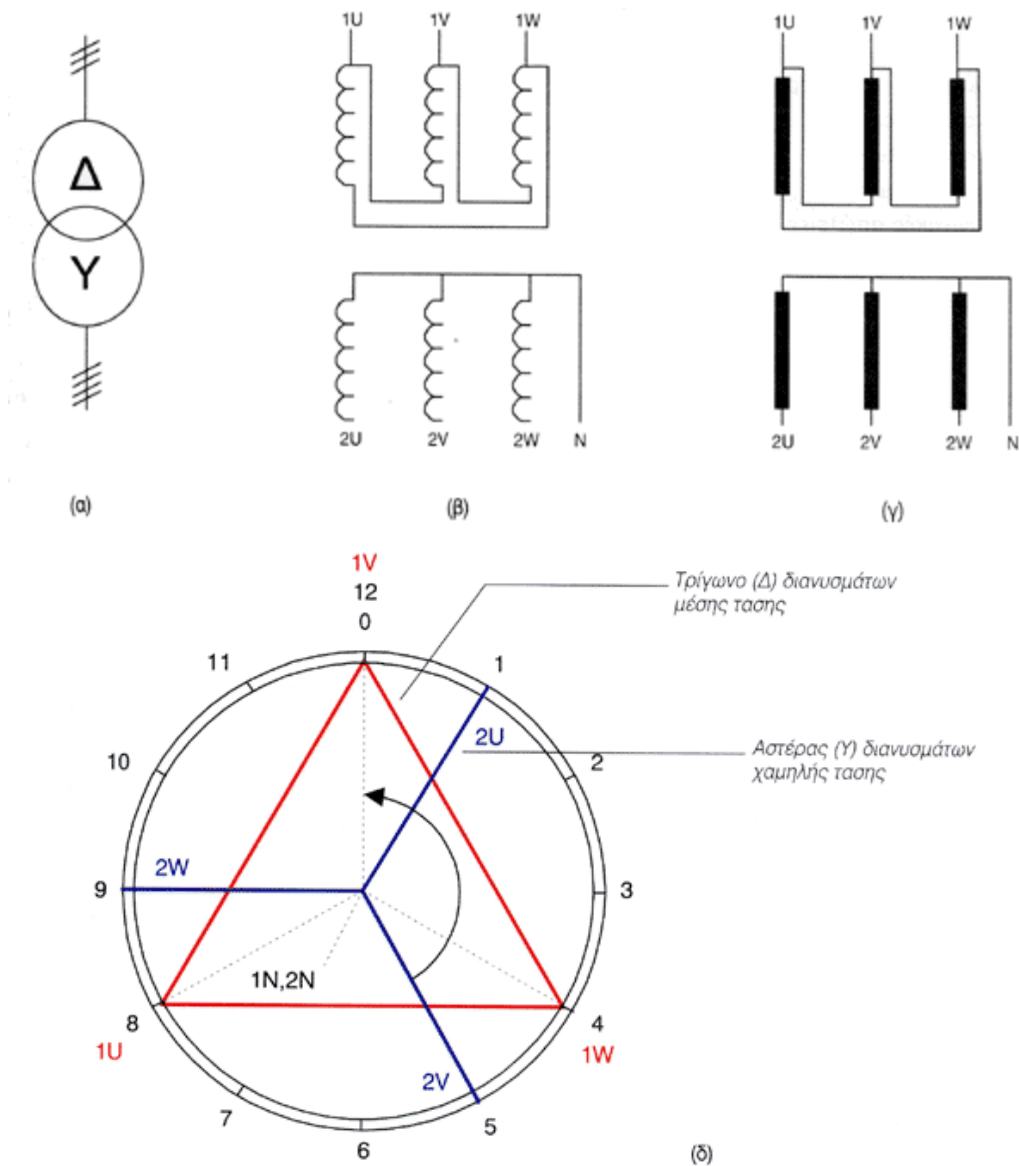
Όπως γνωρίζουμε από τη θεωρία των τριφασικών εναλλασσόμενων ρευμάτων, ένα τριφασικό σύστημα αποτελείται από τρία πηνία που συνδέονται σε τρίγωνο ή αστέρα. Η εναλλασσόμενη τάση κάθε πηνίου παριστάνεται με ένα διάνυσμα, δηλαδή ένα βέλος. Στην περίπτωση συνδεσμολογίας τριγώνου, τα διανύσματα των τριών φάσεων σχηματίζουν ένα ισόπλευρο τρίγωνο ή το κεφαλαίο γράμμα Δ. Στην περίπτωση συνδεσμολογίας αστέρα, τα διανύσματα των τριών φάσεων σχηματίζουν έναν αστέρα ή το κεφαλαίο γράμμα Υ. Και στις δύο παραπάνω περιπτώσεις η γωνία μεταξύ δύο διαδοχικών διανυσμάτων είναι 120° ή αλλιώς μπορούμε να πούμε, ότι η φασική διαφορά μεταξύ δύο διαδοχικών φάσεων είναι 120° .

Στην περίπτωση του Μ/Σ έχουμε δύο τριφασικά συστήματα, ένα στην πλευρά της μέσης και ένα στην πλευρά της χαμηλής τάσης. Για να μπορέσουμε να χαρακτηρίσουμε τη συνδεσμολογία κάθε πλευράς του Μ/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. Όπως φαίνεται στην εικόνα 18, η συνδεσμολογία των Μ/Σ είναι συνήθως Dyn5 ή Dyn 11-(το Dyn5 διαβάζεται δέλτα-ύψιλον-νι-πέντε). Παρακάτω αναλύεται η σημασία του κάθε γράμματος-αριθμού:

- Το πρώτο κεφαλαίο γράμμα D σημαίνει ότι τα τρία τυλίγματα στην πλευρά των 20 kV είναι συνδεδεμένα σε τρίγωνο, δηλαδή σχηματίζουν το γράμμα Δ
- Το δεύτερο μικρό γράμμα y σημαίνει ότι τα τρία 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
- Το τρίτο μικρό γράμμα n σημαίνει ότι στην πλευρά χαμηλής τάσης υπάρχει ακροδέκτης ουδέτερου (neutral)
- Ο τέταρτος αριθμός δείχνει τη φασική διαφορά μεταξύ των διανυσμάτων των τάσεων της ίδιας φάσης στην πλευρά μέσης και της χαμηλής τάσης. Αν το διάνυσμα τάσης της μέσης τάσης (1 V) το θεωρήσουμε ότι είναι στη θέση 12 του ρολογιού, τότε το αντίστοιχο διάνυσμα της χαμηλής τάσης (2 V) είναι στην ώρα 5. Συνεπώς η γωνία μεταξύ των διανυσμάτων 1V και 2V είναι $5 \times 30 = 150^\circ$.

Σημειώνουμε ότι ικανή και αναγκαία συνθήκη για να μπορέσουν δύο Μ/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 σχέσεις τους.



ΕΙΚΟΝΑ 18: Συμβολισμοί τριφασικού μετασχηματιστή:

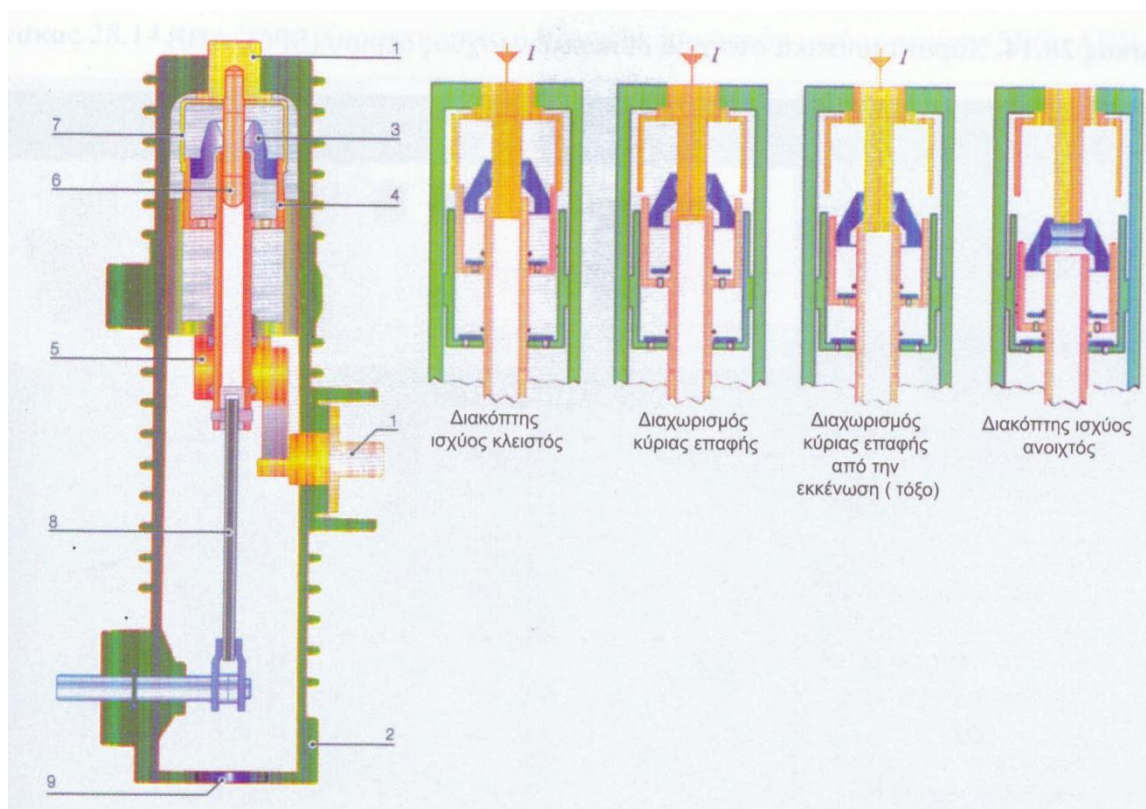
- Μονογραμμικό σύμβολο
- Σύμβολο με ακροδέκτες κατά IEC
- Σύμβολο με ακροδέκτες (παλαιό σύμβολο)
- Ομάδα διανυσμάτων Dyn5

2.4 Διακόπτες Ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος (circuit-breaker) ανοίγουν και κλείνουν το κύκλωμα τόσο σε κανονικές συνθήκες όσο και σε βραχυκύκλωμα. Τα ρεύματα που μπορούν να διακόψουν είναι πάνω από 7 kA, δηλαδή, όσο το αναμενόμενο ρεύμα βραχυκυκλώματος στο δίκτυο μέσης τάσης στην Ελλάδα. Ο διακόπτης ισχύος είναι σε θέση να αντέξει, αμέσως μετά τη σβέση του τόξου, στην επιβαλλόμενη τάση του δικτύου. Οι διακόπτες ισχύος, ανάλογα με το ρευστό που χρησιμοποιείται για τη σβέση του τόξου χωρίζονται στις παρακάτω τρεις κατηγορίες:

- Πτωχού ελαίου (oil-minimum)
- Εξαφθοριούχου θείου (SF₆) (προφέρεται ες εφ σις)
- Κενού (vacuum)

Στις δεκαετίες 1970-1990 κυριάρχησε ο διακόπτης πτωχού ελαίου (ονομάστηκε έτσι σε αντιδιαστολή με τους προηγούμενους διακόπτες ισχύος που χρησιμοποιούσαν πολλαπλάσιες ποσότητες λαδιού). Στην τελευταία δεκαετία αντικαταστάθηκε από το διακόπτη ισχύος με εξαφθοριούχο θείο SF₆. Το αέριο SF₆ 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. Δεν πρέπει να ξεχνάμε ότι το απόλυτο κενό είναι το τέλειο μονωτικό.



