



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΡΗΤΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

Μελέτη, παρουσίαση και ανάλυση της λειτουργίας
υποσταθμού ανόρθωσης σε συστήματα υπογείων αστικών
σιδηροδρόμων (ΜΕΤΡΟ).

ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΣ 2010

Στουφή Σ. Αγγελική

Επιβλέπων: Συλλιγνάκης Ε. Ιωάννης

Στην οικογένεια μου,

Περίληψη

Σκοπός αυτής της πτυχιακής εργασίας είναι η περιγραφή, η ανάλυση και ο τρόπος λειτουργίας ενός υποσταθμού ανόρθωσης του δικτύου του Μετρό Αθηνών καθώς και με ποιους τρόπους διασφαλίζεται η προστασία και η ασφάλεια του επιβατικού κοινού.

Η εργασία αυτή χωρίζεται σε έξι (6) κεφάλαια ενώ περιλαμβάνει και δύο (2) Παραρτήματα. Στο πρώτο γίνεται μια εισαγωγή στα συστήματα των αστικών σιδηροδρόμων και μια γενική περιγραφή του χώρου του υποσταθμού ανόρθωσης.

Στο δεύτερο κεφάλαιο αναφέρονται οι γενικές διαφορές μεταξύ των μετασχηματιστών και στη συνέχεια ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή του Μετασχηματιστή ανόρθωσης και πως προστατεύεται.

Στο τρίτο κεφάλαιο αναφέρονται σχετικές πληροφορίες για σταθμούς του μετρό σε μεγάλες πόλεις του εξωτερικού και για τα συστήματα HVDC. Στη συνέχεια ακολουθεί μια αναλυτική περιγραφή της ανορθωτικής διάταξης που υλοποιείται στον υποσταθμό της παρούσας εργασίας και πως προστατεύεται.

Στο τέταρτο κεφάλαιο αναλύονται το σύστημα του φορτιστή μπαταριών (battery charger) και η μονάδα του ξηρού Μετασχηματιστή και τρόποι προστασίας .

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι λειτουργίες αλληλασφαλίσεων στους υποσταθμούς έλξης, οι τρόποι προστασίας, καθώς επίσης και το σύστημα πυροπροστασίας και γείωσης.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται μια προσομοίωση του συστήματος μετασχηματιστής-ανορθωτική γέφυρα του εν λόγω υποσταθμού στο λογισμικό πακέτο MATLAB-Simulink.

Τέλος, στα παραρτήματα παρουσιάζονται κάποια τεχνικά χαρακτηριστικά καθώς και σχέδια του εξοπλισμού του υποσταθμού.

Τελειώνοντας θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της προσπάθειάς μου κ. Συλλιγνάκη Ιωάννη, εργαστηριακό συνεργάτη του τμήματος Ηλεκτρολογίας για τις συμβουλές και την καθοδήγηση του κατά την εκπόνηση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Κατσή Γεώργιο ηλεκτρολόγο μηχανικό του εργοταξίου της ΑΜΕΛ για την πολύτιμη βοήθεια του και το χρόνο που μου αφιέρωσε.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1^ο:

Εισαγωγή στα συστήματα αστικών σιδηροδρόμων και τους υποσταθμούς ανόρθωσης.

1.1 Πίνακας Μέσης Τάσης.....	9
1.1.1 Γενική Περιγραφή.....	9
1.1.2 Κύρια Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά.....	12
1.2 Μετασχηματιστής Ανόρθωσης.....	14
1.2.1 Γενική Περιγραφή.....	14
1.2.2 Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά.....	15
1.3 Μονάδα Ανορθωτή.....	17
1.3.1 Γενική Περιγραφή.....	17
1.4 Πίνακας Συνεχούς Ρεύματος	20
1.4.1 Γενική Περιγραφή.....	20
1.5 Φορτιστής Μπαταριών.....	24
1.5.1 Γενική Περιγραφή.....	24
1.6 Βοηθητικός Μετασχηματιστής.....	26
1.6.1 Γενική Περιγραφή.....	26
1.7 Πίνακας Χαμηλής Τάσης.....	28
1.7.1 Γενική Περιγραφή.....	28
1.8 Τερματική Μονάδα Ελέγχου Και Τηλεχειρισμού.....	29
1.8.1 Γενική Περιγραφή.....	29

Κεφάλαιο 2^ο:

