



**Α.Τ.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ**

**ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ (Μ.Τ.) ΜΕ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΤΟΥ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ**



**Επιβλέπων Καθηγητής: ΨΩΜΟΠΟΥΛΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ  
Σπουδαστής: ΛΙΑΚΟΣ ΚΩΝ/ΝΟΣ**

**ΑΜ: 29468**

**ΑΘΗΝΑ**

**ΜΑΙΟΣ 2012**

Copyright © Α. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Α. Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής δε θα ήταν δυνατή χωρίς τη συμβολή και συμπαράσταση κάποιων ανθρώπων ,τους οποίους και επιθυμώ να ευχαριστήσω. Για την υπομονή και την προθυμία τους εργαζομένους του τμήματος ηλεκτροδότησης της Αττικό Μετρό εταιρία λειτουργίας (Α.Μ.Ε.Λ) οι οποίοι ανά πάσα στιγμή μου εξηγούσαν αναλυτικά οποιαδήποτε απορία μου και με βοηθούσαν σε κάθε ευκαιρία να κατανοήσω τη δομή και την λειτουργία του δικτύου Μέσης Τάσης του ΜΕΤΡΟ. Και πάνω απ' όλους για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην επιλογή και ανάθεση του θέματος και τις πολύτιμες υποδείξεις και κατευθύνσεις σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής, τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Ψωμόπουλο Κών/νο, Επίκουρο Καθηγητή του Τ.Ε.Ι. Πειραιά.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Ευχαριστίες .....	i
Περιεχόμενα .....	iii
Λίστα σχημάτων .....	v
Λίστα πινάκων .....	vii
Summary .....	viii
Πρόλογος .....	1
<b>1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Τοπολογία Δικτύου Ηλεκτρικής Ενέργειας.....</b>	<b>2</b>
1.1 Γενικά.....	2
1.2 Σύστημα Παραγωγής .....	2
1.3 Σύστημα Διασυνδέσεως και Μεταφοράς.....	3
1.4 Σύστημα Υπομεταφοράς.....	3
<b>Error! Bookmark not defined.5</b> Σύστημα Διανομής Μέσης Τάσης (MT).....	4
1.5.1 Ακτινωτή Τοπολογία.....	5
1.5.2 Τοπολογία Δακτυλίου.....	5
1.5.3 Τοπολογία Δικτύου.....	5
1.6 Σύστημα Διανομής Χαμηλής Τάσης (XT).....	5
<b>2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Διατάξεις, μέσα προστασίας και σφάλματα του δικτύου ηλεκτρικής ενέργειας.....</b>	<b>7</b>
2.1 Εισαγωγή.....	7
2.1.1 Υποσταθμοί Διανομής.....	7
2.1.2 Κέντρα Υπερύψηλης Τάσης (ΚΥΤ).....	8
2.2 Μετασχηματιστές (ΜΣ).....	8
2.3 Αυτομετασχηματιστές (ΑΜΣ).....	8
2.4 Ζυγοί.....	9
2.5 Διακοπτικά και προστατευτικά στοιχεία.....	9
2.5.1 Γενικά.....	9
2.5.2 Αποζεύκτες.....	10
2.5.3 Διακόπτες φορτίου.....	10
2.5.4 Διακόπτες ισχύος.....	10
2.5.5 Ασφαισιοαποζεύκτες.....	11
2.5.6 Διακόπτες αυτόματης επαναφοράς.....	11
2.5.7 Διακόπτες απομόνωσης.....	11
2.5.8 Ηλεκτρονόμοι.....	11
2.6 Καλώδια ΜΤ.....	12
2.7 Πίνακες του δικτύου ΜΤ της Δ.Ε.Η.....	13
2.8 Σφάλματα και βλάβες στα δίκτυα Διανομής.....	14
2.8.1 Γενικά.....	14
2.8.2 Ανάλυση σφαλμάτων δικτύων Διανομής.....	16
2.8.3 Στατιστική σφαλμάτων.....	16
<b>3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο Εξοπλισμός υποσταθμού ανόρθωσης.....</b>	<b>18</b>
3.1 Ξηρός μετασχηματιστής .....	18
3.1.1 Τεχνική περιγραφή .....	18
3.1.2 Τεχνικά στοιχεία του τριφασικού Μ/Σ.....	19



3.1.3	Πινακίδα μετασχηματιστή.....	20
3.1.4	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών μετασχηματιστή.....	21
3.2	Πίνακας μέσης τάσης (20kv) .....	22
3.2.1	Περιγραφή πίνακα μέσης τάσης (μ.τ.).....	22
3.2.2	Κύρια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πίνακα μ.τ. 20kv.....	23
3.2.3	Τυπικό σχέδιο πίνακα μ.τ. υποσταθμού ανόρθωσης.....	23
3.2.4	Περιγραφή πεδίων πίνακα μ.τ.....	24
3.2.5	Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα μ.τ.....	24
3.3	Μετασχηματιστής ανόρθωσης.....	25
3.3.1	Περιγραφή μετασχηματιστή ανόρθωσης .....	25
3.3.2	Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά.....	25
3.3.3	Σχέδιο μεταλλικής πινακίδας.....	27
3.3.3.1	Σχέδιο κύριου κυκλώματος Μ/Σ.....	28
3.3.3.2	Μονογραμμικό σχέδιο Μ/Σ.....	29
3.3.4	Κατασκευαστικό σχέδιο μετασχηματιστή (κάτοψη-πλάγια όψη).....	30
3.3.5	Σχέδιο ηλεκτρονόμου προστασίας (dgpr2).....	31
3.3.6	Σχέδιο βανών (πλήρωσης – δειγματοληψία εκκένωσης).....	32
3.3.7	Ρόδες Μ/Σ – διάγραμμα.....	33
3.3.8	Ηλεκτρονόμος προστασίας έναντι διαρροής (relay 64).....	34
3.3.9	Βαλβίδα εκτόνωσης – διάγραμμα.....	35
3.4	Μονάδα ανορθωτή.....	36
3.4.1	Περιγραφή ανορθωτή .....	36
3.4.2	Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά.....	36
3.4.3	Σχέδιο μετασχηματιστή τύπου η σχέδιο ψήκτρας - διόδου .....	38
3.4.4	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διόδου(κάτοψη-πλάγια όψη).....	40
3.4.5	Ηλεκτρολογικό σχέδιο λειτουργίας μονάδας ανορθωτή.....	41
3.5	Πίνακας 750 v ζ.ρ. (dc).....	55
3.5.1	Γενική διάταξη του συστήματος.....	55
3.5.2	Διακόπτης απομόνωσης αρνητικής φάσης nis (negative isolating switch).....	55
3.5.3	Πεδίο εισόδου, αυτόματος διακόπτης απομόνωσης ais (automatic isolating switch).....	55
3.5.4	Πίνακας σφαλμάτων πίνακα.....	56
3.5.5	Πεδία τροφοδοσίας ηλεκτροφόρου γραμμής, διακόπτες ισχύος τροφοδοσίας scb και.....	56
...	pacb.....	56
3.5.6	Γενική περιγραφή πίνακα ζ.ρ.....	57
3.5.6.1	Πεδία πίνακα Σ.Ρ.....	57
3.5.6.2	Διακόπτης pacb (τύπος hscb gearapid se 1000).....	60
3.5.6.3	Διακόπτης scb (τύπος hscb gearapid se 3000).....	61
3.5.6.4	Αποζεύκτης ais (τύπος 6300).....	62
3.5.6.5	Αποζεύκτης nis (τύπος 6300).....	62
3.5.6.6	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διακοπών.....	63
3.6	Φορτιστής μπαταριών (battery charger).....	64
3.6.1	Εισαγωγή .....	64
3.6.2	Τεχνική περιγραφή φορτιστή μπαταριών.....	64
3.6.3	Χαρακτηριστικά φορτιστή μπαταριών.....	64
3.6.4	Μονογραμμικό σχέδιο.....	66
<b>4° Κεφάλαιο</b>	<b>Προστασίες υποσταθμού ανόρθωσης.....</b>	<b>67</b>
4.1	Προστασίες μ/ζ ανόρθωσης .....	67
4.1.1	Προστασία για την υπόταση και έλλειψη τάσης 20kv.....	67
4.1.1.1	Μονογραμμικό σχέδιο 20kv.....	68
4.1.1.2	Σχέδιο κυκλώματος ισχύος.....	69
4.1.1.3	Σχέδιο μετασχηματιστών μετρήσεων.....	70
4.1.2	Προστασία από υπερένταση και διαρροή ως προς γη.....	71

4.1.2.1	Συσκευή <i>sepat</i> .....	71
4.1.2.2	Πρόσοψη - μηνύματα.....	72
4.1.2.3	Σχέδιο κυκλώματος ισχύος.....	74
4.1.2.4	Τύπος μετασχηματιστών εντάσεως.....	75
4.1.2.5	Τοροειδής μετασχηματιστής.....	76
4.1.3	dgpt2.....	77
4.1.4	Διαρροή πλαισίου (relay κ- 64).....	78
4.1.4.1	Μονογραμμικό σχέδιο κ-64.....	79
4.1.5	Βαλβίδα εκτόνωσης.....	80
4.1.5.1	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών βαλβίδας .....	80
4.2	Προστασίες ανορθωτή.....	81
4.2.1	Προστασία ενάντια θερμοκρασίας.....	81
4.2.1.1	Σχέδιο θερμίστορ.....	81
4.2.2	Διαρροή πλαισίου (relay κ-64).....	82
4.2.2.1	Μονογραμμικό σχέδιο κ-64.....	83
4.3	Προστασίες πίνακα 750v dc.....	84
4.3.1	Μονογραμμικό σχέδιο προστασιών (64 + 59).....	84
4.3.2	Διαρροή πλαισίου (relay κ-64).....	85
4.3.3	Υπέρταση μεταξύ σιδηροτροχιών κύλισης και γείωσης (59).....	85
4.4	Προστασίες διακόπτη hscb.....	85
4.4.1	Σχέδιο παλμικού μετασχηματιστή.....	86
4.4.2	Συσκευή δοκιμής γραμμής και σύστημα αυτόματου επανακλεισίματος (ltd).....	86
4.4.2.1	Μονογραμμικό σχέδιο ltd.....	87
4.4.3	Σχέδιο προστασιών διακόπτη.....	88
4.4.4	Χαρακτηριστικά διακόπτη (gearapid se).....	89
4.5	Προστασίες ξηρού μετασχηματιστή.....	89
4.5.1	Ασφάλειες.....	89
4.5.1.1	Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλειών τήξεως.....	92
4.5.2	Έλεγχος θερμοκρασίας.....	92
4.5.2.1	Σχέδιο θερμίστορ.....	94
4.5.2.2	Σχέδιο μονάδας απόξευξης.....	95
4.5.3	Μονογραμμικό σχέδιο μ/ς 20kv.....	96
4.5.4	Κύκλωμα ισχύος.....	97
5.1	Περιγραφή.....	97
5.2	Κύκλωμα γείωσης.....	98
	<b>Βιβλιογραφία</b> .....	99
	<b>Παράρτημα</b> .....	100

## ΛΙΣΤΑ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 3.1	Πινακίδα μετασχηματιστή.....	19
Σχήμα 3.2	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών μετασχηματιστή.....	20
Σχήμα 3.3	Τυπικό σχέδιο πίνακα Μ.Τ. υποσταθμού ανόρθωσης.....	22
Σχήμα 3.4	Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα Μ.Τ.....	23
Σχήμα 3.5	Σχέδιο μεταλλικής πινακίδας.....	26
Σχήμα 3.6	Σχέδιο κύριου κυκλώματος Μ/Σ.....	27
Σχήμα 3.7	Μονογραμμικό σχέδιο Μ/Σ.....	28
Σχήμα 3.8	Κατασκευαστικό σχέδιο μετασχηματιστή (κάτοψη-πλάγια όψη).....	29
Σχήμα 3.9	Σχέδιο ηλεκτρονόμου προστασίας (dgpt2).....	30
Σχήμα 3.10	Σχέδιο βανών (πλήρωσης – δειγματοληψίας εκκένωσης).....	31
Σχήμα 3.11	Ρόδες Μ/Σ – διάγραμμα.....	32
Σχήμα 3.12	Ηλεκτρονόμος προστασίας έναντι διαρροής (relay 64).....	33
Σχήμα 3.13	Βαλβίδα εκτόνωσης – διάγραμμα.....	34
Σχήμα 3.14	Σχέδιο μετασχηματιστή τύπου Η.....	37
Σχήμα 3.15	Σχέδιο ψήκτρας - διόδου.....	38
Σχήμα 3.16	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διόδου(κάτοψη-πλάγια όψη).....	39
Σχήμα 3.17	Ηλεκτρολογικό σχέδιο λειτουργίας μονάδας ανορθωτή.....	40
Σχήμα 3.18	Κύρια κυκλώματα-γέφυρα 1.....	41
Σχήμα 3.19	Κύρια κυκλώματα-γέφυρα 2.....	42
Σχήμα 3.20	Κύρια κυκλώματα ενδιάμεσου Μ/Σ (μεταξύ γεφυρών).....	43
Σχήμα 3.21	Διανομή βοηθητικών παροχών.....	44
Σχήμα 3.22	Η/Ν προστασίας.....	45
Σχήμα 3.23	Ανίχνευση βλάβης διόδου.....	46
Σχήμα 3.24	Η/Ν προστασίας προς Γη.....	47
Σχήμα 3.25	Θέρμανση και φωτισμός.....	48
Σχήμα 3.26	Ανιχνευτής θερμοκρασίας διόδου.....	49
Σχήμα 3.27	Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Α.....	50
Σχήμα 3.28	Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων.....	51
Σχήμα 3.29	Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Γ.....	52
Σχήμα 3.30	Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Δ.....	53
Σχήμα 3.31	Πίνακας σφαλμάτων πίνακα.....	55
Σχήμα 3.32	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διακοπών.....	62
Σχήμα 3.33	Μονογραμμικό σχέδιο φορτιστή μπαταριών.....	65
Σχήμα 4.1	Μονογραμμικό σχέδιο 20kV.....	67
Σχήμα 4.2	Σχέδιο κυκλώματος ισχύος.....	68
Σχήμα 4.3	Σχέδιο μετασχηματιστών μετρήσεων.....	69
Σχήμα 4.4	Συσκευή seram.....	70
Σχήμα 4.5	Πρόσοψη - μηνύματα.....	71
Σχήμα 4.6	Σχέδιο κυκλώματος ισχύος.....	73
Σχήμα 4.7	Τύπος μετασχηματιστών εντάσεως.....	74
Σχήμα 4.8	Τοροειδής μετασχηματιστής.....	75
Σχήμα 4.9	Μονογραμμικό σχέδιο relay κ-64.....	78
Σχήμα 4.10	Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών βαλβίδας.....	79
Σχήμα 4.11	Σχέδιο θερμιστορ.....	80

Σχήμα 4.12	Μονογραμμικό σχέδιο κ-64.....	82
Σχήμα 4.13	Μονογραμμικό σχέδιο προστασιών (64 + 59).....	83
Σχήμα 4.14	Σχέδιο παλμικού μετασχηματιστή .....	84
Σχήμα 4.15	Μονογραμμικό σχέδιο ltd.....	85
Σχήμα 4.16	Σχέδιο προστασιών διακόπτη.....	86
Σχήμα 4.17	Χαρακτηριστικά διακόπτη (gearapid se).....	87
Σχήμα 4.18	Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλειών τήξεως(α).....	88
Σχήμα 4.19	Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλειών τήξεως (β).....	89
Σχήμα 4.20	Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλειών τήξεως (γ).....	90
Σχήμα 4.21	Σχέδιο θερμίστορ(α).....	91
Σχήμα 4.22	Σχέδιο θερμίστορ (β).....	92
Σχήμα 4.23	Σχέδιο μονάδας απόξευξης.....	93
Σχήμα 4.24	Μονογραμμικό σχέδιο Μ/Σ 20kV.....	94
Σχήμα 4.25	Κύκλωμα ισχύος.....	95
Σχήμα 5.1	Κύκλωμα γείωσης .....	97

# ΛΙΣΤΑ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1 Μήκος γραμμών μεταφοράς ΥΤ, γραμμών ΜΤ και ΧΤ.....	2
--	---

## SUMMARY

The thesis that follows, we present a medium voltage network, through analysis of the Metro network. First is a brief reference in the power system from production to transport and ultimately distributed in systems of low and medium voltage, and the information systems that make up the MV (provisions, means of protection and network errors). Then a comprehensive reference system transformation and recovery of the metro network in which "rectified" voltage reaches its final form, to serve the needs of our system (trains, lighting, electromechanical equipment, signaling, etc.). Furthermore by means of images, tables and diagrams are presented a list of individual MV (switches, cables, etc.) and of course protect the system from various phenomena (overvoltage, overcurrent, leakage) for the safe and orderly operation of the system. It is important to note the reference to the device and sepam important role in the protection domain of the system.

# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Στην πτυχιακή εργασία που ακολουθεί, γίνεται η παρουσίαση ενός δικτύου μέσης τάσης, μέσω της ανάλυσης του δικτύου του Αττικό Μετρό. Αρχικά γίνεται συνοπτική αναφορά, στο σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας από την παραγωγή, στην μεταφορά και τελικά στην διανομή της, στα συστήματα μέσης και χαμηλής τάσης, καθώς και στα στοιχεία που απαρτίζουν τα συστήματα Μ.Τ. (διατάξεις, μέσα προστασίας και σφάλματα δικτύου). Στην συνέχεια γίνεται εκτενή αναφορά στο σύστημα μετασχηματισμού και ανόρθωσης του δικτύου του μετρό στο οποίο η «ανορθωμένη» τάση φτάνει στην τελική της μορφή, ώστε να εξυπηρετήσει τις ανάγκες του συστήματός μας (συρμοί, φωτισμός, ηλεκτρομηχανολογικός εξοπλισμός, σηματοδότηση κ.α.). Επιπλέον μέσω σχημάτων, πινάκων και σχεδιαγραμμάτων παρουσιάζονται τα επιμέρους ενός πίνακα Μ.Τ. (διακόπτες, καλώδια κ.α.) και φυσικά οι προστασίες του συστήματος από διάφορα φαινόμενα (υπερτάσεις, υπερεντάσεις, διαρροές) για την ασφαλή και αρμονική λειτουργία του συστήματος. Είναι σημαντικό να σημειωθεί η αναφορά στην συσκευή sepam και στο σπουδαίο ρόλο της στο τομέα προστασίας του συστήματος.

# 1<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

## ΤΟΠΟΛΟΓΙΑ ΔΙΚΤΥΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

### 1.1 Γενικά

Το συνολικό σύστημα ηλεκτρικής ενέργειας απαρτίζεται από επιμέρους συστήματα

- Σύστημα Παραγωγής.
- Σύστημα Διασυνδέσεως και Μεταφοράς.
- Σύστημα Υπομεταφοράς.
- Σύστημα Διανομής.

Τα σύγχρονα συστήματα μεταφοράς και διανομής ηλεκτρικής ενέργειας είναι τριφασικά και, επί πλέον, συμμετρικά. Η ομοιόμορφη φόρτιση των τριών φάσεων επιτυγχάνεται με ισοκατανομή των υπαρχόντων ή αναμενομένων φορτίων των καταναλώσεων στο δίκτυο. Επομένως, ένα συμμετρικό τριφασικό δίκτυο παριστάνεται μέσω μόνο μιας φάσης του και υπονοείται ότι η συμπεριφορά των τριών φάσεων είναι κοινή, με μόνη διαφορά μια φασική απόκλιση. Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από τις γεννήτριες, μεταφέρεται στους περίπου 7.000.000 καταναλωτές μέσω γραμμών μεταφοράς ΥΤ, γραμμών ΜΤ και γραμμών ΧΤ, οι οποίες έχουν αντίστοιχα συνολικά μήκη που δίνονται στον ακόλουθο πίνακα.

Συνολικό μήκος (km)	1999	2004	2006
Γραμμές μεταφοράς ΥΤ	9811	10985	11424
Γραμμές ΜΤ	76544	88025	93307
Γραμμές ΧΤ	87935	105522	113963

Πίνακας 1.1 Μήκος γραμμών μεταφοράς ΥΤ, γραμμών ΜΤ και ΧΤ

### 1.2 Σύστημα Παραγωγής

Το Σύστημα Παραγωγής περιλαμβάνει τους σταθμούς παραγωγής του ηλεκτρικού ρεύματος, και τους μετασχηματιστές ανύψωσης της τάσης για τη μεταφορά του υπό ΥΤ. Η ηλεκτρική ενέργεια παράγεται με μετατροπή κάποιας άλλης μορφής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το σύνολο της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία παρέχεται στην κατανάλωση σήμερα από συστήματα ηλεκτρικής ενέργειας προέρχεται από την καύση ορυκτών καυσίμων (άνθρακες, πετρέλαιο), από τη ροή ή την πτώση των υδάτων και από την κινητική ενέργεια του ανέμου. Μια γεννήτρια ισχύος παράγει 3 διαφορετικές φάσεις ισχύος ταυτόχρονα, η κάθε μία εκ των οποίων απέχει φασικά 120° από την άλλη.

Το πλεονέκτημα της τριφασικής ισχύος είναι ότι σε κάθε χρονική στιγμή μία από τις τρεις φάσεις είναι κοντά σε ένα μέγιστο της και αυτό είναι θετικό για την λειτουργία διατάξεων και μηχανών σε βιομηχανικό περιβάλλον διάφοροι τύποι των σταθμών παραγωγής κατατάσσονται σε θερμοηλεκτρικούς (ατμοηλεκτρικούς, νηζελοηλεκτρικούς, πυρηνικούς) και σε υδροηλεκτρικούς (υδατοπτώσεων, υδατίνων ρευμάτων, αντλητικούς).



### 1.3 Σύστημα Διασυνδέσεως και Μεταφοράς

Τα δίκτυα Μεταφοράς κομίζουν την ηλεκτρική ενέργεια από τις μονάδες παραγωγής στις ευρύτερες ζώνες κατανάλωσης. Λειτουργούν ως διασυνδεδεμένα, έχουν δηλαδή δυνατότητα αμφίδρομης ροής ενέργειας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά παραγωγής/ζήτησης τη δεδομένη χρονική στιγμή ενώ μέσω των δικτύων Μεταφοράς γίνονται οι διεθνείς διασυνδέσεις, είτε για λόγους εφεδρείας είτε για ανταλλαγές ηλεκτρικής ενέργειας μεταξύ χωρών, βάσει προσυμφωνημένων προγραμμάτων. Οι τάσεις λειτουργίας τους κυμαίνονται συνήθως από 150kV (σπανιότερα από 66kV) έως 400kV (ΥΤ), ενώ σε ορισμένες χώρες φτάνουν μέχρι τα 800 με 900 kV (ΥΥΤ). Η χρήση ΥΤ οφείλεται σε οικονομικούς λόγους, επειδή για δεδομένη μεταφερόμενη ισχύ οι απώλειες ισχύος γραμμής αυξάνονται με την μείωση της τάσης. Η επιλογή τάσης μεταφοράς γίνεται με τεχνικοοικονομικά κριτήρια και εξαρτάται από την καμπύλη του μεταφερόμενου φορτίου και από την απόσταση μεταφοράς. Τα δίκτυα μεταφοράς είναι συνήθως εναέρια κυρίως για τεχνικούς και οικονομικούς λόγους.

Τα όρια των δικτύων Μεταφοράς είναι

- Οι Υ/Σ ανύψωσης των Σταθμών Παραγωγής, από τους οποίους εισρέει ενέργεια στο δίκτυο Μεταφοράς.
- Οι Υ/Σ υποβιβασμού της τάσης, στη στάθμη τάσης των δικτύων Υπομεταφοράς ή των δικτύων Διανομής ΜΤ, από τους οποίους εκρέει ενέργεια από τα δίκτυα Μεταφοράς.
- Οι Υ/Σ ηλεκτροδότησης λίγων μεγάλων καταναλωτών, από τους οποίους επίσης εκρέει ενέργεια.
- Τα σημεία των διεθνών διασυνδέσεων.

Το σύστημα προστασίας των δικτύων Μεταφοράς πρέπει να είναι πολύ υψηλών επιδόσεων, δεδομένου ότι σφάλματα στα δίκτυα αυτά μπορούν να προκαλέσουν πολύωρες διακοπές ηλεκτροδότησης σε εκατοντάδες χιλιάδες ή και εκατομμύρια καταναλωτές. Επειδή λειτουργούν συνήθως σε εθνικό επίπεδο (διασυνδεδεμένο δίκτυο Μεταφοράς), η παρακολούθησή και ο έλεγχος της λειτουργίας τους καθώς και η προστασία τους αναλαμβάνεται από ένα Κέντρο Ελέγχου. Το διασυνδεδεμένο δίκτυο Μεταφοράς της ΔΕΗ περιλαμβάνει περίπου 8.000km γραμμών 150kV και 2.500km γραμμών 400kV. Οι καταναλωτές ΥΤ είναι περίπου 20.

### 1.4 Σύστημα Υπομεταφοράς

Τα δίκτυα αυτά μεταφέρουν ενέργεια από το δίκτυο Μεταφοράς στα κύρια κέντρα κατανάλωσης. Η στάθμη τάσης λειτουργίας τους κυμαίνεται από 25kV έως 250kV. Κατά κανόνα λειτουργούν ως διασυνδεδεμένα. Συνήθως οι γραμμές Υπομεταφοράς είναι εναέριες. Τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια είτε Υ/Σ υποβιβασμού σε ΜΤ είτε μεγάλους καταναλωτές (με ζήτηση ισχύος της τάξης π.χ. των 10 MVA). Η προστασία τους είναι παρόμοια με εκείνη των δικτύων Μεταφοράς, ενώ τα Κέντρα Ελέγχου είναι σε περιφερειακό (όχι σε εθνικό) επίπεδο. Σε ορισμένες χώρες, δεν υπάρχουν δίκτυα Υπομεταφοράς, αλλά το δίκτυο Μεταφοράς τροφοδοτεί απ' ευθείας τα δίκτυα ΜΤ. Στην Ελλάδα, τα δίκτυα 22kV στην Αττική, που τροφοδοτούν δίκτυα 6,6kV μπορούν να θεωρηθούν ως δίκτυα Υπομεταφοράς (τα δίκτυα των 22kV και 6,6kV είναι παλαιά δίκτυα, κατασκευασμένα έως τις αρχές της δεκαετίας του 60). Σε πολλές περιπτώσεις είναι δύσκολο να γίνει διάκριση μεταξύ δικτύων Υπομεταφοράς και δικτύων Διανομής Μ.Τ.

## 1.5 Σύστημα Διανομής Μέσης Τάσης (MT)

Από τους δημόσιους Υ/Σ υποβιβασμού της τάσης των δικτύων Μεταφοράς ή Υπομεταφοράς σε MT τροφοδοτούνται οι αναχωρήσεις MT, που μεταφέρουν την ηλεκτρική ενέργεια στα τοπικά κέντρα κατανάλωσης. Δημόσιοι Υ/Σ είναι όλοι οι Υ/Σ πλην εκείνων που καθένας τους εξυπηρετεί αποκλειστικά ένα μεγάλο καταναλωτή. Τα δίκτυα MT τροφοδοτούν με ηλεκτρική ενέργεια τους Υ/Σ Διανομής MT/XT καθώς και τους Υ/Σ MT μεγάλων καταναλωτών. Οι καταναλωτές αυτοί είναι μικρό ποσοστό του συνόλου των καταναλωτών μιας ηλεκτρικής επιχείρησης. Η στάθμη τάσης λειτουργίας τους είναι συνήθως από 5kV έως 40kV (συνηθέστερες είναι οι στάθμες τάσης από 12kV έως 24kV). Οι αναχωρήσεις MT αποτελούνται από τον κορμό και τις διακλαδώσεις, αν και σε κάποιες περιπτώσεις η διάκριση μεταξύ τους δεν είναι ευχερής. Το μέσο πλήθος των αναχωρήσεων MT από Υ/Σ YT/MT καθώς και το μέσο μήκος των αναχωρήσεων παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές μεταξύ χωρών ή ηλεκτρικών επιχειρήσεων. Το πλήθος των αναχωρήσεων κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 4 και 25. Το μέσο μήκος των αναχωρήσεων είναι γενικά μικρότερο σε αστικές περιοχές (από 3km έως 10km σε αστικές και από 5km έως 35km σε μη αστικές). Παρά το μικρότερο μήκος τους, σε πολλές χώρες οι αναχωρήσεις σε αστικές περιοχές μεταφέρουν κατά μέσο όρο περισσότερο φορτίο. Μεταξύ των αναχωρήσεων MT υπάρχει δυνατότητα διασύνδεσης, σε πολλές περιπτώσεις. Αυτό σημαίνει ότι, με κατάλληλους χειρισμούς των στοιχείων ζεύξης των αναχωρήσεων είναι δυνατό τα φορτία μιας αναχώρησης ή μέρους αυτής να τροφοδοτηθούν από άλλη ή άλλες αναχωρήσεις του ίδιου ή, συνήθως, διαφορετικών υποσταθμών YT/MT.

Η δυνατότητα διασύνδεσης αυξάνει την αξιοπιστία των δικτύων, μειώνοντας το χρόνο διακοπής σε περίπτωση σφάλματος. Γενικότερα, οι υπόγειες γραμμές MT κατασκευάζονται σχεδόν πάντοτε με δυνατότητα διασύνδεσης. Επιπλέον, οι εναέριες γραμμές που εξυπηρετούν περιοχές με σχετικά πυκνά φορτία (π.χ. αστικές, ημιαστικές) συνήθως έχουν δυνατότητα διασύνδεσης. Οι γραμμές με δυνατότητα διασύνδεσης λειτουργούν κατά κανόνα ακτινικά, δηλαδή σε κάθε χρονική στιγμή οποιοδήποτε φορτίο κατανάλωσης ηλεκτροδοτείται από μια μόνο αναχώρηση MT Υ/Σ YT/MT (δομή ανοικτού βρόχου). Είναι πολύ σπάνιες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες σε δίκτυα MT υπάρχουν ταυτόχρονα περισσότεροι από ένας αγωγίμοι δρόμοι μεταξύ φορτίου κατανάλωσης και Υ/Σ YT/MT, γιατί μια τέτοια πρακτική γενικά δεν ενδείκνυται για οικονομοτεχνικούς λόγους (λόγω τεχνολογικής πολυπλοκότητας, κυρίως του συστήματος προστασίας που απαιτείται).

Στην Ελλάδα οι στάθμες MT είναι 20kV (συνηθέστερη), 22kV, 15kV και 6,6kV. Τα δίκτυα MT έχουν μήκος περίπου 95.000km, από τα οποία τα 85.000km έχουν στάθμη τάσης λειτουργίας 20kV. Το 92% του μήκους των δικτύων είναι εναέρια. Οι Υ/Σ Διανομής (MT/XT) είναι περίπου 135.000 και οι Υ/Σ καταναλωτών MT είναι 8.000. Τα εναέρια δίκτυα έχουν συνήθως δενδροειδή μορφή. Αποτελούνται δηλαδή από τον κορμό ή κύρια γραμμή που κατασκευάζεται με αγωγούς μεγάλης διατομής και τις διακλαδώσεις που κατασκευάζονται με αγωγούς μικρότερης διατομής πάνω στις οποίες συνδέονται οι Υ/Σ MT/XT. Η δενδροειδής μορφή επιτυγχάνεται σχετικά εύκολα στις περιοχές ενώ παρουσιάζει δυσκολίες στις ημιαστικές και αστικές περιοχές όπου οι περιορισμοί στην όδευση των γραμμών δεν το επιτρέπουν. Γενικά τα εναέρια δίκτυα λειτουργούν ακτινικά, δηλαδή όλες οι γραμμές τροφοδοτούνται από το ένα άκρο τους.

Στην Ελλάδα καθώς και στις Ευρωπαϊκές χώρες, οι γραμμές των εναέριων δικτύων διανομής περιλαμβάνουν μόνο τους τρεις αγωγούς των φάσεων και όχι τον ουδέτερο. Όσον αφορά στις βλάβες που παρουσιάζονται, ο εντοπισμός τους και η αποκατάσταση της κανονικής λειτουργίας είναι σχετικά εύκολος και απαιτείται χρόνος μερικών ωρών. Τα

υπόγεια δίκτυα επειδή τροφοδοτούν περιοχές με μεγάλη πυκνότητα φορτίου αλλά και με αυξημένες απαιτήσεις συνεχούς τροφοδότησης δεν καλύπτονται επαρκώς από το ακτινικό μοντέλο. Αυτό συμβαίνει επειδή ο εντοπισμός και η αποκατάσταση μιας βλάβης υπογείου καλωδίου απαιτούν χρονικά διαστήματα της τάξης των 24 ωρών και είναι ιδιαίτερα σύνθετες εργασίες. Έτσι στα υπόγεια δίκτυα ακολουθείται ο κανόνας του να υπάρχει δυνατότητα για τροφοδότηση (αυτόματα ή χειροκίνητα) μετά από βλάβη από άλλη οδό χωρίς να απαιτείται η επισκευή της βλάβης. Συνήθως σε μη αστικές περιοχές είναι εναέρια, ενώ σε αστικές περιοχές είναι υπόγεια. Συχνές είναι και οι περιπτώσεις κατά τις οποίες στην ίδια αναχώρηση από υποσταθμό περιλαμβάνονται και εναέρια και υπόγεια τμήματα. Υπάρχουν τριών ειδών τοπολογίες για τις γραμμές MT και είναι η ακτινωτή, η δακτυλίου και η δικτυωτή.

### 1.5.1 Ακτινωτή Τοπολογία

Σε αυτής της μορφής την τοπολογία οι YT/MT ΜΣ συνδέονται με τους ΜΣ MT/XT σε απευθείας ακτινωτές γραμμές. Αυτές οι γραμμές μπορούν να είναι αποκλειστικές για ένα ΜΣ ή να διασχίζουν διαφορετικούς ΜΣ. Ένα πλεονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι ο κεντρικός έλεγχος όλων των Υ/Σ ΜΣ. Η δομή μιας γραμμής MT η οποία τροφοδοτεί πολλαπλούς ΜΣ διασχίζοντας έναν προς έναν είναι μια πολύ συνηθισμένη περίπτωση. Αυτά τα συστήματα απαιτούν διανεμημένες διατάξεις ελέγχου, μία για κάθε ΜΣ.

Η μορφή δέντρου είναι μια σύνθεση των δύο παραπάνω μορφών ακτινωτής τοπολογίας γραμμή ερχόμενη από έναν ΜΣ YT/MT διακλαδίζεται συνεχώς μέχρι να φθάσει τους ΜΣ MT/XT.

Στα πλεονεκτήματα των ακτινωτών τοπολογιών είναι

- Μεγαλύτερη προστασία από σφάλματα ρεύματος.
- Ευκολότερος έλεγχος τάσης.
- Ευκολότερη πρόβλεψη και έλεγχος των πτώσεων τάσης.
- Χαμηλότερο κόστος.

### 1.5.2 Τοπολογία Δακτυλίου

Η τοπολογία δακτυλίου έρχεται να λύσει ένα μείζον πρόβλημα των ακτινωτών τοπολογιών. Στην περίπτωση της απώλειας για οποιονδήποτε λόγο ενός κόμβου MT προκαλείται διακοπή της παροχής ενέργειας αφού δεν τροφοδοτείται κανένας ΜΣ στην σειρά μετά από την βλάβη. Συνεπώς, η ακτινική τοπολογία μπορεί να θεωρηθεί ως η βελτιωμένη ακτινωτή τοπολογία που παρέχει άλλες πιθανές διαδρομές της παροχής ισχύος όταν παρουσιαστεί πρόβλημα σε κάποια μονάδα, δημιουργώντας με αυτόν τον τρόπο έναν πλεονασμό.

### 1.5.3 Τοπολογία Δικτύου

Στην τοπολογία δικτύου οι ΜΣ YT/MT και οι ΜΣ MT/XT συνδέονται σε ένα δίκτυο με πολλαπλές πιθανές διαδρομές μεταξύ τους. Αν μια γραμμή αποκλειστεί, η ισχύς μπορεί να αναδρομολογηθεί επιλέγοντας μία άλλη βέλτιστη διαδρομή. Αυτή είναι η πιο συνηθισμένη τοπολογία στα σύγχρονα δίκτυα ισχύος.

## 1.6 Σύστημα Διανομής Χαμηλής Τάσης (XT)

Ο σκοπός των δικτύων XT είναι η μεταφορά ενέργειας από τους Υ/Σ Διανομής στους καταναλωτές XT οι οποίοι αποτελούν τη μεγάλη πλειονότητα των καταναλωτών ηλεκτρικής ενέργειας. Στις αστικές περιοχές με μεγάλη πυκνότητα φορτίου, τα δίκτυα XT είναι συνήθως υπόγεια με δυνατότητα διασυνδέσεων (με δομή ανοικτού βρόχου), ενώ στις περιοχές με μικρότερη πυκνότητα φορτίου είναι συνήθως εναέρια, ακτινικά ή με δυνατότητα

διασυνδέσεων. Η στάθμη τάσης κυμαίνεται από 100 έως 440V. Η λειτουργία (χειρισμοί) των δικτύων αυτών γίνεται συνήθως χειροκίνητα. Στην Ελλάδα (ΔΕΗ) η στάθμη XT είναι 230V/400V (φασική/πολική), που είναι και η συνηθέστερη στην Ευρώπη. Το 92% του μήκους των δικτύων είναι εναέρια (ίδιο ποσοστό με εκείνο της MT). Το πλήθος των καταναλωτών XT είναι περίπου 7.000.000. \_\_

2<sup>ο</sup> Κεφάλαιο**ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ, ΜΕΣΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**

## 2.1 Εισαγωγή

Οι Υ/Σ ανυψώσεως, οι οποίοι βρίσκονται και ανήκουν, όπως αναφέρθηκε προηγουμένως, στους σταθμούς παραγωγής και στους οποίους γίνεται ανύψωση της τάσεως από την τιμή της τάσεως παραγωγής, η οποία κυμαίνεται από 6 έως 20kV στην τιμή της τάσεως μεταφοράς. Τα στοιχεία συνδέσεως των γραμμών στους Υ/Σ καλούνται ζυγοί, σε αυτούς δε οι γραμμές συνδέονται μέσω των διακοπών. Οι διακόπτες, οι οποίοι χρησιμεύουν για τη διακοπή και αποκατάσταση της ροής του ηλεκτρικού ρεύματος και οι ΜΣ στους οποίους μετασχηματίζεται η ισχύς και αλλάζει η τάση, αποτελούν τις σπουδαιότερες συσκευές ισχύος των δικτύων μεταφοράς.

**2.1.1 Υποσταθμοί Διανομής**

Οι Υ/Σ διανομής ΥΤ/ΜΤ και ΜΤ/ΧΤ έχουν σαν προορισμό τον υποβιβασμό, ο μεν πρώτος της τάσης μεταφοράς των 150kV ή 400kV στη ΜΤ διανομής των 15kV ή 20kV και ο δεύτερος τον υποβιβασμό της ΜΤ στην τάση κατανάλωσης 230/400V. Οι Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ κατασκευάζονται εκτός των πόλεων για λόγους τεχνικούς, ασφάλειας αλλά και καλαισθησίας. Συνήθως κατασκευάζονται κοντά σε μεγάλα κέντρα κατανάλωσης (όπως βιομηχανικές περιοχές) και ο αριθμός τους καθορίζεται από τις ανάγκες σε ηλεκτρική ενέργεια της κάθε περιοχής και από την εμβέλεια των γραμμών διανομής (περίπου 70km). Οι Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής μπορεί να είναι

- **Εναέριοι.** Κατασκευάζονται σε στύλους όπου ο χώρος και το περιβάλλον επιτρέπουν την εγκατάστασή τους.
- **Επίγειοι.** Κατασκευάζονται εκεί όπου το μέγεθος της ισχύος ή ο χώρος δεν επιτρέπουν την κατασκευή εναερίου υποσταθμού και εγκαθίστανται συνήθως μέσα σε κτίρια.
- **Υπόγειοι.** Κατασκευάζονται κάτω από την επιφάνεια της γης, σε κεντρικά σημεία πόλεων και σε θέσεις που δεν είναι δυνατή η κατασκευή υπέργειων σταθμών. Μεγάλη σημασία έχει σε αυτή την περίπτωση να γίνει σωστή μελέτη για τον αερισμό του ΜΣ αλλιώς υπάρχει ο κίνδυνος της αύξησης της θερμοκρασίας να φτάσει σε επικίνδυνα όρια για την λειτουργία του ΜΣ αλλά και των καλωδίων.

Σύμφωνα με το γεωγραφικό χάρτη, στο Σύστημα είναι συνδεδεμένοι

- 157 Υ/Σ υποβιβασμού 150kV/ΜΤ της ΔΕΗ, από τους οποίους 146 περιλαμβάνουν τμήματα, η διαχείριση των οποίων είναι στην αρμοδιότητα του ΔΕΣΜΗΕ ως Διαχειριστή του Συστήματος και 11 βρίσκονται στην περιοχή Αττικής και η διαχείρισή τους είναι στην αρμοδιότητα του Διαχειριστή του Δικτύου.
- 8 Υ/Σ για την υποδοχή της ισχύος αιολικών πάρκων (Α/Π), από τους οποίους 5 χρησιμοποιούνται αποκλειστικά για τη σύνδεση Α/Π (Πολυπόταμος, Μυρτιά, Ηλιόλουστη, Κέχρος, Κέρβερος) και 3 χρησιμοποιούνται (Κάρυστος, Λειβάδι) ή πρόκειται να χρησιμοποιηθούν (Αργυρός) και (ή κατά κύριο λόγο) για εξυπηρέτηση φορτίων.
- 30 Υ/Σ ανύψωσης σε Σταθμούς Παραγωγής της ΔΕΗ. Σε 4 από τους παραπάνω Υ/Σ, οι μονάδες παραγωγής συνδέονται στα 400kV μέσω ΜΣ ανύψωσης ΜΤ/400kV, ενώ στους

υπόλοιπους 26 Υ/Σ, οι μονάδες παραγωγής συνδέονται στα 150kV μέσω ΜΣ ανύψωσης ΜΤ/150kV.

- 26 Υ/Σ Ιδιωτών Καταναλωτών ΥΤ.

### 2.1.2 Κέντρα Υπερύψηλης Τάσης (ΚΥΤ)

Τα Κέντρα Υπερυψηλής Τάσης (ΚΥΤ) αποτελούν τα σημεία σύνδεσης του Συστήματος 400kV με το Σύστημα 150kV. Σήμερα λειτουργούν 17 ΚΥΤ. Περιλαμβάνουν ένα ή περισσότερους αυτομετασχηματιστές (ΑΜΣ) τριών τυλιγμάτων 400kV/150kV/30kV. Από τα ΚΥΤ αυτά, τα 5 (Αμυνταίου, Καρδιάς, Αγ. Δημητρίου, Μελίτης και Λαυρίου) βρίσκονται πλησίον των ομώνυμων σταθμών παραγωγής της ΔΕΗ και εξυπηρετούν ανάγκες απομάστευσης ισχύος παραγωγής προς το Σύστημα.

## 2.2 Μετασχηματιστές (ΜΣ)

Η σημαντικότερη ηλεκτρική μηχανή στον Υ/Σ είναι ο ΜΣ. Ο ΜΣ είναι μια ηλεκτρική μηχανή με σταθερά μέρη. Έχει δύο πηνία για κάθε φάση, τα οποία είναι μεταξύ τους ηλεκτρικά ανεξάρτητα και μαγνητικά συζευγμένα. Ο ΜΣ χρησιμοποιείται για την ανύψωση ή τον υποβιβασμό της τάσης. Το τύλιγμα που τροφοδοτούμε το ονομάζουμε πρωτεύον και αυτό από το οποίο παίρνουμε την ηλεκτρική ενέργεια με μετασχηματισμένη τάση, το ονομάζουμε δευτερεύον. Αν στο πρωτεύον η τάση είναι  $V_1$ , η ένταση του ρεύματος  $I_1$  και ο αριθμός σπειρών  $n_1$  και τα αντίστοιχα μεγέθη του δευτερεύοντος είναι  $V_2$ ,  $I_2$ ,  $n_2$ , τότε ισχύει

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{n_1}{n_2}$$

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$V_1 I_1 = V_2 I_2$$

$$= = \kappa \quad (2.1)$$

όπου  $\kappa$  ο λόγος μετασχηματισμού του ΜΣ

Όταν τα τυλίγματα του ΜΣ διαρρέονται από ρεύμα εκλύεται, λόγω φαινομένου Joule, θερμότητα (απώλειες χαλκού). Επίσης θερμότητα εκλύεται και από τον πυρήνα, λόγω κυκλοφορίας μέσα σε αυτόν δινორρευμάτων (απώλειες σιδήρου). Πρέπει η εκλυόμενη θερμότητα να αποβάλλεται στο περιβάλλον για να μην πλησιάζει η θερμοκρασία του ΜΣ σε επικίνδυνα όρια. Σε τούτο βοηθά το μονωτικό λάδι που χρησιμεύει και σαν ψυκτικό μέσο. Για την καλύτερη απαγωγή της παραγόμενης θερμότητας τοποθετούνται εξωτερικά του δοχείου του ΜΣ τα ψυγεία που διαθέτουν εκτεταμένες επιφάνειες εναλλαγής της θερμότητας.