ΕΙΚΟΝΑ 19: Οι φάσεις κατά την σβέση του τόξου σε ρεύμα βραχυκυκλώματος στο πόλο ενός διακόπτη ισχύος SF₆

2.4.1 Τα μέρη του διακόπτη ισχύος

Ανεξάρτητα από το μονωτικό μέσο (λάδι, SF6, κενό) που χρησιμοποιείται για τη σβέση του τόξου και το εργοστάσιο κατασκευής τους, όλοι οι διακόπτες ισχύος αποτελούνται από τα ίδια μέρη. Στην Εικόνα βλέπουμε ένα διακόπτη ισχύος SF6 ονομαστικής τάσης 24 kV και ονομαστικού ρεύματος 400 A. Στην εικόνα έχουν σημειωθεί με αριθμούς από το 1 ως το 10 τα μέρη του διακόπτη ισχύος που ενδιαφέρουν άμεσα το συντηρητή του υποσταθμού. Στον παρακάτω πίνακα αναλύονται οι αριθμοί που υπάρχουν στην Εικόνα. Διατηρήσαμε και τις αγγλικές εκφράσεις, διότι τα τεχνικά φυλλάδια που συνοδεύουν τους διακόπτες, σπάνια είναι μεταφρασμένα στα Ελληνικά. Εκτός από τα μέρη του διακόπτη ισχύος που φαίνονται στην Εικόνα, υπάρχουν μια σειρά από εξαρτήματα που αποτελούν το μηχανισμό λειτουργίας του διακόπτη ισχύος και τα οποία περιγράφονται παρακάτω: Ο μηχανισμός λειτουργίας του διακόπτη ισχύος βασίζεται σε δύο ελατήρια που αποθηκεύουν μηχανική ενέργεια, όταν τανυστούν (τεντωθούν). Τα δύο ελατήρια είναι:

- το ελατήριο κλεισίματος
- το ελατήριο ανοίγματος

Τα δύο ελατήρια ξεχωρίζουν από το μέγεθός τους. Το ελατήριο κλεισίματος είναι μεγαλύτερο και, συνεπώς, ισχυρότερο από το ελατήριο ανοίγματος, επειδή το ελατήριο κλεισίματος τανύζει το ελατήριο ανοίγματος.

Η απελευθέρωση και των δύο ελατηρίων δίνει κίνηση στον ίδιο άξονα. Στον άξονα αυτό συνδέονται με μοχλούς από μονωτικό υλικό, οι κινητές επαφές του διακόπτη ισχύος. Η απελευθέρωση του ελατηρίου κλεισίματος περιστρέφει τον άξονα, έτσι ώστε οι κινητές επαφές να έλθουν σε επαφή με τις ακίνητες επαφές και ο διακόπτης κλείνει. Η απελευθέρωση του ελατηρίου ανοίγματος περιστρέφει τον άξονα κατά την αντίθετη φορά, ώστε οι κινητές επαφές να απομακρυνθούν από τις ακίνητες επαφές και ο διακόπτης ανοίγει. Η λειτουργία του αυτόματου διακόπτη ξεκινά με την τάνυση του ελατηρίου κλεισίματος. Η τάνυση του ελατηρίου κλεισίματος μπορεί να γίνει:

- Χειροκίνητα με ένα μοχλό (μανιβέλα) (2)
- Ηλεκτρικά με τη βοήθεια ενός μικρού ηλεκτρικού κινητήρα που λειτουργεί με ΣΡ ή ΕΡ

Το ελατήριο κλεισίματος, αφού τανυθεί, αυτοσυγκρατείται.. Η απελευθέρωση του ελατηρίου κλεισίματος μπορεί να γίνει:

- Χειροκίνητα με το κουμπί κλεισίματος (4)
- Ηλεκτρικά στέλνοντας ρεύμα στο πηνίο του ηλεκτρομαγνήτη κλεισίματος (closing solenoid)

Η απελευθέρωση του ελατηρίου κλεισίματος τανύζει το ελατήριο ανοίγματος που αυτοσυγκρατείται. Η απελευθέρωση του ελατηρίου ανοίγματος μπορεί να γίνει:

- Χειροκίνητα με το κουμπί ανοίγματος (3)
- Ηλεκτρικά στέλνοντας ρεύμα στο πηνίο του ηλεκτρομαγνήτη ανοίγματος (opening solenoid, shunt release, trip coil)



ΕΙΚΟΝΑ 20: Διακόπτης ισχύος μέσης τάσης με μόνωση αερίου

1. Ρελέ προστασίας
2. Άξονας για την τοποθέτηση των ελατηρίων κλεισίματος στην χειροκίνητη λειτουργία
3. Μπουτόν κλεισίματος
4. Μπουτόν έναρξης
5. Δείκτης για το κλείσιμο των ελατηρίων (κίτρινο στη φόρτιση και λευκό στην αποφόρτιση)
6. Διάταξη κλειδώματος του χώρου του αερίου SF6 υπό πίεση με σηματοδότηση (συσκευή με διακόπτη πίεσης)
7. Διακόπτες σηματοδότησης για συσκευή ανοικτή ή κλειστή
8. Ακροδέκτες μέσης τάσης
9. Αισθητήρας ρεύματος για τη λειτουργία του ρελέ προστασίας
10. Διακόπτες πόλων
11. Κλειδαριά
12. Μετρητής λειτουργίας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΓΕΙΩΣΗΣ

Γείωση είναι η ένωση ενός σημείου ενός κυκλώματος ή ενός ξένου προς το κύκλωμα μεταλλικού αντικειμένου με μια εγκατάσταση γείωσης. Η **εγκατάσταση γείωσης** αποτελείται από ένα ή περισσότερα συνδεδεμένα ηλεκτρόδια γείωσης. Η γείωση μπορεί να είναι συνεχής ή να διακόπτεται παρεμβάλλοντας ένα διάκενο σπινθηριστή, οπότε μιλάμε για ανοιχτή γείωση. Η τελευταία συνιστάται, όχι όμως κατά κανόνα, σε εγκαταστάσεις αλεξικέραυνων

3.1 Λόγοι για προστασία από κεραυνούς και υπέρταση

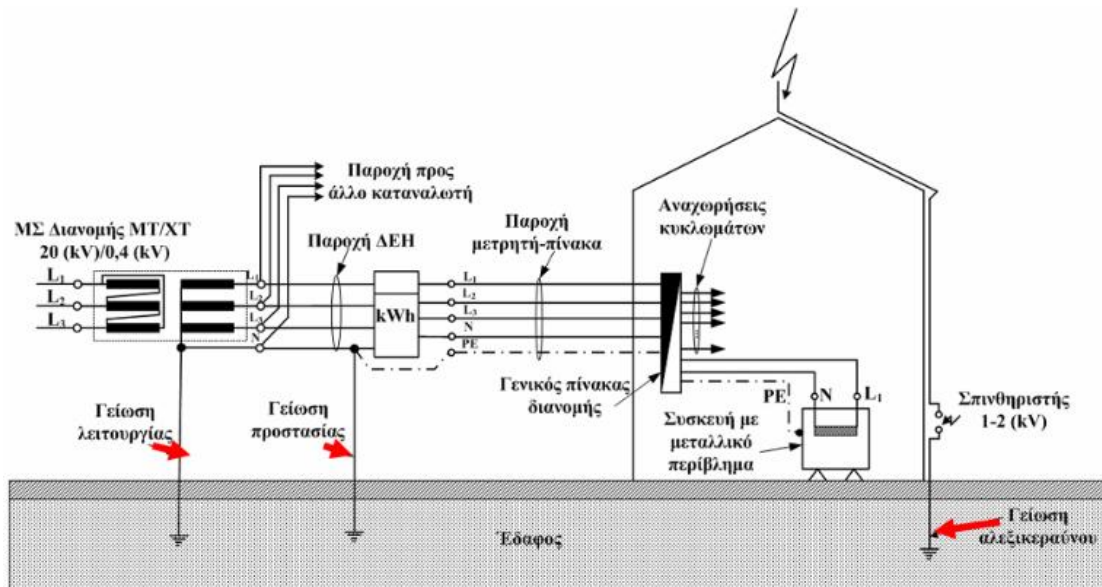
Η προστασία από κεραυνούς και υπέρταση μπορεί να είναι απαραίτητη για διάφορους λόγους. Για συγκεκριμένα είδη κτιρίων ή εγκαταστάσεων, π.χ. νοσοκομεία, είναι υποχρεωτική η χρήση τέτοιων συστημάτων. Συχνά οι ιδιοκτήτες ζητούν αντικεραυνικές εγκαταστάσεις, για να είναι ευνοϊκότεροι οι όροι ασφάλισης ή ακόμη για να μπορούν να ασφαλίσουν τα αντικείμενα. Η εκτέλεση ακολουθεί τότε τις προδιαγραφές της εκάστοτε ασφαλιστικής εταιρείας. Ανεξάρτητα από αυτά προτείνεται η διενέργεια μιας ανάλυσης κινδύνων. Ανάλογα με την πιθανότητα πλήγματος εντός του χρόνου λειτουργίας της εγκατάστασης και τις επακόλουθες ζημιές, τα έξοδα για τα μέτρα προστασίας από κεραυνούς και υπέρταση είναι μικρότερα από τις αναμενόμενες ζημιές.