Μετασχηματιστής Ανόρθωσης

2.1 Γενικά για τους Μετασχηματιστές.....	31
2.2 Μετασχηματιστής Ανόρθωσης.....	33
2.3 Προστασίες Μετασχηματιστή Ανόρθωσης.....	39
2.3.1 Προστασία για την υπόταση και έλλειψη.....	39
2.3.2 Προστασία για υπερένταση και διαρροή ως προς γη.....	40

2.3.2.1 Συσκευή SEPAM.....	40
2.3.2.2 Πρόσοψη – Μηνύματα.....	41
2.3.3 Προστασία DGPT2.....	44
2.3.3.1 Θερμοκρασία.....	44
2.3.3.2 Έλεγχος Πίεσης Λαδιού.....	44
2.3.3.3 Έλεγχος στάθμης λαδιού και αερίων.....	44
2.3.4 Βαλβίδα εκτόνωσης.....	46
2.3.5 Προστασία κατ'α της διαρροής ως προς γη.....	47
2.3.6 Προστασία για διαρροή πλαισίου.....	48

Κεφάλαιο 3^ο :

Μονάδα Ανορθωτή

3.1 Γενικά.....	49
3.1.1 Υποσταθμοί ανόρθωσης στο εξωτερικό.....	49
3.1.2 Συστήματα HVDC.....	52
3.2 Περιγραφή Μονάδας Ανορθωτή.....	53
3.3 Προστασίες Μονάδα Ανορθωτή.....	62
3.3.1 Προστασία ενάντια στη θερμοκρασία.....	62
3.3.2 Προστασία για διαρροή πλαισίου.....	64

Κεφάλαιο 4^ο :

Σύστημα Φορτιστή Μπαταριών και Ξηρός Μετασχηματιστής

4.1 Σύστημα Φορτιστή Μπαταριών.....	65
4.1.1 Γενική Περιγραφή.....	65
4.2 Ξηρός Μετασχηματιστής.....	72
4.2.1 Γενική Περιγραφή.....	72
4.2.2 Προστασίες Ξηρού Μετασχηματιστή.....	75
4.2.2.1 Ασφάλειες.....	75
4.2.2.2 Έλεγχος Θερμοκρασίας.....	77

Κεφάλαιο 5^ο :

Λειτουργίες Αλληλασφαλίσεων στους Υ/Σ Έλξης

5.1 Λειτουργίες Αλληλασφαλίσεων στους Υ/Σ Έλξης.....	78
5.1.1 Γενική Περιγραφή.....	78
5.1.2 Προστασίες και συσκευή τηλεαπόζευξης.....	80
5.1.2.1 Προστασία I_{max}	81
5.1.2.2 Προστασία ΔI	82
5.1.2.3 Προστασία di/dt	85
5.1.2.4 Διαρροή πλαισίου ως προς γη.....	86
5.1.2.5 Υπέρταση.....	87
5.2 Σύστημα Γενικής Απόζευξης.....	87
5.2.1 Γενική Περιγραφή.....	87
5.3 Κομβία Έκτακτης Ανάγκης	88
5.3.1 Γενική Περιγραφή.....	88
5.4 Σύστημα Πυρασφάλειας Υποσταθμού Ανόρθωσης.....	90
5.4.1 Γενική Περιγραφή.....	90
5.5 Γείωση Υποσταθμού Ανόρθωσης.....	91
5.5.1 Γενική Περιγραφή.....	91

Κεφάλαιο 6^ο :

Προσομοίωση με MATLAB.....	93
Παράρτημα Α.....	101
Παράρτημα Β.....	122
Βιβλιογραφία.....	132

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.0 Εισαγωγή στα συστήματα αστικών σιδηροδρόμων και τους υποσταθμούς ανόρθωσης.

Η κατασκευή ενός μετρό είναι από τα τεχνικά έργα όπου έχουν μεγάλο αριθμό πολυσύνθετων και διαφορετικών αντικειμένων.

Η πρώτη γραμμή (Γραμμή 1) του δικτύου της Αθήνας εξυπηρετεί την διαδρομή από την Κηφισιά ως τον Πειραιά διασχίζοντας την Αθήνα. Αυτή η γραμμή ηλεκτροδοτήθηκε το 1904 και λειτουργούσε με βάση την αρχή της τρίτης ηλεκτροφόρας ράβδου των 600 Volt (σήμερα είναι και αυτή 750 Volt Σ.Ρ.). Η γραμμή 2 εξυπηρετεί την διαδρομή από τον σταθμό του Αγ. Αντωνίου ως τον σταθμό του Αγ. Δημητρίου. Τέλος η γραμμή 3 εξυπηρετεί την διαδρομή από τον σταθμό του Αιγάλεω ως τον σταθμό του Αεροδρομίου. Οι γραμμές 2 και 3 που ανήκουν στο δίκτυο του μετρό έχουν σχεδιαστεί ώστε να διακινούν περίπου 550.000 – 600.000 ημερησίως. Εποπτεύονται από το κέντρο ελέγχου που βρίσκεται στο Σύνταγμα στο κέντρο του συστήματος και λειτουργούν με την αρχή της τρίτης ηλεκτροφόρας ράβδου των 750 Volt Σ.Ρ.