## 2.3 Αυτομετασχηματιστές (ΑΜΣ)

Ένας συνήθης μονοφασικός ΜΣ του οποίου τα πηνία (τύλιγμα σειράς, κοινό τύλιγμα) συνδέονται σε σειρά ονομάζεται αυτομετασχηματιστής (ΑΜΣ). Ο ΑΜΣ μπορεί να χρησιμοποιηθεί για μετασχηματισμό ισχύος τάσεως  $V_H$  σε χαμηλότερης τάσεως  $V_X$  ή αντίστροφα. Η σχέση μεταφοράς μεταξύ των κυκλωμάτων ΥΤ και ΧΤ είναι ΕΗ/ΕΧ και διαφέρει από το λόγο των τάσεων ακροδεκτών μόνο κατά την επίδραση των σχετικώς μικρών πτώσεων τάσεως στις σύνθετες αντιστάσεις σκεδάσεως, δηλαδή

$$\frac{V_H}{V_X} = \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$$= \frac{E_H}{E_X} + \frac{I_X^2 (R_{HT} + R_{XT})}{V_X}$$

$\cong =N$  (2.2)

όπου  $N_1$  και  $N_2$  ο αριθμός ελιγμάτων στα δύο τυλίγματα αντίστοιχα

Σε ένα ΜΣ ολόκληρη η ισχύς η οποία δίδεται στους ακροδέκτες ΧΤ μεταφέρεται με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή από την ΥΤ στη ΧΤ. Ο ΑΜΣ κατέχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι μόνον μέρος της ισχύος μεταφέρεται με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή και το υπόλοιπο δια απλής αγωγής. Προκύπτει λοιπόν ότι η ικανότητα του ΜΣ αν συνδεθεί ως ΑΜΣ είναι μεγαλύτερη από αυτήν εάν χρησιμοποιείται ως ΜΣ. Οι απώλειες υπό πλήρες φορτίο για λειτουργία ΑΜΣ είναι οι ίδιες όπως και για τον ΜΣ. Έτσι οι μεν απώλειες πυρήνα είναι οι ίδιες καθ' όσον η ροή στον πυρήνα παραμένει αμετάβλητη για τις δύο συνδέσεις. Ομοίως, αμετάβλητη παραμένει η απώλεια φορτίου διότι τα ρεύματα στα δύο τυλίγματα παραμένουν τα ίδια. Η απόδοση όμως είναι υψηλότερη για τον ΑΜΣ διότι η ικανότητά του είναι μεγαλύτερη από ότι στον αντίστοιχο ΜΣ. Μια από τις πιο διαδεδομένες χρήσεις των ΑΜΣ είναι ο υποβιβασμός της τάσης για την εκκίνηση μεγάλων κινητήρων επαγωγής. Οι ΑΜΣ χρησιμοποιούνται επίσης για την ανύψωση ή υποβιβασμό της τάσης ενός τριφασικού συστήματος ή για τη σύνδεση δύο τριφασικών συστημάτων διαφορετικής τάσης.

## 2.4 Ζυγοί

Ένας Υ/Σ ηλεκτρικής ισχύος συνίσταται από εξαρτήματα που χρησιμοποιούνται για να κατευθύνουν τη ροή της ηλεκτρικής ενέργειας στο σύστημα. Συγχρόνως οι αυτοματοποιημένες αυτές διατάξεις και τα μέσα προστασίας, τοποθετούμενα σε κατάλληλα σημεία του συστήματος, επιτρέπουν τη ροή ενέργειας σε εναλλακτικές οδούς και έτσι συμβάλλουν στην ομαλή λειτουργία του συστήματος ηλεκτρικής ενέργειας. Ένας Υ/Σ μπορεί να συνδυασθεί με έναν σταθμό γεννήτριας ή με ΜΣ ισχύος, οι οποίοι μετατρέπουν την τάση παροχής σε υψηλότερο ή χαμηλότερο επίπεδο, ή να συνδέσει έναν αριθμό οδών παροχής στο ίδιο επίπεδο τάσης. Μία ή και περισσότερες από αυτές τις δυνατότητες μπορούν να εφαρμοσθούν σε κάθε Υ/Σ, ο οποίος βασικά αποτελείται από έναν αριθμό κυκλωμάτων, είτε εισερχόμενα είτε εξερχόμενα, συνδεδεμένα σε ένα κοινό ζυγό. Τα κύρια συνιστώσα μέρη ενός εισερχόμενου ή εξερχόμενου κυκλώματος είναι οι γραμμές, οι κόμβοι, οι διακόπτες, οι ΜΣ και απομονωτές. Ο πιο απλός τρόπος για να ενωθούν τέτοια κυκλώματα είναι η σύνδεσή τους σε ένα απλό καλώδιο ή σε έναν ζυγό.

## 2.5 Διακοπτικά και προστατευτικά στοιχεία

### 2.5.1 Γενικά

Εκτός από τον εξοπλισμό των γραμμών και Υ/Σ, που έχει ως στόχο τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας (καλώδια, αγωγοί, μετασχηματιστές κλπ), στα δίκτυα ΜΤ, όπως και στα δίκτυα ΥΤ και ΧΤ, είναι εγκατεστημένος και εξοπλισμός που έχει ως στόχο την προστασία και τη λειτουργία τους. Με τον όρο προστασία υποδηλώνεται η αντιμετώπιση σφαλμάτων και υπερφορτίσεων των δικτύων. Κατά κανόνα, η προστασία συνίσταται στη διακοπή της ηλεκτροδότησης και την απομόνωση στοιχείων των δικτύων σε περίπτωση σφάλματος ή υπερφόρτισης, έγκαιρα, πριν δημιουργηθούν επικίνδυνες καταστάσεις για πρόσωπα και εγκαταστάσεις. Ο όρος λειτουργία αναφέρεται στην εκτέλεση χειρισμών σύνδεσης/αποσύνδεσης στοιχείων των δικτύων (αναχωρήσεων, τμημάτων αναχωρήσεων, ΜΣ κλπ) στις κανονικές συνθήκες λειτουργίας. Ο εξοπλισμός προστασίας και λειτουργίας των δικτύων ΜΤ είναι εγκατεστημένος κατά κανόνα στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ, σε επιλεγμένες θέσεις των εναέριων γραμμών και στους Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ. Ορισμένες συσκευές εξυπηρετούν ταυτόχρονα τόσο την προστασία όσο και τη λειτουργία των δικτύων, άλλες μόνο την

προστασία και άλλες μόνο τη λειτουργία. Επιπλέον, οι κύριες συσκευές προστασίας ελέγχονται από ηλεκτρονόμους (ρελέ), οι οποίοι ανιχνεύουν ή και εντοπίζουν τα σφάλματα (με εφαρμογή κατάλληλων αλγόριθμων, στο Κέντρο Ελέγχου Δικτύων) και δίνουν τις κατάλληλες εντολές λειτουργίας στις συσκευές προστασίας (π.χ. εντολές ανοίγματος των επαφών διακοπών) είτε στέλνουν κατάλληλα σήματα στο Κέντρο Ελέγχου Δικτύων. Ανίχνευση και εντοπισμός σφαλμάτων γίνεται και με ειδικές συσκευές τοποθετημένες σε κατάλληλες θέσεις των δικτύων (ενδεικτικά διέλευσης σφάλματος). Ο τηλεχειρισμός και η τηλεοπτεία των κύριων μέσων λειτουργίας και προστασίας των δικτύων ΜΤ από τοπικό Κέντρο Ελέγχου Δικτύων είναι μια πρακτική η οποία διευρύνεται σταδιακά στις ηλεκτρικές επιχειρήσεις διεθνώς. Με τον τηλεχειρισμό και την τηλεοπτεία και ακόμη περισσότερο με την αυτοματοποίηση των δικτύων μειώνονται σημαντικά οι χρόνοι εντοπισμού και απομόνωσης σφαλμάτων και βελτιώνεται αντίστοιχα η ποιότητα ηλεκτροδότησης. Στη συνέχεια περιγράφονται συνοπτικά τα πλέον συνήθη μέσα προστασίας και λειτουργίας που συναντώνται στα δίκτυα ΜΤ.

### 2.5.2 Αποζεύκτες

Οι αποζεύκτες είναι μέσα χειρισμών (λειτουργίας). Ο κύριος ρόλος τους είναι η δημιουργία επαρκούς διακένου απομόνωσης μεταξύ του τμήματος του δικτύου που τίθεται εκτός τάσης και του υπόλοιπου δικτύου, ώστε να μπορούν να γίνουν με ασφάλεια εργασίες στο απομονωμένο τμήμα. Έχουν τη δυνατότητα διακοπής σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας, υπό τάση αλλά χωρίς φορτίο (ή με μικρό φορτίο). Τοποθετούνται σε Υ/Σ (π.χ. πριν και μετά από διακόπτες φορτίου και ισχύος) και σε εναέριες γραμμές. Είναι μονοφασικοί ή τριφασικοί ενώ δεν υπάρχει δυνατότητα τηλεχειρισμού τους, κατά κανόνα.

### 2.5.3 Διακόπτες φορτίου

Οι διακόπτες φορτίου εκτελούν διακοπές/αποκαταστάσεις κυκλώματος, σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας. Είναι συνεπώς συσκευές που εξυπηρετούν τη λειτουργία του δικτύου. Εάν, διακόπτοντας το κύκλωμα, δημιουργούν επαρκές διάκενο απομόνωσης, χαρακτηρίζονται ως διακόπτες φορτίου/αποζεύκτες (switch/disconnectors ή switch/isolators). Σε ορισμένες περιπτώσεις είναι τηλεχειριζόμενοι ή έχουν δυνατότητα τηλεχειρισμού και δίνουν ένδειξη για τη θέση των επαφών τους στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων (τηλεοπτευόμενοι). Τοποθετούνται σε επιλεγμένες θέσεις των εναέριων δικτύων, καθώς και σε Υ/Σ ΜΤ/ΧΤ.

### 2.5.4 Διακόπτες ισχύος

Οι διακόπτες ισχύος (circuit breakers), ή αυτόματοι διακόπτες είναι τα μέσα με τα οποία επιτυγχάνεται η διακοπή των βραχυκυκλωμάτων στα ηλεκτρικά δίκτυα μεταφοράς και διανομής και επομένως ο ρόλος που διαδραματίζουν στην προστασία του δικτύου και την ταχεία αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας σε περίπτωση βλάβης είναι κύριος. Ο κύριος ρόλος τους είναι η προστασία (αυτόματο άνοιγμα του κυκλώματος σε περίπτωση σφάλματος), αλλά εκτελούνται με αυτούς και χειρισμοί διακοπής/ αποκατάστασης κυκλώματος. Για την προστασία των δικτύων, ελέγχονται από ηλεκτρονόμους. Κατά κανόνα εγκαθίστανται στους Υ/Σ ΥΤ/ΜΤ, στις αρχές των αναχωρήσεων ΜΤ. Συχνά είναι τηλεχειριζόμενοι και δίνουν σήματα τηλεοπτείας (π.χ. σχετικά με τη θέση των επαφών τους) στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων. Κατά πρώτο λόγο, ο τηλεχειρισμός και η τηλεοπτεία εφαρμόζονται στους διακόπτες ισχύος που είναι εγκατεστημένοι στις αρχές των αναχωρήσεων ΜΤ.



### 2.5.5 Ασφαλειοαποζεύκτες

Αποτελούνται από τηκτό (ασφάλεια) εγκατεστημένο στο εσωτερικό κοίλης μονωτικής ράβδου (ασφαλειοθήκης) και προορίζονται για την προστασία και την απομόνωση του δικτύου. Η προστασία επιτυγχάνεται με τη διακοπή του κυκλώματος λόγω τήξης και κοπής του τηκτού, όταν περάσει από αυτό ρεύμα υψηλής έντασης (π.χ. ρεύμα βραχυκυκλώματος). Μόλις κοπεί το τηκτό, με τη βοήθεια ελατηρίου απομακρύνεται η μία κεφαλή της κοίλης ράβδου από τον αντίστοιχο ακροδέκτη, σε ικανή απόσταση, και έτσι επιτυγχάνεται απομόνωση του εκτός τάσης τμήματος του δικτύου. Με τους ασφαλειοαποζεύκτες γίνονται επίσης και χειρισμοί διακοπής υπό τάση, αλλά χωρίς φορτίο. Εγκαθίστανται στα εναέρια δίκτυα για προστασία εναέριων υποσταθμών ΜΤ/ΧΤ και διακλαδώσεων (συνήθως μικρού μήκους). Είναι συνήθως μονοφασικοί και δεν τηλεοπτεύονται.

### 2.5.6 Διακόπτες αυτόματης επαναφοράς

Είναι διακόπτες ισχύος, που εγκαθίστανται σε εναέριες γραμμές ενεργοποιούνται από ενσωματωμένους ηλεκτρονόμους (συνήθως ηλεκτρονόμους υπερέντασης φάσεων ή μηδενικής ακολουθίας) και εκτελούν προγραμματισμένο κύκλο διακοπών και αποκαταστάσεων κυκλώματος, όταν διεγερθούν (όταν ανιχνευτούν σφάλματα από τους ηλεκτρονόμους). Οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς εκκαθαρίζουν τα παροδικά σφάλματα που συμβαίνουν μετά από αυτούς, κατά τη διεύθυνση ροής της ενέργειας. Επιπλέον, σε περίπτωση μόνιμων σφαλμάτων μετά από αυτούς, μετά τον κύκλο διακοπών και αποκαταστάσεων, διακόπτουν οριστικά την ηλεκτροδότηση στο τμήμα της αναχώρησης που προστατεύουν. Το κλείσιμο των επαφών τους και η αποκατάσταση της ηλεκτροδότησης γίνεται χειροκίνητα ή με τηλεχειρισμούς, μετά την αποκατάσταση της βλάβης. Πρέπει να έχουν επιλογική συνεργασία τόσο με τον εξοπλισμό προστασίας που είναι εγκατεστημένος πριν από αυτούς, (διακόπτες ισχύος των αναχωρήσεων) όσο και με εκείνον που είναι τοποθετημένος μετά από αυτούς (διακόπτες απομόνωσης, τηκτά). Οι διακόπτες αυτόματης επαναφοράς σε πολλές περιπτώσεις είναι τηλεχειριζόμενοι.

### 2.5.7 Διακόπτες απομόνωσης

Είναι διακόπτες που τοποθετούνται στα τμήματα αναχώρησης που προστατεύονται από διακόπτη αυτόματης επαναφοράς ή από διακόπτη ισχύος με επανοπλισμούς. Είναι εφοδιασμένοι με μετρητές διελεύσεων ρευμάτων σφάλματος. Οι διελεύσεις σφάλματος αντιστοιχούν στο πλήθος των ενεργοποιήσεων του προτεταγμένου διακόπτη αυτόματης επαναφοράς. Όταν συμπληρωθεί προκαθορισμένο πλήθος διελεύσεων σφάλματος, ο διακόπτης απομόνωσης ανοίγει. Το άνοιγμα του διακόπτη γίνεται σε χρονική στιγμή κατά την οποία ο προτεταγμένος διακόπτης αυτόματης επαναφοράς είναι ανοικτός (ο διακόπτης απομόνωσης δεν έχει τη δυνατότητα διακοπής υπό φορτίο, πολύ περισσότερο δεν έχει τη δυνατότητα διακοπής ρεύματος σφάλματος). Οι διακόπτες απομόνωσης δεν τηλεελέγχονται και, κατά κανόνα τουλάχιστον, δεν μεταφέρονται τηλενδείξεις της θέσης των επαφών τους στα Κέντρα Ελέγχου Δικτύων.

### 2.5.8 Ηλεκτρονόμοι

Οι ηλεκτρονόμοι, οι οποίοι «συνεργάζονται» με τους διακόπτες ισχύος και τους και τους διακόπτες αυτόματης επαναφοράς, αποτελούν σημαντικές συνιστώσες του συστήματος προστασίας ΜΤ. Αυτοί δίνουν την «εντολή» ανοίγματος ή κλεισίματος των επαφών των διακοπών, όταν διεγερθούν κατάλληλα. Οι ηλεκτρονόμοι δέχονται ως εισόδους στοιχεία σχετικά με την κατάσταση του δικτύου (κατά κανόνα στοιχεία τάσεων και εντάσεων) μέσω εξοπλισμού μετρήσεων (μετασχηματιστών μετρήσεων συνήθως) και τα επεξεργάζονται. Εάν διαγνώσουν σφάλμα, δίνουν εντολή λειτουργίας (trip) στο μέσο προστασίας το οποίο ελέγχει ή δίνουν σήμα στο τοπικό Κέντρο Ελέγχου Δικτύων. Οι ψηφιακοί ηλεκτρονόμοι

νεότερης γενιάς, με υψηλή συχνότητα δειγματοληψίας και με δυνατότητα εκτέλεσης πολύπλοκης επεξεργασίας στοιχείων από πολλές εισόδους, σε σύντομο χρόνο, δίνουν την ευκαιρία να αναπτυχθούν νέες, περισσότερο αποτελεσματικές μέθοδοι προστασίας. Οι πιο διαδεδομένοι ηλεκτρονόμοι στα δίκτυα διανομής είναι

- Ηλεκτρονόμοι υπερέντασης.
- Ηλεκτρονόμοι τάσης.
- Ηλεκτρονόμοι απόστασης.
- Ηλεκτρονόμοι διαφορικής προστασίας.
- Ψηφιακοί ηλεκτρονόμοι.

### ***Είδος εξοπλισμού (Σύμβολο Σκοπός χρησιμοποίησης)***

- Τριπολικός αποζεύκτης  
Απομονώνει από την παροχή ένα κύκλωμα που έχει τεθεί ήδη εκτός τάσης (δεν έχει ισχύ διακοπής).
- Τριπολικός γειωτής  
Γειώνει ένα κύκλωμα μετά την απόζευξη (δεν έχει ισχύ διακοπής).
- Τριπολικός διακόπτης φορτίου  
Επιτρέπει το χειρισμό ενός φορτίου με ισχύ ίση μέχρι την ονομαστική ισχύ του.
- Ασφάλεια ΜΤ  
Παρέχει προστασία από βραχυκύκλωμα
- Τριπολικός διακόπτης ισχύος (ή αυτόματος διακόπτης)  
Επιτρέπει το χειρισμό ενός φορτίου ισχύος μέχρι την ονομαστική του ισχύ και ταυτόχρονα προστατεύει από βραχυκύκλωμα.
- Μονοπολικό ακροκιβώτιο  
Χρησιμοποιείται για τις συνδέσεις καλωδίων σε πίνακες.
- Μετασχηματιστής έντασης  
Χρησιμοποιείται για την παροχή τάσης σε κυκλώματα χειρισμών και προστασίας.
- Μετασχηματιστής τάσης  
Χρησιμοποιείται για την παροχή τάσης σε κυκλώματα χειρισμών και προστασίας.

## **2.6 Καλώδια Μ.Τ.**

Τα καλώδια Μ.Τ. αποτελούνται από τα παρακάτω στοιχεία

- **Αγωγοί.** Ένας ή τρεις αγωγοί φέρουν το ρεύμα του φορτίου. Είναι από αλουμίνιο ή χαλκό.
- **Εξομαλυντικά (ημιαγώγιμα) στρώματα.** Εφαρμόζονται πάνω σε αγωγούς με ανώμαλη επιφάνεια, επιφέροντας μείωση του ηλεκτρικού πεδίου και ανύψωση της διηλεκτρικής αντοχής.
- **Μόνωση.** Η μόνωση είναι συνήθως χαρτί εμποτισμένο με λάδι ή παχύρρευστη μάζα, PVC, PE, XLPE κ.α.
- **Εξωτερικός γειωμένος αγωγός** (ή μανδύας ή μεταλλικός μανδύας ή ηλεκτρική θωράκιση ή μεταλλική θωράκιση). Είναι σχετικά λεπτός και δε φέρει μεγάλα ρεύματα παρά μόνο σε περίπτωση σφαλμάτων.
- **Ζώνη μηχανικής ενίσχυσης.** Είναι περίβλημα από ατσάλινα σύρματα ή ταινίες.
- **Εξωτερικό προστατευτικό στρώμα** (ή εξωτερικός μανδύας). Προστατεύει από την υγρασία. Κατασκευάζεται από συνθετικό (PVC), μόλυβδο ή ίνες γιούτας με πίσσα. Ο μόλυβδος παίζει ταυτόχρονα το ρόλο του μανδύα.

**Παράδειγμα Μ.Τ.**

1) Πολύκλωνος στρογγυλός αγωγός χαλκού (ή αλουμινίου), 2) Εσωτερικό ημιαγωγίμο στρώμα XLPE, 3) Μόνωση XLPE, 4) Εξωτερικό ημιαγωγίμο στρώμα XLPE, 5)

Ηλεκτρική θωράκιση αποτελούμενη από σύρματα χαλκού τυλιγμένα ελικοειδώς (χάλκινη

ταινία προαιρετική κατόπιν παραγγελίας), 6) Πλαστική ταινία (προαιρετική), 7)

Εξωτερικός μανδύας PVC

Οι διηλεκτρικές απώλειες οφείλονται στις κινήσεις που εκτελούν τα δίπολα των μονωτικών, καθώς διεγείρονται από το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό πεδίο που επάγεται μέσα στο καλώδιο. Οι διηλεκτρικές απώλειες είναι συνάρτηση του τετραγώνου της τάσης, της θερμοκρασίας και της κυκλικής συχνότητας, σύμφωνα με τη σχέση

$$Pd = V^2 C' \omega \tan \delta \quad (2.3)$$

όπου  $Pd$  η ανηγμένη τριφασική ισχύς σε W/m,  $V$  η πολική τάση,  $C'$  η ανηγμένη χωρητικότητα λειτουργίας 0,2-0,9 nF/m,  $\tan \delta$  ο συντελεστής απωλειών. Σύμφωνα με την παραπάνω σχέση οι διηλεκτρικές απώλειες μπορεί να θεωρηθεί ότι προέρχονται από ένα υποθετικό ρεύμα που διαρρέει μία αγωγιμότητα  $G'$  που βρίσκεται υπό τάση  $V/3G' = C' \omega \tan \delta (\Omega^{-1} m^{-1})$  (2.4) Οι διηλεκτρικές απώλειες είναι σταθερές και υφίστανται όσο το καλώδιο βρίσκεται υπό τάση, ενώ οι απώλειες λόγω ρεύματος μεταβάλλονται από μηδέν μέχρι του μεγίστου τους ανάλογα με τη φόρτιση.

**Τοποθέτηση υπογείων καλωδίων**

1) Απευθείας θαμμένα

2) Τοποθετημένα σε αγωγούς

3) Τοποθετημένα σε στοιά

Τα υπόγεια καλώδια δεν μπορούν να φανούν με οπτική επαφή και έτσι υπάρχει μικρότερη πιθανότητα για τυχαία επαφή. Επίσης είναι πιο αξιόπιστα, παρουσιάζουν λιγότερες και μικρότερες διακοπές ενώ είναι και φθηνότερα από τα εναέρια. Τα υπόγεια καλώδια παρουσιάζονται με ένα από τους παρακάτω τρόπους

**2.7 Πίνακες του δικτύου ΜΤ της Δ.Ε.Η.**

Υπάρχουν τέσσερα τυποποιημένα είδη συγκροτημάτων ΜΤ

1. Βροχοειδές σύστημα Ι. 2ΚΔΦ + 1 ΒΚ Ι + 1 ΚΜΣ + 1 ΚΜ.

2. Βροχοειδές σύστημα ΙΙ. 2ΚΔΦ + 1 ΒΚ ΙΙ + 1 ΚΜΣ + 1 ΚΜ.

3. Ακτινικό σύστημα Ι. 1 ΚΑΚ + 1 ΒΚ Ι + 1 ΚΜΣ + 1 ΚΜ.

4. Ακτινικό σύστημα ΙΙ. 1 ΚΑΚ + 1 ΒΚ ΙΙ + 1 ΚΜΣ + 1 ΚΜ.

Η παροχή ΜΤ από τη Δ.Ε.Η. προς τους καταναλωτές γίνεται με τους ακόλουθους τρόπους.

- **Τύπου Α** όπου έχουμε τροφοδοσία από στύλο και χωρίζεται σε Α1 όπου η παροχή γίνεται μέσω μονοπολικών ασφαλειοαποζευκτών και Α2 όπου η παροχή γίνεται μέσω τριπολικού αποζεύκτη

- **Τύπου Β** όπου έχουμε τροφοδοσία από συγκρότημα πινάκων και χωρίζεται σε Β1 όπου η παροχή γίνεται από πίνακα ΒΚ Ι και Β2 όπου η παροχή γίνεται από πίνακα ΒΚ ΙΙ.

Έχουμε δύο περιπτώσεις Υ/Σ ΜΤ. Η διαφορά μεταξύ των δύο παραπάνω περιπτώσεων είναι ότι στη πρώτη έχουμε διακόπτη φορτίου και ασφάλειες για προστασία από ενδεχόμενο βραχυκύκλωμα ενώ στη δεύτερη έχουμε μόνο διακόπτη ισχύος. Σε ένα πίνακα ΜΤ ενός ιδιωτικού Υ/Σ πρέπει να υπάρχουν, για λόγους ασφαλείας αλληλασφαλίσεις μεταξύ των διακοπών οι οποίες έχουν ως εξής

- Είναι αδύνατη η χρήση του αποζεύκτη όταν ο διακόπτης φορτίου ή ισχύος είναι ανοιχτός.

- Είναι αδύνατη η χρήση του διακόπτη φορτίου ή ισχύος αν ο αποζεύκτης δεν είναι τελείως ανοιχτός ή κλειστός.
- Είναι αδύνατη η χρήση του γειωτή με κλειστό τον αποζεύκτη.
- Είναι αδύνατη η χρήση του αποζεύκτη με το γειωτή κλειστό.

## 2.8 Σφάλματα και βλάβες στα δίκτυα Διανομής

### 2.8.1 Γενικά

- Με τον όρο σφάλμα σε δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας δηλώνεται η
- Ανεπιθύμητη αποκατάσταση αγωγίμου δρόμου μεταξύ στοιχείων του δικτύου τα οποία, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, βρίσκονται σε διαφορετικό δυναμικό ή μεταξύ στοιχείων του δικτύου σε δυναμικό και της γης. Η σύνθετη αντίσταση του αγωγίμου δρόμου μπορεί να κυμαίνεται από μηδενικές ή σχεδόν μηδενικές τιμές (βραχυκύκλωμα) έως τιμές που προσεγγίζουν το άπειρο.
  - Ανεπιθύμητη διακοπή του αγωγίμου δρόμου σε στοιχείο του δικτύου ή μεταξύ στοιχείων του δικτύου τα οποία, υπό κανονικές συνθήκες λειτουργίας, είναι συνδεδεμένα μεταξύ τους (π.χ. κοπή αγωγού, αποσύνδεση γέφυρας). Τα σφάλματα του είδους αυτού είναι πολύ πιο σπάνια. Τα σφάλματα έχουν εν γένει δυσμενείς επιπτώσεις σε πρόσωπα και εγκαταστάσεις (κίνδυνος ηλεκτροπληξίας, πυρκαγιάς, καταστροφής εξοπλισμού), καθώς και στην ποιότητα παρεχόμενης ενέργειας (βυθίσεις τάσης, αρμονικές, διακοπές ηλεκτροδότησης) και για το λόγο αυτό είναι αναγκαίο να λαμβάνονται μέτρα αντιμετώπισής τους. Προϋπόθεση για τον προσδιορισμό μέτρων αντιμετώπισης των σφαλμάτων είναι η κατηγοριοποίηση τους και η ανάλυση των χαρακτηριστικών τους ανά κατηγορία. Επίσης, η ανάλυση της συχνότητας εμφάνισης των σφαλμάτων κάθε κατηγορίας. Οι κατηγορίες των βλαβών, ανάλογα με τη χρονική διάρκεια που τίθενται εκτός λειτουργίας τα στοιχεία ενός κυκλώματος και την επίδραση που έχουν στο σύστημα κατηγοριοποιούνται ως εξής
  - **Μόνιμες βλάβες.** Οι μόνιμες βλάβες προκαλούν την αποσύνδεση του κλάδου στον οποίο ανήκουν τα στοιχεία αυτά για χρονικό διάστημα ίσο με το χρόνο επισκευής ή αντικατάστασής τους. Οι μόνιμες βλάβες χωρίζονται σε
    - Παθητικές βλάβες. Οι παθητικές βλάβες δεν έχουν επίδραση ή δεν αποσυνδέουν άλλα στοιχεία με αποτέλεσμα την αποσύνδεση μόνο των κλάδων στους οποίους ανήκουν τα στοιχεία που έχουν υποστεί βλάβη. Δηλαδή δεν προκαλούν την επενέργεια των διακοπών προστασίας του συστήματος και τίθενται εκτός λειτουργίας μόνο τα στοιχεία που ανήκουν στον κλάδο που παρουσιάστηκε η βλάβη.
    - Ενεργές βλάβες. Οι ενεργές βλάβες έχουν ως αποτέλεσμα τη λειτουργία των διακοπών της πρωταρχικής ζώνης προστασίας και επομένως την πιθανή αποσύνδεση και άλλων κλάδων εκτός από αυτούς στους οποίους ανήκουν τα στοιχεία που έχουν υποστεί βλάβη. Ο χρόνος αποκατάστασης της βλάβης είναι ο χρόνος επισκευής ή αντικατάστασης, για τους κλάδους που περιλαμβάνουν τα στοιχεία, και ο χρόνος που απαιτείται για να κλείσουν οι διακόπτες που άνοιξαν, για τους υπόλοιπους κλάδους.
  - **Ανεξάρτητες βλάβες.** Οι ανεξάρτητες βλάβες έχουν διαφορετική εξωτερική αιτία και προκαλούν βλάβες σε δύο ή περισσότερα στοιχεία του συστήματος. Κάθε στοιχείο επιστρέφει στην κατάσταση λειτουργίας του μόλις τελειώσει η επισκευή του.
  - **Βλάβες κοινής αιτίας.** Σε αυτήν την περίπτωση, ενώ υπάρχει μία εξωτερική αιτία, προκαλείται βλάβη σε περισσότερα από ένα στοιχεία του συστήματος, οι οποίες δεν είναι αλυσιδωτές, είναι τα ενδεχόμενα βλάβης τα οποία προκαλούνται από ένα εξωτερικό αίτιο, θέτουν δύο ή περισσότερα στοιχεία εκτός λειτουργίας ενώ αυτές οι βλάβες δεν μπορούν να θεωρηθούν σαν επακόλουθο η μία της άλλης.

### 2.8.2 Ανάλυση σφαλμάτων δικτύων Διανομής

Τα σφάλματα στα δίκτυα ηλεκτρικής ενέργειας, ανάλογα με τα στοιχεία μεταξύ των οποίων αποκαθίσταται αγωγίμος δρόμος, διακρίνονται σε

- Μονοφασικά σφάλματα προς γη.
- Πολυφασικά σφάλματα (με ή χωρίς γη).

Τα σφάλματα και των δυο πιο πάνω κατηγοριών, ανάλογα με τον χρόνο παραμονής τους στα δίκτυα και τρόπο εκκαθάρισής τους διακρίνονται σε

- **Παροδικά** που μπορεί να είναι
  - Αυτοαποσβενόμενα. Εξαλείφονται μόνα τους, ακόμη και αν δεν υπάρξει διακοπή της τάσης του δικτύου.
  - Κυρίως παροδικά. Μπορούν να εξαλειφθούν με στιγμιαία διακοπή της τάσης (διάρκειας δεκάτων του δευτερολέπτου).
  - Ημιμόνιμα. Για την εξάλειψη των οποίων δεν αρκεί μια στιγμιαία διακοπή, αλλά απαιτείται διακοπή μεγαλύτερης διάρκειας (μεγαλύτερη από 1s).
- **Μόνιμα**. Τα σφάλματα αυτά παραμένουν στα δίκτυα, ανεξάρτητα από τη διακοπή ή μη της τάσης. Απαιτείται επέμβαση προσωπικού των ηλεκτρικών επιχειρήσεων για την εξάλειψή τους.
- **Διαλείποντα ή σφάλματα με επανένωση** (restriking faults). Είναι παροδικά σφάλματα, συνήθως αυτοαποσβενόμενα, τα οποία δεν εξαλείφονται οριστικά, αλλά επανεμφανίζονται κατά διαστήματα. Έχουν ομοιότητα με τα μόνιμα σφάλματα ως προς το ότι απαιτείται επέμβαση προσωπικού για την εξάλειψή τους, αλλά προκαλούν στα δίκτυα μεγαλύτερες διηλεκτρικές καταπονήσεις από αυτά, λόγω των μεταβατικών υπερτάσεων που δημιουργούνται κατά τη διακοπή και επανεμφάνισή τους. Επιπλέον, η στατιστική αλλά και τα χαρακτηριστικά των σφαλμάτων επηρεάζονται από το είδος του δικτύου, δηλαδή από το εάν πρόκειται για εναέριο ή υπόγειο δίκτυα. Στα εναέρια δίκτυα τα σφάλματα είναι συχνότερα απ' ό,τι στα υπόγεια, γιατί τα δίκτυα αυτά είναι περισσότερο εκτεθειμένα σε ατμοσφαιρικές επιδράσεις, σε βανδαλισμούς κλπ.. Ωστόσο, ο εντοπισμός των σφαλμάτων και οι επισκευές γίνονται ευκολότερα στα εναέρια δίκτυα. Η εκτέλεση διαδοχικών διακοπών-επανοπλισμών για την εκκαθάριση των παροδικών σφαλμάτων είναι συνήθης πρακτική που εφαρμόζεται για την προστασία των εναέριων δικτύων.

### 2.8.3 Στατιστική σφαλμάτων

Σημαντικό ρόλο στη στατιστική των σφαλμάτων παίζουν το είδος του δικτύου, η μέθοδος γείωσης και το σύστημα προστασίας. Τα δίκτυα MT που αποτελούνται κυρίως από υπόγεια καλώδια είναι αναμενόμενο να παρουσιάζουν αυξημένο ποσοστό μόνιμων σφαλμάτων, σε σύγκριση με δίκτυα που αποτελούνται κυρίως από εναέριες γραμμές, στα οποία αναμένεται το ποσοστό των παροδικών σφαλμάτων να είναι αυξημένο. Επίσης, δίκτυα που γειώνονται μέσω αντισταθμιστικού πηνίου αναμένεται να παρουσιάζουν μικρότερο πλήθος παροδικών σφαλμάτων προς γη σε σύγκριση με αυτό που θα παρουσίαζαν αν π.χ. είχαν ουδέτερο γειωμένο μέσω αντίστασης (υπό την προϋπόθεση ότι στα παροδικά σφάλματα δεν συνεκτιμώνται τα αυτοαποσβενόμενα). Ο λόγος είναι ότι στα δίκτυα με αντισταθμιστικό πηνίο είναι μεγαλύτερο το πλήθος των σφαλμάτων που αυτοαποσβένονται. Τα παροδικά σφάλματα αποτελούν προσεγγιστικά το 50% έως 90% του συνόλου των σφαλμάτων. Τα σφάλματα προς γη αποτελούν προσεγγιστικά το 25% έως 75% του συνόλου των σφαλμάτων. Η συχνότητα του σφάλματος δίνεται κατά κανόνα ως σφάλματα ανά καταναλωτή το χρόνο, δηλαδή σε μορφή που είναι προσανατολισμένη προς την ποιότητα παρεχόμενης ενέργειας. Υπάρχει 2 έως 40 φορές μεγαλύτερη συχνότητα σφαλμάτων στους καταναλωτές ημιαστικών και αγροτικών περιοχών σε σύγκριση με εκείνους

των αστικών περιοχών. Η μικρότερη συχνότητα σφαλμάτων στις αστικές περιοχές είναι αναμενόμενη, δεδομένου ότι σε αυτές συνήθως τα δίκτυα ΜΤ, αλλά και εκείνα της ΧΤ κατασκευάζονται κυρίως με υπόγεια καλώδια, ενώ στις αγροτικές είναι κυρίως εναέρια. Στα εναέρια δίκτυα, τα σφάλματα είναι κυρίως παροδικά (80-90%) και μονοφασικά (75%). Στα υπόγεια δίκτυα τα σφάλματα είναι σχεδόν πάντοτε μόνιμα (~100%) και πολυφασικά (90%).

## 3<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

### ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

#### 3.1 Ξηρός μετασχηματιστής

##### 3.1.1 Τεχνική περιγραφή

Ο μετασχηματιστής διανομής είναι μονάδα ξηρού τύπου, χυτορητίνης αυτοψυχόμενη μονάδα εσωτερικού χώρου και θα τοποθετηθεί εντός άκαμπτου, αυτόνομου προστατευτικού περιβλήματος. Ο μετασχηματιστής έχει πυρήνα με τρία σκέλη. Ο πυρήνας αποτελείται από επάλληλα ελάσματα μαγνητικού χάλυβα προσανατολισμένων κόκκων. Τα ελάσματα αυτά έχουν μονωτική επικάλυψη στις δύο επιφάνειες τους. Για λόγους περιορισμού του θορύβου, μεταξύ του συγκροτήματος του πυρήνα και των περιελίξεων παρεμβάλλονται αντικραδασμικά παρεμβύσματα. Το συγκρότημα του πυρήνα προστατεύεται έναντι διάβρωσης με την χρήση αρκετών επιστρώσεων βαφής. Οι μονοφασικές περιελίξεις υψηλής τάσης και χαμηλής τάσης εγχύονται ξεχωριστά ως ένα άκαμπτο σωληνοειδές πηνίο, χωρίς την ύπαρξη μηχανικής σύνδεσης μεταξύ της ομοαξονικής διάταξης τους. Οι περιελίξεις δεν απορροφούν υγρασία και είναι κατάλληλο για τροπικά κλίματα. Οι περιελίξεις υψηλής τάσης είναι μονό φύλλο σπειρών αλουμινίου, περιτυλιγμένες με καλής ποιότητας διπλή στρώση μονωτικού φύλλου, με επίστρωση εποξικής ρητίνης/ μίγματος χαλαζιακής σκόνης. Οι περιελίξεις χαμηλής τάσης θα είναι επίσης από αλουμίνιο. Το πλάτος της λωρίδας του αλουμινίου θα είναι ίσο με το μήκος της σπείρας. Η λωρίδα του αγωγού και το φύλλο μονωτικού περιβλήματος θα κολληθούν μεταξύ τους με θερμότητα.

Το συγκρότημα του πυρήνα αποτελείται από επάλληλα ελάσματα μαγνητικού χάλυβα προσανατολισμένων κόκκων, με μόνωση στις δύο πλευρές. Τα σκέλη και τα στηρίγματα θα σχηματιστούν και συναρμολογηθούν με τον ελάχιστο αριθμό κοχλιών πυρήνα. Τα ελάσματα ενώνονται, συμπιέζονται και στηρίζονται έτσι ώστε να ελαχιστοποιούνται οι απώλειες και ο θόρυβος. Ο πυρήνας συναρμολογείται προσεκτικά και σφίγγεται έτσι ώστε να εξασφαλίζεται κατά την μεταφορά και λειτουργία. Η υπερθέρμανση της περιελίξης είναι  $\text{prim/sec } 70/90 \text{ K}$  Η βαφή των σιδηρών ελασμάτων αποτελείται από επάλληλες στρώσεις χρώματος RAL 5009, ενώ του περιβλήματος του μετασχηματιστή είναι RAL 7032.

**3.1.2 Τεχνικά στοιχεία του τριφασικού Μ/Σ**

Ορισμός ισχύος :	VDE 0532/IEC 726	
Ονομαστική ισχύς:	50 KVA	
Αναλογία:	20000/ 400 V	
Ονομαστικές τάσεις :	Y.T:20000 V	X.T:420 V
Ρεύματα(ονομαστική θέση):	Y.T:1,44 A	X.T:72,2 A
Ονομαστική τάση:	50Hz	
Διανυσματική ομάδα:	Dyn 11	
Τάση σύνθετης αντίστασης στους 75°C:	4%	
Απώλεια χωρίς φορτίο:	0,4 KW	
Απώλεια υπό φορτίο στους 75 °C:	0,9KW	
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος:	50°C	
Επιτρεπόμενη άνοδος θερμοκρασίας περιέλιξης:	Y.T:70K	X.T:90K
Θερμότερο σημείο περιέλιξης:	Y.T:130°C	X.T:155°C
Παρακολούθηση θερμοκρασίας:		
Κρίσιμο σημείο:	150°C	
Ενεργοποίηση:	170°C	
Ικανότητα ουδέτερης φόρτισης:	100%	
Στάθμη θορύβου:	42 dB + 3dB ανοχή σε απόσταση 1 μ	
Επίπεδο μόνωσης :	AC50Li95/ AC3	
Ρεύμα χωρίς φορτίο :	2,3% του ονομαστικού ρεύματος	
Ρεύμα φόρτισης:	χρόνος απαιτούμενος για μείωση του ρεύματος φόρτισης μετασχηματιστή στο ήμισυ, 13,2 κύκλοι	
Επαγωγή:	1,48 T	



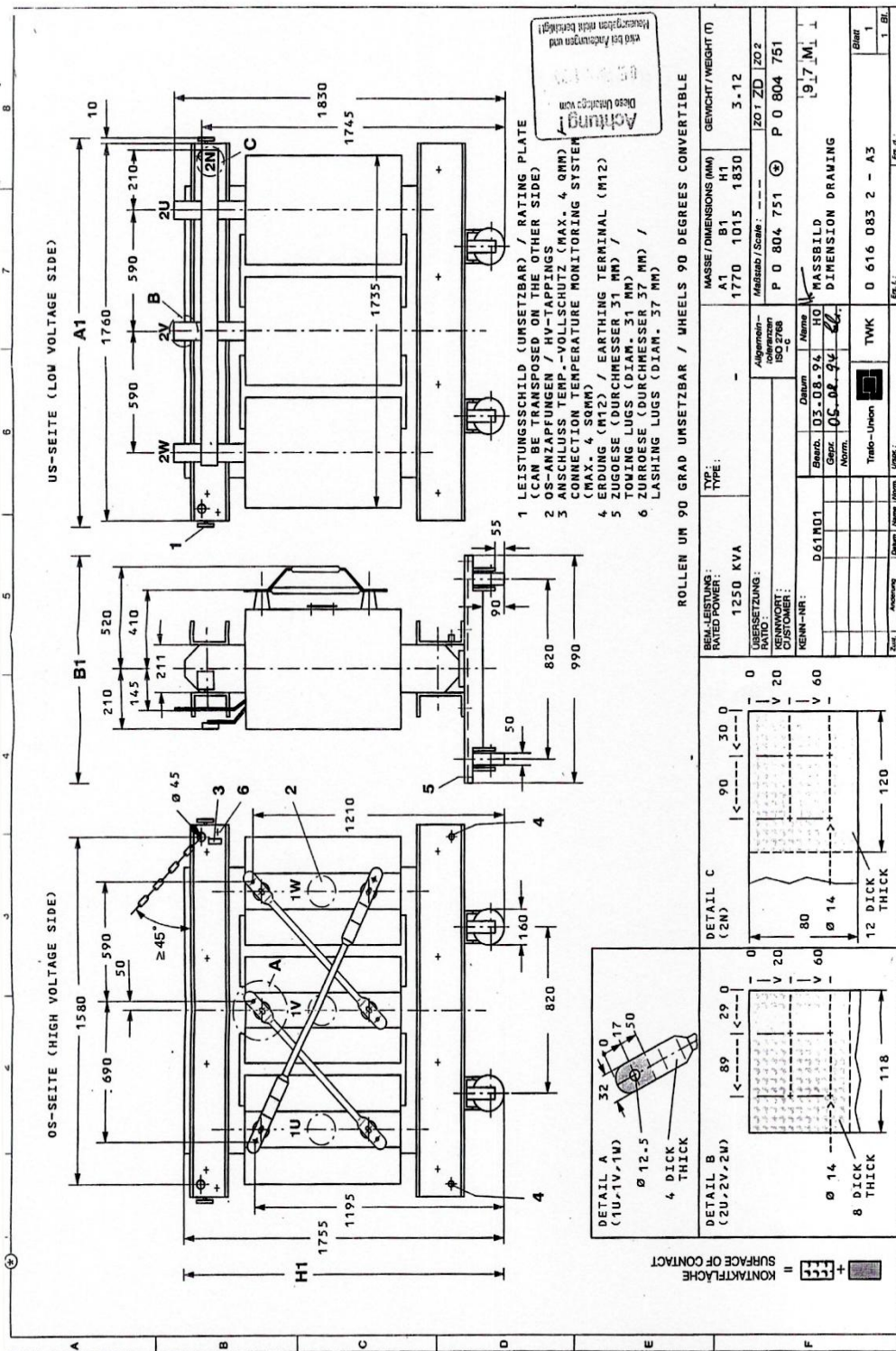
3.1.3 Πινακίδα μετασχηματιστή

Three - phase transformer			
Type 4	S.-No.		
Rat.-capacity		kVA	Year
Conn.	V	V	Rat.-freq. Hz
Conn.	V		Vect. group
Rat.-volt.	V		Type of cool.
Conn.	V		Enclosure
Conn.	V		Weight t
Rat.-current	A		A
Um	kV	Insulation level	
Imped. volt.	5,8 %	Max.sh.-circ.-duration s	
Sh.-circ.-current	kA	Therm.class HV/LV	

0 424 601 3

Σχήμα 3.1

### 3.1.4 Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών μετασηματιστή



Σχήμα 3.2

## 3.2 Πίνακας μέσης τάσης (20kV)

### 3.2.1 Περιγραφή πίνακα μέσης τάσης (Μ.Τ.)

Ο πίνακας διανομής των 20KV αποτελείται από 198 σταθερού τύπου μεταλλοενδεδυμένα πεδία του τύπου SM6 MERLIN GERIN, κατασκευασμένα από γαλβανισμένο φύλλο σιδήρου των 2mm.