3.2 Είδη γείωσης

Ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετούν διακρίνουμε τρία είδη γείωσης:

- Τη γείωση λειτουργίας: Είναι απαραίτητη για τη λειτουργία του κυκλώματος και την αποφυγή των υπερτάσεων
- Τη γείωση προστασίας: Πρόκειται για την αγωγίμη σύνδεση των μεταλλικών μερών της εγκατάστασης που δεν ανήκουν στο κύκλωμα λειτουργίας και η οποία εξασφαλίζει την προστασία των ανθρώπων σε περίπτωση ακούσιας ή εκούσιας επαφής
- Τη γείωση αντικεραυνικής προστασίας: Όλα τα μέρη της αντικεραυνικής προστασίας καταλήγουν στη γη, σε ράβδους γείωσης ή σε ταινία γείωσης που τοποθετείται περιμετρικά του κτιρίου.

Τα τρία παραπάνω είδη γειώσεων φαίνονται στην εικόνα που ακολουθεί. Η αναγκαιότητα ύπαρξης των παραπάνω ειδών γείωσης γίνεται σαφής με παρατήρηση του πίνακα που ακολουθεί, στον οποίο φαίνεται το αποτέλεσμα της ηλεκτροπληξίας στον άνθρωπο από το εναλλασσόμενο ρεύμα, συχνότητας 50 Hz. Τα αποτελέσματα είναι συνάρτηση του χρόνου που διαρκεί το φαινόμενο.



ΕΙΚΟΝΑ 21:Τα τρία είδη γειώσεων. Τα ηλεκτρόδια 1 και 2 γείωσης του ουδετέρου και των κεραυνών προτείνεται να συνδέονται μεταξύ τους

3.3 Είδη Ηλεκτροδίων Γείωσης

- **Επιφανειακοί Γειωτές:**Γειωτής Ταινίας
- **Βαθείς γειωτές**
 - Γειωτής Ράβδου
 - Γειωτής Ακτινικός
 - Γειωτής Πλέγματος
- **Το Δίκτυο Ύδρευσης σαν Γειωτής:** Επιτρέπεται χωρίς ιδιαίτερη άδεια, η χρησιμοποίηση μεταλλικών δικτύων ύδρευσης ως γειωτών για εγκαταστάσεις με τάσεις ως προς γη μικρότερες των 250 V, εφόσον υπάρχει απλή συγκατάθεση του Οργανισμού Ύδρευσης. Η γραμμή γείωσης συνδέεται κατά προτίμηση πριν από το μετρητή. Αν η σύνδεση γίνει μετά το μετρητή, πρέπει να βραχυκυκλωθεί μονίμως ο μετρητής με χάλκινο σύρμα H03V-U και διατομή τουλάχιστον 6mm². Κατά VDE 100 δεν επιτρέπεται η παράλληλη σύνδεση γειωτών από χαλκό με το δίκτυο ύδρευσης γιατί σχηματίζονται ηλεκτροχημικά στοιχεία με αποτέλεσμα τη διάβρωση του σιδήρου.

3.4 Θεμελιακή Γείωση

Ονομάζεται θεμελιακή επειδή κατασκευάζεται στα θεμέλια της κάθε οικοδομής περιμετρικά στους πεδילוδοκούς. Η μελέτη της θεμελιακής γείωσης πρέπει να γίνεται πριν από την έναρξη των οικοδομικών εργασιών. Η κατασκευή της πρέπει να πραγματοποιείται από ειδικευμένο τεχνικό προσωπικό, ταυτόχρονα με τις εργασίες σκυροδέτησης στους πεδילוδοκούς

Η θεμελιακή γείωση τέθηκε σε πλήρη ισχύ τον Μάρτιο του 2006 σύμφωνα με το **Πρότυπο του ΕΛΟΤ HD-384** και θεωρείται ως η βασική γείωση λειτουργίας και προστασίας στις νέες οικοδομές.



ΕΙΚΟΝΑ 22: Κατασκευή θεμελιακής γείωσης

Σε κάθε νεοαναγειρόμενο κτίριο επιβάλλεται η εγκατάσταση θεμελιακής γείωσης για την επίτευξη χαμηλής αντίστασης γείωσης, δηλαδή χαμηλή αναμενόμενη τάση επαφής. Εάν σε ένα κτίριο υπάρχουν διάφορες γειώσεις (λειτουργίας, προστασίας κλπ.) επιβάλλεται, για λόγους προστασίας, μία κοινή γείωση με χαμηλή αντίσταση γείωσης (μικρότερη του 1Ω). Σε κτίρια με κοινή γείωση πρέπει να κατασκευάζονται ισοδυναμικές συνδέσεις και να προβλέπονται σε ηλεκτρικούς πίνακες και σημεία τροφοδότησης ευαίσθητου εξοπλισμού αποχετευτές υπερτάσεων.

Οι ισοδυναμικές συνδέσεις εξασφαλίζουν μηδενική διαφορά δυναμικού μεταξύ γειτονικών μεταλλικών δικτύων, με τα οποία ενδέχεται να έλθει σε επαφή άτομο και οι αποχετευτές υπερτάσεων περιορίζουν σε ασφαλείς τιμές τυχόν υπερτάσεις που μπορεί να εμφανιστούν στο ηλεκτρικό δίκτυο της εγκατάστασης (π.χ. από πτώση κεραυνού, από διακοπή χωρητικών φορτίων κλπ.).



ΕΙΚΟΝΑ 23: Ισοδυναμική σύνδεση στο εσωτερικό του κτιρίου

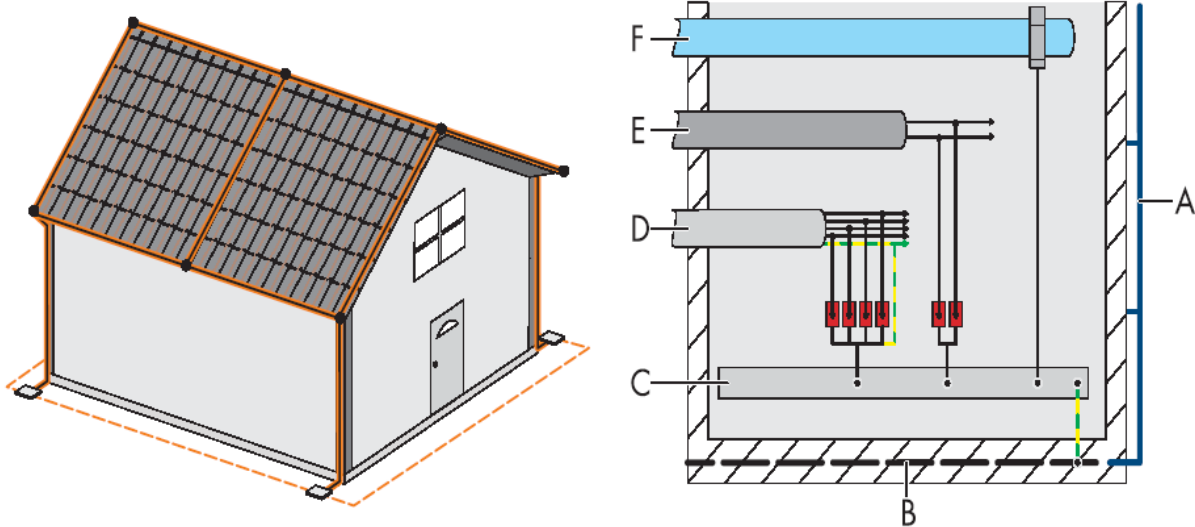
Σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις ή σε εκτεταμένα εσωτερικά δίκτυα διανομής, η γείωση του ουδέτερου αγωγού μπορεί να μην πραγματοποιείται στο μετρητή, αλλά στο γενικό πίνακα ή και στους επιμέρους υποπίνακες της ΕΗΕ, όπως δείχνει το σχήμα στην επόμενη διαφάνεια.

Τα **πλεονεκτήματα** της **θεμελιακής γείωσης** έναντι άλλων τύπων γειώσεων είναι

- Εγκιβωτίζεται μέσα στο σκυρόδεμα και συνδέεται ηλεκτρικά με τον οπλισμό της οικοδομής. Έτσι επιτυγχάνεται η ιδανικότερη γείωση με την μικρότερη τιμή αντίστασης σε σχέση με άλλα είδη γείωσης.
- Μπορεί να χρησιμοποιηθεί παράλληλα και για γείωση αντικεραυνικής προστασίας, μειώνοντας έτσι το συνολικό κόστος αφού δεν είναι απαραίτητη η εγκατάσταση καινούργιου συστήματος γείωσης σε μελλοντική τοποθέτηση αντικεραυνικής προστασίας.
- Εξάλειψη βηματικών τάσεων
- Ισοδυναμικές συνδέσεις
- Αντοχή στη διάβρωση

3.5 Το σύστημα αντικεραυνικής προστασίας (ΣΑΠ)

Τα συστήματα αντικεραυνικής προστασίας έχουν σκοπό την αποτροπή ζημιών από κεραυνικά πλήγματα. Γίνεται διάκριση μεταξύ εξωτερικής και εσωτερικής αντικεραυνικής προστασίας. Η εξωτερική αντικεραυνική προστασία χρησιμεύει στην έλξη των κεραυνών και τη διοχέτευσή τους στο έδαφος. Έτσι προστατεύονται από τις επιπτώσεις ενός άμεσου κεραυνικού πλήγματος τα κτίρια και οι εγκαταστάσεις. Η εξωτερική αντικεραυνική προστασία αποτελείται από διατάξεις έλξης, απαγωγούς και τη σχετική εγκατάσταση γείωσης.



ΕΙΚΟΝΑ 24: Εξωτερική αντικεραυνική προστασία (αριστερά) και εσωτερική αντικεραυνική προστασία (δεξιά).