Κάθε γραμμή του μετρό τροφοδοτείται από δέκα υποσταθμούς έλξης που είναι εγκατεστημένοι κατά μήκος των γραμμών. Επίσης έχουμε 2 επιπλέον υποσταθμούς στα αμαξοστάσια (Σεπόλια – Σταυρός).

Η κάθε γραμμή χωρίζεται σε ζώνες ρεύματος έλξης. Ως ζώνη θεωρείται το τμήμα της ηλεκτροφόρου γραμμής στο οποίο διαχωρίζεται η τροφοδοσία του. Βρίσκεται μεταξύ δύο υποσταθμών έλξης και κάθε ζώνη είναι ανεξάρτητη από κάθε άλλη από πλευράς παροχής ισχύος. Επειδή η τροφοδοσία είναι παράλληλη διαπιστώνουμε ότι η κάθε ζώνη τροφοδοτείται από δύο σημεία από δύο διαφορετικούς υποσταθμούς.

Σκοπός των υποσταθμών ανόρθωσης είναι η τροφοδοσία της ηλεκτροφόρου γραμμής με συνεχή τάση 750 Volt Σ.Ρ. Αν ένας Υ/Σ πάθει βλάβη, το φορτίο του αναλαμβάνουν οι άλλοι χωρίς επίπτωση στην κυκλοφορία. Σε βλάβη περισσότερων του ενός Υ/Σ λαμβάνονται μέτρα για την

κυκλοφορία. Το δίκτυο έλξης του μετρό Αθηνών έχει υπολογιστεί για ελάχιστη χρονοαπόσταση 100 δευτερολέπτων.

Κάθε υποσταθμός ανόρθωσης τροφοδοτείται από μια παροχή ΔΕΗ μέσης τάσης 20KV και έχει ισχύ 3,3,MVA. Παράλληλα τροφοδοτεί και τις δύο ηλεκτροφόρους γραμμές.

Σε κάθε υποσταθμό έλξης έχει εγκατασταθεί ο παρακάτω εξοπλισμός:

- Πίνακας Μ.Τ. 20kV
- Μ/Σ Ανόρθωσης 3,3 MVA 20kV/2X585V AC
- Ανορθωτική διάταξη 2X585V AC → 750V DC
- Πίνακας διανομής συνεχούς ρεύματος (750V DC)
- Σύστημα αδιάλειπτης παροχής 110V DC (φορτιστής μπαταριών + συστοιχίες μπαταριών), με αυτονομία εκτέλεσης χειρισμών και παροχής ισχύος σε βοηθητικά κυκλώματα του υποσταθμού έλξης για 6ώρες.
- Βοηθητικός Μ/Σ 50 KVA 20/0.4kV
- Πίνακας διανομής Χ.Τ. 400V AC για την τροφοδοσία των ιδιοκαταναλώσεων του υποσταθμού.
- Τερματική μονάδα ελέγχου και τηλεχειρισμού (RTU) για λήψη εντολών και μετάδοση σημάτων από και προς το Κέντρο Ελέγχου λειτουργίας.

1.1 Πίνακας Μέσης Τάσης (20kV)

1.1.1 Γενική περιγραφή

Ο πίνακας μέσης τάσης (φωτ. 1) σε ένα υποσταθμό έλξης αποτελείται από 6 πεδία. Είναι απλής σειράς ζυγών, μεταλλικής επένδυσης, εσωτερικού χώρου με εύκολη επέκταση για την κάλυψη μελλοντικών αναγκών. Τα καλώδια μπορούν να συνδεθούν από μπροστά. Μπορούν να συνδεθούν καλώδια ξηρού τύπου έως των 240mm².

Η πρόσβαση στον εξοπλισμό Μέσης Τάσης είναι δυνατή από το εμπρόσθιο κάλυμμα, που είναι μηχανικά μανδαλωμένο με το γειωτή.