Τα πεδία SM6 είναι του τύπου “module”. Η εύκολη επέκτασή τους και από τις δύο μεριές κάνει δυνατή την κάλυψη μελλοντικών αναγκών. Τα πεδία SM6 έχουν μικρές διαστάσεις και είναι σχεδιασμένα για εγκατάσταση εσωτερικού χώρου.

Ο Βαθμός προστασίας τους είναι IP 30 κατά IEC 298 και το διηλεκτρικό μέσο είναι αέριο SF6.

Τα πεδία συμμορφώνονται κατά :

- Συστάσεις: IEC 56,129,265,298,420,694.
- Τυποποιήσεις UTE: NFC 13100,13.200,64.130,64.160.
- Προδιαγραφές EDF: HN 64-S-41, 64-S-43.

Τα καλώδια μπορούν να συνδεθούν από μπροστά. Μπορούν να συνδεθούν καλώδια ξηρού τύπου έως των 240mm<sup>2</sup>. Η πρόσβαση στον εξοπλισμό Μ.Τ. είναι δυνατή από το εμπρόσθιο κάλυμμα, που είναι μηχανικά μανδαλωμένο με το γειωτή. Σε κάθε κυψέλη παρέχονται όλες οι απαραίτητες μηχανικές μανδαλώσεις, προκειμένου να εξασφαλίσουμε ασφαλή λειτουργία και προστασία του προσωπικού.

Οι κύριες μπάρες είναι χάλκινες, μονωμένες με θερμοσυστελλόμενο, SF6 «αυτοσβενόμενο» περίβλημα, φτιαγμένο από μείγμα βασισμένο σε επεξεργασμένη πολυοφελίνη.

Κάθε πεδίο αποτελείται από πέντε διαμερίσματα:

1. Διαμέρισμα εξοπλισμού, όπου ο διακόπτης ισχύος ή ο αποζεύκτης μαζί με το γειωτή βρίσκονται σε κοινό περίβλημα, γεμάτο με SF6 (sealed for life).
2. Διαμέρισμα μπαρών, όπου οι κύριες μπάρες είναι συνδεδεμένες στο ίδιο οριζόντιο επίπεδο.
3. Διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων, προσβάσιμο από μπροστά. Τα καλώδια ισχύος είναι συνδεδεμένα στο κατώτερο μέρος του διακόπτη φορτίου και στις κάτω βάσεις των ασφαλειών (πεδία QM). Το διαμέρισμα περιέχει τους Μ/Σ μέτρησης και τον αυτόματο διακόπτη ισχύος (πεδίο DM1).
4. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας με μιμικό διάγραμμα στην εμπρόσθια όψη. Ένα άνοιγμα με ισχυρό γυάλινο κάλυμμα, προσφέρει οπτικό έλεγχο του διακόπτη ισχύος και του αποζεύκτη. Το διαμέρισμα περιέχει τα στοιχεία χειρισμού του διακόπτη ισχύος ή του αποζεύκτη και του γειωτή.
5. Διαμέρισμα Χ.Τ., που περιέχει τον απαραίτητο εξοπλισμό Χ.Τ., καλωδιωμένο σε κλεμμοσειρές και σημειωμένο. Τα καλώδια Χ.Τ. είναι εύκαμπτα 1,5 ή 2,5mm<sup>2</sup> από αυτοσβενόμενο PVC ανθεκτικό σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως απαιτείται. Περιλαμβάνει ακόμη όλους τους βοηθητικούς Η/Ν.

Για το χειρισμό λειτουργίας των διακοπών φορτίου ή των αποζευκτών και των γειωτών, παρέχεται ένα κοινό antireflex χειριστήριο λειτουργίας.

Για την καλύτερη δυνατή προστασία έναντι των εσωτερικών σφαλμάτων, κάθε κυψέλη έχει στην πίσω μεριά ένα κανάλι διαφυγής αερίων, που οδηγεί τα αέρια της εκτόνωσης στο χώρο πάνω από τον πίνακα.

Κάθε πίνακας SM6 των 20KV είναι συνδεδεμένες σε μια μεταλλική βάση ύψους 350mm, που είναι εγκατεστημένη σε τσιμεντένιο έδαφος με οκτώ βίδες M8.

Όλοι οι διακόπτες ισχύος και οι αυτόματοι διακόπτες των πινάκων των 20 KV που περιγράφονται παραπάνω, διαθέτουν κινητήρα των 110V DC στο μηχανισμό λειτουργίας τους.

### 3.2.2 Κύρια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά πίνακα Μ.Τ. 20kV

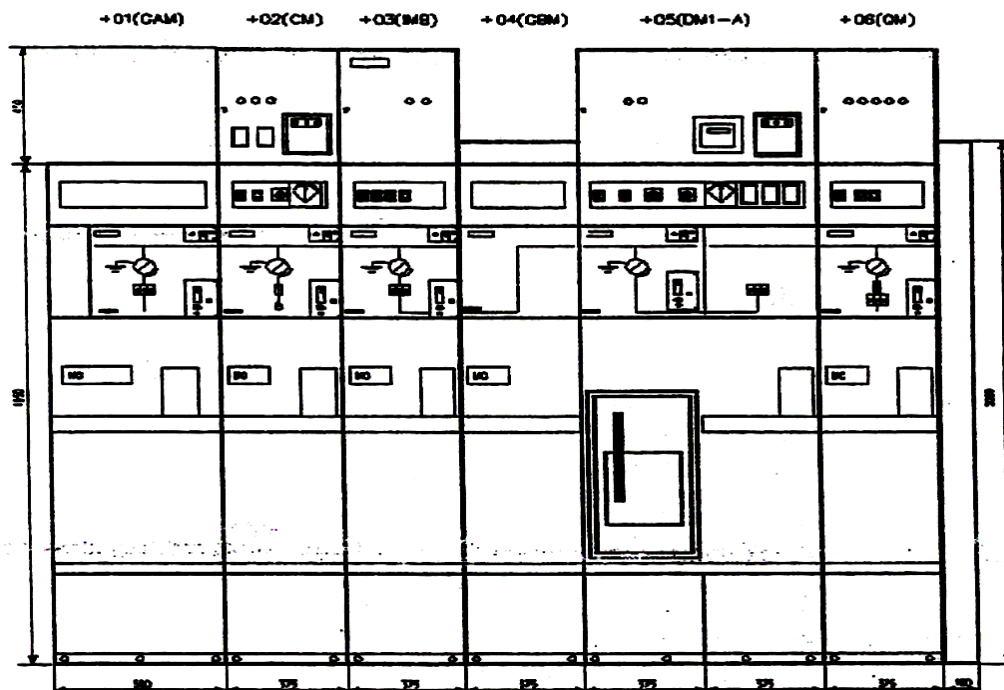
Τα κύρια χαρακτηριστικά του πίνακα μέσης τάσης είναι τα ακόλουθα:

- Ονομαστική τάση: 24 KV
- Τάση λειτουργίας: 20 KV
- Συχνότητα: 50 Hz
- Ισχύς βραχυκυκλώματος: 250 MVA
- Σφάλμα γης: Max 1000A
- Διηλεκτρική αντοχή: 50/125KV
- Ονομαστική ένταση: 400 A
- Βοηθητική τάση: 110 V DC

### 3.2.3 Τυπικό σχέδιο πίνακα Μ.Τ. υποσταθμού ανόρθωσης

Η μπροστινή όψη ενός τυπικού πίνακα Υποσταθμού Ανόρθωσης φαίνεται παρακάτω:

Θέση	+01	+02	+03	+04	+05	+06
Στοιχείο		SX	LBS/A		CB/1	LBS/2
Τύπος πεδίου	GAM	CM	IMB	GBM	DM1-A	QM



Σχήμα 3.3

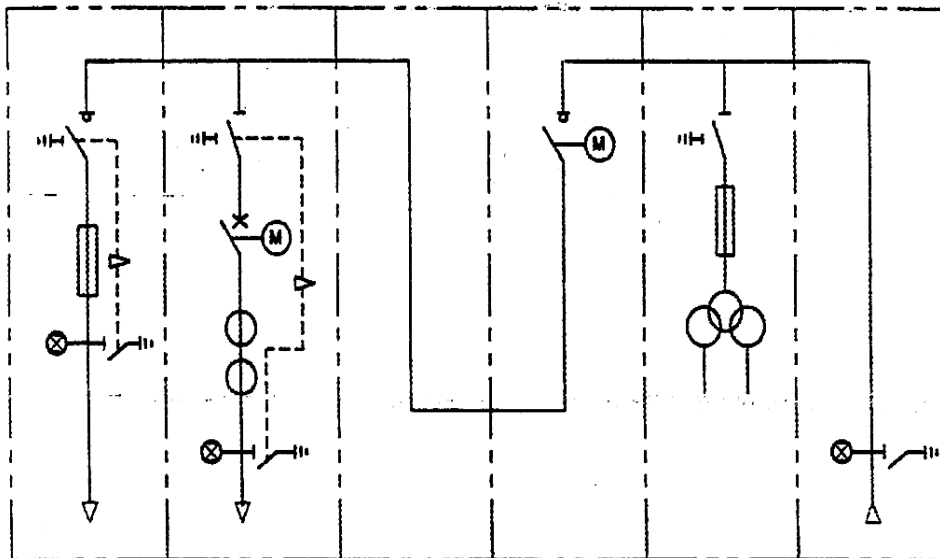
### 3.2.4 Περιγραφή πεδίων πίνακα Μ.Τ.

Ο πίνακας 20KV αποτελείται από έξι πεδία:

1. Το πρώτο πεδίο είναι γειωτής (τύπου GAM): το πεδίο αυτό δεν είναι διακοπτικό πεδίο. Ο λόγος ύπαρξης του πεδίου είναι μόνο για λόγους συντήρησης. Μας δίνει την δυνατότητα να γειώσουμε τα καλώδια που μας έρχονται από την παροχή της ΔΕΗ (μεταξύ τους και ως προς την θεμελιακή γείωση). Ο χειρισμός αυτός θεωρείται αναγκαίος. Όταν κόβεται η τάση στα παροχικά καλώδια λόγω πυκνωτικού φαινομένου έχουμε παραμένονσα τάση επικίνδυνη για τον άνθρωπο.
2. Το δεύτερο πεδίο είναι μετρητικό πεδίο (τύπου CM): στο πεδίο αυτό υπάρχει ένας διακόπτης φορτίου τύπου LBS και μία ασφάλεια τήξεως ανά φάση, επίσης τρεις μετασχηματιστές τάσεως. Το πεδίο αυτό χρησιμοποιείται μόνο για μετρήσεις και για λόγους προστασίας.
3. Το τρίτο πεδίο είναι τύπου IMB αποτελείται από ένα διακόπτη φορτίου τύπου LBS/A ο οποίος χωρίζει τον πίνακα σε δύο μέρη.
4. Το τέταρτο πεδίο είναι τύπου GBM είναι πεδίο ανύψωσης. Για κατασκευαστικούς λόγους μεταφέρει τις μπάρες σε ψηλότερο σημείο στον πίνακα.
5. Το πέμπτο πεδίο είναι τύπου DM1/A(CB1). Το πεδίο αυτό περιέχει έναν αποζεύκτη φορτίου και από κάτω βρίσκεται ένας αυτόματος διακόπτης ισχύος τύπου CB. Από αυτό το πεδίο τροφοδοτείται ο μετασχηματιστής ανόρθωσης. Ο αυτόματος διακόπτης ισχύος είναι κατασκευασμένος να ανοίγει και σε βραχυκύκλωμα χωρίς να καταστρέφονται οι επαφές του.
6. Το έκτο πεδίο είναι τύπου QM(LBS/2). Το πεδίο αυτό περιέχει έναν ασφαλειοαποζεύκτη. Από αυτό το πεδίο τροφοδοτείται ο ξηρός μετασχηματιστής, ο οποίος τροφοδοτεί βοηθητικά κυκλώματα του υποσταθμού ανόρθωσης.

### 3.2.5 Μονογραμμικό σχέδιο πίνακα Μ.Τ.

Το μονογραμμικό διάγραμμα ενός τυπικού πίνακα Υποσταθμού Ανόρθωσης φαίνεται παρακάτω:



Σχήμα 3.4



### 3.3 Μετασχηματιστής ανόρθωσης

#### 3.3.1 Περιγραφή μετασχηματιστή ανόρθωσης

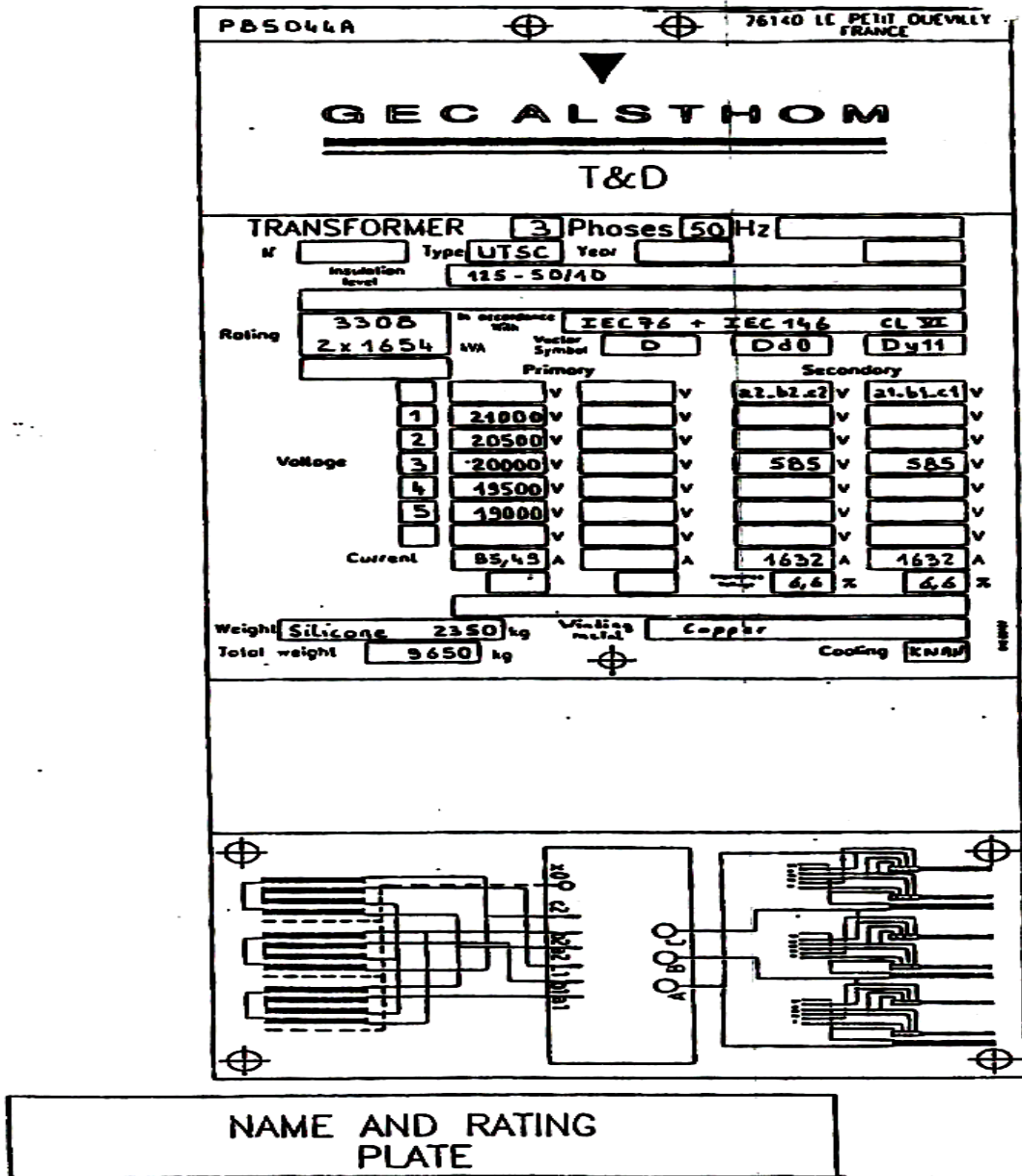
Ο μετασχηματιστής ανόρθωσης είναι ελαίου συλικονούχος. Η ονομαστική τάση του πρωτεύοντος είναι 20KV και του δευτερεύοντος 585V, όπου στη συνέχεια ανορθώνεται και παρέχει στο δίκτυο τάση λειτουργίας 750V DC. Το πρωτεύον του μετασχηματιστή είναι τρίγωνο αλλά η ιδιαιτερότητά του είναι τα δύο δευτερεύοντά του, ένα αστέρας και ένα τρίγωνο. Ο λόγος των δύο δευτερεύοντων πηνίων είναι για πετυχαίνουμε καλύτερη ποιότητα ανόρθωσης. Ο μετασχηματιστής ανόρθωσης είναι κλειστού τύπου χωρίς δοχείο διαστολής. Το δοχείο λαδιού του μετασχηματιστή αποτελείται από τέτοιο υλικό και κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διαστέλλεται και να συστέλλεται ανάλογα με τη συστολή-διαστολή του συλικονουχού λαδιού. Επειδή δεν υπάρχει δοχείο συστολής δεν μπορεί να εφαρμοστεί η προστασία Buhols (με δύο πλωτήρες και αφαίρεση υγρασίας από γαλαζία). Αντί αυτού υπάρχει η προστασία DGPT2. Στο πρωτεύον του μετασχηματιστή ανόρθωσης υπάρχει επιλογή σχέσεων πέντε θέσεων. Ανάλογα με την τάση του δικτύου το ρυθμίζουμε στην επιθυμητή θέση έτσι ώστε να έχουμε 585 V στα δευτερεύοντα πηνία. Το δίκτυο Μετρό βρίσκεται στη θέση 1, γιατί η τάση που παρέχει η ΔΕΗ είναι περίπου 21KV. Όταν λειτουργεί ο μετασχηματιστής η συνήθης θερμοκρασία είναι στους 50-60°C, σε περίπτωση προβλήματος από υπερφόρτωση ή βραχυκύκλωμα η προστασία προειδοποίησης θα στείλει σήμα στους 105°C και εντολή απόζευξης του αυτόματου διακόπτη ισχύος(CB1)20KV στους 115°C. Η πίεση σε κανονικές συνθήκες είναι περίπου στα 20mbar αλλά και πάλι σε οποιοδήποτε πρόβλημα του μετασχηματιστή ανόρθωσης όταν υπερβεί τα 200mbar πάλι ο CB1 θα δεχτεί εντολή απόζευξης. Επειδή ο μετασχηματιστής είναι κλειστού τύπου υπάρχει στο επάνω μέρος του μία ανακουφιστική βαλβίδα. Ο μετασχηματιστής ανόρθωσης είναι μονωμένος ως προς το δάπεδο. Η μοναδική αγωγή σύνδεση ως προς τη θεμελιακή γείωση είναι μέσω ενός relay διαρροής K64.

#### 3.3.2 Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά

<u>ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ</u>		CEGELEC DEI		
<u>ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:</u>		1996		
<u>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ:</u>	MVA	3 .308	1.654	1,654
		HV	LV1	LV2
<u>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:</u>	KV	20±2,5%±5%	0,585	0,585
<u>ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ:</u>		D	y11	d0
<u>ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:</u>	50Hz			
<u>ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ(Off Load tap changer):</u>		ASP ,type FII,150 A ,20KV 5 θέσεων		

<u>ΤΡΟΠΟΣ ΨΥΞΗΣ:</u>	ΚΝΑΝ(υπάρχει εξαερισμός χώρου,ρύθμιση θερμοστάτη 18°c)		
<u>ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:</u>	IEC76+146 CL VI		
<u>ΤΥΠΟΣ ΛΑΔΙΟΥ:</u>	ΣΥΛΙΚΟΝΟΥΧΟ ΛΑΔΙ DOW CORNING 561		
<u>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ:</u>	in KVA	ΚΝΑΝ 3308	
<u>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:</u>	HV, in V	2000±2,5%±5%	
	LV1, in V	585	
	LV2, in V	585	
<u>ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΡΕΥΜΑ:</u>	_HV, in Amps	95,5	
	LV1, in Amps	1632, 4	
	LV2, in Amps	1632,4	
<u>ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ:</u>	Μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας λαδιού		63,2K
<u>ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ:</u>			
	ΜΗΚΟΣ:	σε μέτρα	2,840
	ΠΛΑΤΟΣ:	σε μέτρα	1,610
	ΥΨΟΣ:	σε μέτρα	2,530
<u>ΒΑΡΟΣ Μ/Τ ΜΕ ΛΑΔΙΟ ΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΛΑΔΙΟΥ:</u>	σε Kg	4780	
<u>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ:</u>	σε Kg	9650	
<u>ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΙΛΙΚΟΝΗ</u>	σε Kg	2350	
<u>ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ DGPT2:</u>			
<u>ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ :</u>	Alarm	καθορισμένη θερμοκρασία	105°c
	Tripping	καθορισμένη θερμοκρασία	115°c

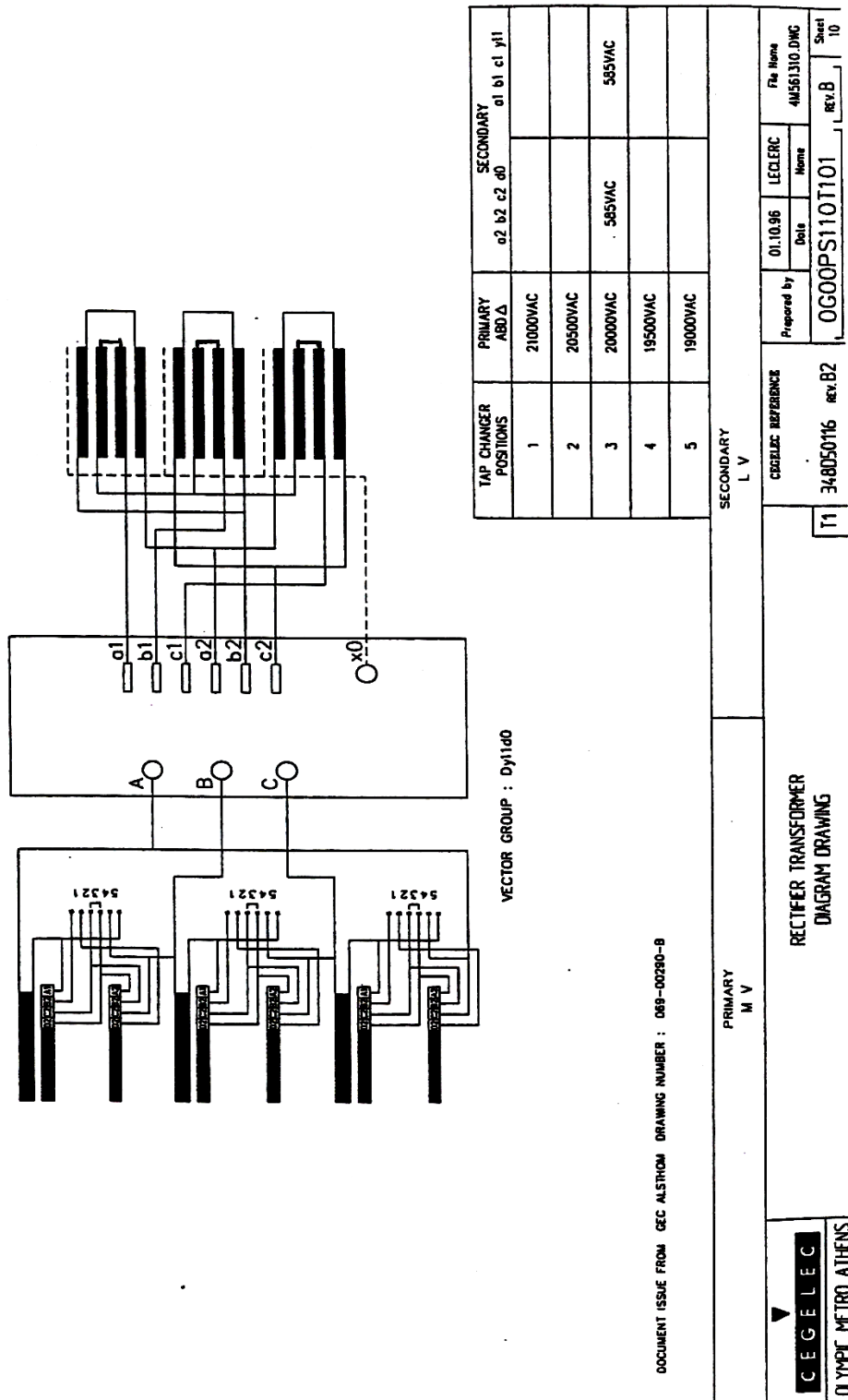
3.3.3 Σχέδιο μεταλλικής πινακίδας



Σχήμα 3.5

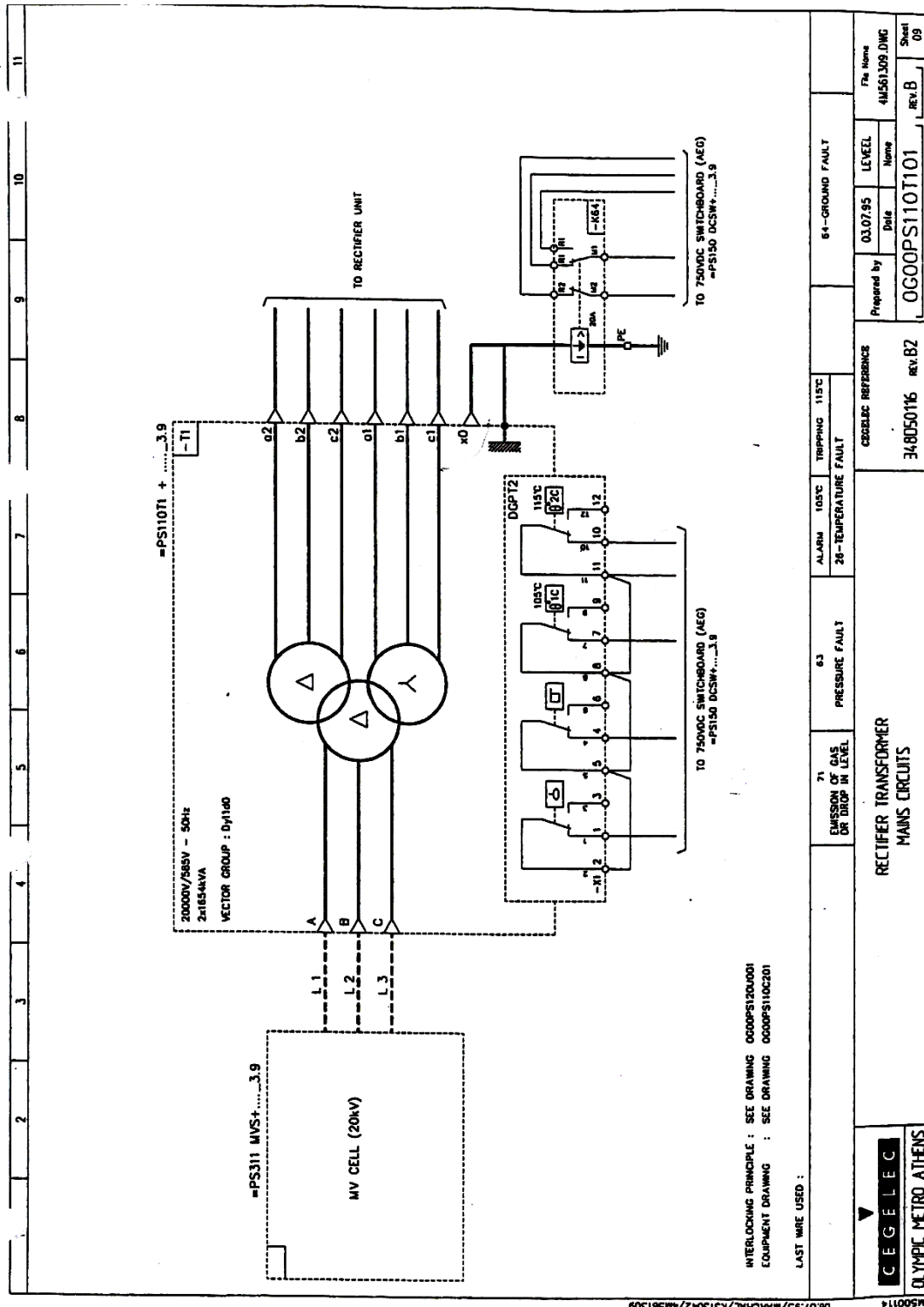


3.3.3.1 Σχέδιο κύριου κυκλώματος Μ/Σ



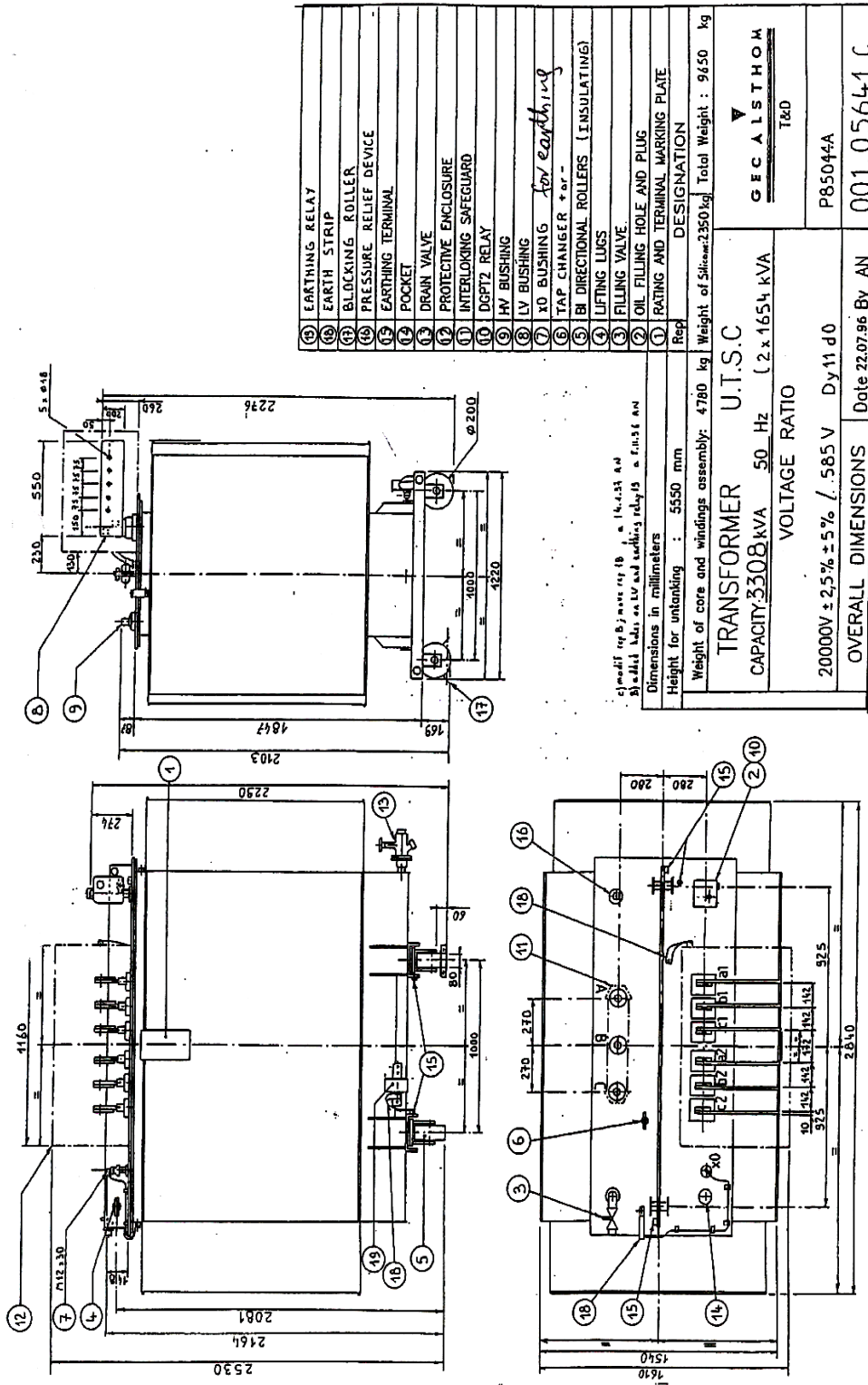
Σχήμα 3.6

3.3.3.2 Μονογραμμικό σχέδιο Μ/Σ



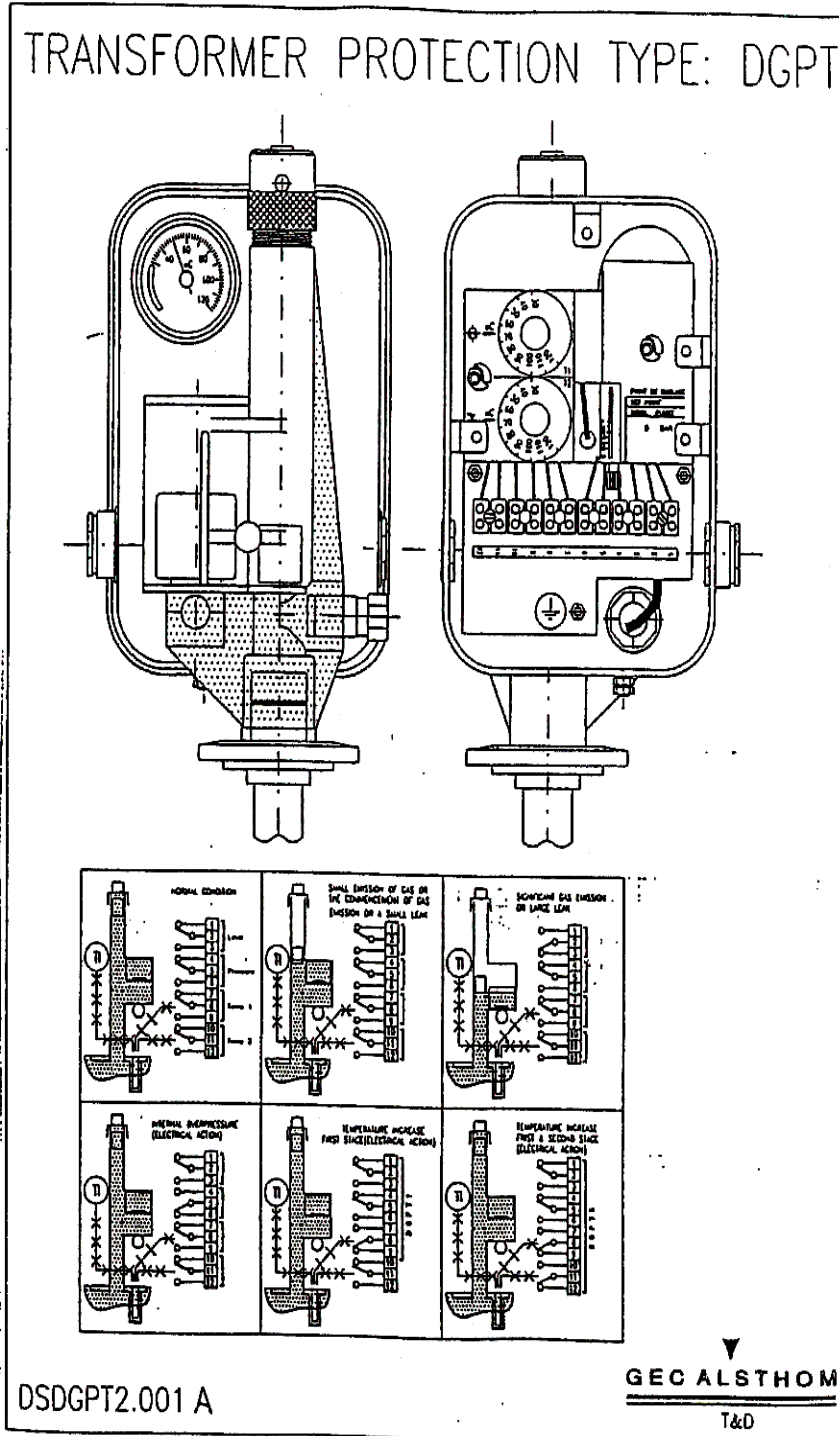
Σχήμα 3.7

3.3.4 Κατασκευαστικό σχέδιο μετασχηματιστή (κάτοψη-πλάγια όψη)



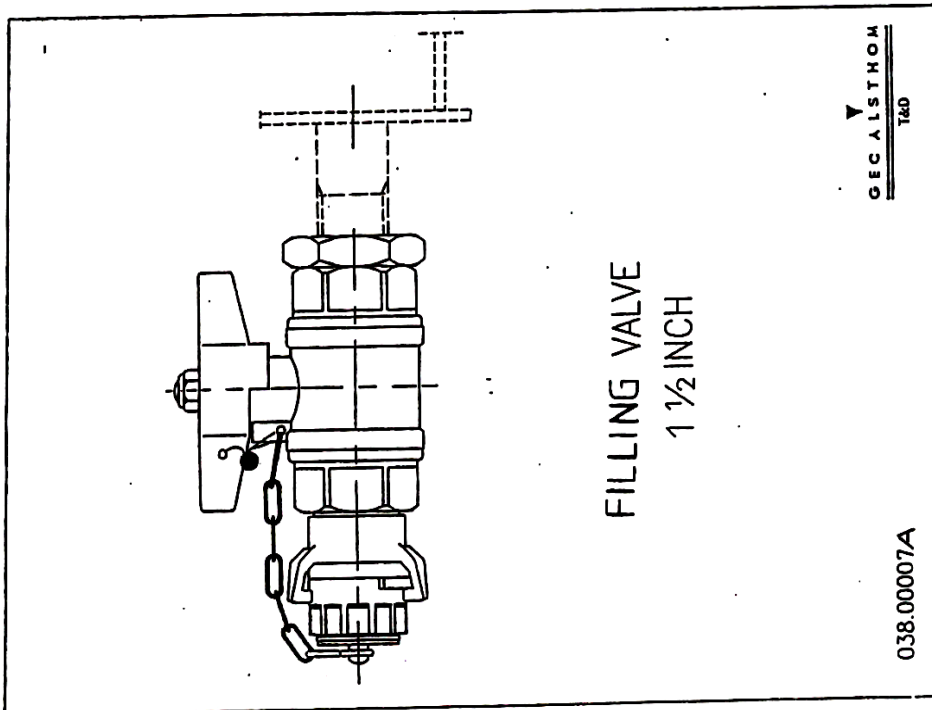
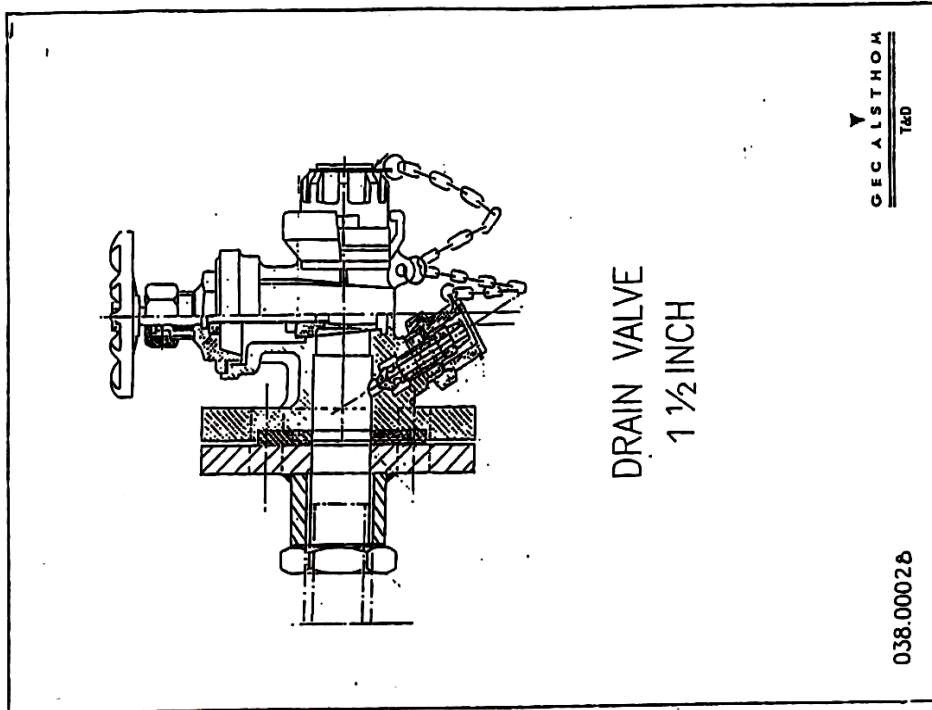
Σχήμα 3.8

3.3.5 Σχέδιο ηλεκτρονόμου προστασίας (dgpt2)



Σχήμα 3.9

### 3.3.6 Σχέδιο βανών (πλήρωσης – δειγματοληψίας εκκένωσης)



Σχήμα 3.10



3.3.8 Ηλεκτρονόμος προστασίας έναντι διαρροής (relay 64)

**SC. 4A ELECTRIQUE**  
Circuit diagram

Test push button  
Bouton Poussoir Test

Reset push button  
Bouton Poussoir de réarmement

M2 M1 R2 R1

Magnet which maintains the position  
Aimant de maintien

Barre de 50 x 5  
Bar

Terminal M4  
Bornes M4

**RACCORDEMENT**  
Terminal

<b>CARACTERISTIQUES GENERALES</b> General characteristics	
<b>Rigidité diélectrique</b> Dielectric strength	Barre / Circuit contacts : 10 Kv Bar / Circuit contacts : 1.5 Kv
<b>Température d'utilisation</b> : -25°C +60°C Temperatures range	
<b>Durée de vie mécanique</b> : 10' Mechanical life	
<b>Tenue aux vibrations</b> : / Resistance against vibrations	
<b>Position de fonctionnement</b> : Indifférente Operating position	
<b>Masse</b> : / Weight	
<b>CARACTERISTIQUES PARTICULIERES</b> Particular characteristics	
Relais type Pa sous boîtier BB dans boîtier de protection MK 160 sur barre de 50 x 5 Pa type relay in box BB, insulated with box MK 160 on bar of 50 x 5 <b>IP: 54</b>	
<b>SPECIFICATION CLIENT</b> Specification	
<b>PLANS ASSOCIES</b> Other drawings	
Encombrement n° : 3-52218-30 outline drawing	