A: εξωτερική αντικεραυνική προστασία (με σύνδεση στη γείωση της θεμελίωσης),

B: γείωση θεμελίωσης,

C: ράγα ισοδυναμικής σύνδεσης,

D: σύνδεση δικτύου,

E: τηλεφωνική σύνδεση,

F: αγωγός νερού

Η εσωτερική αντικεραυνική προστασία δημιουργεί μια ισοδυναμική σύνδεση μεταξύ μεταλλικών εγκαταστάσεων και καλωδιώσεων εντός της εγκατάστασης. Τα μεταλλικά και τα αγωγίμα μέρη της εγκατάστασης, π.χ. οι σωληνώσεις νερού, συνδέονται για αυτόν τον σκοπό απευθείας μεταξύ τους. Οι καλωδιώσεις που φέρουν τάση, π.χ. η σύνδεση με το ηλεκτρικό δίκτυο ή οι τηλεφωνικές συνδέσεις συνδέονται έμμεσα στην εγκατάσταση γείωσης μέσω μιας συσκευής προστασίας από υπέρταση.

Η προστασία από υπέρταση χρησιμεύει στην αποτροπή ζημιών στις ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές από πολύ υψηλές τάσεις. Οι

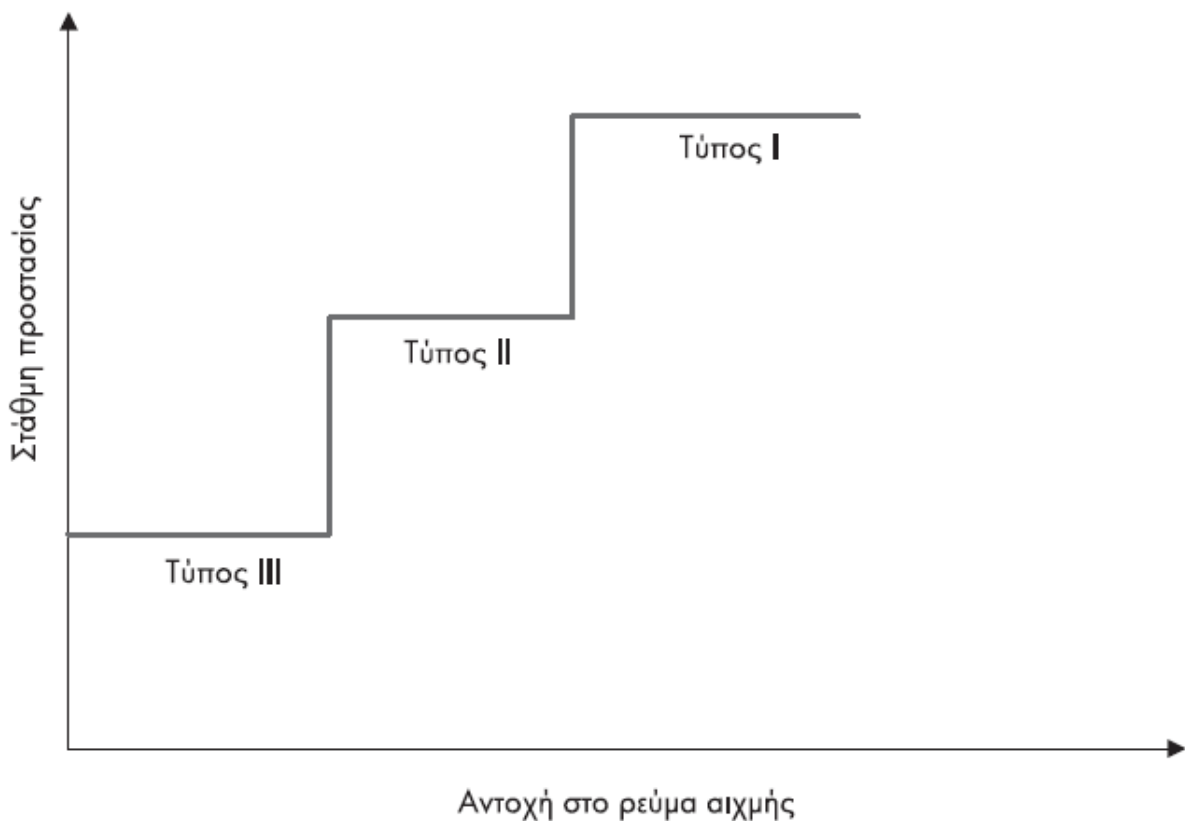
συσκευές προστασίας από υπέρταση (αγγλικά: "Surge Protection Device", εν συντομία: SPD) δημιουργούν σε περίπτωση φορτίου μια ισοδυναμική σύνδεση ανάμεσα στους συνδεδεμένους αγωγούς. Έτσι αποτρέπεται η καταστροφή των συνδεδεμένων συσκευών από αιχμές τάσης.

3.5.1 Κατηγορίες τύπου SPD

Οι συσκευές προστασίας από υπέρταση (SPD) υποδιαιρούνται σε 3 κατηγορίες.

- **Βασική προστασία (SPD τύπου I):** Τα SPD τύπου I έχουν τη μεγαλύτερη χωρητικότητα μεταφοράς κρουστικού ρεύματος, γιατί είναι σχεδιασμένα για φορτίο ενός απευθείας κεραυνικού πλήγματος. Χρησιμοποιούνται σε περιπτώσεις όπου ρεύματα κεραυνού ή μέρος αυτών μπορεί να περάσουν όχι μόνο από την εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας, αλλά και μέσω των ηλεκτρικών αγωγών. Μια τέτοια κατάσταση πρέπει να αναμένεται, αν η εγκατάσταση που προστατεύεται είναι συνδεδεμένη απευθείας με την εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας ή π.χ. αν η απόσταση απομόνωσης των αγωγών DC είναι πολύ μικρή από την εξωτερική αντικεραυνική προστασία. Το ύψος των μερικών ρευμάτων από κεραυνό προκύπτει από την κατανομή ρεύματος μέσω του αριθμού των απαγωγών της εγκατάστασης αντικεραυνικής προστασίας και του αριθμού των αγωγών. Ανάλογα με αυτή την τιμή ρεύματος καθώς και την κατηγορία αντικεραυνικής προστασίας μπορεί να γίνει η επιλογή της συσκευής προστασίας από υπερτάσεις. Ενώ το κόστος για SPD τύπου I για μετατροπείς είναι σχετικά χαμηλό, το κόστος για συσκευές προστασίας από υπέρταση DC μπορεί εύκολα να λάβει διαστάσεις τέτοιες, που να καθιστούν ασύμφορη οικονομικά μια φωτοβολταϊκή εγκατάσταση. Η οικονομικότερη λύση είναι συχνά η προσαρμογή της εγκατάστασης αντικεραυνικής προστασίας για αύξηση της απόστασης απομόνωσης.
- **Μέση προστασία (SPD τύπου II):** Αυτές οι συσκευές προστασίας από υπέρταση έχουν μικρότερη χωρητικότητα μεταφοράς κρουστικού ρεύματος και προστατεύουν από μέτριες επιπτώσεις από κεραυνούς. Σε κοντινά κεραυνικά πλήγματα, π.χ. στην εξωτερική εγκατάσταση αντικεραυνικής προστασίας, δημιουργούνται ηλεκτρομαγνητικά πεδία, τα οποία μπορεί να τροφοδοτήσουν επικίνδυνα υψηλές τάσεις στα ηλεκτρικά κυκλώματα. Οι μέγιστες τιμές των ρευμάτων που προκύπτουν από την υπέρταση είναι όμως κατά πολύ μικρότερες από το εκάστοτε ρεύμα κεραυνού. Μικρότερη είναι επίσης η διάρκεια του παλμού και επομένως η τροφοδοτούμενη ενέργεια. Για την προστασία τέτοιου είδους υπέρτασης χρησιμοποιούνται SPD τύπου II.
- **Λεπτομερής προστασία (SPD τύπου III):** Οι συσκευές SPD τύπου III έχουν τη χαμηλότερη χωρητικότητα μεταφοράς

κρουστικού ρεύματος. Προστατεύουν ευαίσθητες ηλεκτρονικές τερματικές συσκευές από παρεμβολές από απομακρυσμένα κεραυνικά πλήγματα. Συνήθως η παραμένουσα τάση στα SPD, η επονομαζόμενη στάθμη προστασίας, είναι στην προς προστασία συσκευή τόσο υψηλή, όσο υψηλότερη είναι η χωρητικότητα μεταφοράς κρουστικού ρεύματος του SPD. Στα SPD τύπου I η στάθμη προστασίας είναι συνήθως υψηλότερη από την αντοχή τάσης της προς προστασία συσκευής. Σε αυτήν την περίπτωση πρέπει να συνδεθεί ένα SPD τύπου II και ενδεχομένως ένα SPD τύπου III, ώστε να μειωθεί η στάθμη προστασίας σε τιμή κατάλληλη για την προς προστασία συσκευή.



ΕΙΚΟΝΑ 25: Επίπεδο προστασίας SPD με διαφορετική χωρητικότητα μεταφοράς κρουστικού ρεύματος

Στόχος της εξωτερικής εγκατάστασης ΣΑΠ είναι να λαμβάνει τα άμεσα κεραυνικά πλήγματα και να μεταφέρει το ρεύμα τους, από το σημείο κρούσης προς τη γη, χωρίς να προκαλούνται φυσικές ζημιές στο κτίριο ή τραυματισμοί σε φυσικά πρόσωπα. Αποτελείται από τα πιο κάτω τρία στοιχεία:

1. Συλλεκτήριο Σύστημα

Το συλλεκτήριο σύστημα που χρησιμοποιείται είναι η ακίδα προστασίας. Είναι ουσιαστικά μια μεταλλική ράβδος η οποία υποδέχεται τον κεραυνό όταν προσπέσει. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρησιμοποιηθούν και άλλου είδους

συλλεκτήρια συστήματα, όπως τεταμένα συρματοσχοίνα ή πλέγματα αγωγών από αγωγούς συνήθως κυκλικής διατομής, οι οποίοι τοποθετούνται επί του δώματος ή επί της στέγης. Η διαστασιολόγηση του βρόχου εξαρτάται από την στάθμη προστασίας σύμφωνα με τον Πίνακα 3 που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6: Στάθμες Προστασίας

Στάθμη προστασίας	Ακτίνα κυλιόμενης σφαίρας R(m)	Υψος κατασκευής h(m)				Διαστάσεις βρόχων (m)
		30	30	45	60	
Γωνία Προστασίας						
I	20	250*	*	*	*	5
II	30	350	250*	*	*	10
III	45	450	350	250*	*	15
IV	60	550	450	350	250	20

* Σ' αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζεται η μέθοδος της κυλιόμενης σφαίρας και των βρόχων.