<b>CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES</b> Electrical characteristics											
<b>Circuit de commande</b> Control circuit											
I d'enclenchement : Selon repère According with mark Pick up											
I de déclenchement : Par action sur le bouton de réarmement When operating the reset button											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">Mark Repère</td> <td style="text-align: center;">Pick-up Enclenchement</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">101</td> <td style="text-align: center;">20 Acc ± 10 % 16 Acc ± 10 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">102</td> <td style="text-align: center;">40 Acc ± 10 % 36 Acc ± 10 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">103</td> <td style="text-align: center;">60 Acc ± 10 % 55 Acc ± 10 %</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">104</td> <td style="text-align: center;">80 Acc ± 10 % 74 Acc ± 10 %</td> </tr> </table>	Mark Repère	Pick-up Enclenchement	101	20 Acc ± 10 % 16 Acc ± 10 %	102	40 Acc ± 10 % 36 Acc ± 10 %	103	60 Acc ± 10 % 55 Acc ± 10 %	104	80 Acc ± 10 % 74 Acc ± 10 %
Mark Repère	Pick-up Enclenchement										
101	20 Acc ± 10 % 16 Acc ± 10 %										
102	40 Acc ± 10 % 36 Acc ± 10 %										
103	60 Acc ± 10 % 55 Acc ± 10 %										
104	80 Acc ± 10 % 74 Acc ± 10 %										
<b>Caractéristiques bobines</b> Coil characteristics											
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: center;">N° de spires Number of turns</td> <td style="text-align: center;">Section Area wire</td> <td style="text-align: center;">Résistance Resistance</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Barre A : 2 sps 15 x 5</td> <td style="text-align: center;">/</td> <td style="text-align: center;">/</td> </tr> </table>	N° de spires Number of turns	Section Area wire	Résistance Resistance	Barre A : 2 sps 15 x 5	/	/				
N° de spires Number of turns	Section Area wire	Résistance Resistance									
Barre A : 2 sps 15 x 5	/	/									
<b>Circuit de contacts</b> Contacts circuit											
Combinaison des contacts : 2R 1T Contacts arrangement											
Matériau de contact : Ag Pd Contacts material											

<b>RELAYS DE MASSE Aca ET ACC</b> EARTH RELAY AC AND DC	
<b>SERVO-CONTACT</b> A.G.L. 43012 Babilony CEDEX	
	<b>FT: 52218</b>

	<b>RESUME</b>
	K.E
	DATE: 15/12/93
	N° de Fiche Technique

	N° de modification
	DATE
	R 00533 27/04/94

250  
200  
130  
35

Barre (type bar) de 50 x 5 mm

Bouton poussoir de réarmement

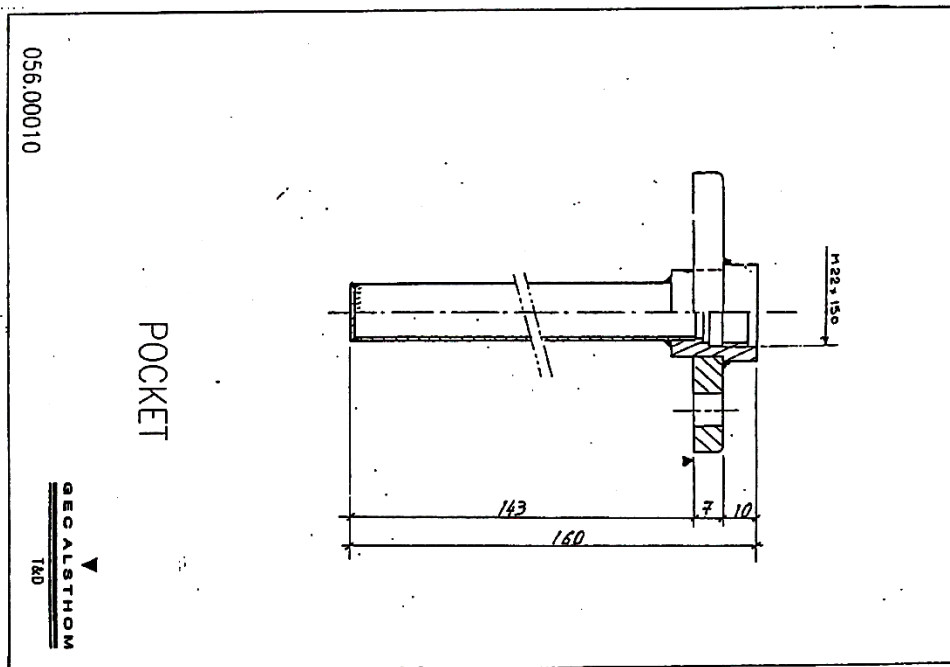
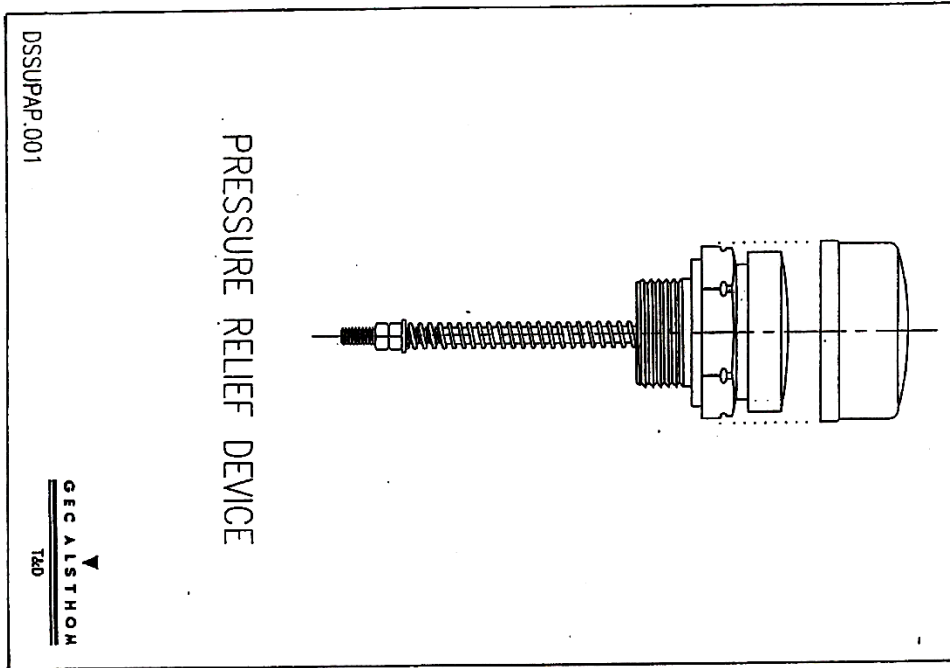
Bouton poussoir test

3 pièces de 11' de diamètre max.  
et 3 pièces de 11x8 mm

CE PLAN EST LA PROPRIETE D' A.G.L. -TOUTE REPRODUCTION EST INTERDITE (LOS DE 11/12/93)

Σχήμα 3.12

### 3.3.9 Βαλβίδα εκτόνωσης - διάγραμμα



Σχήμα 3.13



### 3.4 Μονάδα ανορθωτή

#### 3.4.1 Περιγραφή ανορθωτή

Ο ανορθωτής των 3000KW είναι τμήμα της μονάδας ανορθωτή-μετασχηματιστή που είναι εγκατεστημένη στον υποσταθμό ανόρθωσης και παρέχει ονομαστική τάση έλξεως 750 V DC από την τάση του δικτύου μέσω του μετασχηματιστή. Στεγάζεται σε μία κυψέλη από μεταλλικό φύλλο πάχους 2,5mm. Η ανορθωτική διάταξη 2X585V AC σε 750V DC, αποτελείται από δύο τριφασικές παράλληλες γέφυρες διόδων με 12παλμική ζεύξη προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη ανόρθωση και εξομάλυνση του συνεχούς ρεύματος. Η μία γέφυρα τροφοδοτείται από το ένα δευτερεύων πηνίο του μετασχηματιστή ανόρθωσης και η άλλη γέφυρα από το δεύτερο δευτερεύων του μετασχηματιστή ανόρθωσης. Στην είσοδο των διόδων υπάρχει προστασία υπερτάσεων με κύκλωμα αντιστάσεων και πυκνωτών (RC). Η κάθε μία γέφυρα αποτελεί μία συνδεσμολογία 18 διόδων (συνολικά 36 δίοδοι). Σε κάθε μία φάση συνδέονται 6 δίοδοι ώστε οι τρεις να επιτρέπουν τη διέλευση του ρεύματος κατά τη θετική ημιπερίοδο ενώ οι άλλες τρεις επιτρέπουν τη διέλευση κατά την αρνητική ημιπερίοδο του ρεύματος. Σε σειρά με κάθε δίοδο υπάρχει συνδεδεμένη μία ασφάλεια για την προστασία της 160 A. Στις εξόδους των δύο γεφυρών παραλληλίζουμε τα δύο συν (+) και τα στέλνουμε στον πίνακα 750V DC, ενώ το πλην (-) το συνδέουμε σε έναν ενδιάμεσο μετασχηματιστή. Ο μετασχηματιστής αυτός έχει ενδιάμεσο πηνίο με πυρήνα σιδήρου κατηγορίας H και περιέλιξη χαλκού. Η τάση μελέτης είναι στα 70V Rms στο μισό πηνίο, ενώ η συχνότητα είναι 300 Hz. Από την ενδιάμεση λήψη παίρνουμε το πλην (-) και το στέλνουμε στον πίνακα 750 V DC. Ο λόγος ύπαρξης αυτού του μετασχηματιστή είναι για την επίτευξη της εξομάλυνσης της τάσης 750 V DC. Πάνω από κάθε γέφυρα διόδων υπάρχουν θερμοίστορ τα οποία ελέγχουν τη θερμοκρασία του ανορθωτή. Το alarm είναι 105-110±3%, ενώ το trip είναι 125-130±5%. Στην περίπτωση που η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 130°C δίνεται εντολή απόζευξης του αυτόματου διακόπτη ισχύος (CB1) που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή 20KV. Ο ανορθωτής είναι μονωμένος ως προς το έδαφος και υπάρχει αγωγή σύνδεση μεταξύ των μεταλλικών μερών του ανορθωτή και θεμελιακής γείωσης μέσω ενός ηλεκτρονόμου διαφυγής ρεύματος για τυχόν διαρροή αυτού (relay K64). Ο ανορθωτής έχει τη δυνατότητα λειτουργίας και με μία δίοδο εκτός. Οι ασφάλειες των διόδων έχουν βοηθητική επαφή η οποία ενεργοποιείται όταν τηκτεί η ασφάλεια. Στην περίπτωση που καούν δύο ασφάλειες τότε μέσω ενός αυτοματισμού δίνεται εντολή απόζευξης του CB1. Οι ανορθωτικές διατάξεις είναι κατάλληλες για παράλληλη λειτουργία, με τάση δικτύου 750V DC, η οποία μπορεί να αυξηθεί έως τα 1000V DC.

#### 3.4.2 Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά

-Ονομαστική ισχύς 3MW

-Ζεύξη:

Παράλληλη δωδεκαφασική ζεύξη με ενδιάμεσο μετασχηματιστή.

-Τάση :

Άνευ φορτίου τάση ΣΡ:	<830V
Τάση ΣΡ χαμηλού φορτίου(2%):	790V ±5 V
Τάση ΣΡ ονομαστικού φορτίου:	750V ±5 V

-Κατηγορία τρόπου λειτουργίας (duty class):

1,0 α.μ.	συνεχώς	4000A
1,5 α.μ.	2ώρες	6.000A
3,0 α.μ.	1λεπτό	12.000A

-Τρόπος ψύξεως:  
Φυσική κυκλοφορία αέρα

-Ημιαγωγοί

Δίοδος τύπου:RA202236

Εναλλάκτες θερμότητας  
Δίπλευροι ψύκτες από επινικελωμένο αλουμίνιο, με διπλά μονωμένο συνδετήρα

-Ασφάλειες διόδων:  
Τύπου prosistor της FERRAZ,υψηλής ικανότητας διακοπής (HBC),με μικροδιακόπτη και οπτική ένδειξη πτώσεως(απόξευξης).

-Προστασία υπερτάσεως με κύκλωμα πυκνωτή και αντιστάτη(πλευρά EP και ΣΡ)  
Τάση RMS,πυκνωτή τύπου μεταγωγής και απόσβεσης > 1.000V RMS

-Φορτίο αντιστάτη για τον περιορισμό της τάσεως ΣΡ άνευ φορτίου .  
Σταθερός,σωληνοτός με υψηλή διάχυση.  
Ένας αντιστάτης συνδεδεμένος μεταξύ των άκρων κάθε γέφυρας.

-Ασφάλειες RC(προστασία από κρουστικές τάσεις EP και ΣΡ),  
τύπου prosistor της FERRAZ,υψηλής ικανότητας διακοπής (HBC), με μικροδιακόπτη και οπτική ένδειξη πτώσεως(απόξευξης).

-Ενδιάμεσο μετασχηματιστή.  
Ενδιάμεσο πηνίο με πυρήνα σιδήρου, κατηγορίας H και περιέλιξη χαλκού.  
Τάση μελέτης :70 V RMS στο ½ πηνίο.  
Συχνότητα :300 Hz

-Απώλειες:  
Απώλειες κενού φορτίου στην ονομαστική τάση:3000 W  
Απώλειες πλήρους φορτίου στην ονομαστική ένταση ρεύματος :20.000 W

-Βοηθητική τάση: 230V - 50Hz

-Εξωτερικές διαστάσεις και βάρος:

Ύψος : 2.695 mm  
Μήκος : 3.250mm  
Φάρδος : 1.550mm  
Βάρος : 3.500Kg

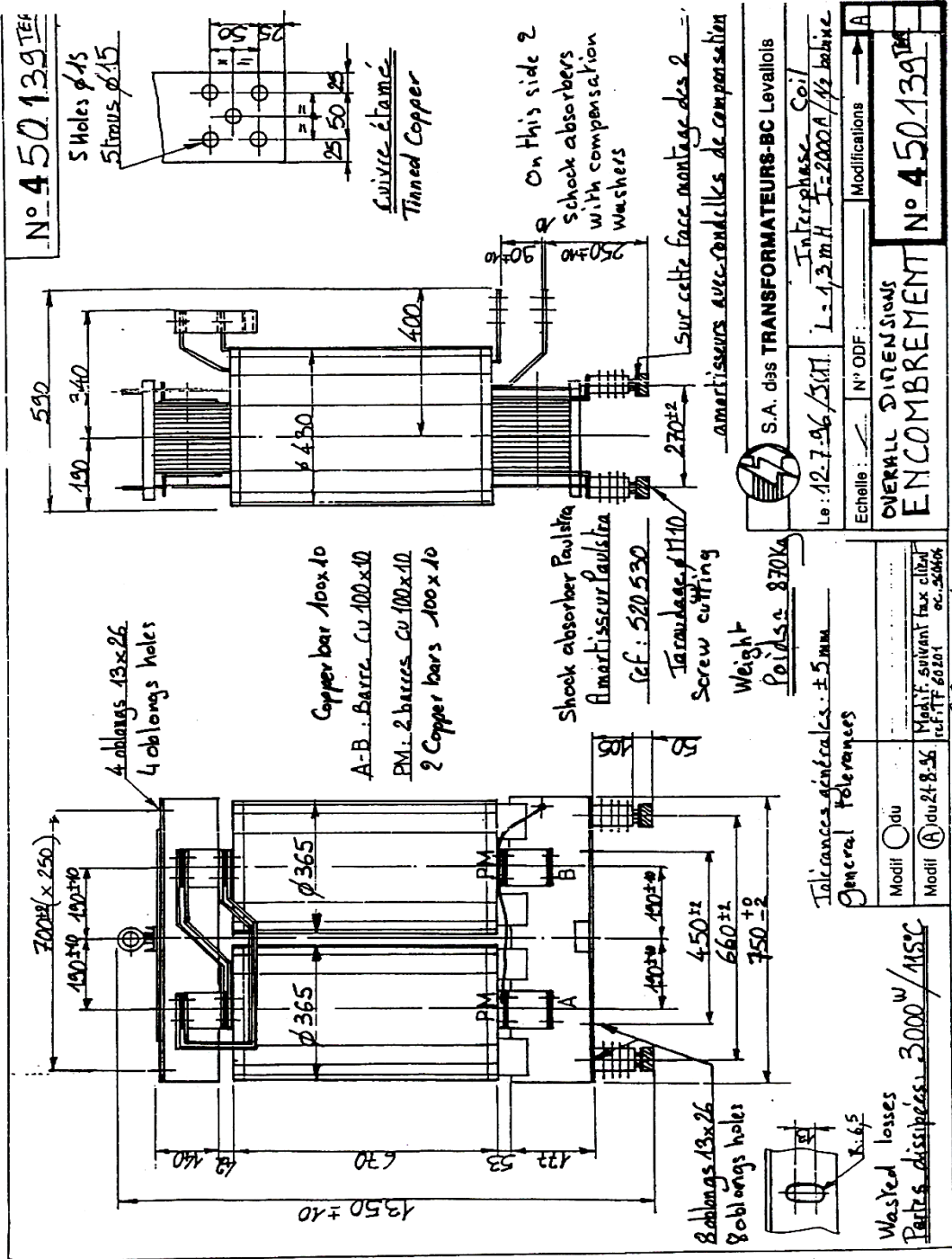
-Στάθμη θορύβου

Λιγότερο από 70 d BA σε όλες τις περιπτώσεις φόρτισης μετρημένη στα 0,3 m  
Παρατήρηση: Η στάθμη θορύβου οφείλεται κυρίως στον ενδιάμεσο μετασχηματιστή.

-Εξισορρόπηση ρεύματος διόδων:

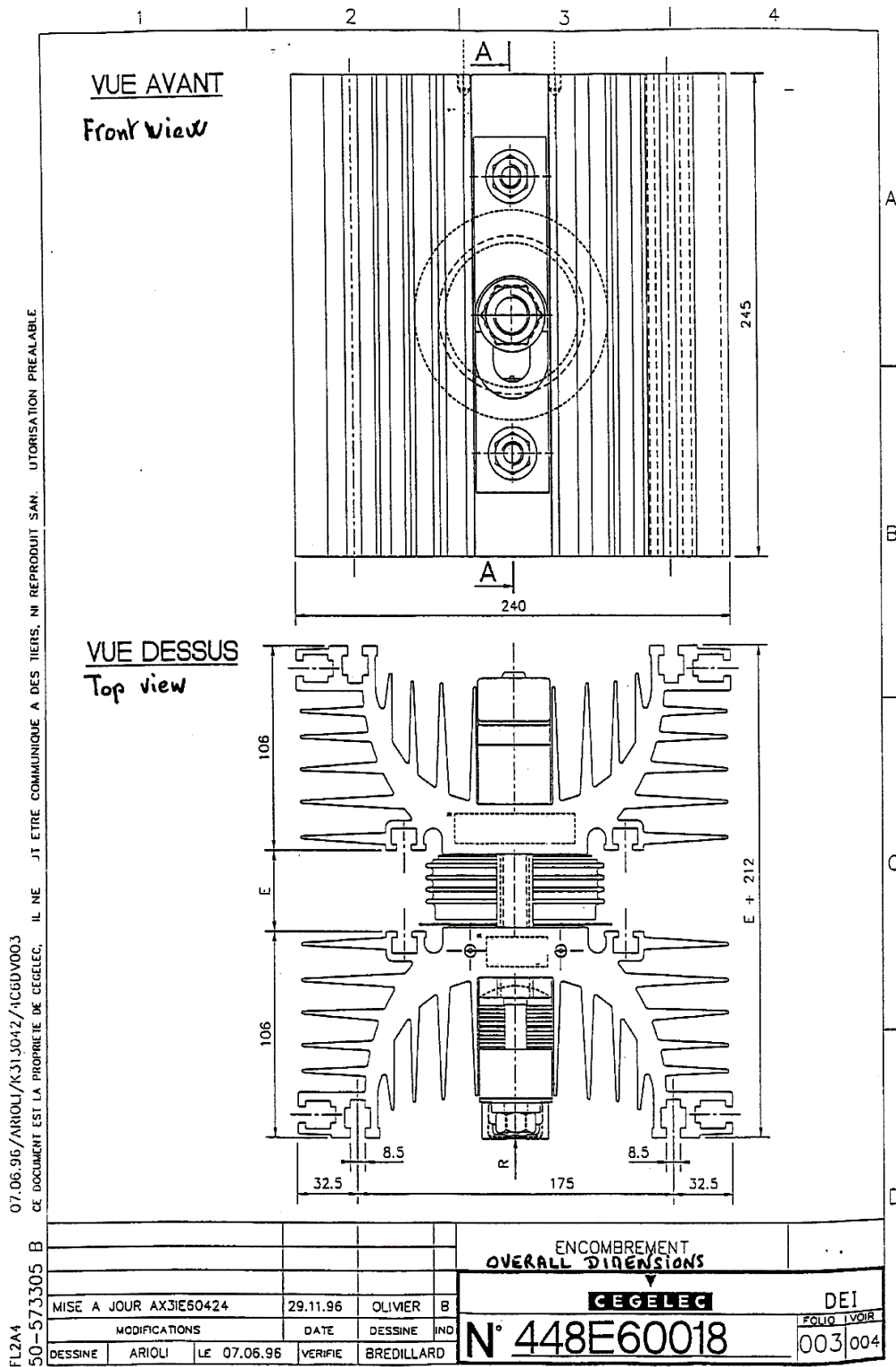
Η εξισορρόπηση του ρεύματος είναι κατά μέγιστο 20% σε οποιοδήποτε βραχίονα των παράλληλων διόδων.

3.4.3 Σχέδιο μετασχηματιστή τύπου Η



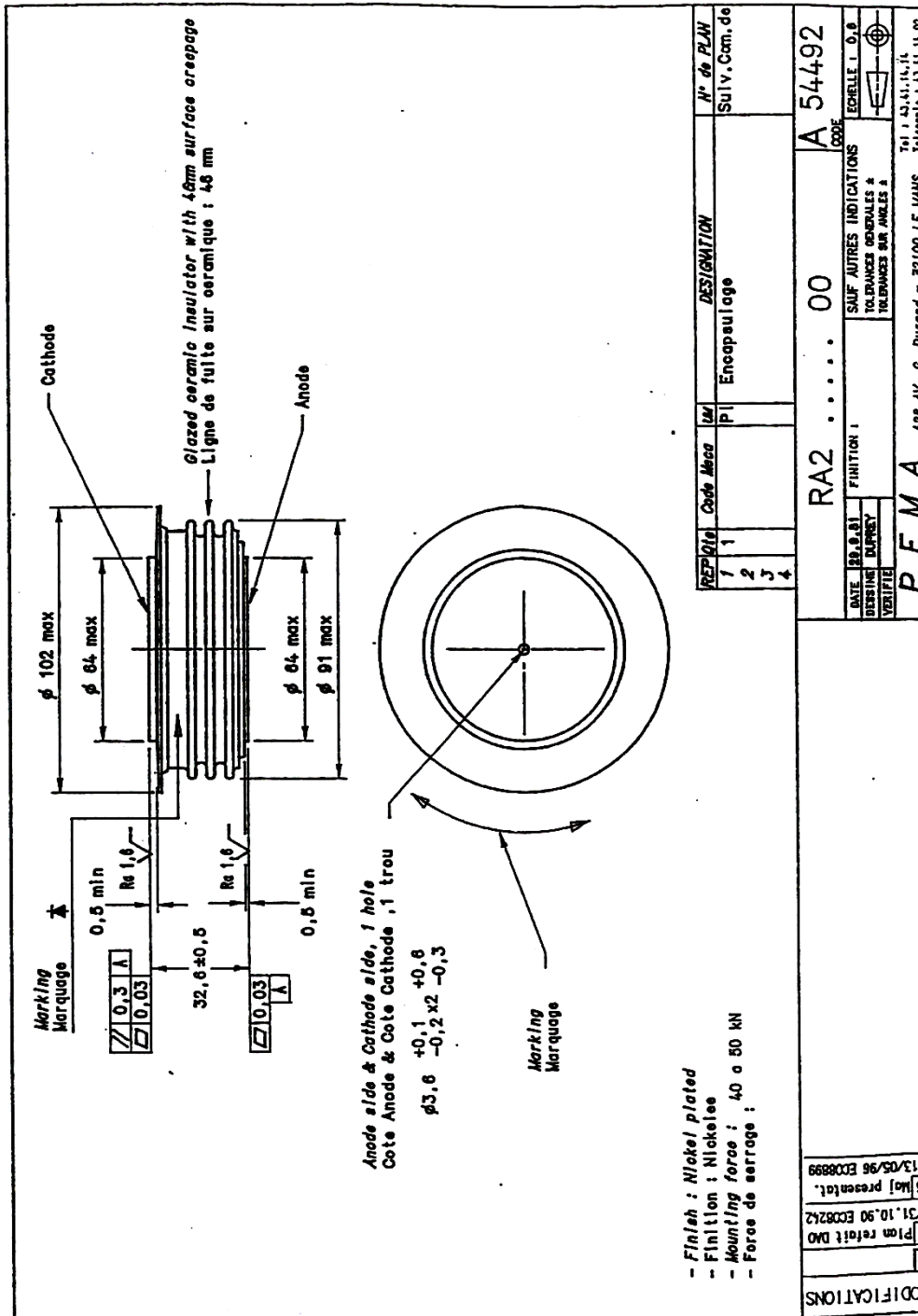
Σχίμα 3.14

Σχέδιο ψήκτρας - διόδου



Σχήμα 3.15

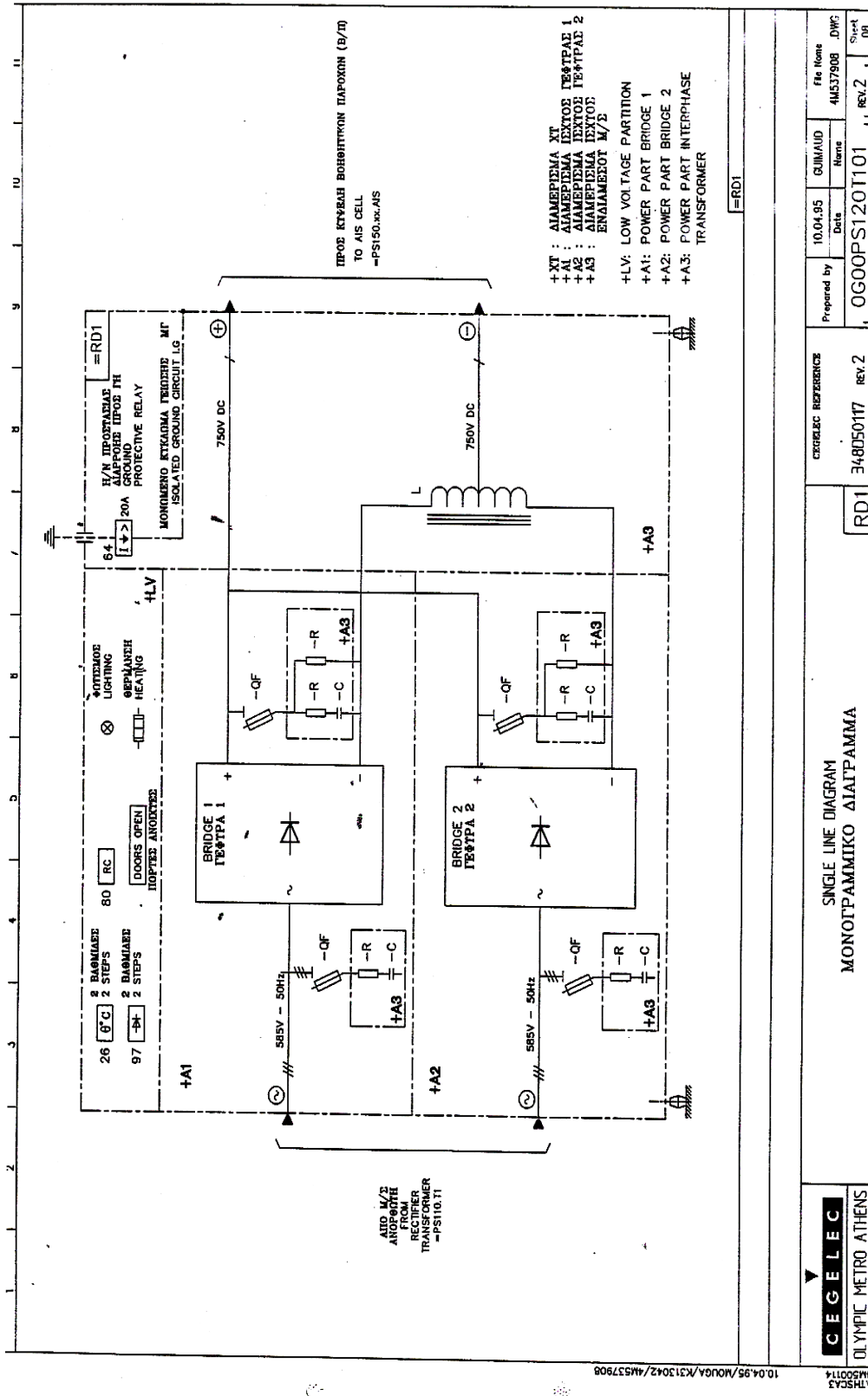
3.4.4. Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διόδου(κάτοψη-πλάγια όψη)



A4\_6

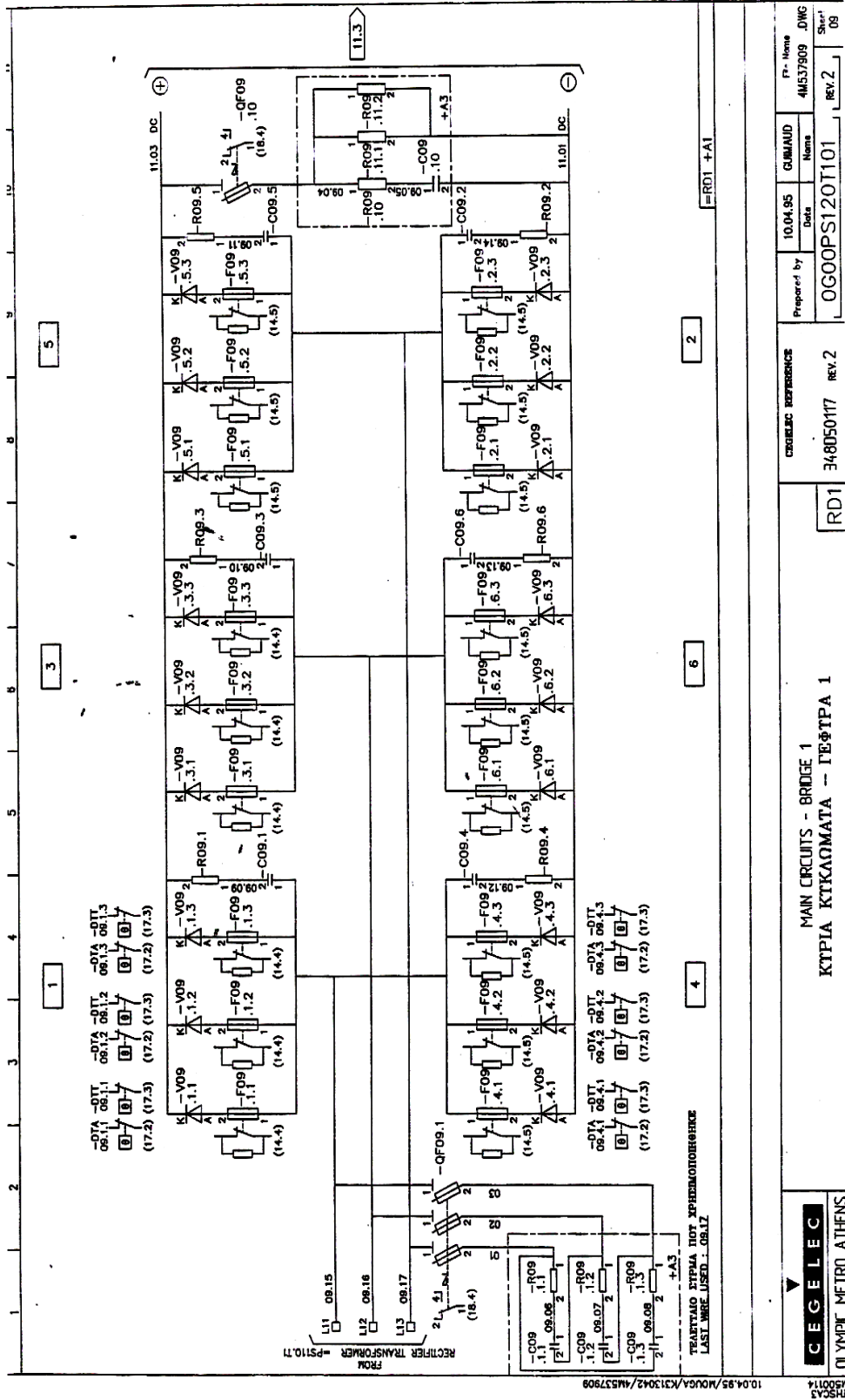
Σχήμα 3.16

### 3.4.5 Ηλεκτρολογικό σχέδιο λειτουργίας μονάδας ανορθωτή



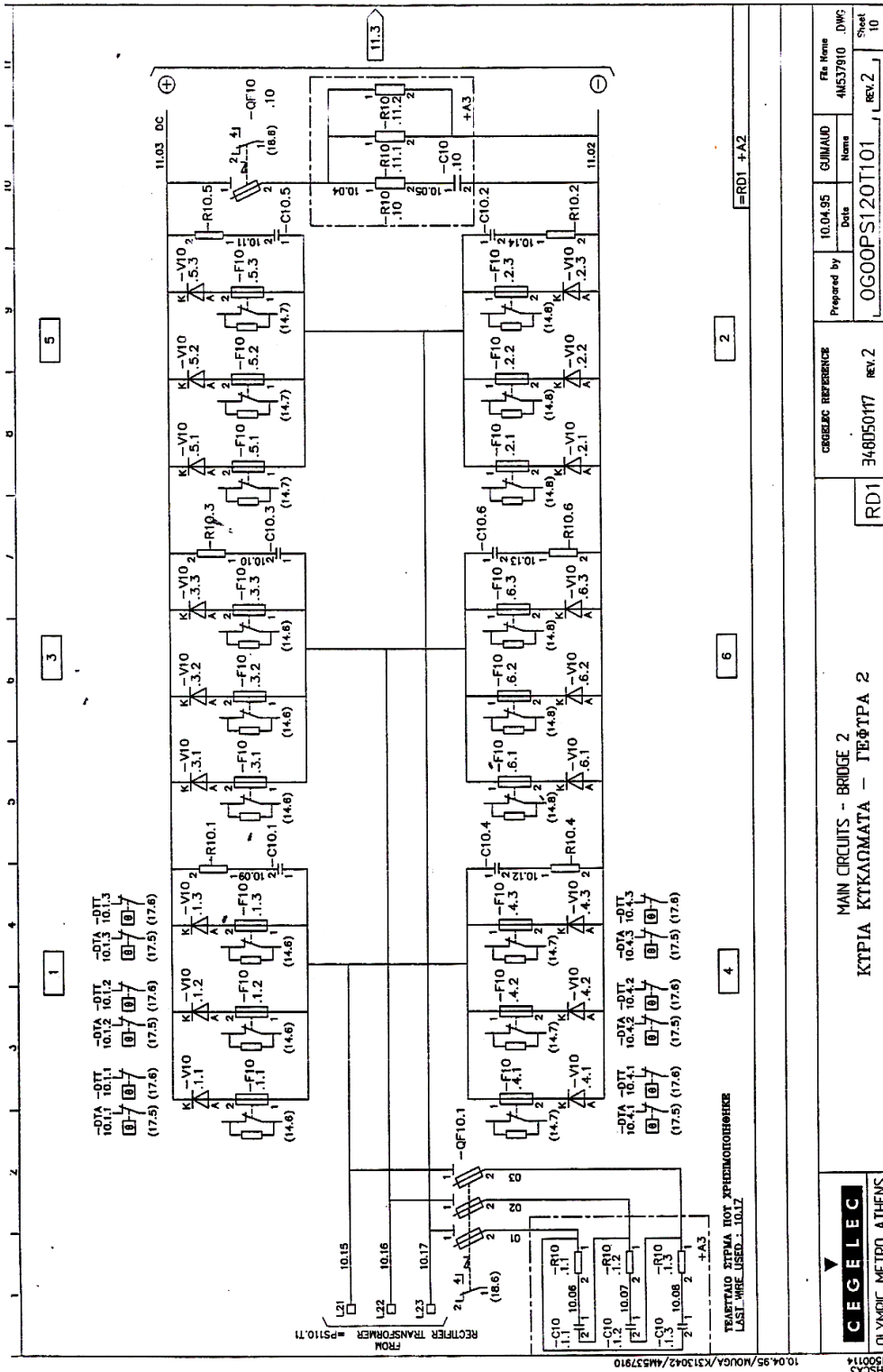
Σχήμα 3.17

# Κύρια κυκλώματα-γέφυρα 1



Σχήμα 3.18

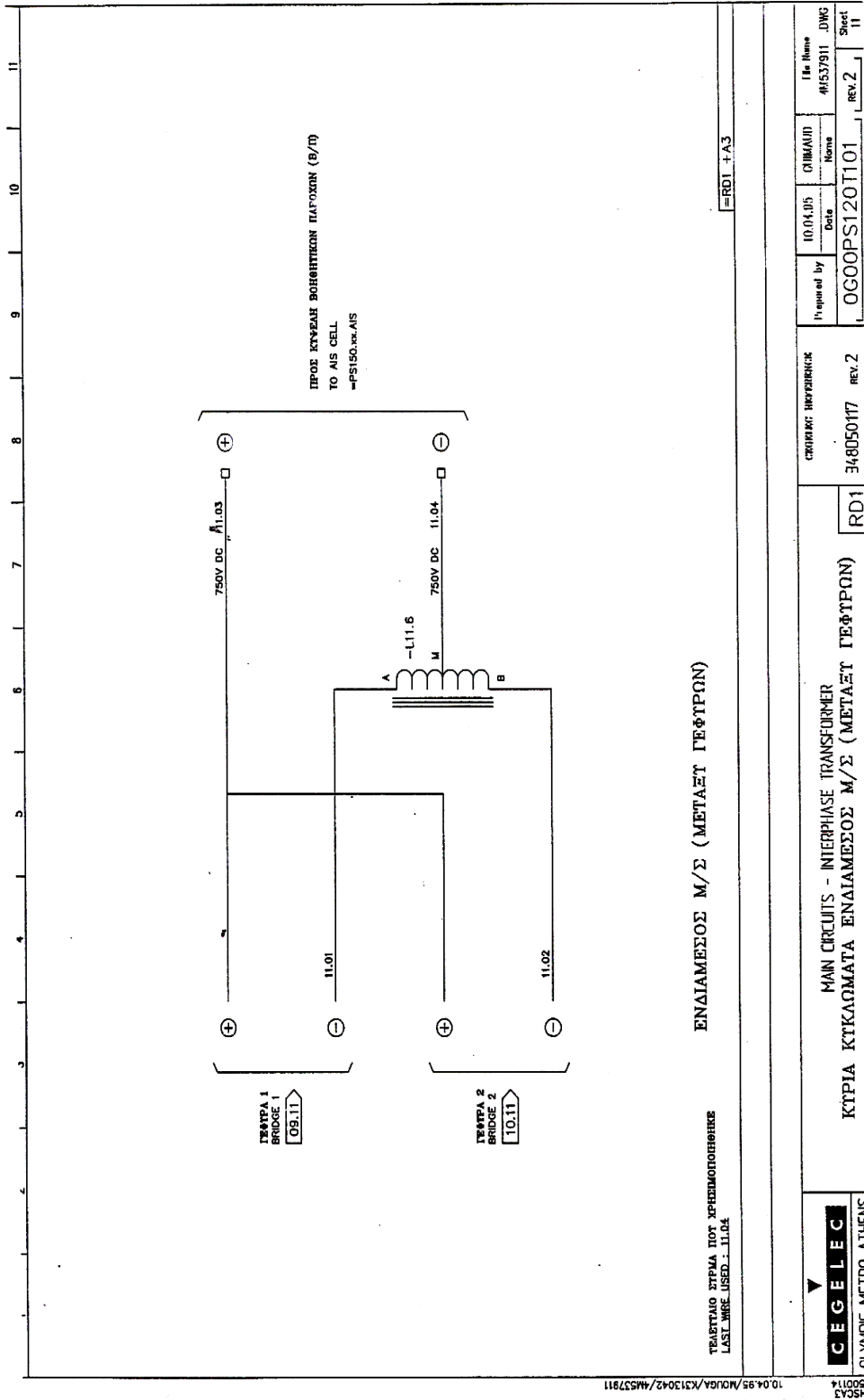
Κύρια κυκλώματα-γέφυρα 2



Σχήμα 3.19

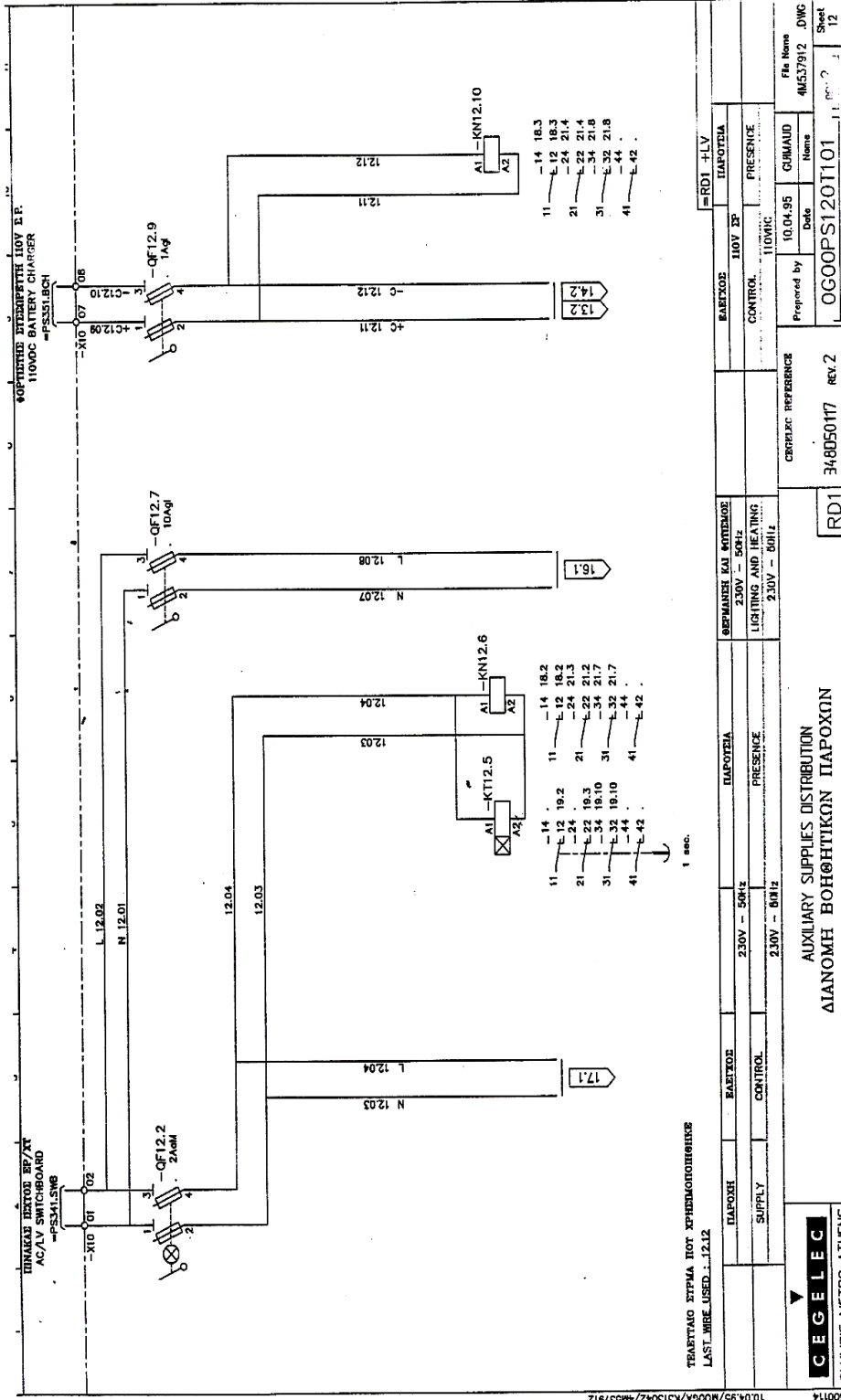


Κύρια κυκλώματα ενδιάμεσου Μ/Σ (μεταξύ γεφυρών)