Στον Πίνακα 4 που ακολουθεί δίδεται η διαστασιολόγηση των αγωγών που χρησιμοποιούνται στο συλλεκτήριο σύστημα (έχει τυποποιηθεί προς διευκόλυνση της εγκατάστασης) και ταυτόχρονα προτείνεται για κάθε περιβάλλον το κατάλληλο υλικό.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7:Οι συλλεκτήριοι αγωγοί - διαστάσεις

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	ΥΛΙΚΟ ΑΓΩΓΩΝ	ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ ΑΓΩΓΩΝ
Ρυπογόνο Παραθαλάσσιο	Χαλκός (Cu)	Μονόκλωνος Φ8mm
		Πολύκλωνος 50mm ²
Ηπειρωτικά	Χάλυβας επιψευδαργυρωμένος (St/tZn)	Φ8mm
		Φ10mm
	Κράμα Αλουμινίου(AlMgSi)	Φ8mm
		Φ9mm

Ο αγωγός χαλκού θα μπορέσει να έχει εφαρμογή σε όλες τις εγκαταστάσεις αντικεραυνικής προστασίας παρέχοντας μεγαλύτερη μακροζωία στο σύστημα αντικεραυνικής προστασίας.

Η στήριξη των παραπάνω αγωγών γίνεται ανά 1m περίπου και οπωσδήποτε σε κάθε αλλαγή κατεύθυνσεως του αγωγού, ένα προ της αλλαγής και ένα μετά, με κατάλληλα στηρίγματα κατασκευασμένα κατά DIN. Υπάρχουν για κάθε επιφάνεια τα κατάλληλα στηρίγματα όπως (π.χ.):

Η επιλογή του υλικού των στηριγμάτων πρέπει να είναι ίδιο με εκείνο του αγωγού προκειμένου να αποφεύγονται γαλβανικά φαινόμενα, διότι σε σύντομο χρονικό διάστημα θα υπάρξει

διάβρωση είτε στον αγωγό είτε στο στήριγμα. Η ανωτέρω αρχή βρίσκει εφαρμογή και στα λοιπά υλικά της αντικεραυνικής προστασίας. Προσοχή θα πρέπει να δίδεται στην σωστή επιλογή των στηριγμάτων τα οποία τοποθετούνται στο δώμα. Θα πρέπει να αποφεύγονται όσα για την στήριξή τους απαιτείται το άνοιγμα οπής. Εάν παρ' όλα αυτά απαιτηθεί το άνοιγμα οπής θα πρέπει να λαμβάνονται μέτρα αποκατάστασης της στεγανότητας εκεί όπου τοποθετήθηκε το στήριγμα. Κάθε 20m περίπου ευθείας αγωγού καθώς επίσης σε κάθε διασταύρωση αγωγών, τοποθετείται συστολοδιαστολικό

Οτιδήποτε αγώγιμο υπερβαίνει τη σκεπή ή το δώμα (πύργοι ψύξης, σωληνώσεις κ.λ.π) θα πρέπει να συνδέεται αγώγιμα με το συλλεκτήριο αγωγό μέσω κατάλληλων συνδέσμων και μέσω κατάλληλων περιλαίμιων όπως για παράδειγμα κωδικός για τις σωληνώσεις κ.λ.π. Στην περίπτωση των μη αγώγιμων κατασκευών (καμινάδες, δώμα κ.λ.π) είτε τοποθετείται ακίδα επί της άνω επιφάνειας αυτών η οποία γεφυρώνεται με το κύριο συλλεκτήριο σύστημα, μέσω αγωγού ιδίων διαστάσεων και υλικού με τους αγωγούς του κύριου συλλεκτηρίου συστήματος, είτε δημιουργούνται βρόχοι οι οποίοι μέσω τουλάχιστον δύο αγωγών καθόδου συνδέονται με το κύριο συλλεκτήριο σύστημα επίσης.

Εάν δεν είναι δυνατή η χρησιμοποίηση εξαρτημάτων του ίδιου υλικού, για την αποφυγή ηλεκτροχημικής διάβρωσης θα πρέπει να παρεμβάλλεται διμεταλλική επαφή Cu/al ή αντίστοιχη μεταξύ διαφορετικών υλικών πχ χάλκινων και επιψευδαργυρωμένων.

2. Σύστημα Αγωγών Καθόδου

Οι αγωγοί καθόδου πρέπει να παρέχουν τις απαραίτητες αγώγιμες διόδους για τη διέλευση του κεραυνικού ρεύματος από το σημείο κρούσης του κεραυνού. Παρεμβάλλονται μεταξύ συλλεκτηρίου συστήματος και συστήματος γείωσης. Πρέπει να έχουν όσο το δυνατό μικρότερο μήκος για καλύτερη αποτελεσματικότητα. Τοποθετούνται είτε περιμετρικά στις εξωτερικές παράπλευρες επιφάνειες του κτιρίου, είτε εγκιβωτισμένοι στο σκυρόδεμα των υποστυλωμάτων της κατασκευής, σε μέση απόσταση που δίδεται στον πίνακα 5, ανάλογα με την κατάταξη της στάθμης προστασίας της κατασκευής.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8: Απόσταση αγωγών καθόδου σε σχέση με τη στάθμη προστασίας

ΣΤΑΘΜΗ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	ΜΕΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΑΓΩΓΩΝ ΚΑΘΟΔΟΥ
I	10m
II	15m
III	20m
IV	25m

Οι αγωγοί που χρησιμοποιούνται είναι ιδίου υλικού με τους αγωγούς του συλλεκτηρίου. Η στήριξη των αγωγών καθόδου γίνεται κατά ανάλογο τρόπο με την στήριξη των αγωγών του συλλεκτηρίου. Ένα έως δύο μέτρα περίπου πριν από την είσοδο του αγωγού καθόδου στο έδαφος τοποθετείται λυόμενος σύνδεσμος που σκοπό έχει τον διαχωρισμό του συλλεκτηρίου συστήματος και των αγωγών καθόδου από το σύστημα γείωσης, για την μέτρηση του τελευταίου και την συντήρηση γενικώς του ΣΑΠ.

Στις περιπτώσεις όπου θέλουμε να προστατεύσουμε τον αγωγό καθόδου από μηχανικές καταπονήσεις, αντί του λυόμενου συνδέσμου τοποθετούμε προστατευτικό αγωγό διαμέτρου Φ16mm χαλύβδινο θερμά επιψευδαργυρωμένο ή χάλκινο. Η χρησιμοποίηση ως μηχανική προστασία σωλήνας πλαστικής ή μεταλλικής δεν ενδείκνυται, διότι δεν επιτρέπει τον οπτικό έλεγχο του αγωγού της καθόδου.

Άλλη δυνατότητα προστασίας από μηχανικές καταπονήσεις του αγωγού καθόδου είναι η τοποθέτηση αντί του προστατευτικού αγωγού ταινίας 30x3,5mm και χρησιμοποίηση λυόμενου συνδέσμου

Κατά την είσοδο των αγωγών στο έδαφος θα πρέπει να επενδύονται με αντιδιαβρωτική ταινία, 20-30 cm πριν και μετά την είσοδό τους στο έδαφος, προς αποφυγή της διάβρωσης των αγωγών σε εκείνο το σημείο. Κατά ανάλογο τρόπο ενεργούμε γενικώς όταν αγωγοί αλλάζουν μέσο όπως για παράδειγμα από το μπετόν στο έδαφος.

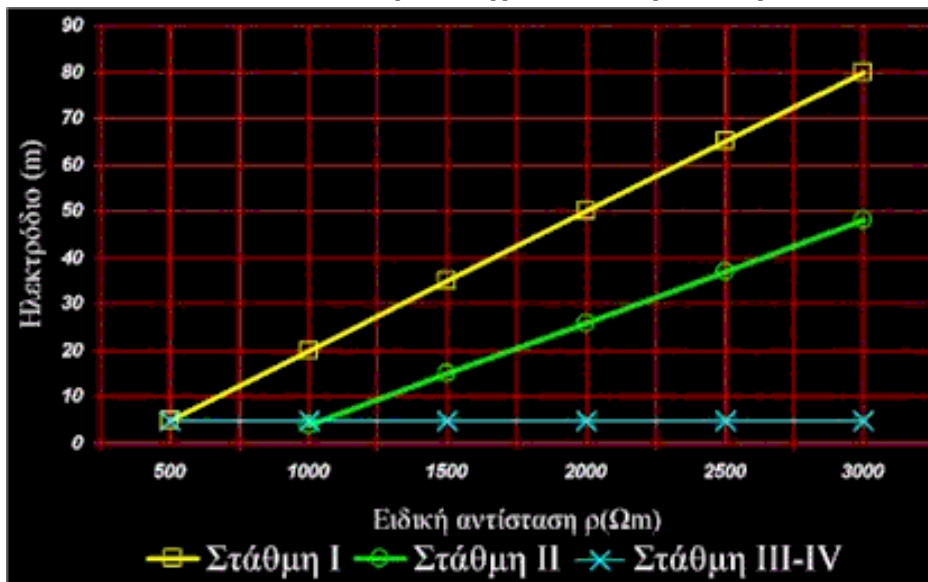
Για την αποφυγή της ηλεκτροχημικής διάβρωσης ισχύουν τα ίδια που αναφέρονται στην παράγραφο του συλλεκτηρίου συστήματος.

Οι αγωγοί καθόδου μπορούν να εγκιβωτισθούν στα τοιχία ή στα υποστυλώματα του κτιρίου στο στάδιο κατασκευής του. Σ' αυτή την περίπτωση τοποθετείται αγωγός χαλύβδινος θερμά επιψευδαργυρωμένος Φ10mm και συγκρατείται – γεφυρώνεται με τον οπλισμό του κτιρίου με κατάλληλα στηρίγματα οπλισμού ανά 2m περίπου.

3. Η θεμελιακή γείωση

Σκοπός του συστήματος γείωσης είναι να επιτυγχάνει την διάχυση του κεραυνικού ρεύματος μέσα στη γη, με ταχύτητα και ασφάλεια χωρίς να δημιουργούνται επικίνδυνες υπερτάσεις στον χώρο όπου είναι κατασκευασμένη. Η απαίτηση της τιμής της αντίστασης του συστήματος γείωσης είναι, είτε κάτω από 10Ω , είτε ένα ελάχιστο μήκος γειωτή όπως φαίνεται στον πίνακα 6 που ακολουθεί που είναι ισοδύναμος του Ευρωπαϊκού Προτύπου ENV 61024-1.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9: Χαρακτηριστικά γειωτή



Τα παραπάνω μπορούν να επιτευχθούν είτε τοποθετώντας σε κάθε κάθοδο ηλεκτρόδια όπως :

- ραβδοειδείς (σταυρού θερμά επιψευδαργυρωμένα, κυκλικής διατομής ηλεκτρολυτικώς επιχαλκωμένα)
- πλάκες θερμά επιψευδαργυρωμένες ή χάλκινες
- ταινίες θερμά επιψευδαργυρωμένες ή χάλκινες
- γειωτές τύπου " E " θερμά επιψευδαργυρωμένοι ή χάλκινοι είτε κατασκευάζοντας Περιμετρική ή Θεμελιακή γείωση

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Η ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

4.1 Συνοπτική παρουσίαση των φορτίων

ΠΙΝΑΚΑΣ 10: Δίκτυο Ηλεκτρικής Εγκατάστασης

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
Φ1.Π		10.52	Πίνακας	0.998
Φ1.1	10	1.020	Φωτισμός	1
Φ1.2	10	0.840	Φωτισμός	1
Φ1.3	10	0.720	Φωτισμός	1
Φ1.4	10	0.540	Φωτισμός	1
Φ1.5	10	0.400	Φωτισμός	1
Φ1.6	10	0.320	Φωτισμός	1
Φ1.7	10	0.320	Φωτισμός	1
Φ1.8	10	0.400	Φωτισμός	1
Φ1.10	10	1.080	Φωτισμός	1
Φ1.9	15	0.330	Φωτισμός ασφαλείας	1
Φ1.11	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.12	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.13	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.14	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.15	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.16	10	0.300	Ρευματοδότες	1
Φ1.17	10	0.300	Ρευματοδότες	1
Φ1.18	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.19	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.20	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ1.21	20	0.450	Fan-coils	0.86
Φ1.22	20	0.450	Fan-coils	0.86
Φ1.23	20	0.450	Fan-coils	0.86
Φ1.25	15	0.500	Πίνακας πυρανίχνευσης	1
Φ1.26	15	0.500	Τηλεφωνικό κέντρο	1

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
Φ2.Π		11.14	Πίνακας	0.994
Φ2.1	10	1.500	Φωτισμός	1
Φ2.2	10	0.900	Φωτισμός	1
Φ2.3	10	0.540	Φωτισμός	1
Φ2.4	10	0.080	Φωτισμός	1
Φ2.5	10	0.900	Φωτισμός	1
Φ2.6	10	0.900	Φωτισμός	1
Φ2.7	10	0.900	Φωτισμός	1
Φ2.8	10	0.640	Φωτισμός	1
Φ2.11	15	0.300	Φωτισμός ασφαλείας	1
Φ2.13	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.14	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.15	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.16	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.17	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.18	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.19	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.20	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ2.21	10	0.400	Ρευματοδότες	1
Φ2.22	10	0.600	Ρευματοδότες	1
Φ2.23	20	0.600	Fan-coils	0.86
Φ2.24	20	0.400	Fan-coils	0.86
Φ2.25	20	0.400	Fan-coils	0.86
Φ2.26	20	0.400	Fan-coils	0.86
Φ2.27	20	0.400	Fan-coils	0.86
Φ2.28	20	0.200	Fan-coils	0.86
Ε1.Π		2.910	Πίνακας	1.000
Ε1.1	10	0.080	Φωτισμός	1
Ε1.2	10	0.480	Φωτισμός	1
Ε1.3	10	0.240	Φωτισμός	1
Ε1.4	10	0.960	Φωτισμός	1
Ε1.5	10	0.480	Φωτισμός	1
Ε1.7	15	0.300	Φωτισμός ασφαλείας	1
Ε1.ΥΣ		0.520	Πίνακας	1.000

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
ΥΣ.Π		0.520	Πίνακας	1.000
ΥΣ.1	5	0.160	Φωτισμός	1
ΥΣ.2	5	0.160	Φωτισμός	1
ΥΣ.3	5	0.600	Ρευματοδότες	1
ΥΣ.4	5	0.600	Ρευματοδότες	1
Ε2.Π		4.820	Πίνακας	1.000
Ε2.1	10	0.640	Φωτισμός	1
Ε2.2	10	0.480	Φωτισμός	1
Ε2.3	10	0.800	Φωτισμός	1
Ε2.4	15	0.200	Φωτισμός ασφαλείας	1
Ε2.5	10	0.800	Φωτισμός	1
Ε2.6	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
Ε2.7	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
Ε2.8	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
Ε2.9	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
Υ.Π		4.350	Πίνακας	1.000
Υ.Υ1		4.350	Πίνακας	1.000
Υ1.Π		4.350	Πίνακας	1.000
Υ1.1	15	0.400	Ρευματοδότες	1
Υ1.2	15	0.400	Ρευματοδότες	1
Υ1.3	15	0.400	Ρευματοδότες	1
Υ1.4	15	0.400	Ρευματοδότες	1
Υ1.5	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.6	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.7	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.9	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.10	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.11	15	0.600	Ρευματοδότες	1
Υ1.12	15	0.600	Ρευματοδότες	1

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
Ε3.Π		12.81	Πίνακας	1.000
E3.1	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.2	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.3	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.4	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.5	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.6	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.7	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.8	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.9	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.10	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.11	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.12	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.13	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.14	50	0.720	Φωτισμός	1
E3.15	50	0.250	Φωτισμός ασφαλείας	1
E3.16	30	0.600	Φωτισμός ασφαλείας	1
E3.17	30	0.600	Φωτισμός ασφαλείας	1
E3.21	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
E3.22	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
E3.23	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
E3.24	50	0.500	Εξωτερικός Φωτισμός	1
Ε4.Π		8.800	Πίνακας	1.000
E4.1	50	0.720	Φωτισμός	1
E4.2	50	0.640	Φωτισμός	1
E4.3	50	0.720	Φωτισμός	1
E4.4	50	0.640	Φωτισμός	1
E4.5	50	0.720	Φωτισμός	1
E4.6	50	0.640	Φωτισμός	1

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
E4.7	50	0.560	Φωτισμός	1
E4.8	50	0.480	Φωτισμός	1
E4.9	50	0.560	Φωτισμός	1
E4.10	50	0.480	Φωτισμός	1
E4.11	50	0.520	Φωτισμός	1
E4.12	50	0.480	Φωτισμός	1
E4.13	50	0.640	Φωτισμός	1
E4.14	30	0.300	Ρευματοδότες	1
E4.15	30	0.300	Ρευματοδότες	1
E4.16	30	0.300	Φωτισμός ασφαλείας	1
E4.17	30	0.600	Φωτισμός ασφαλείας	1
E4.18	30	0.500	Φωτισμός ασφαλείας	1
ΜΚ.Π		12.50	Πίνακας	0.850
ΜΚ.1	5	12.00	Μηχανή υδραυλικού ανελκυστήρα	0.84
ΜΚ.Φ		0.500	Πίνακας	1.000
Φ.Π		0.500	Πίνακας	1.000
Φ.1	10	0.200	Φωτισμός	1
Φ.2	5	0.300	Ρευματοδότες	1
Κ1.Π		279.3	Πίνακας	0.997
Κ1.1	10	115.0	Αεροσυμπιε-στής	0.85
Κ1.2	10	115.0	Αεροσυμπιε-στής	0.85
Κ1.3	10	14.5	Μεταψύκτης	0.85
Κ1.4	10	4.25	Ξηραντήρας	0.85
Κ1.5	10	25.5	Συγκρότημα πυρόσβεσης (Π.Π.)	0.88
Κ1.10	10	17.00	Συγκρότημα αντλιών ύδρευσης (Π.Α.)	0.87

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
K1.6	10	1.00	Ρευματοδότες	1
K1.7	10	1.00	Ρευματοδότες	1
K1.8	10	1.00	Ρευματοδότες	1
K1.9	10	1.00	Ρευματοδότες	1
K2.Π		65.89	Πίνακας	0.856
K2.1	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.2	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.3	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.4	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.5	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.6	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.7	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.8	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.9	5	2.50	Αντλία υγρών χημικών α' υλών	0.86
K2.19	8	25.50	Μονάδα επεξεργασίας βιομηχανικών λυμάτων	0.85
K2.20	10	23.00	Μονάδα παρασκευής DI Water	0.85
K2.21	10	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.Π		684.4	Πίνακας	0.852
K3.2	40	47.00	RENA InTex	0.85
K3.3	30	295.0	DESPATCH 3660	0.85
K3.4	30	32.5	RENA InOxClean	0.85
K3.5	40	306.0	SINA	0.85

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
K3.6	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.7	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.8	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.9	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.10	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.11	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K3.12	50	0.500	Πίνακας πυρανίχνευσης	1
K4.Π		198.7	Πίνακας	0.856
K4.1	40	17.00	BACCINI METALIZATION	0.85
K4.2	30	34.00	BACCINI METALIZATION	0.85
K4.3	30	34.00	BACCINI METALIZATION	0.85
K4.4	40	63.00	DESPATCH DCF 7210	0.85
K4.5	40	17.00	BACCINI ΠΑΡΟΧΗ 1	0.85
K4.6	40	14.50	BACCINI ΠΑΡΟΧΗ 2	0.85
K4.7	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K4.8	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K4.9	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K4.10	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K4.11	40	17.00	Αντλητικό συγκρότημα αποχέτευσης	0.87
K5.Π		253.0	Πίνακας	0.863
K5.1	60	60.00	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ REIS ΠΑΡΟΧΗ 1	0.85
K5.2	60	60.00	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ REIS ΠΑΡΟΧΗ 2	0.85
K5.3	60	60.00	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ REIS ΠΑΡΟΧΗ 3	0.85
K5.4	60	60.00	ΣΥΓΚΡΟΤΗΜΑ	0.85