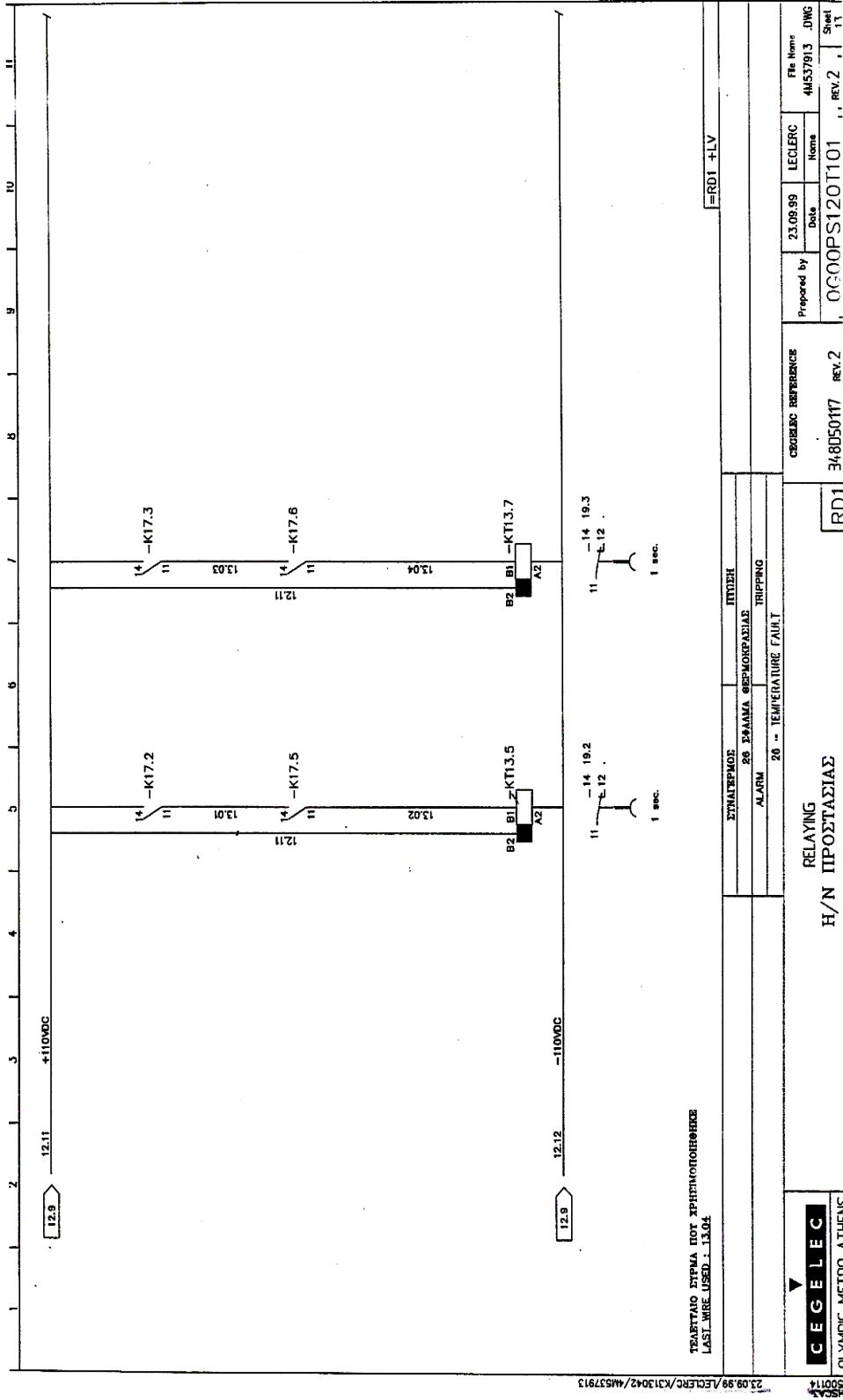
Σχήμα 3.20

Διανομή βοηθητικών παροχών



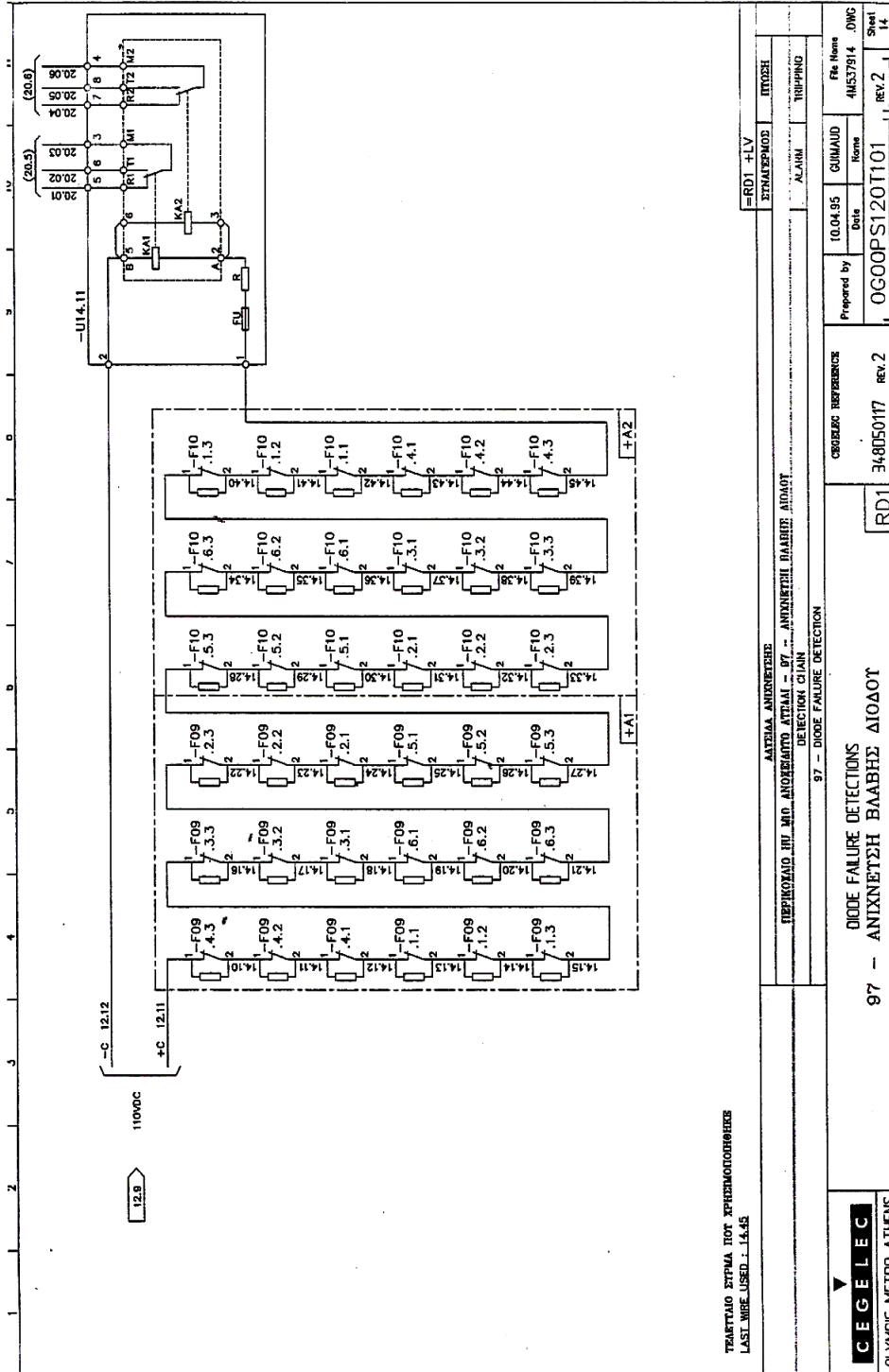
Σχήμα 3.21

# Η/Ν προστασίας



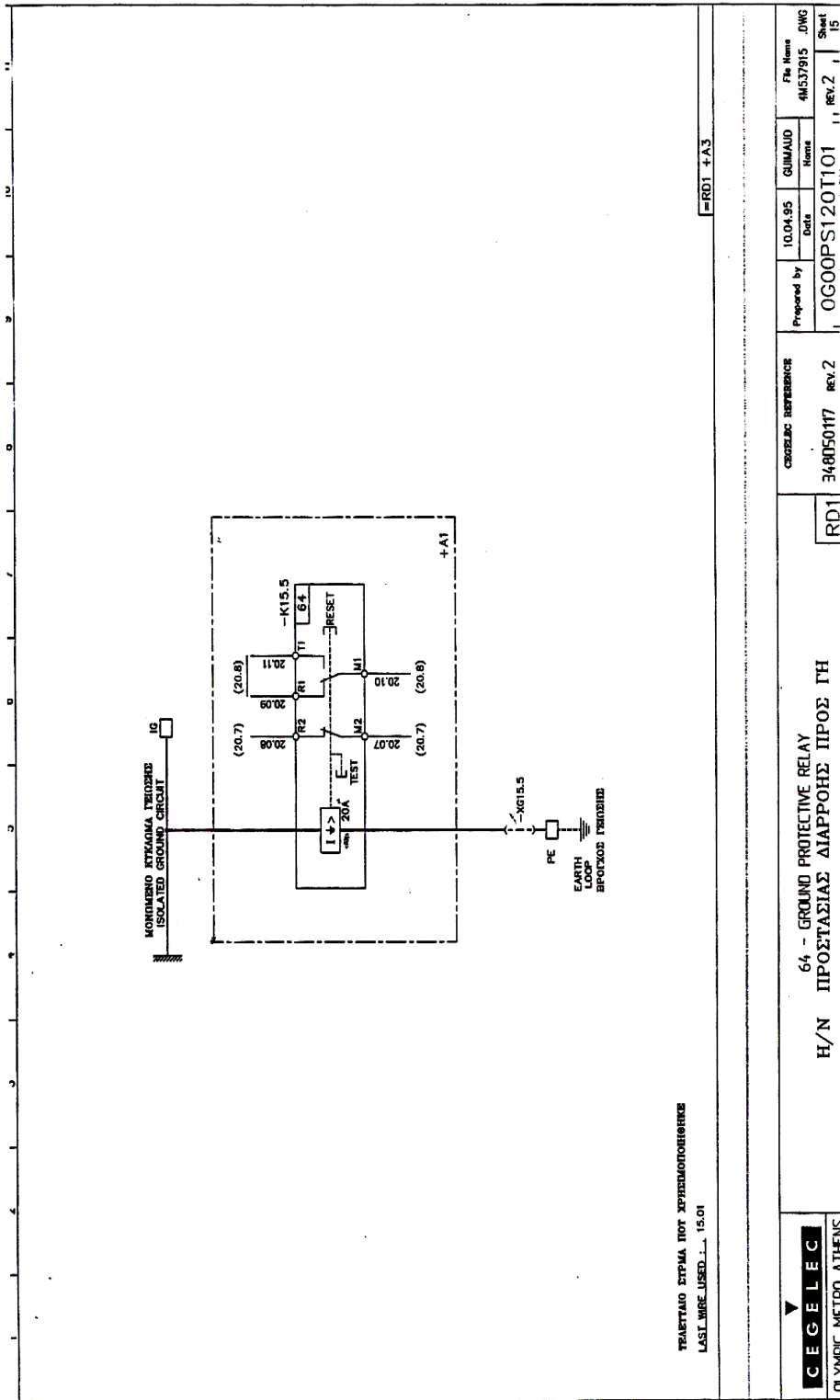
Σχήμα 3.22

### Ανίχνευση βλάβης διόδου



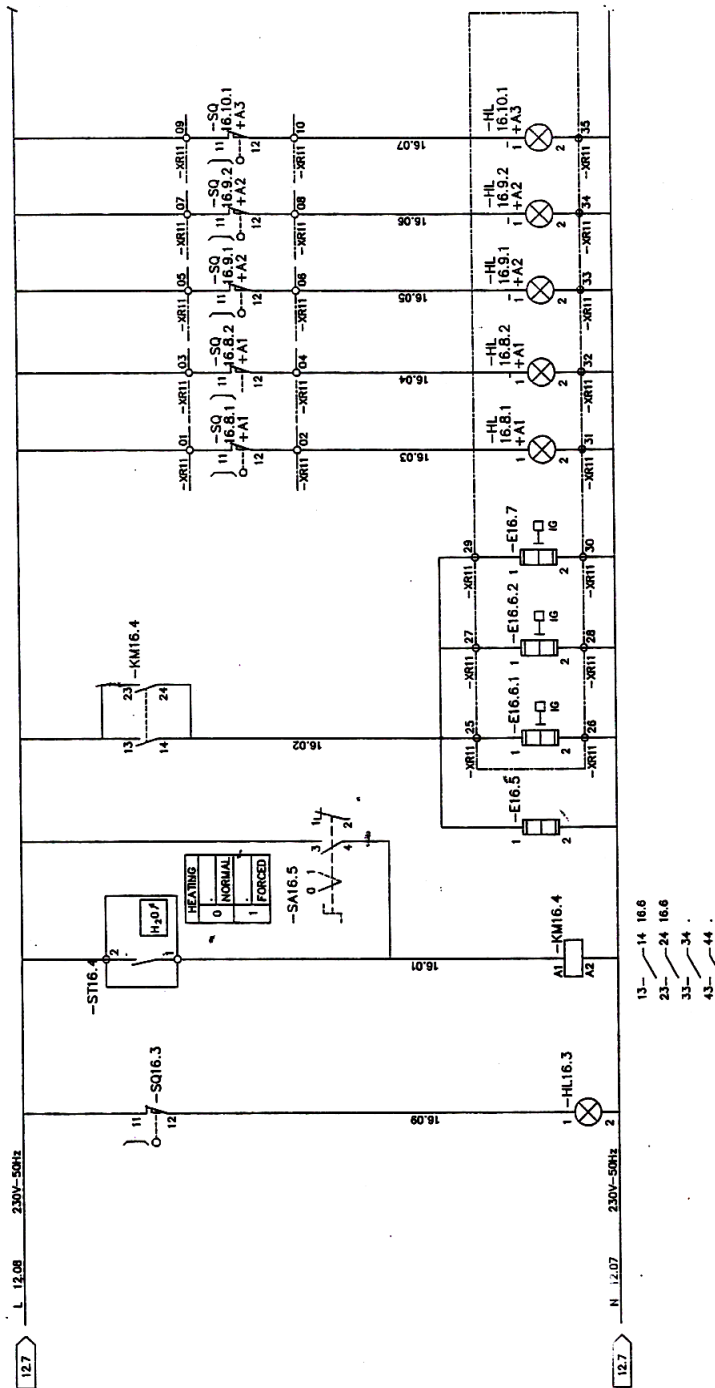
Σχήμα 3.23

### Η/Ν προστασίας προς Γη



Σχήμα 3.24

# Θέρμανση και φωτισμός



ΤΕΛΕΥΤΑΙΟ ΣΤΡΩΜΑ ΤΟΥ ΣΧΕΔΙΟΜΟΡΦΩΘΕΝΤΟΣ  
LAST WIRE USED: 16.08

ΑΡΙΘΜΟΣ LV PARTITION LIGHTING	ΑΡΙΘΜΟΣ ΟΦΗ LV PARTITION HEATING	ΑΙΔΑΜΕΡΙΚΑ ΕΣΤΙΟΣ POWER PARTITION HEATING	ΤΡΑΠΕΖΑ 1 BRIDGE 1 LIGHTING	ΤΡΑΠΕΖΑ 2 BRIDGE 2 LIGHTING	RD1 + LV BRIDGE WZ (NETIER TRAPION)
-------------------------------------	--	---	-----------------------------------	-----------------------------------	--

CEGELEC  
Π. ΥΠΟΓΡ. ΜΕΤΡΩ ΑΘΗΝΑΣ

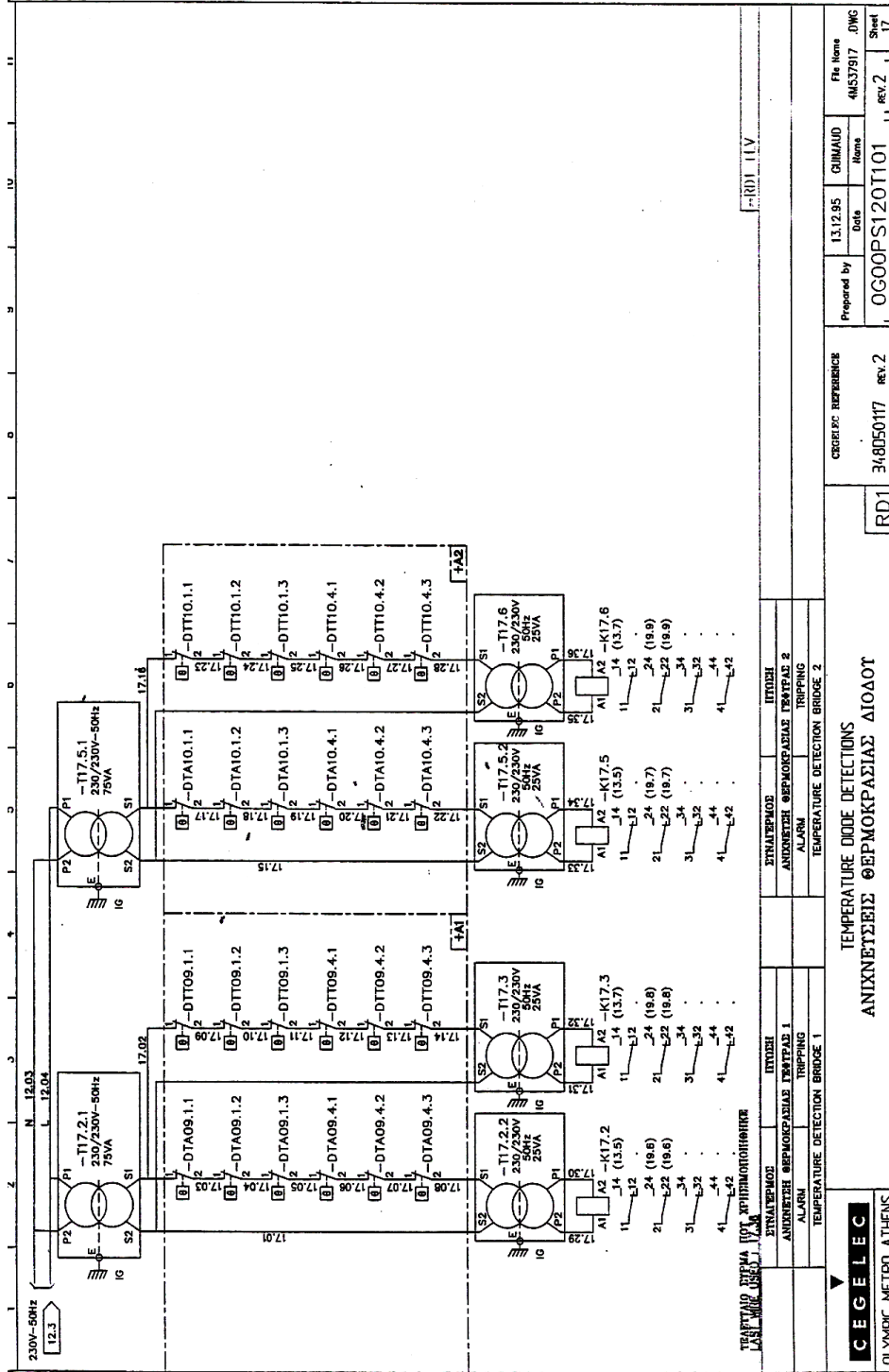
RD1 348050117 rev.2

HEATING AND LIGHTING  
ΘΕΡΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΦΩΤΙΣΜΟΣ

Prepared by 10.04.95 Date  
Name 44537916 .DJK  
File Name  
C:\MIAUD\OGCOP\S120T101 rev.2  
Sheet 16

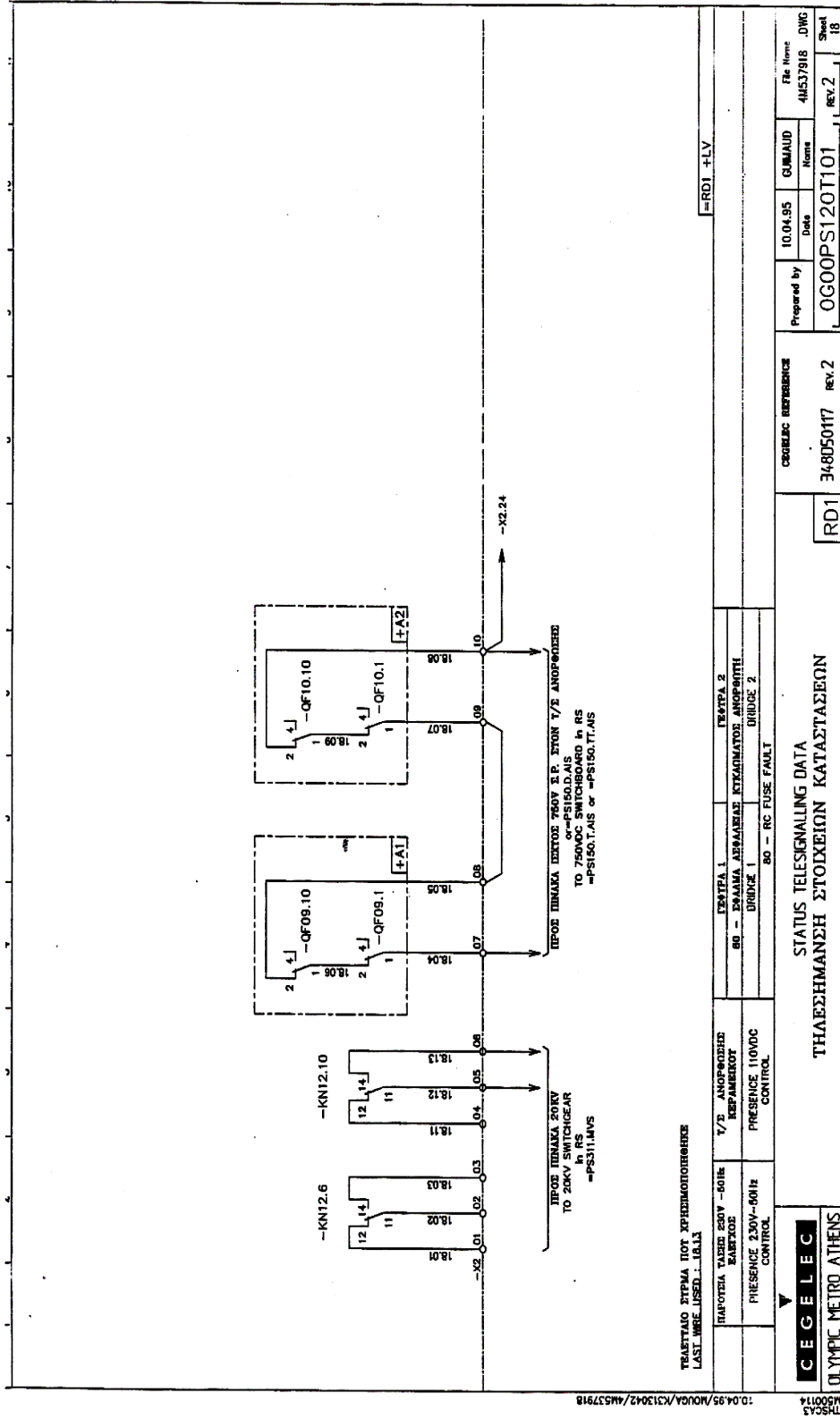
Σχήμα 3.25

# Ανιχνευτής θερμοκρασίας διόδου



Σχήμα 3.26

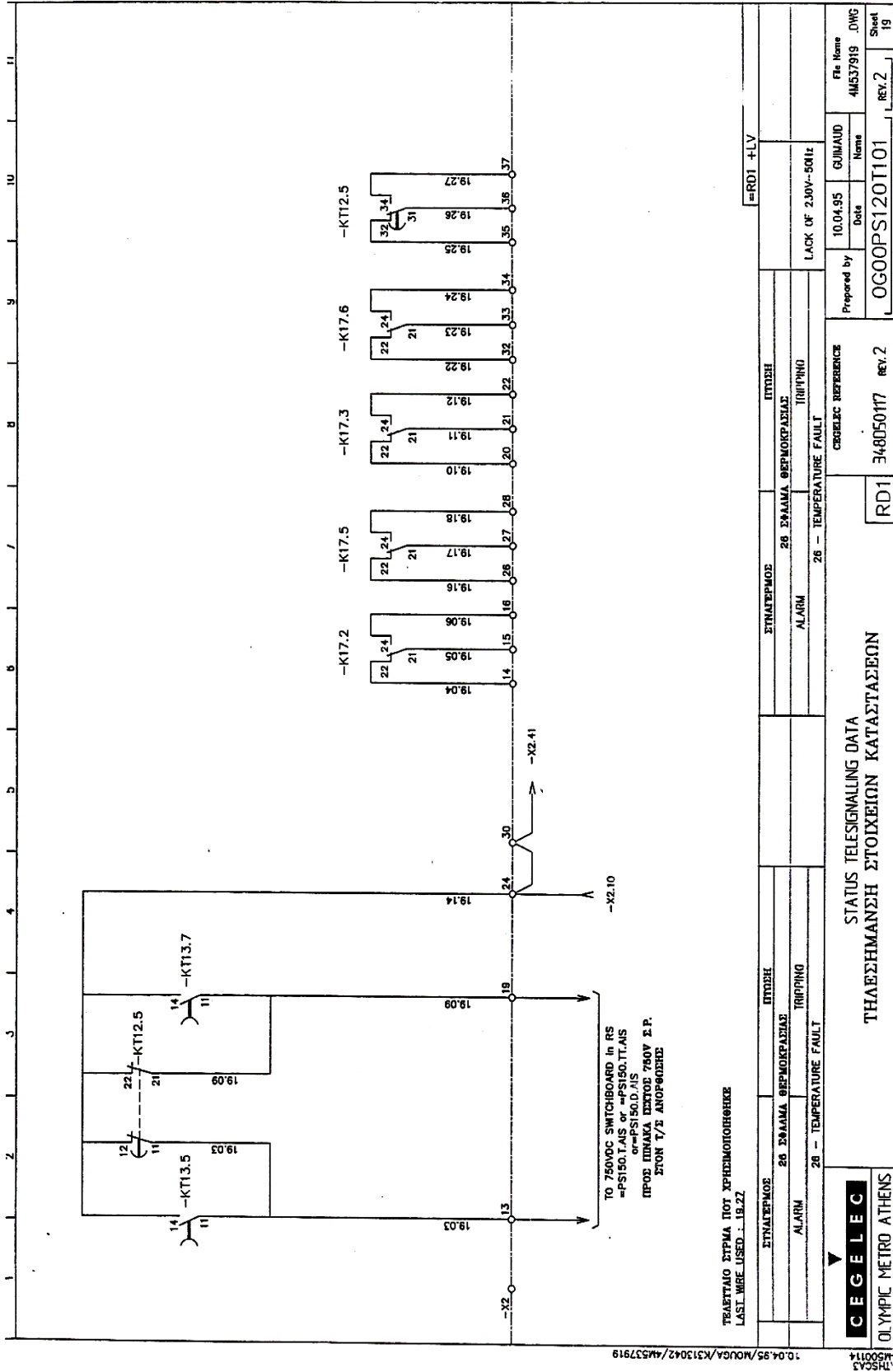
Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Α



Σχήμα 3.27

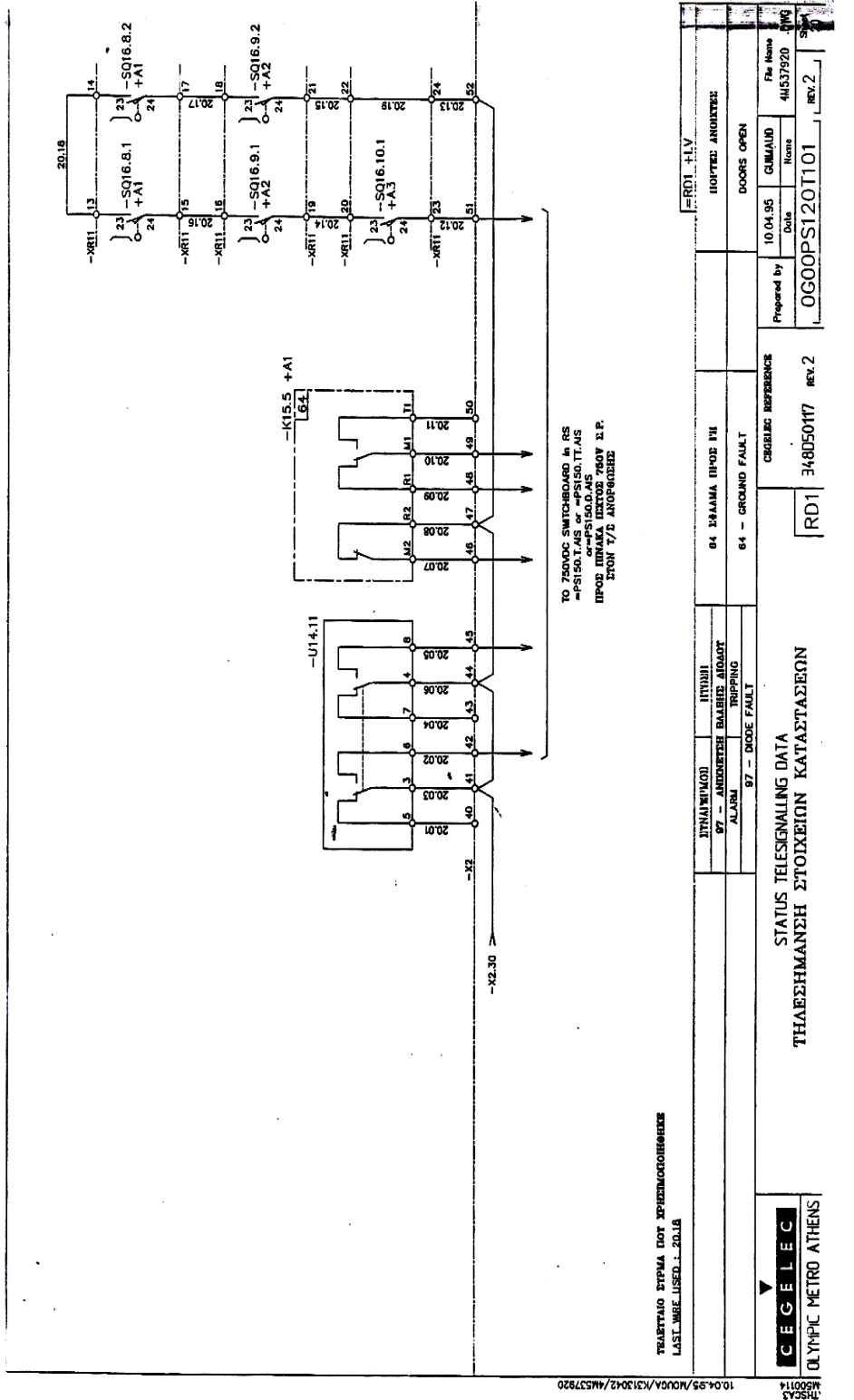


Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-B



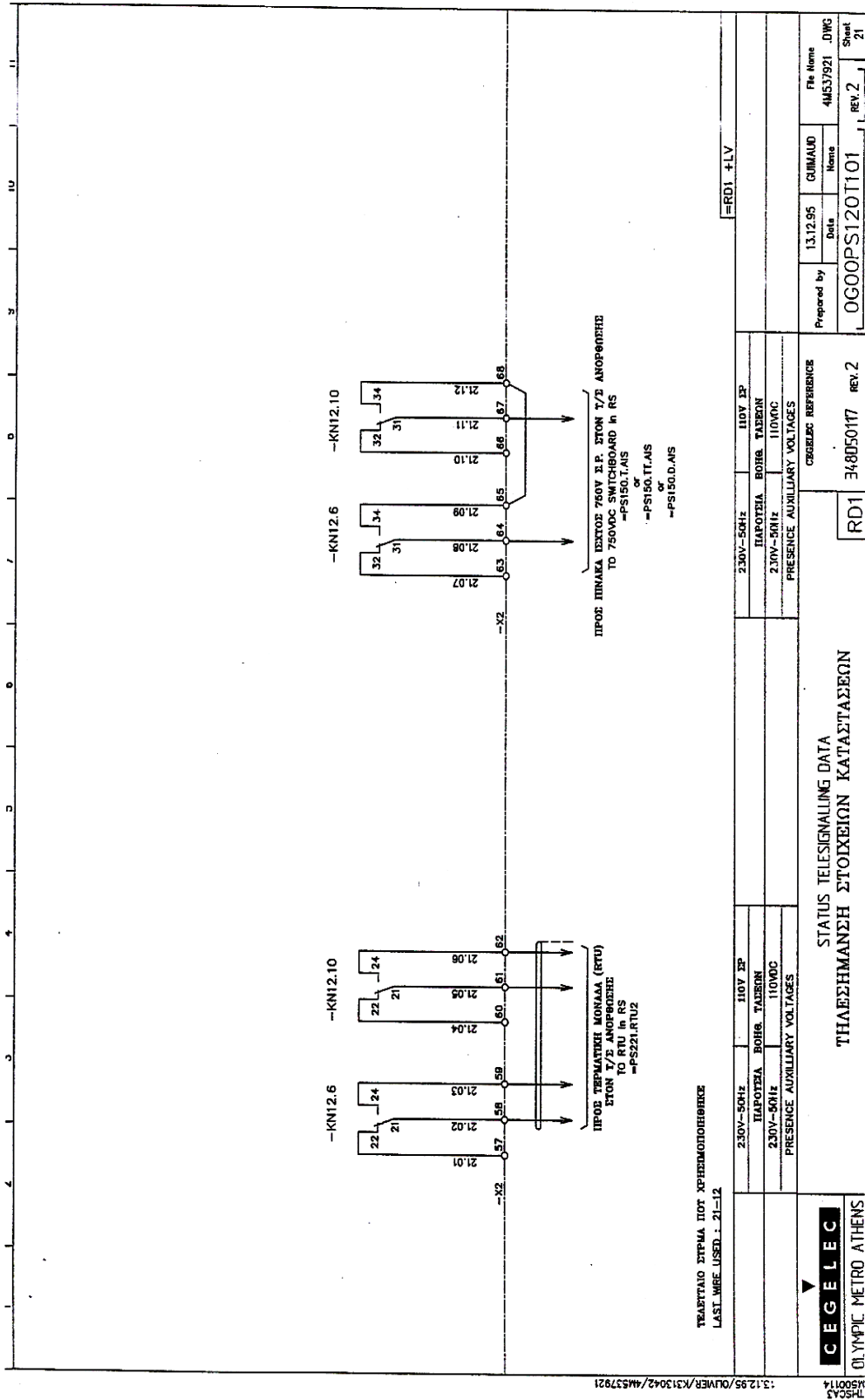
Σχήμα 3.28

Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Γ



Σχήμα 3.29

Τηλεσήμανση στοιχείων καταστάσεων-Δ



Σχήμα 3.30

### 3.5 Πίνακας 750 V Σ.Ρ. (dc)

#### 3.5.1 Γενική διάταξη του συστήματος

Ο πίνακας των 750 V DC (DCSW) είναι ένας τύπος εξοπλισμού διακοπής συναρμολογημένος στο εργοστάσιο με μόνωση αέρα και σε μεταλλικό περίβλημα. Κάθε πίνακας αποτελείται από έναν αριθμό επί μέρους πεδίων διακοπής κυκλωμάτων, τον αποζεύκτη παροχής εισόδου AIS, τον αποζεύκτη επιστροφής NIS, τον διακόπτη τροφοδοσίας SCB και τον διακόπτη προστασίας τροφοδοσίας τμήματος PSCB, όλοι κατασκευασμένοι για εσωτερική λειτουργία και με δυνατότητες για μελλοντική επέκταση.

Ο σχεδιασμός της εμπρόσθιας όψης του πλήρους μηχανισμού διακοπής είναι σε ευθυγράμμιση και με την κάτωθι διάταξη από αριστερά προς τα δεξιά, NIS-AIS- SCB/11-SCB/21-PSCB/1-PSCB/2-SCB/12-SCB21.

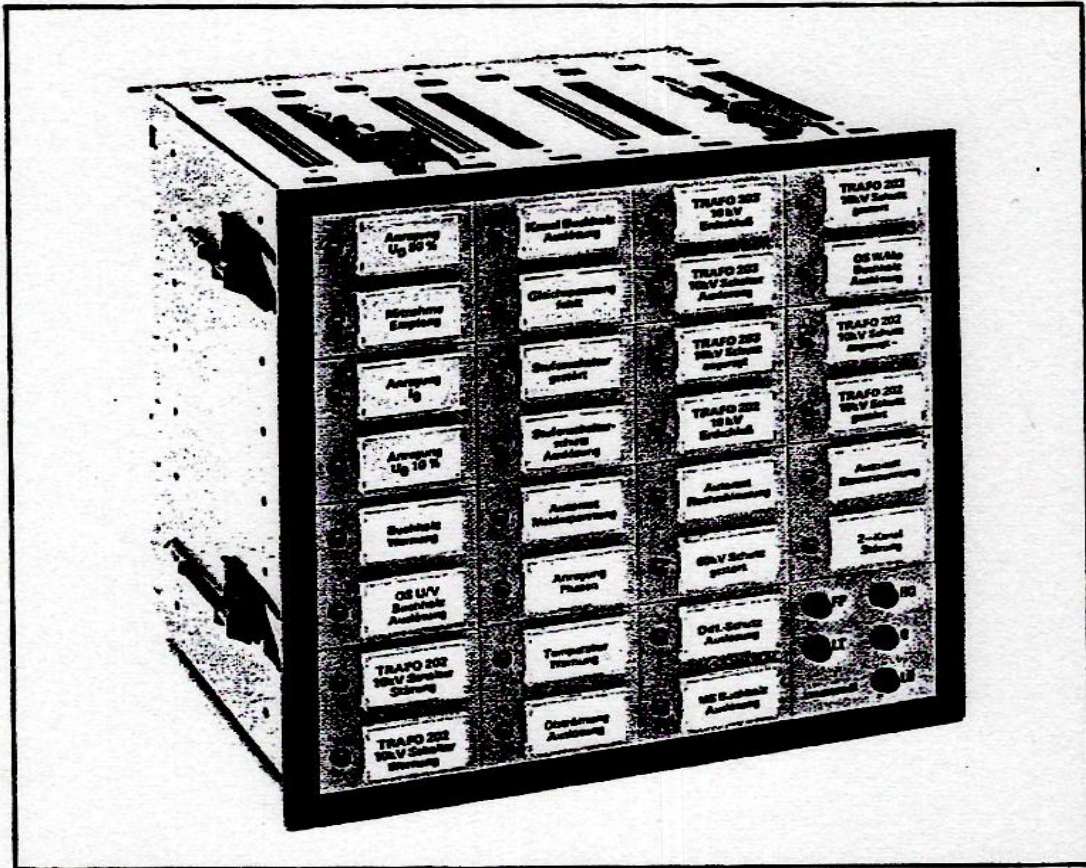
#### 3.5.2 Διακόπτης απομόνωσης αρνητικής φάσης nis (negative isolating switch)

Το κουβούκλιο περιβάλλει τον σταθερά συναρμολογημένο διακόπτη αποσύνδεσης, που είναι τοποθετημένος στην άνω πλευρά. Το σύστημα του κύριου ζυγού είναι επίσης τοποθετημένο στην άνω πλευρά και είναι κατασκευασμένο σαν σύστημα επιστροφής μέσα στο χώρο του NIS και χωρίς κατευθείαν συνδέσεις του ζυγού προς τους παρακείμενους πίνακες. Όλα τα καλώδια επιστροφής, που έρχονται από την πλευρά του ικριώματος περνώντας στον ανορθωτή συμπεριλαμβανομένης της καλωδίωσης ελέγχου εισέρχονται στο κουβούκλιο από τον πυθμένα. Στο πίσω μέρος διατίθενται μερικά μεταλλικά μέρη στερέωσης, που χρησιμοποιούνται για τη σταθεροποίηση των καλωδίων. Ο οριζόντιος ζυγός χρησιμοποιείται για τη σύνδεση όλων των καλωδίων επιστροφής που έρχονται από τη γραμμή. Κοντά στη κάτω πλευρά είναι τοποθετημένος ο ηλεκτρονόμος γείωσης και ο ηλεκτρονόμος υπέρτασης, που χρησιμοποιούνται για την προστασία του πλαισίου από διαρροή. Πίσω από τις εμπρόσθιες πόρτες και μέσα στο κουβούκλιο είναι τοποθετημένη μία πλάκα συναρμολόγησης αναγκαία για τη τοποθέτηση των βοηθητικών ηλεκτρονόμων, του δευτερεύοντος εξοπλισμού και της συσκευής τηλεαπόζευξης.

#### 3.5.3 Πεδίο εισόδου, αυτόματος διακόπτης απομόνωσης ais (automatic isolating switch)

Το κουβούκλιο περιβάλλει τον σταθερό συναρμολογημένο διακόπτη αποσύνδεσης, που είναι τοποθετημένος στην άνω πλευρά. Στην οπίσθια άνω πλευρά της κατασκευής βρίσκεται το σύστημα του κυρίου ζυγού, για το οποίο διατίθενται αφαιρούμενες συνδέσεις προς τους παρακείμενους πίνακες. Τα εισερχόμενα καλώδια θετικού από τον ανορθωτή, τα καλώδια από την βοηθητική τροφοδοσία καθώς και τα αντίστοιχα καλώδια για την επιτήρηση ή τον τηλεχειρισμό εισέρχονται στο κουβούκλιο από τον πυθμένα. Στην εμπρόσθια πόρτα είναι τοποθετημένα τα όργανα, οι δείκτες, καθώς και τα πιεστικά κόμβια, που σχετίζονται με την τοπική λειτουργία. Επιπρόσθετα διατίθεται ένας πίνακας αναγγελιών, που χρησιμοποιείται για την παρουσίαση των διαφόρων τοπικών σφαλμάτων, τα οποία προέρχονται από τον μετασχηματιστή ανόρθωσης και τον ίδιο τον πίνακα.

### 3.5.4 Πίνακας σφαλμάτων πίνακα



Σχήμα 3.31

### 3.5.5 Πεδία τροφοδοσίας ηλεκτροφόρου γραμμής, διακόπτες ισχύος τροφοδοσίας scb και pscb

Το σταθερό μέρος της κατασκευής καλύπτει το φορείο του διακόπτη ταχείας ενέργειας HSCB και ένα ξεχωριστό διαμέρισμα ελέγχου. Οι κύριοι ζυγοί βρίσκονται στην οπίσθια άνω πλευρά του πίνακα, που παρουσιάζει παρόμοια κατασκευή με το μηχανισμό διακοπής AIS. Στην κατακόρυφη διεύθυνση στην οπίσθια πλευρά είναι διατεταγμένο το σύστημα ζυγού τμήματος συμπεριλαμβανομένης της αντίστασης μέτρησης και του παλμικού μετασχηματιστή, το οποίο συνδέεται στις κύριες σταθερές επαφές του φορείου στην οπίσθια κάτω περιοχή.

Το διαμέρισμα των ηλεκτρονόμων είναι ενσωματωμένο στο δεξιό μέρος της κατασκευής με μία ξεχωριστή ασφαλιζόμενη (σύστημα κλειδώματος 2bit) εμπρόσθια πόρτα. Στο εσωτερικό στεγάζονται βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι, ηλεκτρονόμοι παρεμβολής, συσκευές ελέγχου και προστασίας, κλεμμοσειρές. Πίσω από το διαμέρισμα των ηλεκτρονόμων είναι τοποθετημένοι ο απαγωγέας υπερτάσεων (μόνο σε SCB), η ασφάλεια δοκιμής και ο επαφέας δοκιμής. Ο αντιστάτης για την κατασκευή δοκιμής γραμμής είναι τοποθετημένος στην άνω περιοχή του κουβουκλίου.

Στην εμπρόσθια πόρτα του διαμερίσματος των ηλεκτρονόμων διατίθενται το αμπερόμετρο, ο δείκτης θέσης και τα πιεστικά κόμβια για την τοπική λειτουργία.