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
			REIS ΠΑΡΟΧΗ 4	
K5.5	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.6	45	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.7	60	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.8	60	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.9	45	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.10	30	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.11	50	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.12	65	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.13	80	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.14	80	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.15	65	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.16	50	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.17	50	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.18	50	1.00	Ρευματοδότες	1
K5.19	25	17.00	Αντλία ακαθάρτων	0.87
K6.Π		19.39	Πίνακας	0.926
K6.9	10	0.960	Φωτισμός	1
K6.10	10	0.960	Φωτισμός	1
K6.11	10	0.960	Φωτισμός	1
K6.12	10	0.960	Φωτισμός	1
K6.13	15	0.200	Φωτισμός ασφαλείας	1
K6.2	15	0.400	Ρευματοδότες	1
K6.3	15	0.400	Ρευματοδότες	1
K6.4	15	0.200	Ρευματοδότες	1
K6.5	15	0.400	Ρευματοδότες	1
K6.6	15	0.500	Ρευματοδότες	1
K6.7	15	0.500	Ρευματοδότες	1
K6.8	15	0.200	Ρευματοδότες	1
K6.1	10	12.75	ΜΗΧΑΝΗΜΑ	0.85
K7.Π		162.7	Πίνακας	0.856
K7.1	10	42.50	Αερόψυκτος ψύκτης	0.85
K7.2	10	55.50	Αερόψυκτος	0.85

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
			ψύκτης	
K7.3	10	35.70	Αερόψυκτος ψύκτης	0.85
K7.5	10	5.10	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.6	10	5.10	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.7	10	1.30	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.8	10	6.80	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.9	10	0.850	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.10	10	0.850	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K7.11	10	3.50	ΑΝΤΛΙΑ ΚΕΝΟΥ	0.85
K7.12	10	3.50	ΑΝΤΛΙΑ ΚΕΝΟΥ	0.85
K7.13	12	1.000	Ρευματοδότες	1
K7.14	12	1.000	Ρευματοδότες	1
K7.15	12	1.000	Ρευματοδότες	1
K7.16	12	1.000	Ρευματοδότες	1
K8Α.Π		1220	Πίνακας	0.850
K8Α.1	15	305.0	Ψύκτης	0.85
K8Α.2	15	305.0	Ψύκτης	0.85
K8Α.3	15	305.0	Ψύκτης	0.85
K8Α.4	15	305.0	Ψύκτης	0.85
K8Β.Π		726.0	Πίνακας	0.846
K8Β.1	15	170.0	Αερόψυκτος ψύκτης	0.85
K8Β.2	15	170.0	Αερόψυκτος ψύκτης	0.85
K8Β.7	15	70.00	ΚΚΜ1	0.84
K8Β.8	15	70.00	ΚΚΜ2	0.84
K8Β.9	15	70.00	ΚΚΜ3	0.84
K8Β.10	15	70.00	ΚΚΜ4	0.84
K8Β.11	15	30	ΚΚΜ4	0.84
K8Β.12	15	12.00	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K8Β.13	15	12.00	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K8Β.14	15	12.00	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K8Β.15	15	12.00	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K8Β.16	15	12.00	Κυκλοφο-ρητής	0.85
K8Β.17	15	10.00	Φυγοκεντρι-κός	0.85

Τμήμα Δικτύου	Μήκος Γραμμής (m)	Φορτίο Γραμμής (KW)	Είδος Φορτίου	CosΦ
			ανεμιστήρας Exhaust air	
K8B.18	15	5.00	Φυγοκεντρι-κός ανεμιστήρας Ειδικού εξαερισμού	0.85
K8B.19	12	1.000	Ρευματοδότες	1
K8B.20	12	1.000	Ρευματοδότες	1
Λ.Π		91.70	Πίνακας	0.872
Λ.1	10.00	10.00	Καυστήρας πετρελαίου	0.87
Λ.2	10.00	10.00	Καυστήρας πετρελαίου	0.87
Λ.3	10.00	0.500	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.4	10.00	0.500	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.5	10.00	12.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.7	10.00	12.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.9	10.00	12.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.11	10.00	12.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.13	10.00	12.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.15	10.00	6.00	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.17	10.00	0.500	Κυκλοφορητής	0.85
Λ.18	10.00	6.000	Αντιστάσεις θερμαντήρα	1
Λ.19	5.00	1.000	Ρευματοδότες	1

4.2 Υπολογισμοί

ΠΙΝΑΚΑΣ 11: Ονομαστικές τιμές ρεύματος (γενικά) για εύκαμπτα καλώδια για όλους τους τύπους καλωδίων

Ονομαστική διατομή αγωγού σε mm ²	Ομάδα 1		Ομάδα 2		Ομάδα 3	
	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας	Ονομαστική τιμή ρεύματος (A)	Ασφάλεια προστασίας
0,05	1	-	1	-	2	-
0,14	2	-	2	-	3,5	-
0,25	4	-	4,5	-	6	-
0,34	6	-	6	-	9	-
0,5	9	-	9	-	12	-
0,75	12	-	12	10	15	10
1	15	10	15	10	19	16
1,5	18	16	18	16	24	20
2,5	26	25	26	25	32	25
4	34	25	34	25	42	35
6	44	35	44	35	54	50
10	61	50	61	50	73	63
16	82	80	82	80	98	80
25	108	100	108	100	129	100
35	135	125	135	125	158	125
50	168	160	168	160	198	160
70	207	200	207	200	245	200
95	250	250	250	250	292	250
120	292	250	292	250	344	315
150	335	300	335	300	391	355
185	382	355	382	355	448	400
240	-	-	453	425	528	500
300	-	-	523	500	608	600
400	-	-	-	-	726	630

ΠΙΝΑΚΑΣ 12: Διακόπτες Ισχύος

Χαρακτηριστικά στοιχεία διακοπών ισχύος, τάση λειτουργίας 500 V, 50/60 Hz (P-1/P-2) κατά IEC/VDE														
α/α	Ονομασία	Τύπος 3VU, 3VE τριπολικός (για προστασία κινητήρων)												
1	Ονομαστικό ρεύμα σε (A)	20	25	32	63	80	100	160	160	250	400	630	800	800
2	Δυνατότητα ρύθμισης πινίων υπερφόρτισης σε (A)	0,1-20	0,1-25	1-32	0,3-63	-	20-100	100-160	80-160	160-250	160-400	400-630	-	-
3	Ονομαστική ικανότητα διακοπής βραχυκυκλώματος σε (KA)	1,5/1,5	6/8	10/10	22/22	-	25/12	25/15	25/15	25/15	50/28	50/28	-	-

ΠΙΝΑΚΑΣ13:Ασφάλειες με βάση τον πίνακα 10 (Ομάδα 2)

α/α	Ονομαστική διατομή χάλκινου αγωγού σε mm ²	Μέγιστη επιτρεπόμενη ένταση ρεύματος συνεχούς λειτουργίας σε (Α) ΟΜΑΔΑ 2, ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5	Ονομαστική ένταση ασφαλειών σε (Α) ΟΜΑΔΑ 2, ΠΙΝΑΚΑΣ 6.5
1	0,05	1	-
2	0,14	2	-
3	0,25	3	-
4	0,34	6	-
5	0,5	9	-
6	0,75	12	10
7	1	15	10
8	1,5	18	16
9	2,5	26	25 (20)
10	4	34	25
11	6	44	35
12	10	61	50
13	16	82	80
14	25	108	100
15	35	135	125
16	50	168	160
17	70	207	200
18	95	250	250
19	120	292	250
20	150	335	300
21	185	382	355
22	240	453	425
23	300	523	500
24	400	-	-

Οι διατομές επιλέγονται με βάση τον πίνακα 11, οι ασφάλειες με βάση τον πίνακα 13 και οι διακόπτες με βάση τον πίνακα 12. Ακολουθούν αναλυτικά οι υπολογισμοί των φορτίων

4.2.1 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΦ1 (ΓΡΑΦΕΙΑ – ΙΣΟΓΕΙΟ)

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Φωτισμός	5.64	1	5.64	
Φωτισμός ασφαλείας	0.33	1	0.33	
Ρευματοδότες	5.4	1	5.4	
Fan-coils	1.35	0.86	1.569767	0.8
Πίνακας πυρανίχνευσης	0.5	1	0.5	
Τηλεφωνικό κέντρο	0.5	1	0.5	
ΣΥΝΟΛΑ	13.72	P/S=0.99	13.74	0.8

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A)

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\pi} \Rightarrow I_{\pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{13.74 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\pi} = 19.83A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	4

4.2.2 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΦ2 (ΓΡΑΦΕΙΑ – ΟΡΟΦΟΣ)

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Φωτισμός	6.36	1	6.36	
Φωτισμός ασφαλείας	0.3	1	0.3	
Ρευματοδότες	4.4	1	4.4	

Fan-coils	2.4	0.86	2.790698	1.424
ΣΥΝΟΛΑ	13.46	P/S=0.99	13.54	1.424

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot I_n \Rightarrow I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{13.54 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_n = 19.54A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 32

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 25

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 4

4.2.3 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ1

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	2.24	1	2.24
Φωτισμός ασφαλείας	0.3	1	0.3
Πίνακας	0.52	1	0.52
ΣΥΝΟΛΑ	3.06	P/S=1.00	3.06

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_n \cdot I_n \Rightarrow I_n = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_n} = \frac{3.06 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_n = 4.41A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 32

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 25

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 2.5

4.2.4 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	0.32	1	0.32
Ρευματοδότες	1.2	1	1.2
ΣΥΝΟΛΑ	1.52	P/S=1.00	1.52

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = V \cdot I \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{V_{\pi}} = \frac{1.52 \cdot 10^3}{230} \Rightarrow I_{\Pi} = 6.6A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	2.5