### 3.5.6 Γενική περιγραφή πίνακα Σ.Ρ.

#### 3.5.6.1 Πεδία πίνακα Σ.Ρ

Κατασκευαστής: κανονισμοί:	Adtranz IEC 947-1 IEC 529 VDE 0115-1,-3 VDE 0100-100,-410-430-520,-540 VDE 0110-1,-2
τοποθέτηση:	εσωτερικά
ύψος:	κάτωθεν των 1000m κάτω από τη στάθμη της θάλασσας
θερμοκρασία περιβάλλοντος:	μέγ.40°c ελάχ.5°c
σχετική υγρασία:	μέγ.70 % ελάχ.20 %
περίβλημα: -υλικό: -πάχος: ονομαστική τάση λειτουργίας:	χάλυβας 1,5mm 750V DC +25%
ονομαστική τάση μόνωσης :	1200V
τάση αντοχής ενός λεπτού -κύρια κυκλώματα DC κυκλώματα ελέγχου AC και DC	4,3 KV 2,1 KV
βοηθητικές τάσεις: -κυκλώματα ελέγχου: -εσωτερικός φωτισμός , συσκευή θέρμανσης: -κυκλώματα τηλεχειρισμού: -τοπική ένδειξη:	110V DC 230 V AC 48V DC 24 V DC
βοηθητικοί ηλεκτρονόμοι και στοιχεία ελέγχου:	σε πλάκα συναρμολόγησης, πίσω από την εμπρόσθια πόρτα (AIS+NIS) ή στο χώρο ελέγχου χαμηλής τάσης (SCB+PSCB)

βαθμός προστασίας:	IP 30: εμπρόσθια ,οπίσθια και πλευρικά τοιχώματα, IE 20: πυθμένας IP 00: οροφή
ζυγοί:	
-κανονισμός:	DIN 43671
-υλικό:	χαλκός
-τύπος μόνωσης:	αέρας
-σύστημα κύριου ζυγού(6800A):	1×3×120×10mm 1×2×120×10mm (AIS,SCB,PSCB)
-μικρός αρνητικός ζυγός (L-):	300×40×10mm (AIS,SCB,PSCB)
-συνδέσεις συστήματος κυρίου ζυγού	με επικάλυψη ή επικασσιτέρωση
-σύστημα ζυγού τμήματος(SCB 3000):	2×160×10mm
-σύστημα ζυγού τμήματος(SCB 5000) :	3×160×10mm
-σύστημα ζυγού τμήματος(PSCB 1250):	1×120×10mm
-τερματισμός ζυγού(AIS):	2×160×10mm
-τερματισμός ζυγού (SCB 3000):	2×160×10mm
-τερματισμός ζυγού (SCB 5000):	3×160×10mm
-τερματισμός ζυγού(PSCB 1250):	1×120×10mm
-τερματισμός ζυγού(NIS):	2×160×10mm
μιμικό διάγραμμα:	τύπου μεμβράνης , χρώματος μαύρου
-κύρια κυκλώματα:	10mm
-κυκλώματα τμήματος:	6 mm
συσκευή θέρμανσης:	230V,50Hz 1×100W(στο κύριο διαμέρισμα) 1×40W(στο διαμέρισμα ελέγχου)
εσωτερικός φωτισμός:	230V,50Hz με διακόπτη ελεγχόμενο από την πόρτα 1×18W (στο κύριο διαμέρισμα) 1×10W(στο διαμέρισμα ελέγχου)
βοηθητικός διακόπτης:	ελεγχόμενος από το μηχανισμό ασφάλισης της πόρτας
εσωτερική καλωδίωση:	
-κανονισμοί:	IEC 332-1,-3
-υλικό αγωγών:	λεπτόκλωνος αγωγός από γυμνό ή επικασσιτερωμένο χαλκό

-υλικό μόνωσης:	μόνωση συμπολυμερούς πολυολεφίνης με σταυρωτή σύνδεση
-καλωδίωση διαύλου:	2,5mm <sup>2</sup> , μαύρο
-κυκλώματα ελέγχου:	
-230V AC	1,0 mm <sup>2</sup> , μαύρο
-110 V DC	1,0 mm <sup>2</sup> , καφέ
-48V DC	1,0 mm <sup>2</sup> , πράσινο
-24 V DC	1,0 mm <sup>2</sup> , λευκό
-επαφές χωρίς τάση	πρόσθετος κίτρινος δακτύλιος
κανάλια καλωδίων:	με κάλυμμα , δυσκόλως αναφλέξιμα
ακροδέκτες:	σύμφωνα με τις απαιτούμενες διατομές
-κανονισμοί	VDE 0611-1,3(IEC 947-7,1)
-συνήθεις συνδέσεις	τύπου κοχλία /κοχλία
-συνδέσεις σε RTU	τύπου κοχλία/ κοχλία
ενδείξεις αναγνώρισης :	για την καλωδίωση μέσα στο πεδίο
ετικέτες περιγραφής:	για όλα τα όργανα ,ασφάλειες, ηλεκτρονόμους
βαφή επικάλυψης:	RAL 7032, μέσα και έξω
διαστάσεις (w × d ×h):	
-AIS:	1000×1250×2200mm
-SCB:	1000×1250×2200mm
-PSCB:	1000×1250×2200mm
-NIS:	1200×1250×2200mm
βάρη:	
-NIS:	περίπου 800 Kgs
-AIS:	περίπου 500 Kgs
-SCB 3000:	περίπου 700 Kgs
-SCB5000:	περίπου 800 Kgs
-PSCB 1250:	περίπου 600 Kgs



### 3.5.6.2 Διακόπτης pscb (τύπος hscb gearapid se 1000)

μονοπολικού τύπου

κανονισμοί:	IEC 157-1
ονομαστική τάση λειτουργίας :	750 V DC + 25%
ονομαστική τάση μόνωσης :	3000V
μηχανοκίνητη λειτουργία:	110V DC
αποσβεστήρας τόξου:	typeA3 για 750DC V+25%
ονομαστικό μόνιμο ρεύμα:	1250A(40°C)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 2 h:	1500A(40°C)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 2 min:	2500A(40°C)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 20s:	6000A(40°C)

συσκευή απόζευξης υπερέντασης μόνιμης κατάστασης εύρος ρύθμισης:	2-6 KA
---	--------

μηχανοκίνητος μηχανισμός

χειροκίνητος μηχανισμός με χρήση λαβής

φορέας:	τύπου κασκέτου
ηλεκτρονόμος απόζευξης υπότασης:	110V DC
ηλεκτρονόμος απόζευξης φορτίου:	110V DC
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ"
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΔΟΚΙΜΗ"

βοηθητικοί διακόπτες, έκαστος με:	2NO και 2NC
-----------------------------------	-------------

αριθμητής στατικών αποζεύξεων

αριθμητής μηχανικών λειτουργιών

καθυστέρηση ανοίγματος με στατική υπερένταση απόζευξης $di/dt > 3 \text{KA/ms}$ :	περίπου 3ms
συνολικός χρόνος κλεισίματος: (οπλισμού)	700ms
διαστάσεις (w × d × h) :	520×827×785mm
βάρος:	101kg

κατασκευαστής:	AEG /GE Power Control
----------------	-----------------------

### 3.5.6.3 Διακόπτης scb (τύπος hscb gearapid se 3000)

μονοπολικού τύπου

κανονισμοί:	IEC 157-1
ονομαστική τάση λειτουργίας :	750 V DC +25%
ονομαστική τάση μόνωσης :	3000V
μηχανοκίνητη λειτουργία:	110V DC
αποσβεστήρας τόξου:	typeA3 για 750DC V+25%
ονομαστικό μόνιμο ρεύμα:	3150A(40°c)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 2 h:	3800A(40°c)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 2 min:	5350A(40°c)
βραχυχρόνιο ρεύμα, 20s:	10200A(40°c)

συσκευή απόζευξης υπερέντασης μόνιμης κατάστασης εύρος ρύθμισης:	4-9 KA
---	--------

μηχανοκίνητος μηχανισμός

χειροκίνητος μηχανισμός με χρήση λαβής

φορέας:	τύπου κασκέτου
ηλεκτρονόμος απόζευξης υπότασης:	110V DC
ηλεκτρονόμος απόζευξης φορτίου:	110V DC
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ"
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΔΟΚΙΜΗ"
βοηθητικοί διακόπτες, έκαστος με:	2NO και 2NC

αριθμητής στατικών αποζεύξεων

αριθμητής μηχανικών λειτουργιών

καθυστέρηση ανοίγματος με στατική υπερένταση απόζευξης $di/dt > 3KA/ms$ :	περίπου 3ms
συνολικός χρόνος κλεισίματος: (οπλισμού)	700ms

διαστάσεις (w × d ×h) :	520×827×785mm
βάρος:	106kg

κατασκευαστής:	AEG /GE Power Control
----------------	-----------------------

### 3.5.6.4 Αποζεύκτης ais (τυπος 6300)

αποζεύκτης πόλου

κανονισμοί:	IEC 129,IEC 947-3
ονομαστικό ρεύμα:	6300 A DC
ονομαστική τάση:	3600V DC
βραχυχρόνιο ρεύμα αντοχής (1s):	81KA
ονομαστικό κορυφαίο ρεύμα :	214KA

ονομαστική κρουστική τάση αντοχής φάση προς γείωση και μεταξύ πόλων:	40KV
κατά μήκος του διαστήματος μόνωσης:	46KV

μηχανισμός κίνησης:	110 V DC
χειροκίνητη λειτουργία ανάγκης :	με χειρολαβή
βοηθητικοί διακόπτες :	ο καθένας με 1 NO και 1 NC
κατασκευαστής:	BERG
τύπος:	HAS

### 3.5.6.5 Αποζεύκτης nis (τυπος 6300)

αποζεύκτης πόλου

κανονισμοί:	IEC 129,IEC 947-3
ονομαστικό ρεύμα:	6300 A DC
ονομαστική τάση:	3600V DC
βραχυχρόνιο ρεύμα αντοχής (1s):	81KA
ονομαστικό κορυφαίο ρεύμα :	214KA

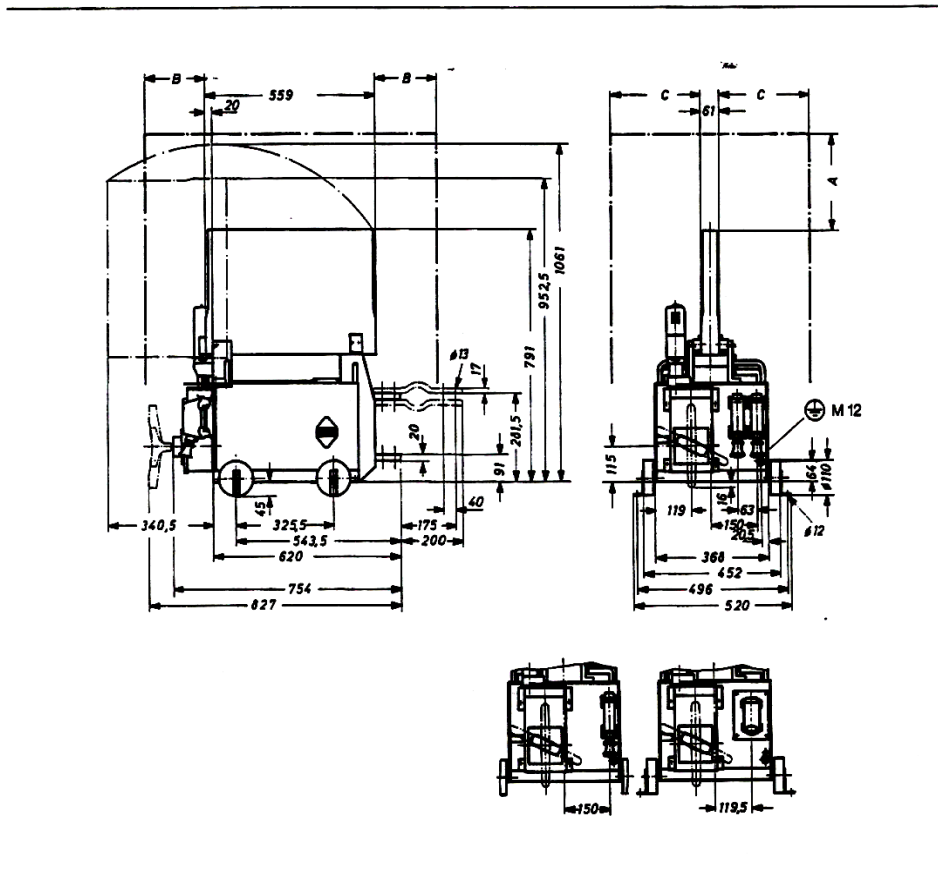
ονομαστική κρουστική τάση αντοχής φάση προς γείωση και μεταξύ πόλων:	40KV
κατά μήκος του διαστήματος μόνωσης:	46KV

μηχανισμός κίνησης:	110 V DC
χειροκίνητη λειτουργία ανάγκης :	με άγκιστρο μεταγωγής
βοηθητικοί διακόπτες :	ο καθένας με 1 NO και 1 NC
κατασκευαστής:	BERG
τύπος:	HAS

3.5.6.6 Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών διακοπών

**Typ GEARAPID SE**

Maße in mm / Dimensions in mm

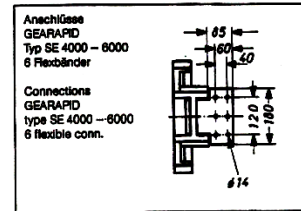
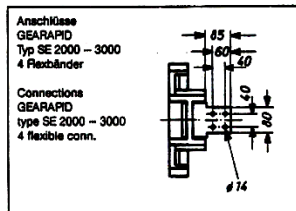
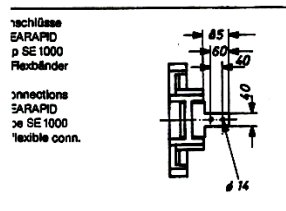


**Maßbilder**  
 GEARAPID Typ SE 1000 – 6000 mit  
 Lichtbogenkammer A1 (Festanschluß)  
**Dimension drawings**  
 GEARAPID type SE 1000 – 6000 with  
 : chute A1 (fixed connection)

Mindestabstände der Lichtbogenkammer gegen  
 spannungsführende oder geerdete Teile.  
 Minimum clearances from the arc chute to other  
 live, or earthed parts.

Sicherheitsabstände (mind.)  
 Safety clearances (min.)

	A	B	C
≤ 1000 V	300	200	300
> 1000 V	500	300	300



Σχήμα 3.32

### 3.6 Φορτιστής μπαταριών (battery charger)

#### 3.6.1 Εισαγωγή

Ο φορτιστής μπαταριών τροφοδοτεί με αδιάλειπτη τάση 110V DC τον εξοπλισμό του Υποσταθμού Ανόρθωσης. Ο λόγος ύπαρξης είναι:

- για προστασίες
- για χειρισμούς

Αυτό το σύστημα ισχύος συνεχούς ρεύματος έχει σχεδιαστεί για να παρέχει συνεχές ρεύμα, το οποίο είναι προστατευμένο από τα φαινόμενα που παρουσιάζονται στην κοινή παροχή ρεύματος. Η κοινή παροχή χρησιμοποιείται για τη λειτουργία ενός ανορθωτή, ώστε να αποθηκευτεί ενέργεια σε μία μπαταρία που θα χρησιμοποιηθεί σε περίπτωση διακοπής ρεύματος. Αυτή η παροχή είναι μία υψηλής ποιότητας παροχή συνεχούς ρεύματος απρόσβλητης από τα μειονεκτήματα του εισερχόμενου εναλλασσόμενου ρεύματος.

#### ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΗΣ ΜΠΑΤΑΡΙΑΣ:

Οι μπαταρίες του συστήματος είναι Νικελίου-Καδμίου και περιέχουν διαβρωτικό ηλεκτρολύτη Υδροξειδίου του Καλίου(τύπου:E13/1.21).

#### 3.6.2 Τεχνική περιγραφή φορτιστή μπαταριών

Ο φορτιστής είναι τύπου COREDEL, CHLORIDE FRANCE.

Η παροχή AC δίνει ρεύμα στον 3-παλμικό φορτιστή μπαταρίας που αποθηκεύει ενέργεια στην μπαταρία για χρήση σε περίπτωση διακοπής της παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος. Χρησιμοποιείται για να:

- 1) Δίνει μία μόνιμη, χωρίς διακοπή παροχή συνεχούς ρεύματος.
- 2) Διατηρεί τη σωστή φόρτιση στην μπαταρία.

Ο φορτιστής από τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Έναν μετατροπέα εισερχόμενης παροχής ρεύματος, όπου από το εναλλασσόμενο ρεύμα προκύπτει η τάση φόρτισης της μπαταρίας.
- Μία γέφυρα ανόρθωσης, που αποτελείται από τρία thyristors και τρεις διόδους για την ανόρθωση και εξομάλυνση της διαφοράς δυναμικού DC ελέγχοντας τη γωνία αγωγής του thyristor.
- Ένα φίλτρο κυματισμού συνεχούς ρεύματος, που αποτελείται από έναν επαγωγέα και ένα συμπυκνωτή. Ένα προαιρετικό δεύτερο πηνίο μπορεί να απαιτείται για την ελαχιστοποίηση του παραμένουτος κυματισμού.
- Κάρτες ηλεκτρονικού ελέγχου που περιλαμβάνουν CCCT (κάρτα εξομάλυνσης φορτιστή).
- Τα εξαρτήματα της γέφυρας ανόρθωσης προστατεύονται από ασφάλεια στην έξοδο της γέφυρας.
- Διακόπτη ON/OFF στον εμπρός πίνακα.

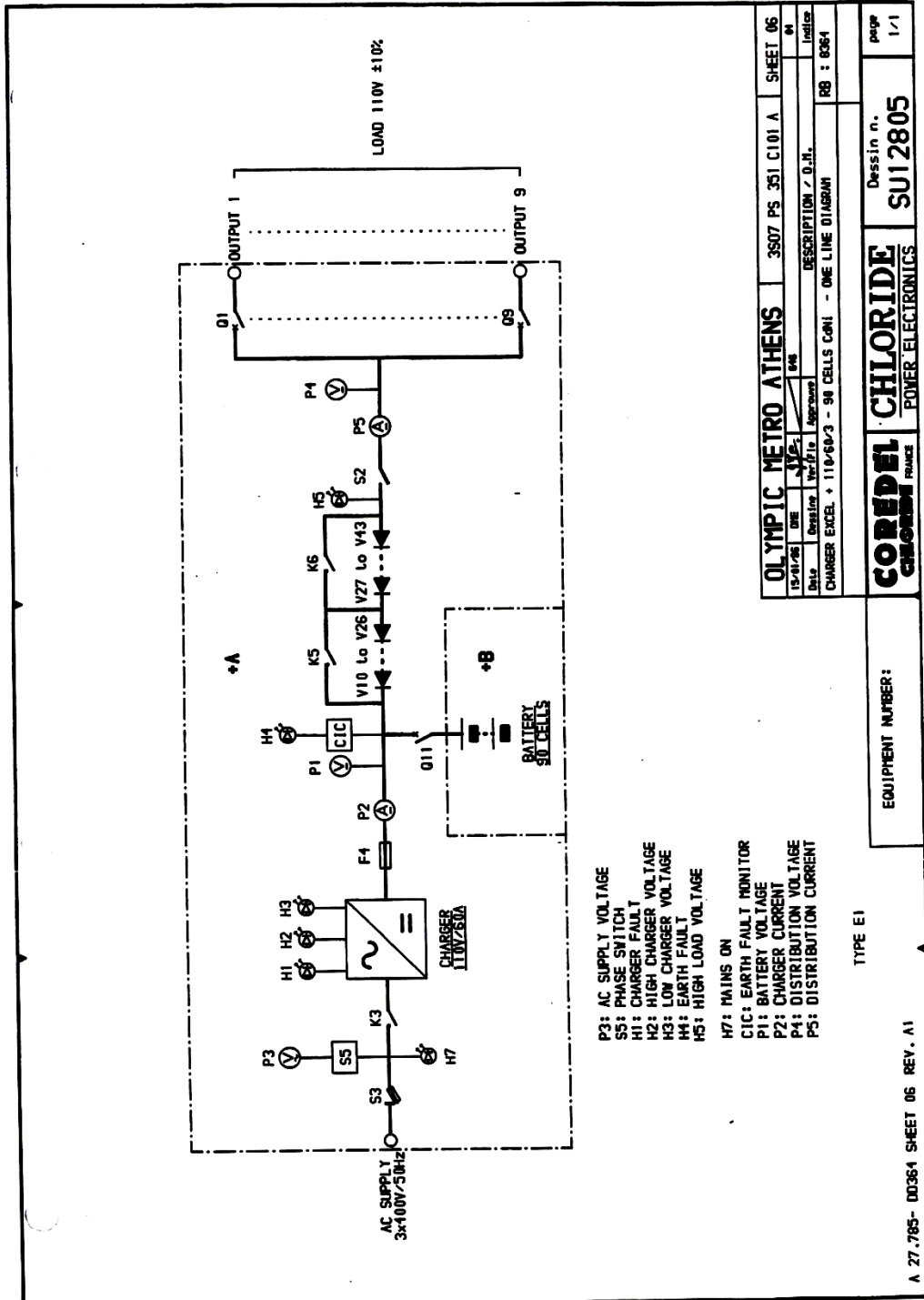
Ο φορτιστής είναι μία γέφυρα ανορθωτή κατά το ήμισυ ελεγχόμενη με τρία thyristors και τρεις διόδους, που περιλαμβάνει μετασχηματιστή διπλής απομόνωσης.

#### 3.6.3 Χαρακτηριστικά φορτιστή μπαταριών

Ονομαστική τάση παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος :	400 V, 3 φάσεις
Συχνότητα:	50Hz
Μέγιστη ένταση ρεύματος ανά φάση:	15,2A
Τάση εξισορρόπησης :	126V

Τάση φόρτισης :	130,5V
Ονομαστική ένταση ρεύματος φορτιστή:	60A
Τάση ανόρθωσης :	148,5V
Ένταση ρεύματος ανόρθωσης:	23,8A
Μέγιστη θερμική διασπορά:	976W
Ρύθμιση υψηλής τάσης	
σκανδαλίσει:	134V
επανεκκίνηση:	108V
Ρύθμιση σήματος κινδύνου χαμηλής τάσης	
σκανδαλίσει:	121,5V
επανεκκίνηση:	125V
Χωρητικότητα	145Ah
Αριθμός στοιχείων:	90

### 3.6.4 Μονογραμμικό σχέδιο φορτιστή μπαταριών



Σχήμα 3.33

## 4<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

### ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

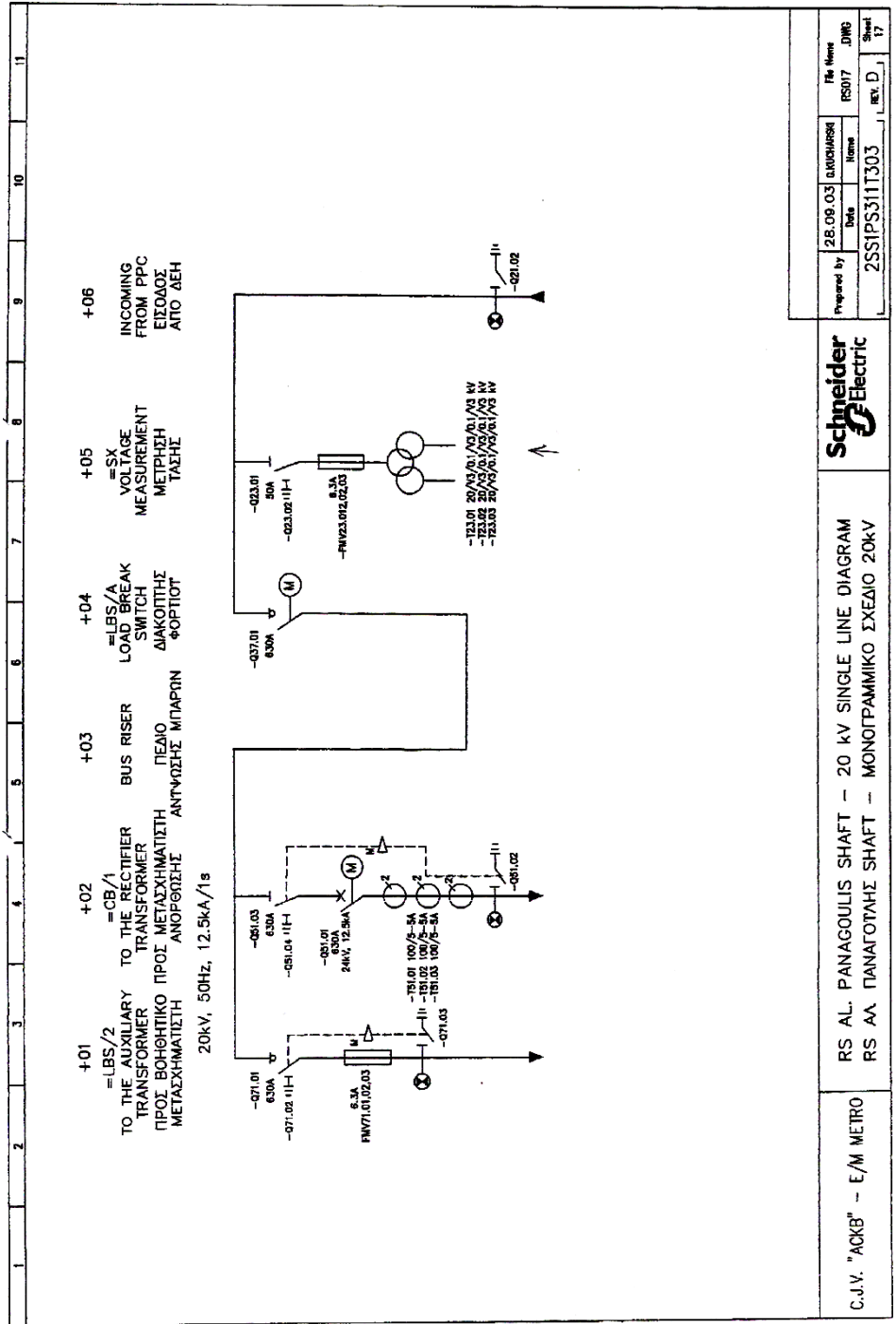
#### 4.1 Προστασίες Μ/Σ ανόρθωσης

##### 4.1.1 Προστασία για την υπόταση και έλλειψη τάσης 20kV

- Στο πεδίο Sx του τυπικού πίνακα του υποσταθμού ανόρθωσης υπάρχει η προστασία για την επιτήρηση τάσης των 20 KV. Αυτό επιτυγχάνεται με την συσκευή
- SEPAM 1000+ B21. Η συσκευή SEPAM τροφοδοτείται με τάση λειτουργίας αδιάλειπτη 110 V DC.
- Η τάση που επιτηρεί το SEPAM την παίρνει από τρεις μετασχηματιστές τάσεως που είναι συνδεδεμένοι μέσω ασφαλειών τύπου Fusibles Fucure CF 6,3A στα 20KV.
- Ο μετασχηματιστής τάσης έχει ένα πηνίο πρωτεύων και δύο δευτερεύοντα. Το ένα δευτερεύον το χρησιμοποιούμε για το αναλογικό βολτόμετρο (μόνο για ένδειξη) και το δεύτερο το χρησιμοποιούμε για να δίνει τάση μετρήσεως στο SEPAM.
- Ο λόγος των μετασχηματιστών μετρήσεως τάσης είναι:  
( $20KV/\sqrt{3}$ ,  $0,1KV/\sqrt{3}$ ,  $0,1KV/\sqrt{3}$ )
- Έτσι συνδέουμε το ένα άκρο στο πρωτεύον με μία φάση και το άλλο άκρο στη γη, τότε έχουμε:  $\approx 12 KV \times \sqrt{3} = \approx 20KV$  (πολική)
- Στο δευτερεύον εκείνη τη στιγμή έχουμε  $100V/\sqrt{3}$  μεταξύ του ενός άκρου και του άλλου που είναι γειωμένο. Έτσι προκύπτει ότι η σχέση του μετασχηματιστή μετρήσεως είναι 200/1.
- Οι μετασχηματιστές μετρήσεων είναι Megrini VRQ2.
- Με αυτό τον τρόπο το SEPAM επιτηρεί συνέχεια τις τρεις φάσεις .
- Αν η μετρούμενη τιμή κατέβει κάτω από τα 16KV τότε το SEPAM δίνει εντολή απόζευξης στον διακόπτη CB1 που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή ανόρθωσης. Το όριο αυτό προκύπτει από το μελετητικό τμήμα της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ με γνώμονα την ασφάλεια του εξοπλισμού και την σωστή απόδοσή του.
- Το SEPAM έχει και προστασία υπέρτασης αλλά το ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ την έχει ανενεργή.
- Ο χρόνος που έχει οριστεί ώστε να δώσει εντολή απόζευξης το SEPAM σε υπόταση είναι στα 600ms.
- Η συσκευή SEPAM αποθηκεύει σε μνήμη 36 τιμές σφάλματος. Με δυνατότητα αναγνώρισης του χρήστη από το δικό του μόνιτορ ή μέσω υπολογιστή σε περιβάλλον EXCEL. Τα στοιχεία που δίνει είναι ημερομηνία φαινομένου, ώρα και διάρκεια. Η τράπεζα πληροφοριών ανανεώνεται αυτόματα σβήνοντας τα παλαιότερα συμβάντα όταν έχουμε καινούργια, έτσι ώστε να μην χρειάζεται ο χρήστης να σβήνει την μνήμη του όταν ξεπερνάει τα 36 φαινόμενα.



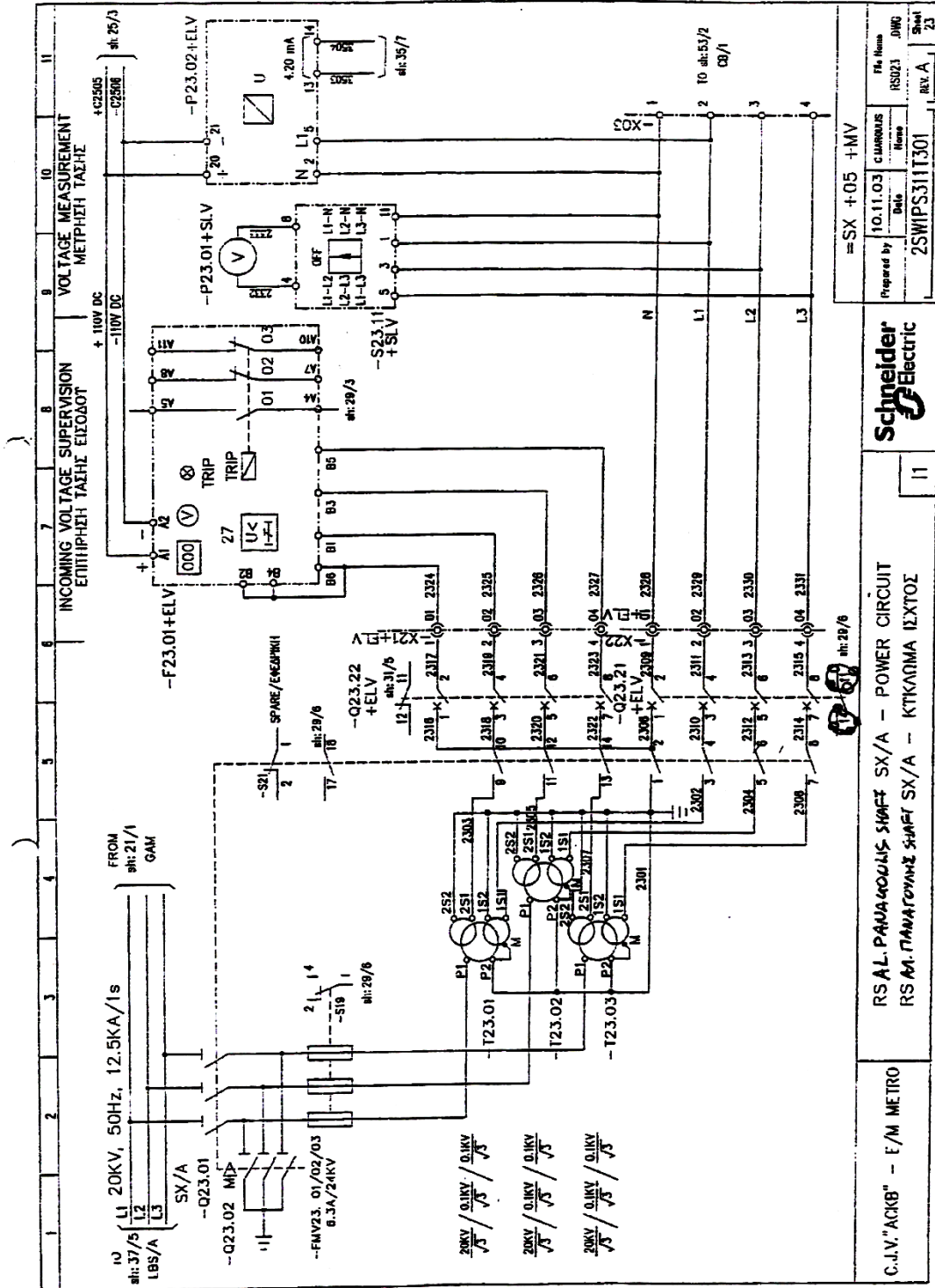
4.1.1.1 Μονογραμμικό σχέδιο 20kV



C.J.V. "ΑΚΒ" - Ε/Μ ΜΕΤΡΟ	RS AL. PANAGOLIS SHAFT - 20 kV SINGLE LINE DIAGRAM RS AL. ΠΑΝΑΓΟΤΑΗΣ ΣΧΕΔΙΟ 20kV		Prepared by	28.08.03	File Name
			Date	28/08/03	RS017 .DWG
		Name 2SSIPS311303			Sheet
					17
					REV. D

Σχήμα 4.1

4.1.1.2 Σχέδιο κυκλώματος ισχύος

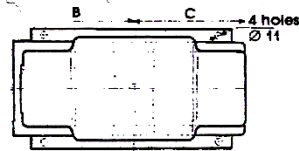
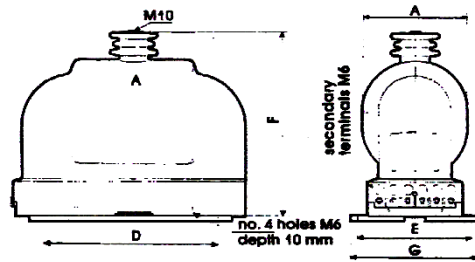


Σχήμα 4.2

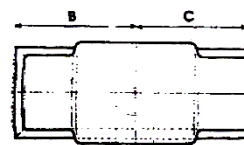
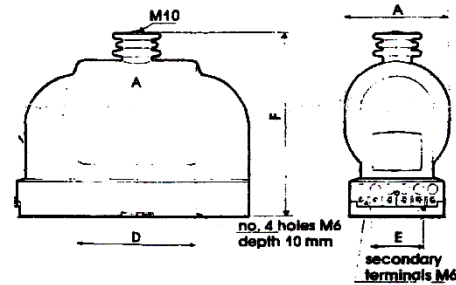
4.1.1.3 Σχέδιο μετασχηματιστών μετρήσεων

Dimensions in mm

Type VRF 1-2-3-3Z - VRF 1n-2n-3n-3Zn - VRF E



Type VRQ 1 - VRQ 1n - VRQ 2n



Weight: Kg 21

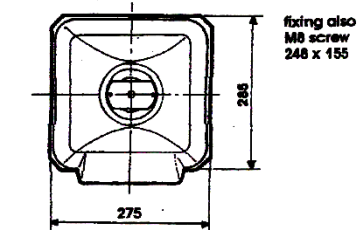
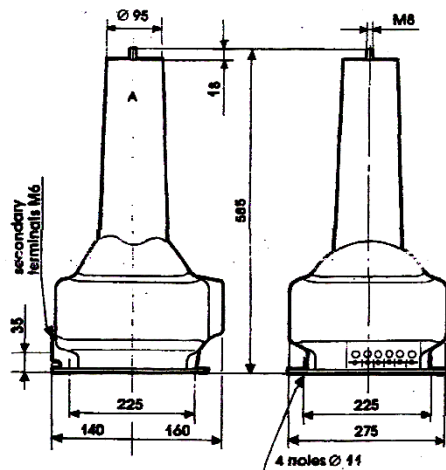
Dimensions in mm

Type	A	B	C	D	E	F	Weight Kg
VRQ1	158	188	170	180	82	285	21
VRQ 1n							
VRQ 2n	170	160	142	115	82	265	19

Dimensions in mm

Type	A	B	C	D	E	F	G	Weight Kg
VRF 1	170	179	159	155	155	240	180	21
VRF 1n								
VRF 2	186	177	159	225	175	300	200	28
VRF 2n								
VRF 3	230	193	173	300	225	390	255	45
VRF 3n								
VRF 3Z	230	193	173	300	225	390	255	60
VRF 3Zn								
VRF E	186	177	159	225	175	300	200	28

Type VRP 3 - VRP 3n



Weight: Kg 40

Σχήμα 4.3

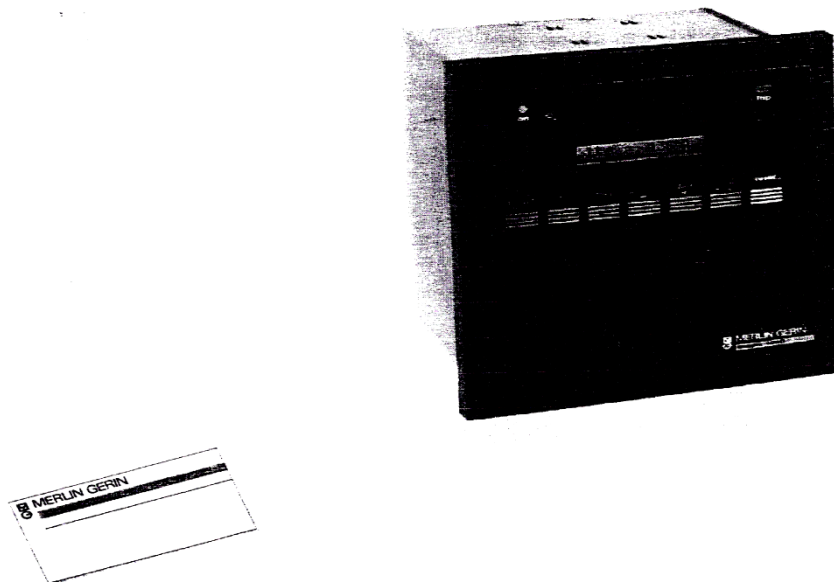
## 4.1.2 Προστασία από υπερένταση και διαρροή ως προς γη

### 4.1.2.1 Συσκευή *sepam*

Στο SEPAM συνδέονται τρεις μετασχηματιστές εντάσεως τύπου ARM4/N2 , ένας σε κάθε φάση. Επίσης ένας τοροειδής μετασχηματιστής τύπου CSH 120. Οι τρεις μετασχηματιστές εντάσεως έχουν σχέση 100/5 , δηλαδή αν περνά ρεύμα στο πρωτεύων του 100Α τότε στο δευτερεύων κυλάει 5 Α. Έτσι ανάλογα με την τιμή του ρεύματος και σε συνάρτηση με τις ρυθμίσεις όπου έχουμε κάνει δίνει εντολή απόζευξης του CB1.

**Protection  
and control**

**Sepam range  
Sepam 1000  
Installation**



**GROUPE SCHNEIDER**

Merlin Gerin Square D Telemecanique

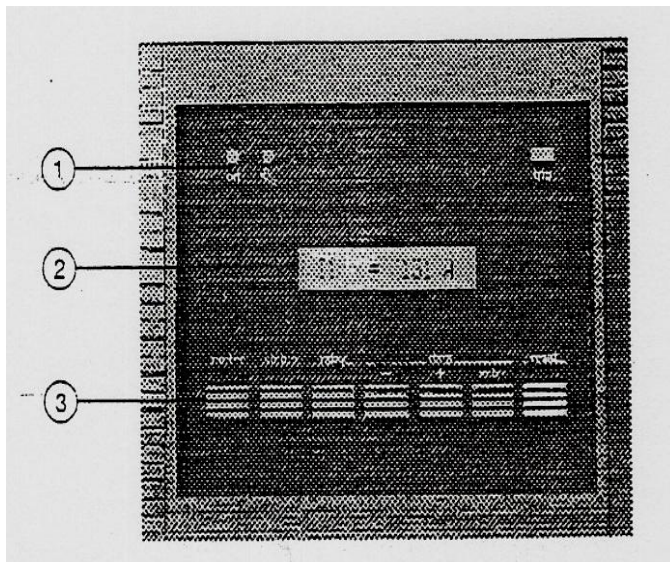
Σχήμα 4.4

#### 4.1.2.2 Πρόσοψη - μηνύματα

Το SEPAM 1000 είναι μία συσκευή με μικροεπεξεργαστή και πολλαπλές λειτουργίες όπως:

- προστασία του δικτύου και του φορτίου που τροφοδοτεί.
- έλεγχος και επίβλεψη του συνεργαζόμενου αυτομάτου διακόπτη ισχύος ή relay ισχύος.
- μέτρηση ηλεκτρικών μεγεθών
- ένδειξη μηνυμάτων λειτουργίας

#### ΠΡΟΣΟΨΗ ΣΥΣΚΕΥΗΣ



Σχήμα 4.5

#### ΜΗΝΥΜΑΤΑ:

Το SEPAM εμφανίζει τέσσερα είδη μηνυμάτων, που κατά σειρά προτεραιότητας είναι :

- ένδειξη μετρήσεων και παραμέτρων
- μήνυμα ρύθμισης παραμέτρων (CHECK SETTINGS)
- προειδοποιητικά μηνύματα ALARM
- μηνύματα διακοπής.

Η ένδειξη των μετρήσεων και των παραμέτρων ρυθμίζεται από το πληκτρολόγιο.

Το μήνυμα ρύθμισης παραμέτρων CHECK SETTINGS εμφανίζεται σε ειδικές περιπτώσεις ρύθμισης παραμέτρων. Τα προειδοποιητικά μηνύματα alarms εμφανίζονται σε υπέρβαση ορίων λειτουργίας. Αυτά τα μηνύματα επιτρέπουν την απλή ενεργοποίηση των relay προστασίας. Τα μηνύματα διακοπής μεταδίδονται από τα κυκλώματα προστασίας κατά την ενεργοποίησή τους. Τα μηνύματα διακοπής

αναβοσβήνουν στην οθόνη. Μπορεί να είναι μηνύματα τύπου μανδάλωσης.  
Κανόνες διαχείρισης προτεραιότητας:  
τα μηνύματα μεγαλύτερης προτεραιότητας αντικαθιστούν στην οθόνη τα μηνύματα μικρότερης προτεραιότητας. Πατώντας ένα πλήκτρο θα επανεμφανιστούν μετρήσεις και παράμετροι για 20 δευτερόλεπτα.

#### ΠΡΟΕΙΔΟΠΟΙΗΤΙΚΑ ΜΗΝΥΜΑΤΑ:

Προειδοποιητικά μηνύματα (alarms) εμφανίζονται σε υπέρβαση ορίων λειτουργίας. Τα μηνύματα εμφανίζονται με σταθερή φωτεινότητα και εξαφανίζονται με την εκκαθάριση του σχετιζόμενου σφάλματος. Όταν συμβούν περισσότερο από ένα σφάλματα, μόνον το τελευταίο θα ενεργοποιήσει προειδοποιητικό μήνυμα.

PHASE FAULT: το ρεύμα φάσης υπερβαίνει το άνω όριο

Io FAULT: το ρεύμα σφάλματος προς γη υπερβαίνει το όριο

#### ΜΗΝΥΜΑΤΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ:

Σε περίπτωση ενεργοποίησης των κυκλωμάτων προστασίας, εμφανίζεται στην οθόνη μήνυμα διακοπής που δείχνει το είδος του σφάλματος. Το SEPAM αποθηκεύει όλα τα μηνύματα διακοπής που μεταδίδονται διαδοχικά κατά τη λειτουργία. Ο χρήστης μπορεί να λάβει γνώση των αποθηκευμένων μηνυμάτων πατώντας το πλήκτρο (reset). Τα μηνύματα διακοπής είναι πάντοτε του τύπου μανδάλωσης όταν μεταδίδονται από τα κυκλώματα προστασίας που ελέγχουν το relay εξόδου TRIP.

(η ένδειξη αναβοσβήνει)

PHASE FAULT: ενεργοποίηση προστασίας υπερέντασης

Io FAULT: ενεργοποίηση προστασίας σφάλματος προς γη

Οι ρυθμίσεις έχουν επιλεγεί από το μελετητικό τμήμα της ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ.

Η πρώτη ρύθμιση είναι :  $I_s = 120 \text{ A}$  για  $t = 1,8 \text{ sec}$

Η καμπύλη που είναι υπεύθυνη για την εντολή απόζευξης είναι UIT ,για το συγκεκριμένο σφάλμα.

Η δεύτερη ρύθμιση είναι:  $I_{>>} = 400 \text{ A}$  για  $t_{>>} = 0,1 \text{ sec}$

Η καμπύλη είναι τύπου DT δηλαδή άμεσης απόζευξης.

Η τρίτη ρύθμιση είναι :  $I_o >= 19,5 \text{ A}$  για  $t >= 0,5 \text{ sec}$

Η καμπύλη είναι τύπου DT δηλαδή άμεσης απόζευξης.

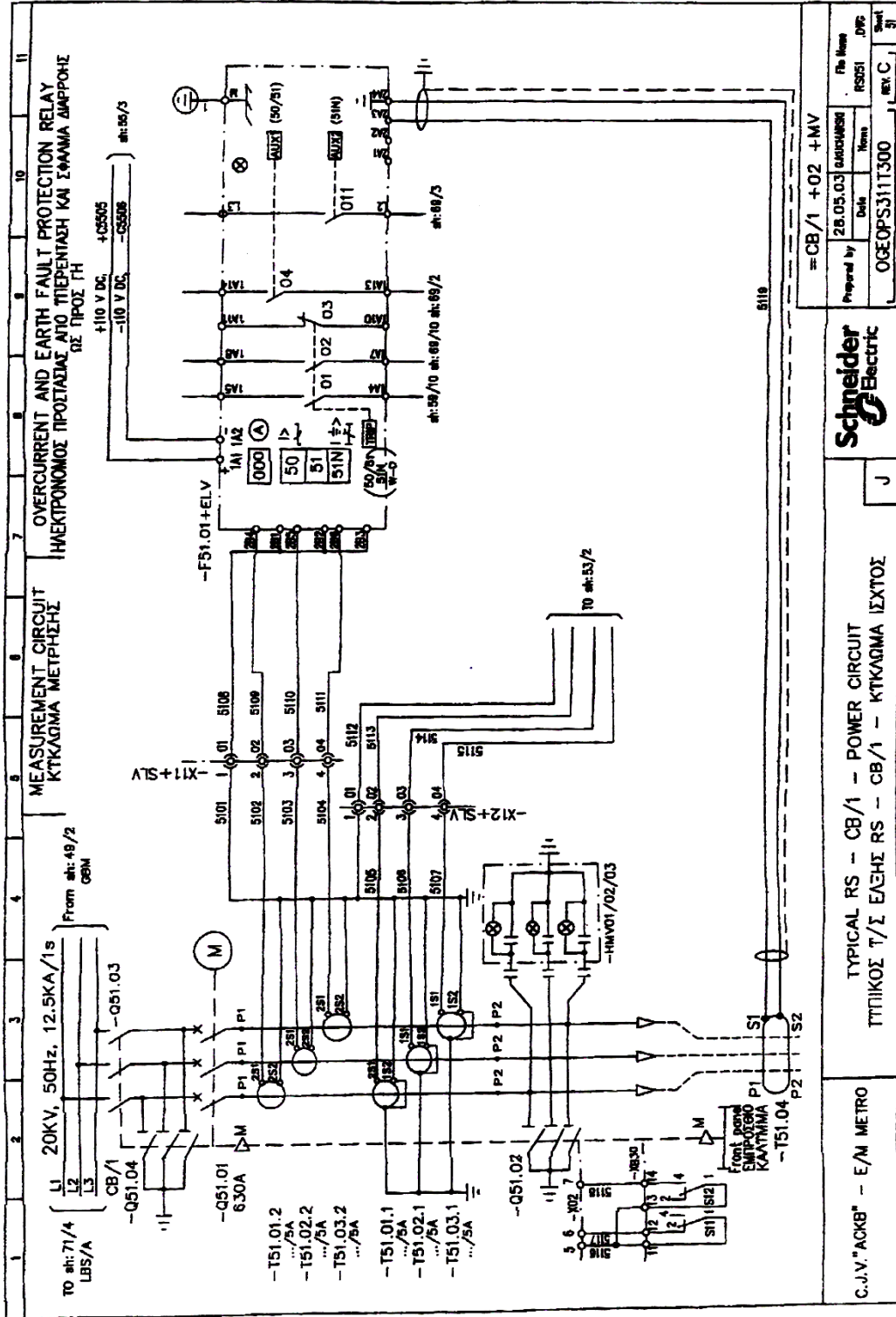
Η τέταρτη ρύθμιση είναι:  $I_o >> 90 \text{ A}$  για  $t_o >>= 0,1 \text{ sec}$

Η καμπύλη είναι τύπου DT δηλαδή άμεσης απόζευξης.

Για την τρίτη και τέταρτη ρύθμιση το μέγεθος του ρεύματος το διαβάζει από το μετασχηματιστή έντασης τύπου CSH 120 (τοροειδής).

Η πρώτη και η δεύτερη ρύθμιση είναι για προστασία του μετασχηματιστή από υπερένταση (overcurrent) ,ενώ η τρίτη και τέταρτη είναι για προστασία έναντι διαρροής ως προς γη του καλωδίου μέσης τάσης από τον CB1 μέχρι το μετασχηματιστή ανόρθωσης και έναντι διαρροής ως προς γη του πρωτεύοντος πηνίου του μετασχηματιστή.

4.1.2.3 Σχέδιο κυκλώματος ισχύος



Σχήμα 4.6

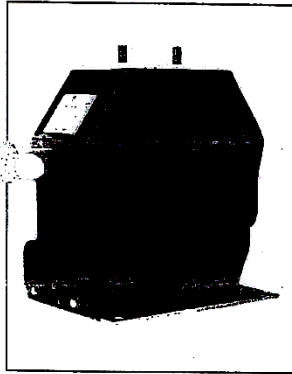


4.1.2.4 Τύπος μετασχηματιστών εντάσεως

**current transformers**  
**ARM4/N1 - ARM4/N2 - ARM4/N3**  
**ARQ4/N1 - ARQ4/N2 - ARQ4/N3**

post-type with wound primary

- max reference voltage for the insulation: 7,2-12-17,5-24 kV
- secondary rated current I<sub>sn</sub>: 1 or 5A
- primary rated current I<sub>pn</sub>: refer to page 6
- thermal short circuit current I<sub>ter</sub> (expressed as a multiple of I<sub>pn</sub>): 107 to 1200
- dynamic short circuit current I<sub>din</sub>: 2,5 I<sub>ter</sub>
- SR = Single ratio
- DR = Double ratio with change-over on primary



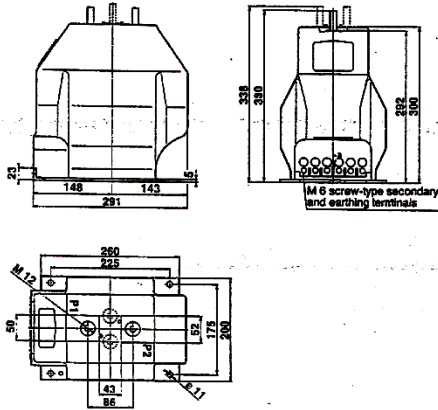
Key to table:

- 1) Define the multiple:  $I_{ter} \times 1s$  I<sub>pn</sub>
- 2) Fix the line as a function of the primary current I<sub>pn</sub> and its multiple.
- 3) The CT is feasible if the coordinates corresponding to the I<sub>ter</sub> and to the required output converge on a point within the grey area. If the points falls in the red area, switch to a smaller type of CT: ARM1 - ARQ1 or ARM2 - ARQ2 or ARM3 - ARQ3.

table of options

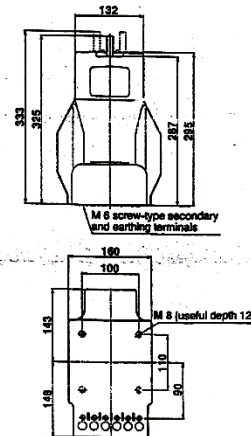
n° of secondaries per CT standard types		1		2						3				
		ARM4/N1 ARQ4/N1		ARM4/N2 ARQ4/N2						ARM4/N3 ARQ4/N3				
"I <sub>ter</sub> " multiple of I <sub>pn</sub> max 60 kA x 1s	I <sub>pn</sub> primary rated current (A)	alternatively		1st measure secondary						2nd prot. sec.				
		measure sec.	protection sec.	class 0,5						class 5P				
		class 0,5	class 5P	Fs = 10 VA						FI = 10 VA				
		class 0,5	class 5P	FI = 10 VA						FI = 15 VA				
		SR	DR	VA		VA		VA		VA		VA		
107	5 to 800	10-5 to 800-400												
160	20 to 300	40-20 to 600-300												
200	20 to 300	40-20 to 600-300												
250	15 to 200	30-15 to 400-200												
320	10 to 150	20-10 to 300-150												
420	5 to 100	10-5 to 200-100												
534	5 to 100	10-5 to 200-100												
630	5 to 75	10-5 to 150-75												
834	5 to 50	10-5 to 100-50												
1000	5 to 50	10-5 to 100-50												
1200	5 to 30	10-5 to 100-30												

all dimensions in mm  
 type ARM4/N1-N2-N3



Weight Kg 28  
 10

type ARQ4/N1-N2-N3



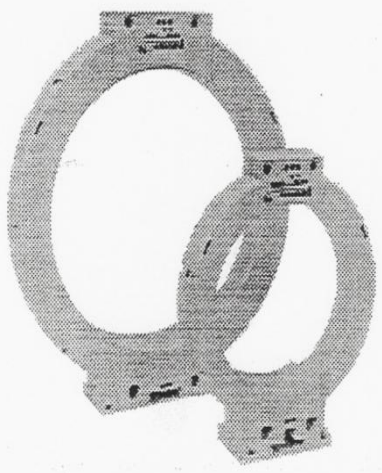
Weight Kg 27,5

Σχήμα 4.7



### 4.1.2.5 Τοροειδής μετασχηματιστής

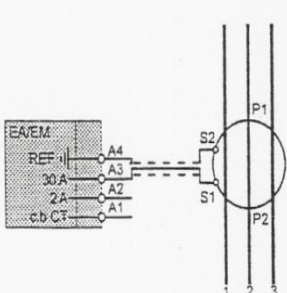
## χρήση των Μ/Σ έντασης CSH 120 και CSH 200



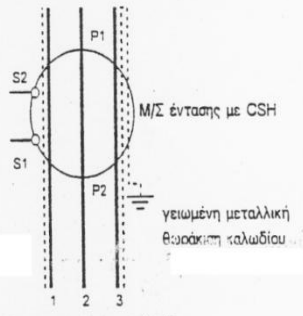
Η μόνη διαφορά μεταξύ των Μ/Σ έντασης CSH 120 και CSH 200 είναι η εσωτερική τους διάμετρος (120 mm και 200 mm). Λόγω της χαμηλής τάσης μόνωσης, μπορούν χρησιμοποιηθούν μόνον σε καλώδια.

---

#### διάγραμμα συνδέσεων των CSH 120 και CSH 200



Για να μετρήσετε ρεύμα διαρροής έως 20 A, συνδέστε το Μ/Σ έντασης στην είσοδο "2A".  
Για να μετρήσετε ρεύμα διαρροής έως 300 A, συνδέστε το Μ/Σ έντασης στην είσοδο "30A".




Γείωση θωράκισης καλωδίου.

---

#### επιλογή καταστάσεων λειτουργίας (SW1)

Ρυθμίστε τους μικροδιακόπτες του SEPAM 1000. Οι σχετικοί μικροδιακόπτες (SW1) βρίσκονται στη μονάδα EM ή EA (υποδοχή 2). Βλ. ενότητα "σύνδεση των εισόδων ρεύματος", "επιλογή καταστάσεων λειτουργίας".

 SW1 Ρύθμιση για μέτρηση ρεύματος διαρροής μέσω ενός Μ/Σ έντασης.

Σχήμα 4.8

#### 4.1.3 Συσκευή προστασίας dgpt2

Η προστασία DGPT2 είναι τοποθετημένη στο επάνω μέρος του μετασχηματιστή ανόρθωσης του υποσταθμού ανόρθωσης.

Περιλαμβάνει τέσσερα σφάλματα:

- -πρώτο στάδιο θερμοκρασίας  
-δεύτερο στάδιο θερμοκρασίας
- έλεγχος πίεσης λαδιού
- έλεγχος στάθμης λαδιού από διαρροή
- έλεγχος αέριων (δημιουργία από μερικές εκκενώσεις )

#### ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ:

Η συσκευή DGPT2 έχει έναν αισθητήρα ο οποίος επικοινωνεί με το εσωτερικό του σωλήνα της συσκευής. Αυτός ο σωλήνας εφάπτεται στο επάνω μέρος του μετασχηματιστή ανόρθωσης και συγκοινωνεί με το εσωτερικό του δοχείου του μετασχηματιστή. Η τελική πλήρωση του μετασχηματιστή με λάδι γίνεται μέσω αυτού του σωλήνα, το οποίο είναι και το πιο ψηλό σημείο του μετασχηματιστή. Έτσι από την ποσότητα του λαδιού που βρίσκεται μέσα στο σωλήνα η συσκευή DGPT2 διαβάζει τη θερμοκρασία του λαδιού του δοχείου του συλικονούχου μετασχηματιστή. Τα όρια τα οποία έχουν επιλεγεί είναι: 105°C για σήμα προειδοποίησης (alarm) και 115°C για εντολή απόζευξης του διακόπτη ισχύος.

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΙΕΣΗΣ ΛΑΔΙΟΥ:

Στο ίδιο δοχείο της συσκευής DGPT2, στο εσωτερικό της υπάρχει και ένας αισθητήρας για έλεγχο πίεσης του λαδιού. Τα όρια ρύθμισης είναι από 0 έως 0,5 bar. Η ρύθμιση που έχει ορίσει το ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ είναι στα 250mbar. Έτσι μόλις η πίεση του λαδιού φτάσει αυτή την τιμή δίνεται εντολή απόζευξης του CB/1.

#### ΕΛΕΓΧΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΛΑΔΙΟΥ ΚΑΙ ΑΕΡΙΩΝ:

Στο εσωτερικό του ίδιου δοχείου υπάρχει ένας πλωτήρας που όταν δεν υπάρχει διαρροή λαδιού επιπλέει στο επάνω μέρος του δοχείου. Όταν έχουμε κάποια διαρροή η στάθμη του λαδιού μέσα στο δοχείο της συσκευής DGPT2 θα αρχίσει να πέφτει και ο πλωτήρας θα κατέβει στο κατώτατο σημείο του δοχείου. Εκείνη τη στιγμή κλείνει μαγνητικά μία βοηθητική επαφή και δίνει εντολή απόζευξης του CB1. Επίσης ένας δεύτερος λόγος που μπορεί να βρεθεί ο πλωτήρας στο κάτω μέρος του δοχείου είναι όταν έχουμε εσωτερικές μερικές εκκενώσεις στον μετασχηματιστή και δημιουργούνται αέρια σε μορφή φυσαλίδων με αποτέλεσμα οι φυσαλίδες να συγκεντρωθούν στο ψηλότερο σημείο του λαδιού που είναι ο σωλήνας της συσκευής DGPT2

#### **4.1.4 Διαρροή πλαισίου (relay κ- 64)**

Είναι ένα ειδικό relay τύπου EARTH AC AND DC SERVO-CONTACT : A G L 93012 Bobigny CEDEX.

Η λειτουργία του είναι απλή: το ένα άκρο συνδέεται στο άκρο του μετασχηματιστή ανόρθωσης και το άλλο στη θεμελιακή γείωση.

Υπάρχει πλήρη αγωγήμη σχέση μεταξύ των δύο άκρων ώστε οποιαδήποτε διαρροή του μετασχηματιστή να πηγαίνει κατευθείαν στη γη.

Είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να ενεργοποιεί μία βοηθητική επαφή εάν περάσουν από τις κύριες επαφές του ρεύμα μεγαλύτερο από 20A. Τότε δίνει εντολή απόζευξης αυτόματου διακόπτη ισχύος CB1-20 KV.

Για την σωστή λειτουργία της προστασίας πρέπει να μην υπάρχει άλλη αγωγήμη σύνδεση των μεταλλικών μερών του μετασχηματιστή με τη θεμελιακή γείωση εκτός μέσω του relay 64. Για το λόγο αυτό με απενεργοποιημένο το μετασχηματιστή και ξεσυνδεδεμένο το relay 64 κάνουμε megger test.

Το megger test γίνεται μεταξύ της γείωσης του μετασχηματιστή ανόρθωσης και θεμελιακής γείωσης. Η επιτρεπόμενη τιμή με τάση δοκιμής 1000V είναι μεγαλύτερη από 1 MΩ.

4.1.4.1 Μονογραμμικό σχέδιο relay κ-64

**SC. 1A ELECTRIQUE**  
Circuit diagram

Test push button  
Bouton Poussoir Test  
R2

Reset push button  
Bouton Poussoir de réarmement  
R1

M2 M1 T

Magnet which maintains the position  
Aimant de maintien

Barre de 50 x 5  
Bar

Terminal  
Bornes M1

**SCHEMATIC DRAWING**

250  
200  
130  
35  
65

Test push button  
R1

Reset push button  
R2

Magnet which maintains the position of the relay

5 holes of 2.5mm Ø in 130mm  
5 trous de 2.5mm Ø en 130

**RACCORDEMENT**  
Terminals

**GENERAL CHARACTERISTICS**  
Caractéristiques générales

**Dielectric strength**  
Rigide diélectrique

Barre / Circuit contacts : 10 Kv  
Bar / Circuit contacts : 1.5 Kv  
Entre contacts : /  
Between contacts : /

**Temperature range**  
Température d'utilisation: -25°C +60°C

**Mechanical life**  
Durée de vie mécanique : 10<sup>4</sup>

**Resistance against vibrations**  
Tenue aux vibrations : /

**Operating position**  
Position de fonctionnement: Indifférente

**Weight**  
Masse : /

**PARTICULAR CHARACTERISTICS**  
Caractéristiques particulières

Relais type Pm sous boîtier BB dans boîtier de protection MK 160 sur barre de 50 x 5  
Pm type relay in box BB, insulated with box MK 160 on bar of 50 x 5  
IP: 54

**SPECIFICATION CLIENT**  
Specification

**PLANS ASSOCIES**  
Other drawings

Encombrement n° : 3-52218-30  
outline drawing

N° de dessin	DATE
A 00533	27/04/94

**GENERAL CHARACTERISTICS**  
Caractéristiques générales

**Control circuit**  
Circuit de commande

I. d'enclenchement : Selon repère  
Full in : According with mark

I. de déclenchement : Par action sur le bouton  
Drop out : When operating the reset button.

Mark Repère	Pick-up Enclenchement
101	20 Acc ± 10 % 16 Aca ± 10 %
102	40 Acc ± 10 % 36 Aca ± 10 %
103	60 Acc ± 10 % 55 Aca ± 10 %
104	80 Acc ± 10 % 74 Aca ± 10 %

**Coil characteristics**  
Caractéristiques bobines

Barre	N° de spires / Number of turns	Section / Section	Résistance / Resistance
A	2 sps 15 x 5	/	/

**Contacts circuit**  
Circuit de contacts

Combinaison des contacts: 2K 1T  
Contacts arrangement : Ag Pd  
Matériau de contact : Ag Pd  
Contacts material

**RELAYS**

RELAYS DE MASSE ACA ET ACC  
EARTH RELAY AC AND DC

SERVO-CONTACT  
A.G.L. 12012 Bld Jean CEDEX

FT: 52218 A

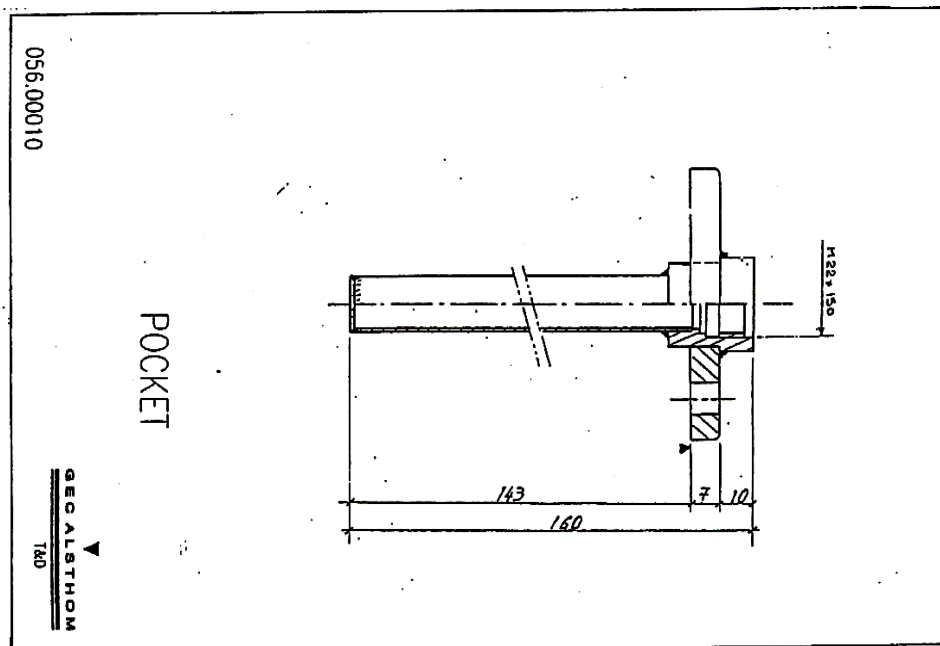
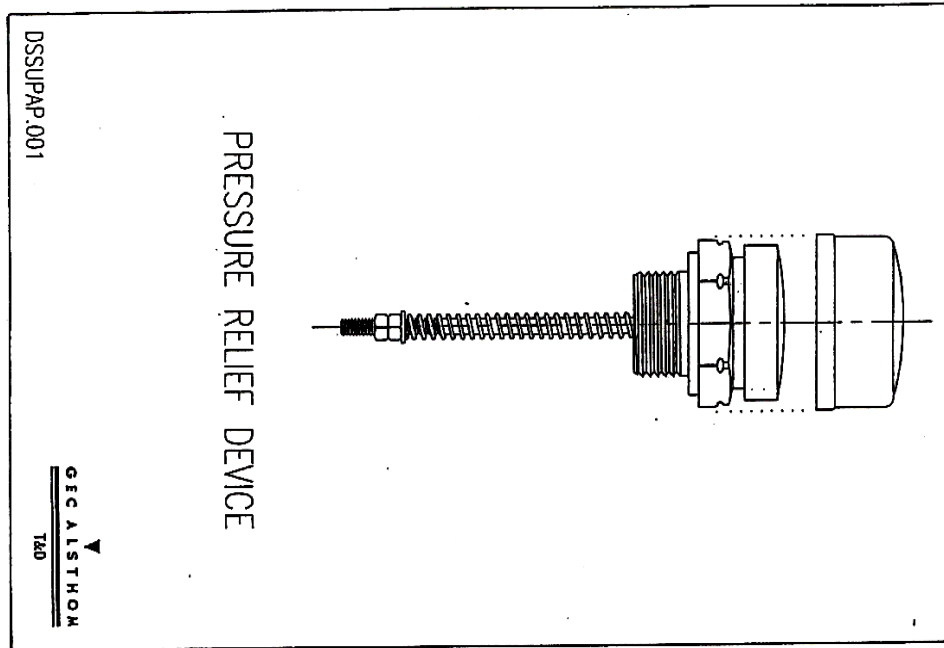
RESISTANCE K.E.  
DATE: 15/12/93  
Numero de Fiche Technique  
Date

Σχήμα 4.9

#### 4.1.5 Βαλβίδα εκτόνωσης

Εκτός από την προστασία DGPT2 που ελέγχει την πίεση του λαδιού υπάρχει και μία βαλβίδα εκτόνωσης που όταν η πίεση του λαδιού ανέβει πάνω από την τιμή των 250mbar ανοίγει και εκτονώνεται το λάδι.

##### 4.1.5.1 Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών βαλβίδας



Σχήμα 4.10

## 4.2 Προστασίες ανορθωτή

### 4.2.1 Προστασία ενάντια θερμοκρασίας

Η προστασία της μονάδας του ανορθωτή είναι ο έλεγχος θερμοκρασίας σε δύο στάδια.

Στο ψηλότερο σημείο του ανορθωτή έχουν τοποθετηθεί δώδεκα αισθητήρες για έλεγχο θερμοκρασίας. Έχουμε δύο γέφυρες διόδων που η κάθε μία έχει τρεις φάσεις. Σε κάθε φάση έχουμε δύο αισθητήρες θερμοκρασίας. Ο ένας αισθητήρας δίνει σήμα προειδοποίησης ενώ ο άλλος εντολή απόζευξης του αυτόματου διακόπτη ισχύος CB1. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός αυτοματισμού με relay.

- Το πρώτο στάδιο:  
110°C / 105 ± 5% δίνει σήμα προειδοποίησης (alarm).
  - Το δεύτερο στάδιο:  
130°C / 125 ± 5% δίνει εντολή απόζευξης του διακόπτη ισχύος (CB1).
- Οι αισθητήρες θερμοκρασίας είναι τύπου P11 VIGITHERM (model M16).

#### 4.2.1.1 Σχεδιο θερμιστορ



Σχήμα 4.11

#### **4.2.2 Διαρροή πλαισίου (relay κ-64)**

Είναι ένα ειδικό relay τύπου EARTH AC AND DC SERVO-CONTACT : A G L 93012 Bobigny CEDEX.

Η λειτουργία του είναι απλή: το ένα άκρο συνδέεται στο άκρο της μονάδας του ανορθωτή και το άλλο στη θεμελιακή γείωση. Υπάρχει πλήρη αγωγήμη σχέση μεταξύ των δύο άκρων ώστε οποιαδήποτε διαρροή της μονάδας του ανορθωτή να πηγαίνει κατευθείαν στη γη. Είναι κατασκευασμένο έτσι ώστε να ενεργοποιεί μία βοηθητική επαφή εάν περάσουν από τις κύριες επαφές του ρεύμα μεγαλύτερο από 20Α. Τότε το relay δίνει εντολή απόζευξης του αυτόματου διακόπτη ισχύος CB1-20 KV. Για την σωστή λειτουργία της προστασίας πρέπει να μην υπάρχει άλλη αγωγήμη σύνδεση μεταξύ των μεταλλικών μερών του ανορθωτή με τη θεμελιακή γείωση εκτός μέσω του relay 64. Για το λόγο αυτό με απενεργοποιημένο τον ανορθωτή και ξεσυνδεδεμένο το relay 64 κάνουμε megger test. Το megger test γίνεται μεταξύ της γείωσης του ανορθωτή και θεμελιακής γείωσης. Η επιτρεπόμενη τιμή με τάση δοκιμής 1000V είναι μεγαλύτερη από 1 ΜΩ.

4.2.2.1 Μονογραμμικό σχέδιο κ-64

**SC. 1A ELECTRIQUE**  
Circuit diagram

**RACCORDEMENT**  
Terminal

**CARACTERISTIQUES GENERALES**  
General characteristics

**Rigidité diélectrique**  
Dielectric strength

Barre /Circuit contacts : 10 Kv  
Bar/Circuit contacts : 1.5 Kv  
Entre contacts : /  
Between contacts

**Température d'utilisation** : -25°C +60°C  
Temperatures range

**Durée de vie mécanique** : 10<sup>7</sup>  
Mechanical life

**Tenue aux vibrations** : /  
Resistance against vibrations

**Position de fonctionnement** : Indifférente  
Operating position

**Masse** : /  
Weight

**CARACTERISTIQUES PARTICULIERES**  
Particular characteristics

Relais type Pm sous boîtier B8 dans boîtier de protection MK 160 sur barre de 50 x 5  
Pm type relay in box B8, insulated with box MK 160 on bar of 50 x 5

**SPECIFICATION CLIENT**  
Specification

**PLANS ASSOCIES**  
Overs drawings

**Encombrement n°** : 3-52218-30  
outline drawing

**CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES**  
Electrical characteristics

**Circuit de commande**  
Control circuit

I d'enclenchement : Selon repère  
Pull in : According with mark

I de déclenchement : Par action sur le bouton de réarmement  
Drop out : When operating the reset button.

Mark Repère	Pick-up Enclenchement
101	20 Acc ± 10 % 16 Acc ± 10 %
102	40 Acc ± 10 % 36 Acc ± 10 %
103	60 Acc ± 10 % 55 Acc ± 10 %
104	80 Acc ± 10 % 71 Acc ± 10 %

**CARACTERISTIQUES bobines**  
Coil characteristics

Barre	n° de spires	Section	Résistance
A	2 sps 15 x 5	/	/

**Circuit de contacts**  
Contacts circuit

Combinaison des contacts : 2R 1T  
Contacts arrangement

Matériau de contact : Ag Pd  
Contacts material

**MESSURIER**  
K. E

DATE : 15/12/93

Numero de Fiche Technique : /

FT : 52218 A

**RELAYS DE MASSE Aca ET ACC**  
EARTH RELAY AC AND DC

**SERVO-CONTACT**  
AGL 12012 Babilony CEDEX

N° de Modif : /

DATE : / /

R 00633 27/04/94

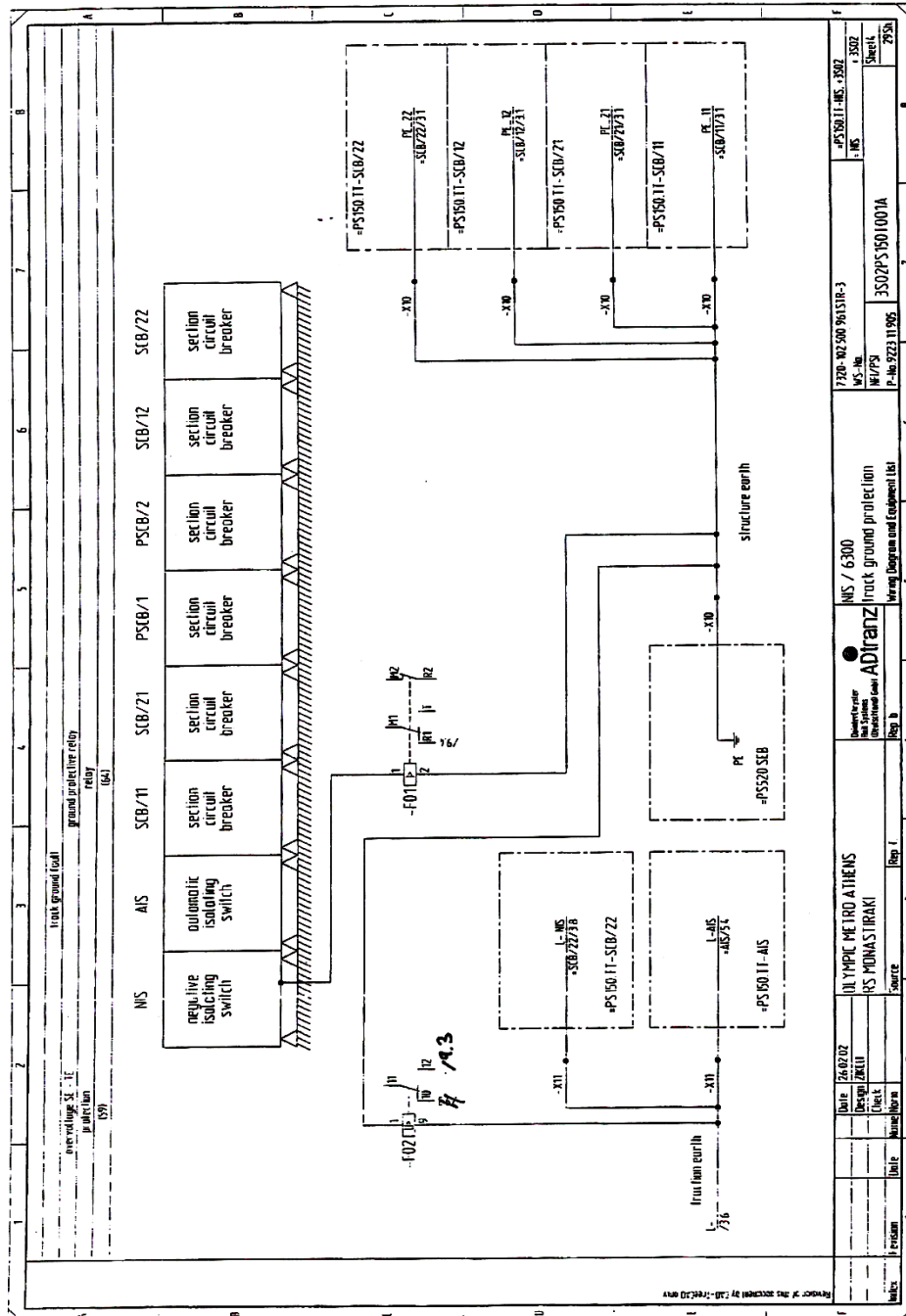
CET PLAN EST LA PROPRIETE D' AXL. TOUTE REPRODUCTION EST INTERDITE (LOS DE 11/12/93)

Σχήμα 4.12



### 4.3 Προστασίες πίνακα 750V dc

#### 4.3.1 Μονογραμμικό σχέδιο προστασιών (64 + 59)



Σχήμα 4.13

#### 4.3.2 Διαρροή πλαισίου (relay κ-64)

Το περίβλημα κάθε πίνακα 750 V DC είναι συνδεδεμένο με χάλκινους ζυγούς, που βρίσκονται πάνω από το άκρο. Αυτός ο σχεδιασμός επιτυγχάνει το ίδιο δυναμικό σε κάθε κουβούκλιο. Στον πίνακα διατίθεται ένα κεντρικό βάκτρο γείωσης, που συνδέεται με τη γείωση της κατασκευής. Η επιτήρηση των σφαλμάτων γείωσης ή αντίστοιχα των ρευμάτων, που αναπτύσσονται μέσα στον πίνακα, γίνεται ανάμεσα στην κατασκευή του πλαισίου του αποζεύκτη NIS και της θεμελιακής γείωσης χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρονόμο γείωσης (relay64) με ευαισθησία 20A.

#### 4.3.3 Υπέρταση μεταξύ σιδηροτροχιών κύλισης και γείωσης (59)

Η δεύτερη προστατευτική συσκευή αφορά τη διαρροή του πλαισίου και είναι ένας ηλεκτρονόμος υπέρτασης (relay 59). Το relay 59 επιτηρεί την τάση θεμελιακής γείωσης και ράγας (-). Η τιμή απόζευξης έχει οριστεί στα 140V.

### 4.4 Προστασίες διακόπτη hscb

Οι προστασίες των διακοπών HSCB (High Speed Circuit Breaker) είναι δύο:

1) Συσκευή απόζευξης υπέρτασης μόνιμης κατάστασης (υπερένταση ή βραχυκύκλωμα).

Ο κάθε διακόπτης HSCB διαθέτει ένα ρυθμιζόμενο πηνίο εντάσεως και ανάλογα με την επιλεγμένη τιμή, δίνει απόζευξη του αυτομάτου διακόπτη ισχύος SCB την υπό καθορισμένη τιμή (7000 A για τους SCB και 4000 A για τους PSCB).

2) Ηλεκτρονόμος  $di/dt$  (συσκευή ανίχνευσης ρυθμού ανόδου ρεύματος)

Οι συσκευές ανίχνευσης του ρυθμού ανόδου ρεύματος διατίθενται στους πίνακες SCB εκτός από την τροφοδοσία του PSCB για να γίνεται διάκριση μεταξύ των σφαλμάτων του συστήματος έλξης και των ρευμάτων εκκίνησης των συρμών. Ο εξοπλισμός του ηλεκτρονόμου αποτελείται από μία μονάδα τροφοδοσίας, μία μονάδα μέτρησης και μία μονάδα απαρίθμησης, που στεγάζονται σε ένα κατάλληλο περίβλημα. Εξωτερικά ο παλμικός μετασχηματιστής ανιχνεύει τη μεταβολή του ρεύματος στη γραμμή. Το σήμα εξόδου στο δευτερεύον του παλμικού μετασχηματιστή είναι κατευθείαν ανάλογο με το ρυθμό ανόδου του ρεύματος και το οποίο μεταφέρεται στην είσοδο του ηλεκτρονόμου ανόδου ρεύματος.

#### 4.4.1 Σχέδιο παλμικού μετασχηματιστή

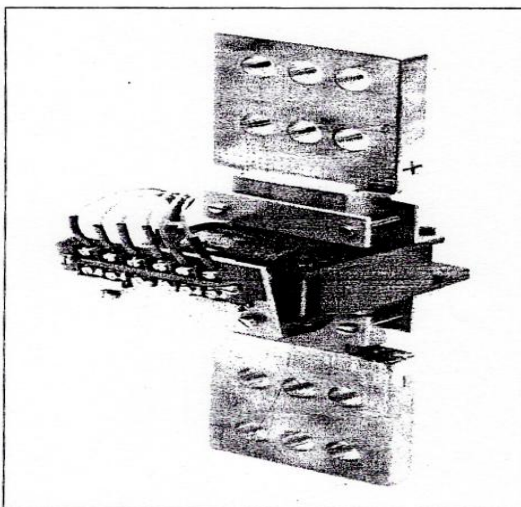


Bild 3: Impulswandler  
Fig. 3: Pulse transformer

Σχήμα 4.14

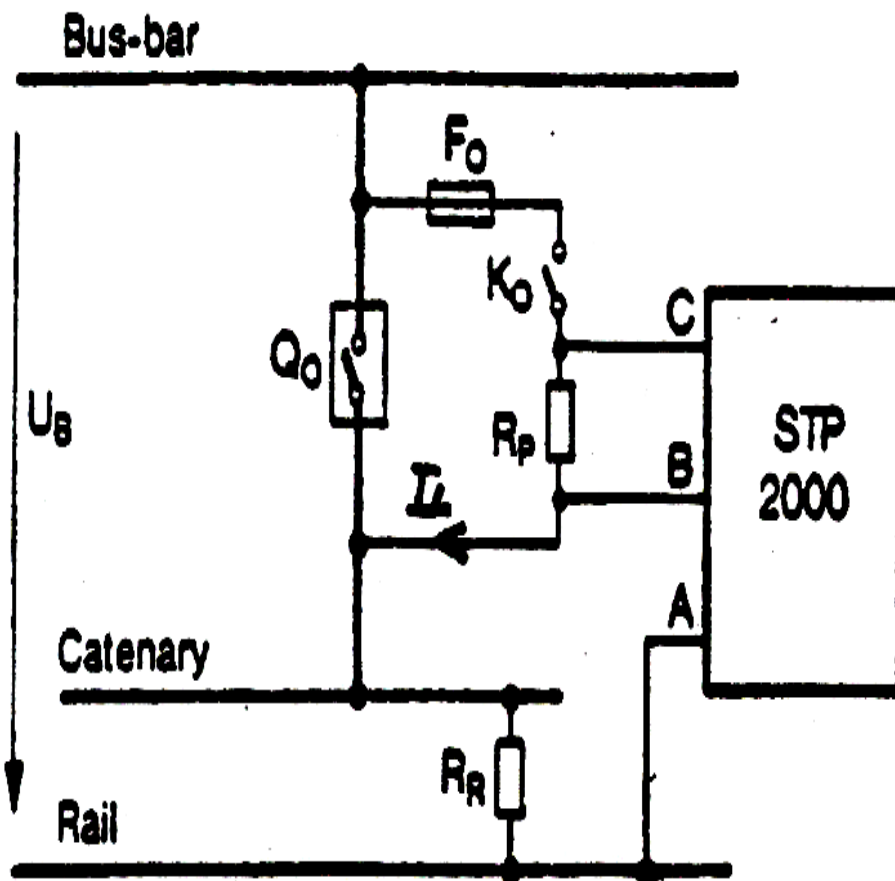
#### 4.4.2 Συσσκευή δοκιμής γραμμής και σύστημα αυτόματου επανακλεισίματος (ltd)

Σε κάθε διακόπτη τροφοδοσίας γραμμής, εκτός εκείνων των αμαξοστασίων διατίθεται μία συσκευή δοκιμής LTD με τον απαιτούμενο επαφέα, την ασφάλεια δοκιμής και έναν αντιστάτη δοκιμής για τον αυτόματο επανοπλισμό του HSCB μετά από απόξευξη λόγω υπερφόρτισης ή βραχυκυκλώματος.

Η τάση υπηρεσίας και η παραμένουσα τάση του τμήματος της γραμμής εφαρμόζονται κατ'ευθείαν στη συσκευή ελέγχου γραμμής μέσω του επαφέα δοκιμής και αξιολογούνται από ένα εσωτερικό κύκλωμα σύγκρισης. Το ρεύμα φάσης δοκιμής περιορίζεται σε περίπου 50A -60A με τον αντιστάτη δοκιμής.

Η διαδικασία της δοκιμής και επίσης η πλήρης είσοδος και έξοδος πραγματοποιείται από ένα πρόγραμμα δοκιμής που είναι αποθηκευμένο στην μόνιμη μνήμη.

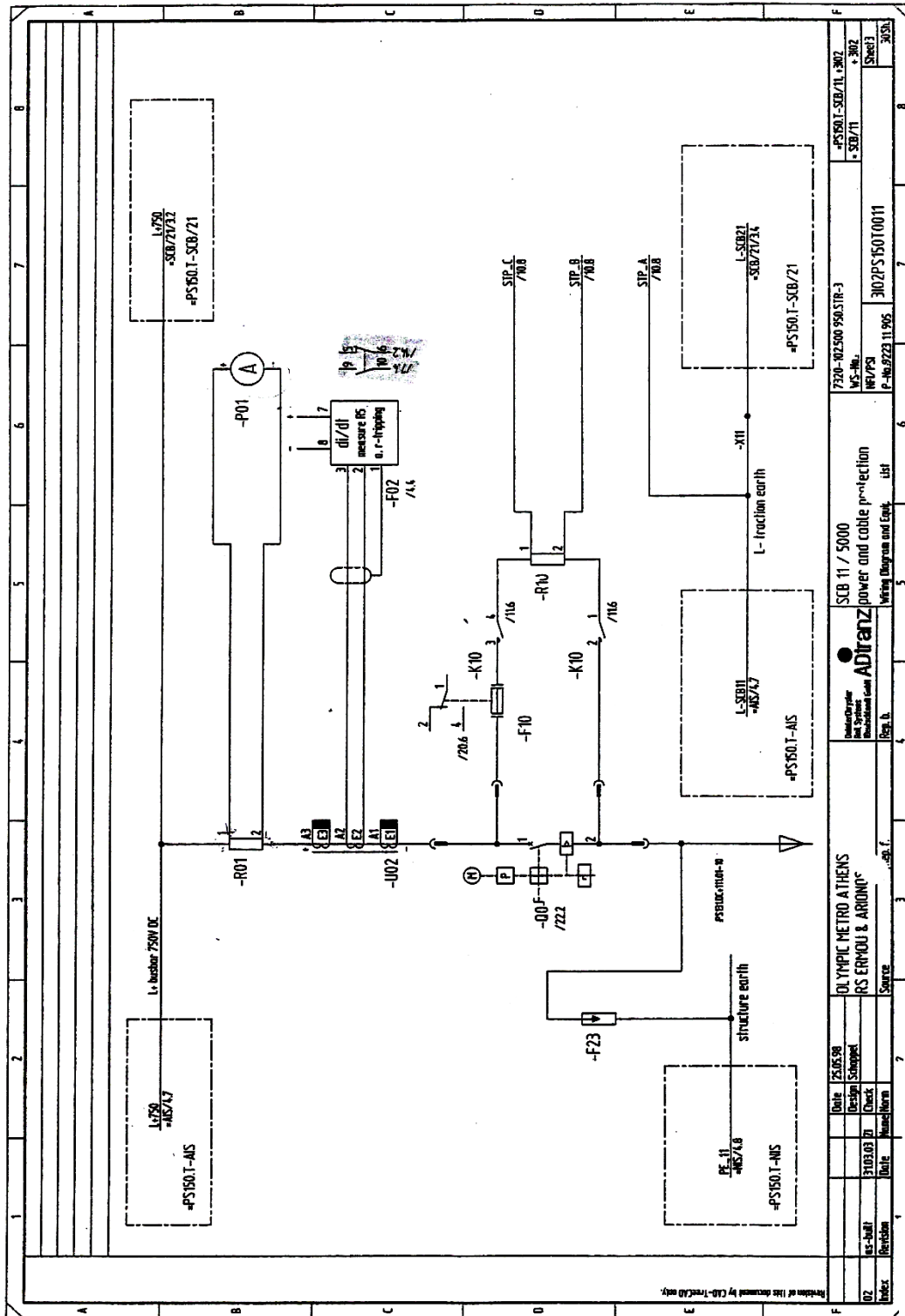
##### 4.4.2.1 Μονογραμμικό σχέδιο ltd



STP: Line testing device

Σχήμα 4.15

4.4.3 Σχέδιο προστασιών διακόπτη



Σχήμα 4.16

#### 4.4.4 Χαρακτηριστικά διακόπτη (gearapid se)

### Typ GEARAPID SE

Schnellschalter Typ GEARAPID High-speed breaker type GEARAPID	SE 1000		SE 2000		SE 3000		SE 4000		SE 5000	
	Gewicht kg	Preis DM	Gewicht kg	Preis DM	Gewicht kg	Preis DM	Gewicht kg	Preis DM	Gewicht kg	Preis DM
	Weight kg	Price Index	Weight kg	Price Index	Weight kg	Price Index	Weight kg	Price Index	Weight kg	Price Index
<b>Hilfsschalter Typ HS 5 (zusätzlich zur Grundeausstattung) Auxiliary switch type HS 5 (in addition to basic equipment)</b>										
1 Hilfsschalter Typ HS 5 (2x 23) mit 1 Steckvorrichtung 32-polig <sup>1)</sup> , ~ 250 V/≈ 300 V 1 aux. switch type HS 5 (2N.O. 2N.C.) with 1 plug connector 32 pole <sup>1)</sup> , ~ 250 V/≈ 300 V	0,2		0,2		0,2		0,2		0,2	
2 Hilfsschalter Typ HS 5 (4x 4x) mit 1 Steckvorrichtung 24-polig, ~ 380 V/≈ 450 V 2 aux. switches type HS 5 (4N.O. 4N.C.) with 1 plug connector 24 pole, ~ 380 V/≈ 450 V	1,2		1,2		1,2		1,2		1,2	
1 Hilfsschalter Typ Y 6 (vom Schlaganker betätigt) 1 aux. switch type Y 6 (act. by impact armature)	0,2		0,2		0,2		0,2		0,2	
<b>Arbeitsstromauslöser (2 Schließer eines HS 5 vorsehen) für 220, 380 V 50 Hz; m 60, 110, 220 V Shunt trip (2 make contacts of HS 5 to be provided) for 220, 380 V 50 Hz; m 60, 110, 220 V</b>	1		1		1		1		1	
Abweichende Spannung und/oder Frequenz zusätzlich angeben Specify deviating voltage and/or frequency in addition	-		-		-		-		-	
<b>Unterspannungsauslöser für 220, 380 V 50 Hz; m 60, 110, 220 V Undervoltage release for 220, 380 V 50 Hz; m 60, 110, 220 V</b>	1,5		1,5		1,5		1,5		1,5	
Abweichende Spannung und/oder Frequenz zusätzlich angeben Specify deviating voltage and/or frequency in addition	-		-		-		-		-	
<b>Aufsteckgriff als Not/einschaltgriff Removable handle (emergency closing)</b>	0,7		0,7		0,7		0,7		0,7	
Abweichende Spannung für Motorantrieb für m 60, 110, 220 V Deviating voltage for motor drive for m 60, 110, 220 V	-		-		-		-		-	
<b>Flexible Strombänder, zusätzlich für unteren Anschluß Flexible copper bands, in addition for the lower terminals</b>	3		6		6		9		9	
<b>Einschubtechnik (beweglicher und fester Teil) Withdrawable design (movable and fixed part)</b>	41		41		41		43		43	
<b>Beweglicher Teil, bestehend aus: Kontaktmesser, Rollen, Auslöshebel, einschl. Einbaukosten und Justierung am Schalter Fester Teil, bestehend aus: Einschubträger</b>										
<b>Moving part, consisting of: contact blades, rollers, tripping lever, incl. fitting charges and adjustment at breaker Fixed part, consisting of: tray carrier</b>										
1) Steckvorrichtung 24-polig der Grundeausstattung entfällt 1) 24 pole plug connector of basic equipment omitted										

Σχήμα 4.17

## 4.5 Προστασίες ξηρού μετασχηματιστή

### 4.5.1 Ασφάλειες

Ο ξηρός μετασχηματιστής του υποσταθμού ανόρθωσης για τα βοηθητικά τροφοδοτείται από τον ασφαλειοαποζεύκτη LBS/2 .