4.2.5 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ2

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	4.72	1	4.72
Φωτισμός ασφαλείας	0.2	1	0.2
ΣΥΝΟΛΑ	4.92	P/S=1.00	4.92

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{4.92 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 7.1A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	2.5

4.2.6 ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ UPS

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Πίνακας	4.35	1	4.35
ΣΥΝΟΛΑ	4.35	P/S=1.00	4.35

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{4.35 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 6.28A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	2.5

4.2.7 ΠΙΝΑΚΑΣ UPS ΟΡΟΦΟΥ ΓΡΑΦΕΙΩΝ

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Ρευματοδότες	5.8	1	5.8
ΣΥΝΟΛΑ	5.80	P/S=1.00	5.80

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{5.8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 8.37A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	2.5

4.2.8 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ3

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	11.08	1	11.08
Φωτισμός ασφαλείας	1.45	1	1.45
ΣΥΝΟΛΑ	12.53	P/S=1.00	12.53

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{12.53 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 18A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 32

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 25

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 4

4.2.9 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΠΕ4

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	8.8	1	8.8
Ρευματοδότες	0.6	1	0.6
Φωτισμός ασφαλείας	1.4	1	1.4
ΣΥΝΟΛΑ	10.80	P/S=1.00	10.80

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{10.8 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 15.58A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	2.5

4.2.10 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAR)
Μηχανή υδραυλικού ανελκυστήρα	12	0.84	14.28571	7.75
Πίνακας	0.5	1	0.5	
ΣΥΝΟΛΑ	12.50	P/S=0.85	14.71	7.75

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\pi} \Rightarrow I_{\pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{14.71 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\pi} = 21.23A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	32
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	25
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	4

4.2.11 ΠΙΝΑΚΑΣ ΦΩΤΙΣΜΟΥ ΑΝΕΛΚΥΣΤΗΡΑ

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)
Φωτισμός	0.2	1	0.2
Ρευματοδότες	0.3	1	0.3
ΣΥΝΟΛΑ	0.50	P/S=1.00	0.50

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = V \cdot I \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{V} = \frac{0.5 \cdot 10^3}{230} \Rightarrow I_{\Pi} = 2.17A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 32

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 25

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 2.5

4.2.12 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ1

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Αεροσυμπιεστής	230	1	230	
Μεταψύκτης	14.5	1	14.5	
Ξηραντήρας	4.25	1	4.25	
Αντλητικό συγκρότημα πυρόσβεσης	25.5	0.88	28.97727	13.76
Αντλητικό συγκρότημα ύδρευσης	17	0.87	19.54023	9.64
Ρευματοδότες	4	1	4	
ΣΥΝΟΛΑ	295.25	P/S=0.99	296.18	23.4

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{296.18 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 427.5A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 400

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 355

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 2 x 185

4.2.13 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ2

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Αντλία εφεδρική	22.5	0.86	26.16279	13.35
Μονάδα επεξεργασίας βιομηχανικών λυμάτων	25.5	0.85	30	15.8
Μονάδα παρασκευής DI Water	23	0.85	27.05882	14.254
Ρευματοδότες	1	1	1	
ΣΥΝΟΛΑ	72.00	P/S=0.86	84.07	43.4

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{84.07 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 121.34A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 250

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 200

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 70

4.2.14 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ3

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Μηχανήματα παραγωγής	680.5	0.85	800.5882	421.736
Ρευματοδότες	6	1	6	
Πίνακας πυρανίχνευσης	0.5	1	0.5	
ΣΥΝΟΛΑ	687.00	P/S=0.85	806.12	421.736

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{806.12 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 1163.5A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	630
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	500
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	4x300

4.2.15 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ4

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Μηχανήματα παραγωγής	179.5	0.85	211.1765	111.244
Ρευματοδότες	4	1	4	
Αντλία ακαθάρτων	17	0.87	19.54023	9.635
ΣΥΝΟΛΑ	200.50	P/S=0.86	234.12	120.88

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{234.12 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 337.92A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 400
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 250
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 2x120

4.2.16 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ5

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Μηχανήματα παραγωγής	240	0.85	282.3529	148.74
Ρευματοδότες	14	1	14	
Αντλία ακαθάρτων	17	0.87	19.54023	9.63
ΣΥΝΟΛΑ	271.00	P/S=0.86	313.88	158.37

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{292.99 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 422.9A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 400
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 300
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 2x150

4.2.17 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ6

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος ισχύς (KVAr)
Φωτισμός	3.84	1	3.84	
Φωτισμός ασφαλείας	0.2	1	0.2	
Ρευματοδότες	2.6	1	2.6	
Συσκευή ελέγχου Wafers	12.75	0.85	15	7.9
ΣΥΝΟΛΑ	19.39	P/S=0.93	20.94	7.9

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\pi} \Rightarrow I_{\pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{20.94 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\pi} = 30.22A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 63

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 35

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 6

4.2.18 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ7

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος Ισχύς (KVAr)
Αερόψυκτοι ψύκτες	133.7	0.85	157.2941	82.86
Κυκλοφορητής	20	0.85	23.52941	12.4
Αντλία κενού	7	0.85	8.235294	4.34
Ρευματοδότες	4	1	4	
ΣΥΝΟΛΑ	164.70	P/S=0.86	192.47	99.6

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{190.08 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 274.36A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 630

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 425

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 240

4.2.19 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ8Α (ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ)

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος Ισχύς (KVAr)
Αερόψυκτοι ψύκτες νερού	1220	0.85	1435.294	756
ΣΥΝΟΛΑ	1220.0	P/S=0.85	1435.2	756

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{1435.2 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 2071.53A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 630

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 500

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 7x300

4.2.20 ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΙΝΗΣΗΣ Κ8Β (ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΥ)

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος Ισχύς (KVAr)
Αερόψυκτοι ψύκτες νερού	340	0.85	400	210.71
Κεντρική κλιματιστική μονάδα ΚΚΜ	310	0.84	369.0476	200.24
Κυκλοφορητής	60	0.85	70.58824	37.185
Φυγοκεντρικός ανεμιστήρας	15	0.85	17.64706	9.296
Ρευματοδότες	2	1	2	
ΣΥΝΟΛΑ	727.00	P/S=0.85	858.94	457.43

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\pi} \Rightarrow I_{\pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{857.75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\pi} = 1238A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A)	:	630
Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A)	:	500
Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm ²)	:	4x300

4.2.21 ΠΙΝΑΚΑΣ ΛΕΒΗΤΟΣΤΑΣΙΟΥ

Φορτία Πίνακα

Είδος Φορτίου	Εγκατεστημένη Ισχύς (kW)	CosΦ	Φαινόμενη Ισχύς (kVA)	Άεργος Ισχύς (KVAr)
Καυστήρας πετρελαίου	20	0.87	22.98851	11.334
Κυκλοφορητής	67.5	0.85	79.41176	41.83
Θερμοσίφωνα	6	1	6	
Ρευματοδότες	1	1	1	
ΣΥΝΟΛΑ	94.50	P/S=0.87	108.43	53.164

Μέγιστη Εμφανιζόμενη Ένταση (A) :

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{105.22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 151.87A$$

Επιλέγεται

Γενικός Διακόπτης (A) : 400

Ασφάλεια ή Αυτόματος Διακόπτης (A) : 250

Τροφοδοτικό Καλώδιο (mm²) : 95

4.2.22 Υπολογισμός παροχικού καλωδίου

$$P_{0\Lambda} = 13.72 + 13.46 + 3.06 + 1.52 + 4.92 + 4.35 + 5.8 + 12.53 + 10.8 + 12.5 + 0.5 + 295.25 + 72 + 687 + 200.5 + 271 + 19.39 + 164.7 + 1220 + 727 + 94.5 = 3834.5KW$$

$$Q_{0\Lambda} = 0.8 + 1.424 + 7.75 + 23.4 + 43.4 + 421.736 + 120.88 + 158.37 + 7.9 + 99.6 + 756 + 457.43 + 53.164 = 2151.854KVAr$$

$$S_{0\Lambda} = \sqrt{P_{0\Lambda}^2 + Q_{0\Lambda}^2} = \sqrt{3834.5^2 + 2151.854^2} \Rightarrow S_{0\Lambda} = 4397 KVA$$

$$S = \sqrt{3} \cdot V_{\pi} \cdot I_{\Pi} \Rightarrow I_{\Pi} = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot V_{\pi}} = \frac{4397 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 400} \Rightarrow I_{\Pi} = 6346.5A$$

Από τον πίνακα διαπιστώνουμε ότι δεν υπάρχει διαθέσιμη διατομή για να επιλεγεί πολύκλωνο καλώδιο για την κεντρική παροχή. Οπότε επιλέγεται για μονόκλωνο καλώδιο (ένα τριφασικό σύστημα), διατομή 12x300mm²+240mm²+240mm²(φάσεις, ουδέτερος, γείωση)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΜΠΙΤΖΙΩΝΗΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ, ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΕΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ: ΚΙΝΗΣΗ, ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ, ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ, ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ, ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΤΖΙΟΛΑ, 2η ΕΚΔΟΣΗ, 2015
- ΠΕΤΡΟΣ ΝΤΟΚΟΠΟΥΛΟΣ, «ΗΛΕΚΤΡΙΚΕΣ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΚΑΤΑΝΑΛΩΤΩΝ», Εκδόσεις ΖΗΤΗ, 2005
- Σχοινάς Νικόλαος, Σημειώσεις μαθήματος Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Ισχύος
- https://www.ergo-tel.gr/product_info.php?products_id=10420
- https://anastasiadi.gr/index.php?option=com_rupsearch&view=search&nosef=1&lang=el&language=el-GR&order_by=&keyword=NYM&opt_search=1&module_id=307&view=search&limitstart=0&Search=&view=search&option=com_rupsearch
- http://www.simiacable.com/en/index.php/technical_info/tech_info6/
- <http://eclass.teipir.gr/openeclass/modules/document/file.php/ELEC104/I.%200Διαφάνειες%20Θεωρίας/III.%20Αγωγοί%20%26%20Καλώδια%20Χ.Τ.pdf>
- http://ehe-greece.blogspot.com/2011/11/blog-post_26.html
- http://papers.uth.gr/ekp_yliko/Παρουσίαση_Ενότητα_6_3.pdf