Οι ασφάλειες που προστατεύουν το πρωτεύον του ξηρού μετασχηματιστή είναι τύπου : Fusibles Fusarc CF

Τα χαρακτηριστικά των τριών ασφαλειών είναι:

- 1) reference 51006538MO
- 2) 24 KV
- 3) In 6,3 A

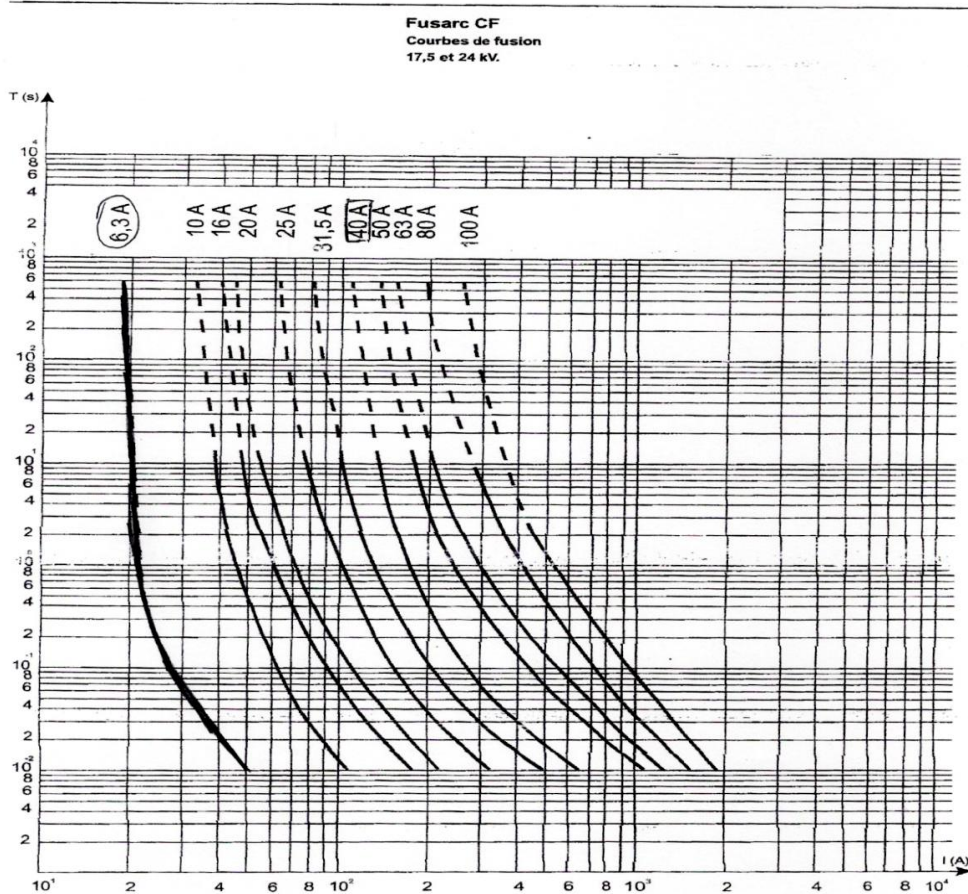
Όταν μία ασφάλεια τηκτεί τότε μηχανικά απελευθερώνεται ένας πύρος στην κορυφή της. Ο πύρος αυτός σκανδαλίζει έναν μηχανισμό ο οποίος με την σειρά του παρασύρει μηχανικά τον μηχανισμό απόζευξης του διακόπτη LBS/2.

Έτσι σε περίπτωση προβλήματος ενός τυλίγματος του ξηρού μετασχηματιστή με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνουμε την πλήρη απενεργοποίηση του από την παροχή των 20 KV.

#### 4.5.1.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά ασφαλειών τήξεως

*Fusibles*

**Types de fusibles**



Σχήμα 4.18



Fusibles

Types de fusibles

Tableau de références et de caractéristiques techniques (fusibles Fusarc CF).

référence	tension nominale (kV)	tension de service nominale (kV)	courant nominal (A)	diamètre (mm)	longueur (mm)	résistance (mΩ)	résistance (mΩ)	résistance (mΩ)	diamètre (mm)	masse (kg)
757372 AR	3,6	3 / 3,6	250	50	2,000	0,6	58	292	86	3,3
51006 500 MO	7,2	3 / 7,2	6,3	63	36	205	12	192	50,5	0,9
51006 501 MO			10		34	102	14			
51006 502 MO			16		46	68	26			
51006 503 MO			20		55	53	32			
51006 504 MO			25		79	36	35			
51006 505 MO			31,5		101	26	42			
51006 506 MO			40		135	18	46			
51006 507 MO			50		180	11,7	44			
51006 508 MO			63		215	8	52			
51006 509 MO			80		280	6,4	68			
51006 510 MO			100		380	5	85			
757352 BN			7,2		3 / 7,2	125	50		650	
757352 BP	180	1,000		2,2		87				
757352 BQ	200	1,400		1,8		95				
757374 BR	12	6 / 12	250	63	2,200	0,9	95	442	86	4,6
51006 511 MO			6,3		36	319	16			
51006 512 MO			10		34	158	18			
51006 513 MO			16		46	106	37			
51006 514 MO			20		55	82	42			
51006 515 MO			25		79	56	52			
51006 516 MO			31,5		101	40	59			
51006 517 MO			40		135	26	74			
51006 518 MO			50		180	17,4	70			
51006 519 MO			63		215	13	82			
51006 520 MO			80		280	10	102			
51006 521 MO			100		380	7,5	120			
757384 CN	12	6 / 12	125	40	650	5,3	143	442	86	4,6
757384 CP			180		1,000	3,5	127			
757384 CQ			200		1,400	2,7	172			
51006 522 MO	17,5	10 / 17,5	10	40	34	203	23	292	50,5	1,2
51006 523 MO			16		46	132	47			
51006 524 MO			25		79	71	72			
51006 525 MO			31,5		101	51	78			
51006 526 MO			40		135	35	90			
51006 527 MO			6,3		35	402	21			
51006 528 MO			10		34	208	25			
51006 529 MO			16		46	132	46			
51006 530 MO			20		55	103	52			
51006 531 MO			25		79	71	66			
51006 532 MO			31,5		101	51	74			
51006 533 MO			40		135	35	94			
51006 534 MO	50	180	22	93						
51006 535 MO	63	215	18	121						
51006 536 MO	80	300	13,5	145						
51006 537 MO	100	450	11	192						
51006 538 MO	24	10 / 24	6,3	40	36	485	25	442	50,5	1,6
51006 539 MO			10		34	248	31			
51006 540 MO			16		46	158	58			
51006 541 MO			20		55	123	67			
51006 542 MO			25		79	85	79			
51006 543 MO			31,5		101	61	96			
51006 544 MO			40		135	42	119			
51006 545 MO			50		180	31,5	136			
51006 546 MO			63		215	22	144			
51006 547 MO			80		300	18	200			
51006 548 MO			100		450	13,5	240			
51006 549 MO			36		20 / 36	6,3	20		36	
51006 550 MO	10	34		380		50				
51006 551 MO	16	46		252		98				
51006 552 MO	20	58		197		120				
51006 553 MO	25	79		133		133				
51006 554 MO	31,5	101		103		171				
51006 555 MO	40	135		70		207				
51006 556 MO	50	200		47		198				
51006 557 MO	63	250		35		240				

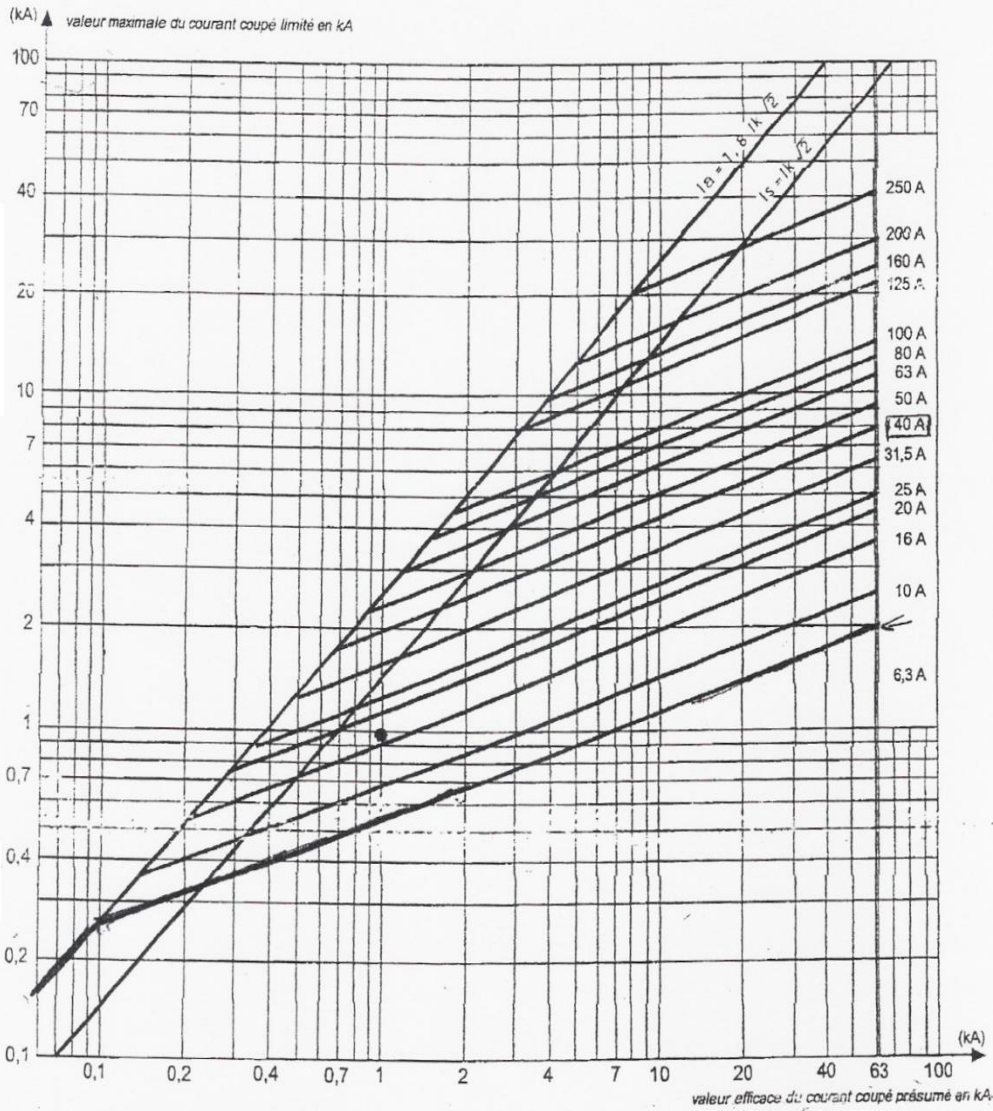
\*les résistances sont données à ± 10% pour une température de 20 °C

Σχήμα 4.19

Fusibles

Types de fusibles

Fusarc CF  
 Courbes de limitation



Le diagramme donne la valeur maximale du courant coupé limité en fonction de la valeur efficace du courant qui aurait pu s'établir en l'absence du fusible.

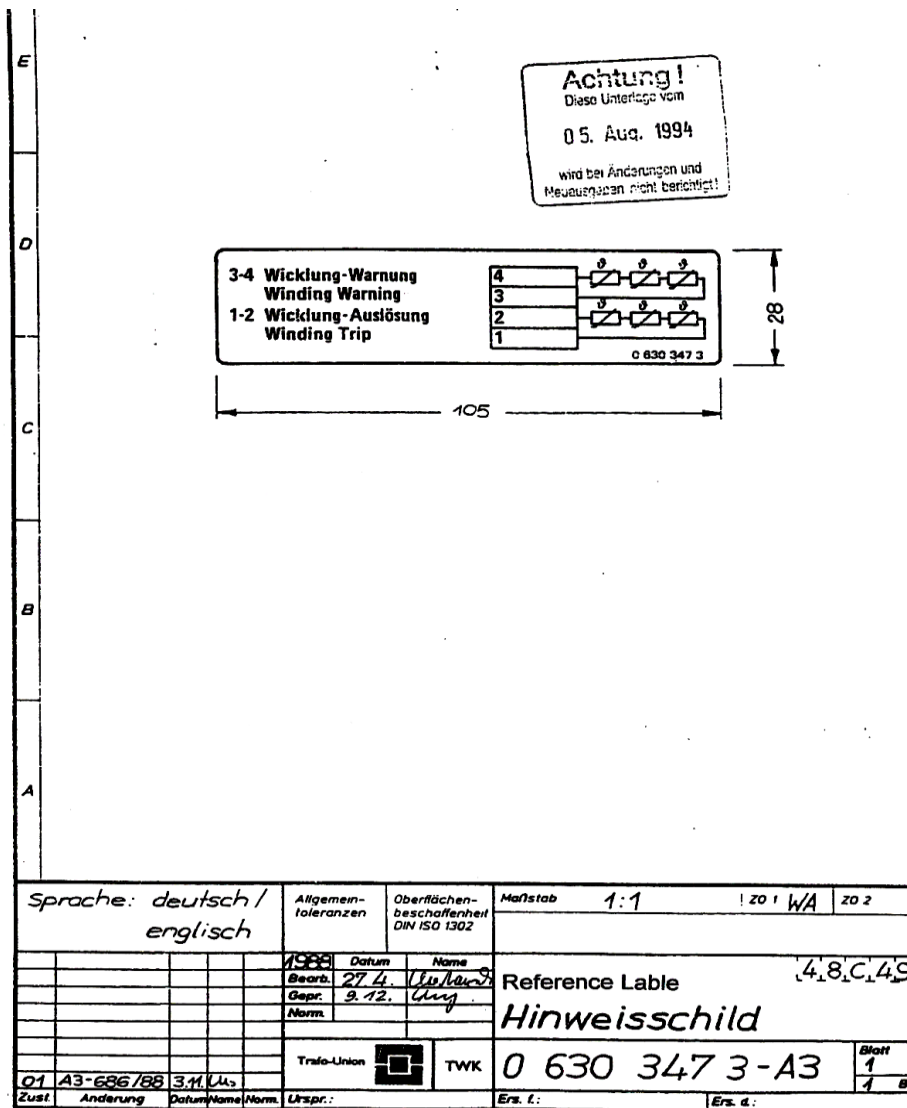
Σχήμα 4.20



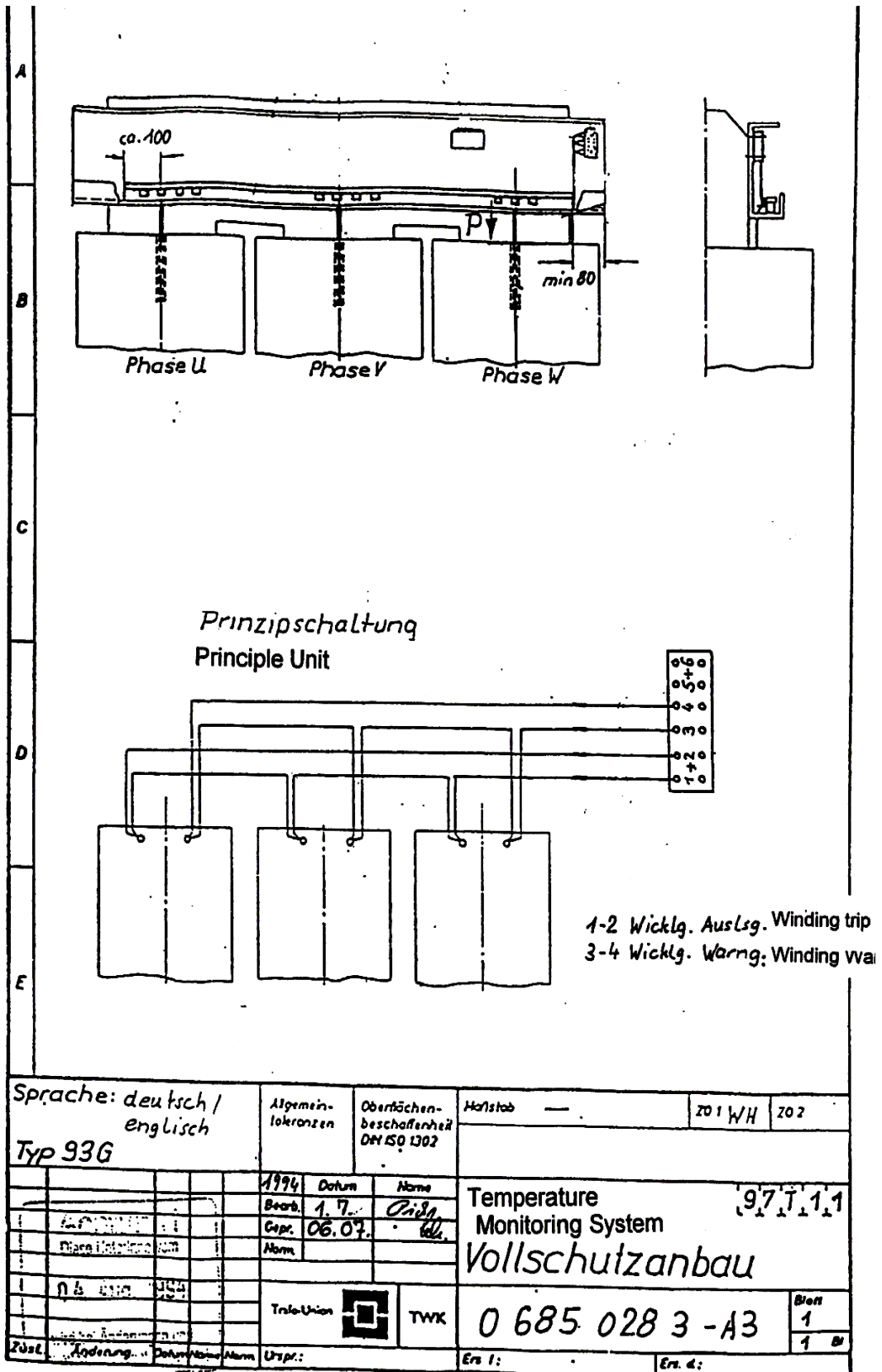
### 4.5.2 Έλεγχος θερμοκρασίας

Επίσης ο ξηρός μετασχηματιστής εκτός από τις ασφάλειες έχει προστασία που ελέγχει την θερμοκρασία του, αυτό επιτυγχάνεται με θερμίστορ PTC. Σε κάθε τύλιγμα χαμηλής υπάρχει υποδοχή στην οποία τοποθετούνται δύο αισθητήρες. Έτσι έχουμε τρεις αισθητήρες για το πρώτο στάδιο ελέγχου θερμοκρασίας που είναι ρυθμισμένοι στους 150°C και τρεις αισθητήρες για το δεύτερο στάδιο ελέγχου στους 170°C. Οι αισθητήρες συνεργάζονται με ένα κύκλωμα αυτοματισμού. Στο πρώτο στάδιο δίνει ενδεικτικό σήμα προειδοποίησης, ενώ στο δεύτερο στάδιο δίνει εντολή απόζευξης στον LBS/2. Το relay που επιτηρεί τα θερμίστορ είναι τύπου ZIEHLD717 και στη μία επαφή (T1-T2) συνδέονται τα τρία θερμίστορ. Το relay λειτουργεί με τάση 230 V AC και όταν τα θερμίστορ διαβάζουν την ανάλογη μη επιθυμητή θερμοκρασία (στις επαφές τους T1-T2) το αντιλαμβάνεται μία μονάδα και δίνει σήμα συναγερμού ή απόζευξης ανάλογα με το στάδιο θερμοκρασίας που επιτηρούν.

#### 4.5.2.1 Σχέδιο θερμίστορ

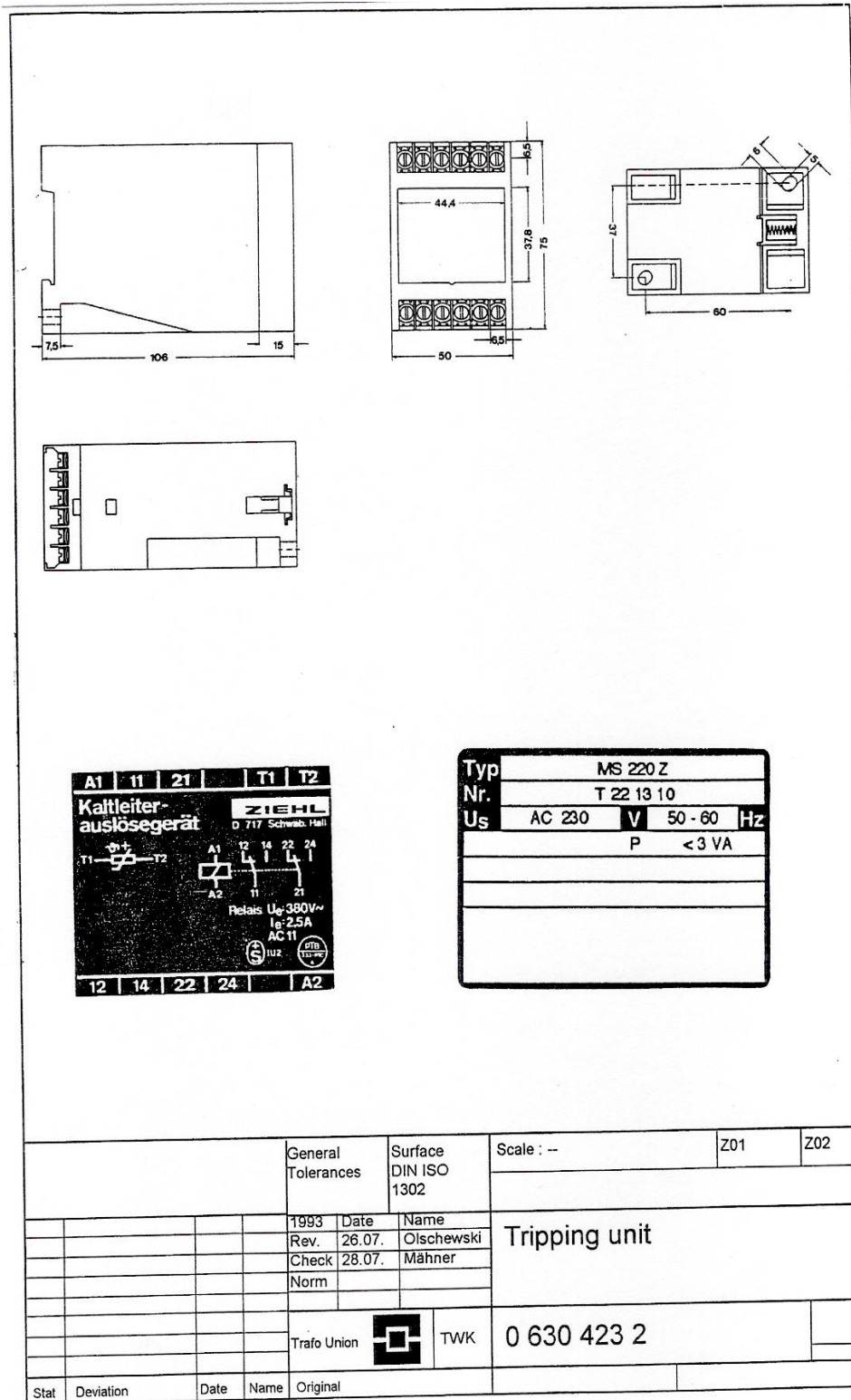


Σχήμα 4.21



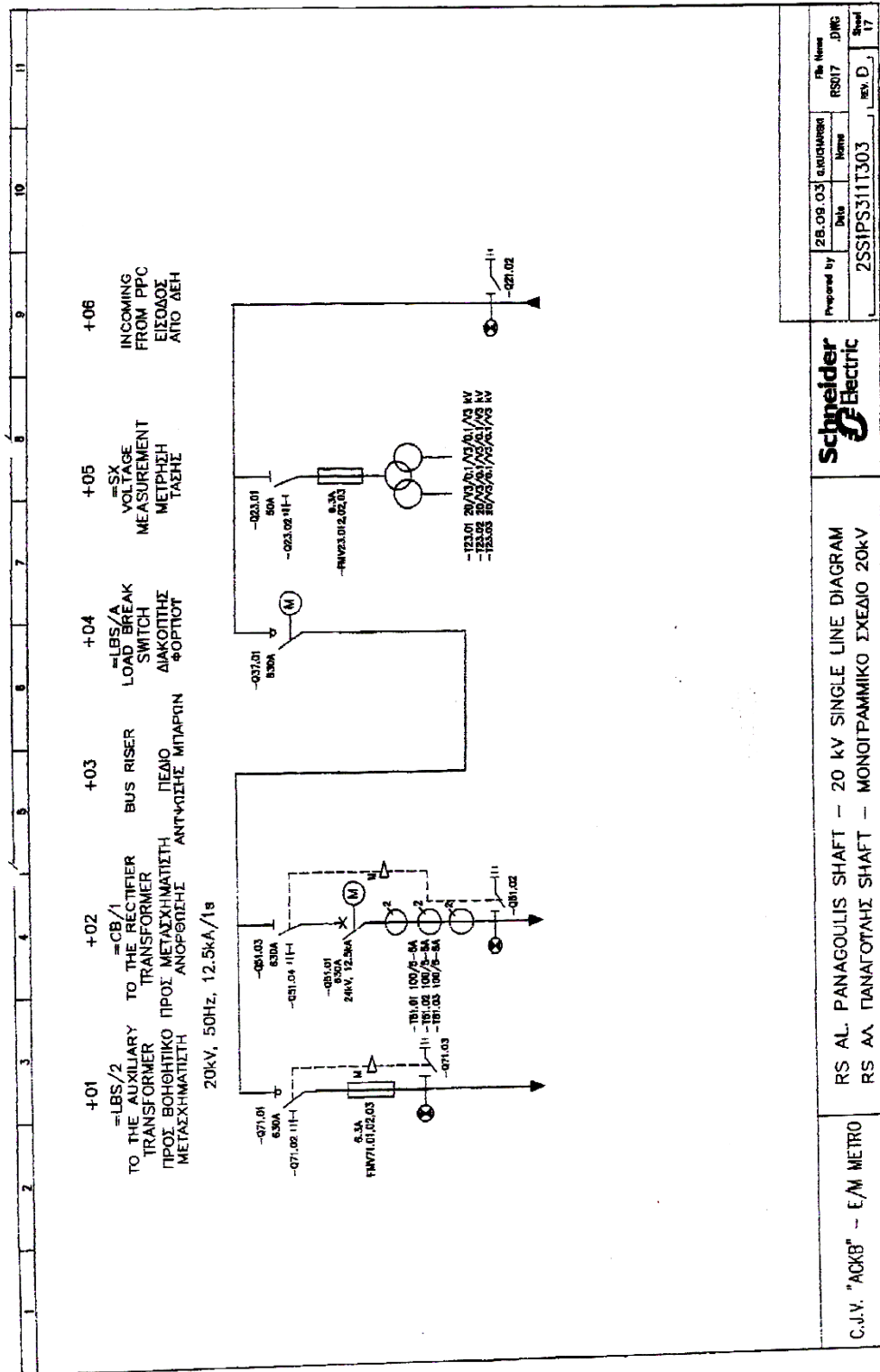
Σχήμα 4.22

4.5.2.2 Σχέδιο μονάδας απόζευξης



Σχήμα 4.23

### 4.5.3 Μονογραμμικό σχέδιο Μ/Σ 20kV



Prepared by	25.09.03	Authorisation	File Name
Date	RS017	Name	DRG
25SIPS311T303	rev. D	Sheet	17

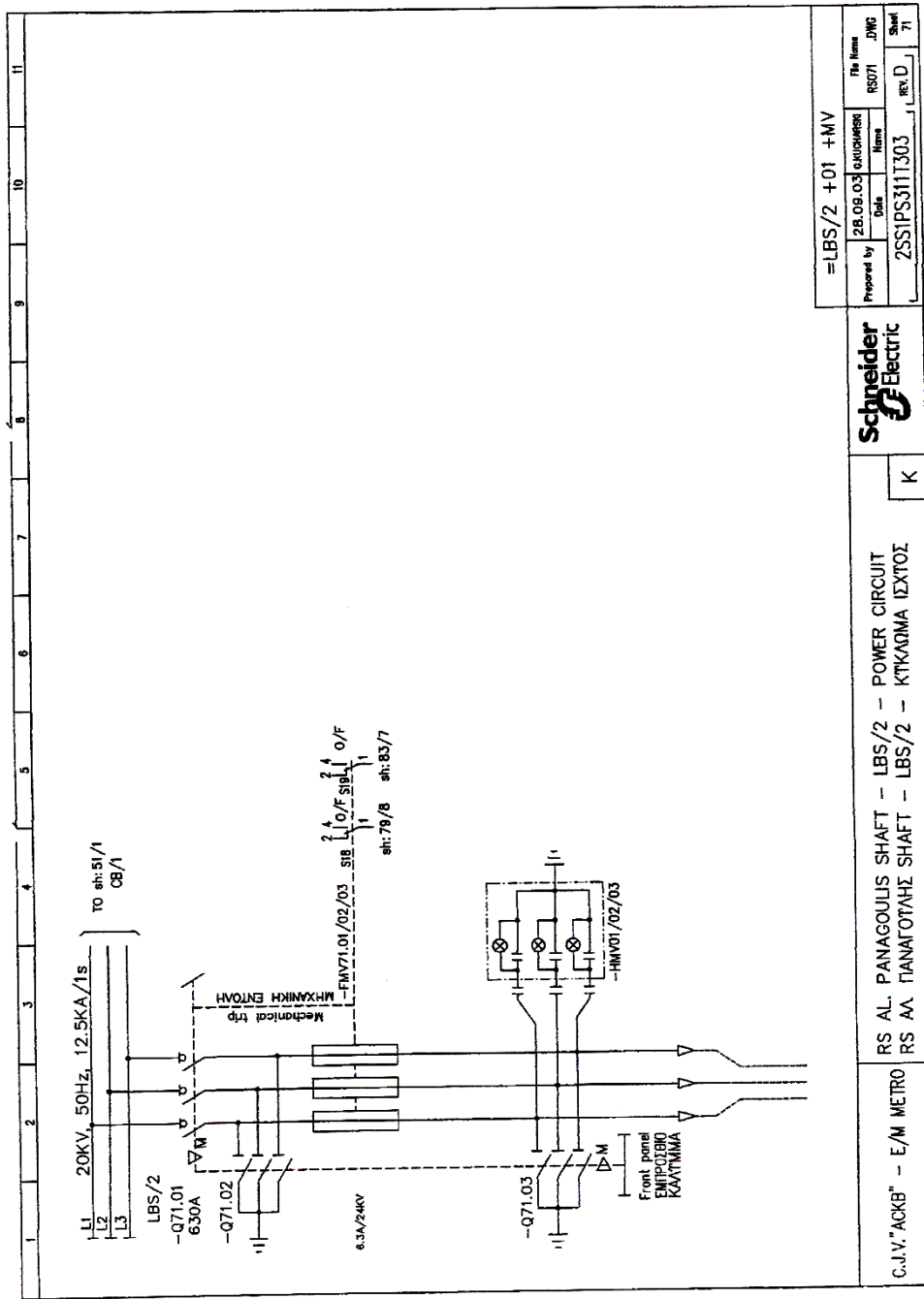


RS AL. PANAGIULIS SHAFT - 20 kV SINGLE LINE DIAGRAM  
 RS ΑΛ ΠΑΝΑΓΙΟΥΛΗΣ ΣΗΑΦΤ - ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ 20kV

C.J.V. "ACKB" - E/M METRO

Σχήμα 4.24

### 4.5.4 Κύκλωμα ισχύος



Σχήμα 4.25

## 5<sup>ο</sup> Κεφάλαιο

### ΓΕΙΩΣΗ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ

#### 5.1 Περιγραφή

Μέσα στον χώρο του υποσταθμού ανόρθωσης υπάρχει μία μπάρα χαλκού (secondary earthing busbar).

Αυτή η μπάρα είναι ενωμένη αγώγιμα με χάλκινο αγωγό διατομής 95mm<sup>2</sup> με την κεντρική μπάρα σύνδεσης του σταθμού. Στην κεντρική ενώνεται η θεμελιακή μπάρα του σταθμού (main earth busbar).

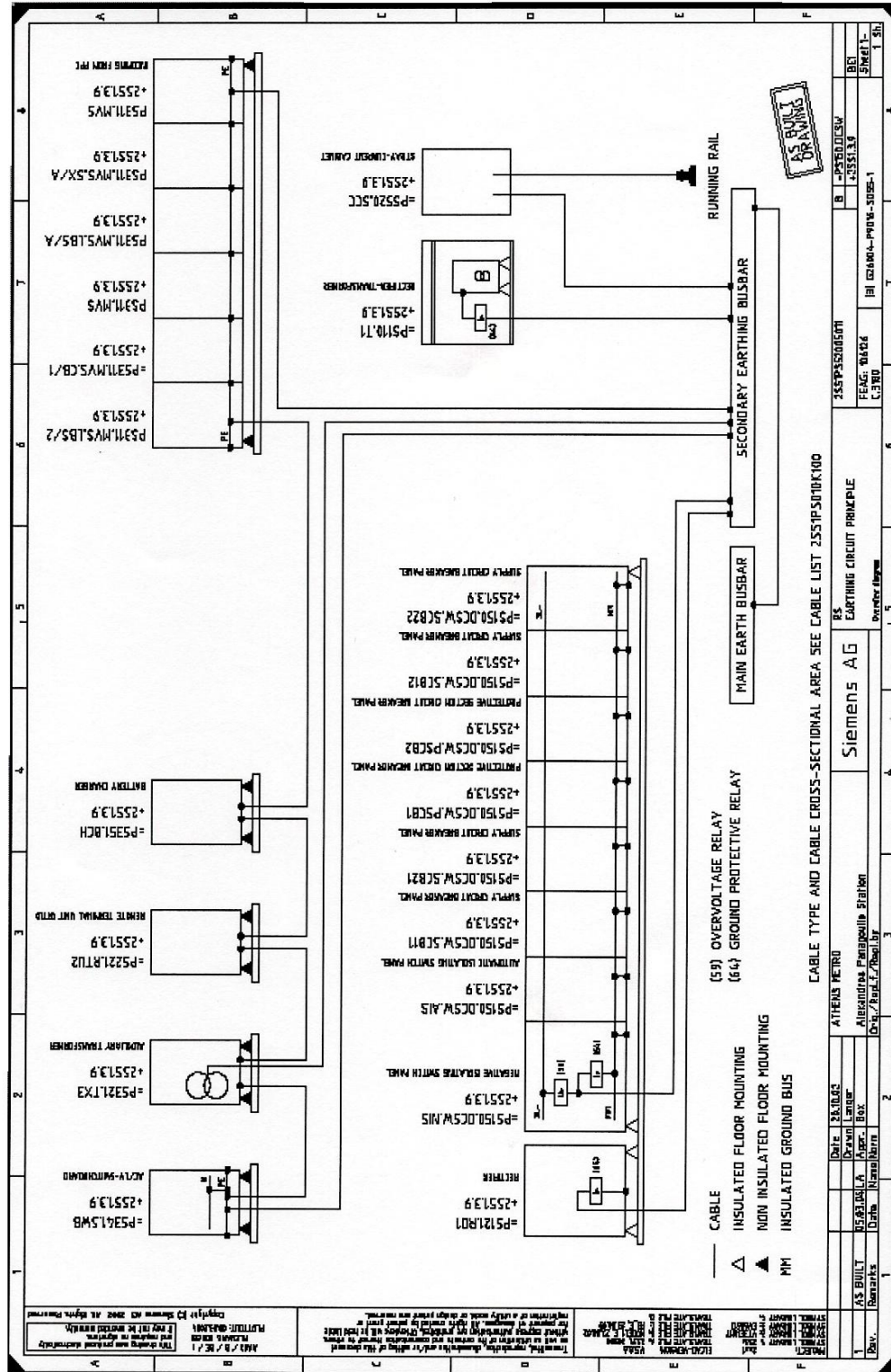
Στη χάλκινη μπάρα που βρίσκεται μέσα στο χώρο του υποσταθμού ανόρθωσης συνδέουμε όλες τις επιμέρους γειώσεις του υποσταθμού.

- Γείωση πίνακα 400V
- Γείωση πίνακα 20 KV
- Γείωση Μετασχηματιστή Ανόρθωσης
- Γείωση Μονάδας Ανορθωτή
- Γείωση πίνακα 750 V DC
- Γείωση Battery Charger
- Τον ουδέτερο κόμβο του Ξηρού Μετασχηματιστή

Η γείωση αυτή ελέγχεται μία φορά το χρόνο, με γειωσόμετρο.

Η επιθυμητή τιμή ως προς τη γη είναι μικρότερη του 1 Ω.

## 5.2 Κύκλωμα γείωσης



Σχήμα 5.1

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- 1. ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΕΤΑΙΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Α.Μ.Ε.Λ.)**
- 2. ΑΡΧΕΙΟ-ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΧΕΔΙΩΝ ΤΜΗΜΑΤΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΔΟΤΗΣΗΣ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΕΤΑΙΡΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Α.Μ.Ε.Λ.)**
- 3. MANUAL ΗΛΕΚΤΡΟΝΟΜΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΕΝΑΝΤΙ ΔΙΑΡΡΟΗΣ (RELAY 64)**
- 4. MANUAL ΣΥΣΚΕΥΗΣ SEPAM 1000 GROUP SCHNEIDER(ΣΥΣΚΕΥΗ ΣΦΑΛΜΑΤΩΝ)**
- 5. MANUAL Μ/Σ 20 KV ΛΑΔΙΟΥ ΑΝΟΡΘΩΣΗΣ MERLIN GERIN**
- 6. MANUAL Μ/Σ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ SCHNEIDER ELECTRIC**
- 7. MANUAL ΦΟΡΤΙΣΤΗ ΜΠΑΤΑΡΙΩΝ CHLORIDE POWER ELECTRONICS**
- 8. MANUAL ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ 750VDC GEARAPID SE 1000, AEG/GE Power Control**
- 9. MANUAL Μ/Σ 750VDC GEC ALSTROM**
- 10. MANUAL ΑΝΟΡΘΩΤΗ 750VDC GEC ALSTROM**
- 11. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΠΙΝΑΚΩΝ X.T.**
- 12. SIEMENS, GERMANY**
- 13. ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΑΣΦΑΛΕΙΩΝ ΤΗΞΕΩΣ FUSARC CF, FRANCE**



## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

### ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΚΟ ΥΛΙΚΟ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΡΑΚΤΙΚΗ ΜΟΥ ΑΣΚΗΣΗ ΣΤΗΝ ΑΤΤΙΚΟ ΜΕΤΡΟ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ (Α.Μ.Ε.Λ.)



ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ Μ.Τ. ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ



ΑΝΟΡΘΩΤΗΣ Μ.Τ. ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ



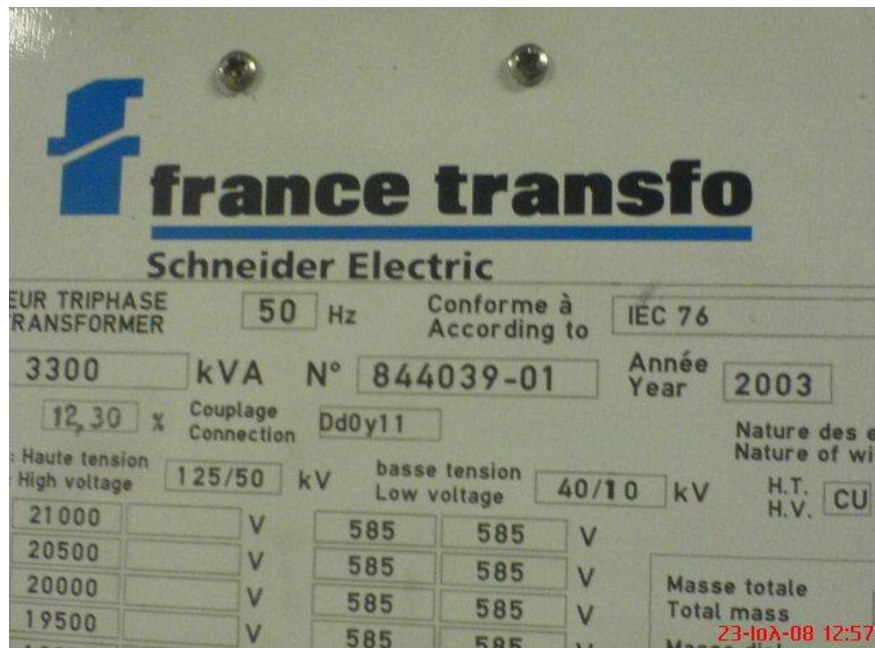
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ Μ.Τ. ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΟΝΑΣΤΗΡΑΚΙ



ΠΙΝΑΚΑΣ Χ.Τ. ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ



ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ SCB Μ.Τ. ΣΤΑΘΜΟΣ ΜΕΓΑΡΟ ΜΟΥΣΙΚΗΣ



ΠΙΝΑΚΙΔΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ Μ.Τ ΣΤΑΘΜΟΣ ΠΑΝΟΡΜΟΥ

**Αθήνα**

**Μάιος 2012**