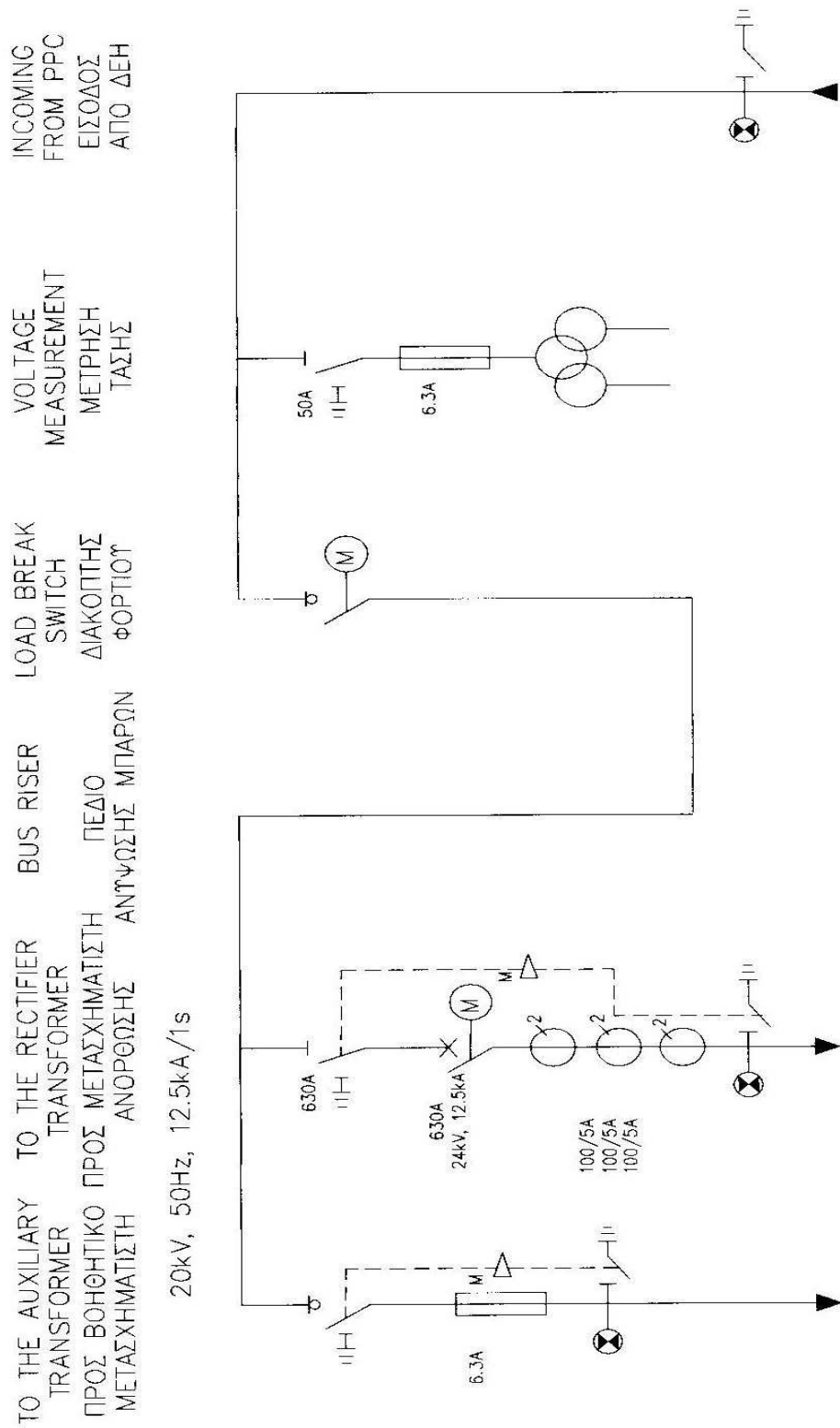
- Το πρώτο πεδίο (τύπου GAM) είναι το πεδίο εισόδου των 20 KV από τον πίνακα της ΔΕΗ. Το πεδίο αυτό περιλαμβάνει και έναν γειωτή που χρησιμοποιείται κατά την συντήρηση και ο οποίος είναι κλειδωμένος από την ΔΕΗ. Συγκεκριμένα μας δίνει την δυνατότητα να γειώσουμε τα καλώδια που μας έρχονται από την παροχή 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 παραμένουσα τάση επικίνδυνη για τον άνθρωπο.
- Το δεύτερο πεδίο (τύπου CM) είναι το πεδίο μέτρησης της τάσης. Περιλαμβάνει έναν αποζεύκτη 50 A, ασφάλειες 6.3 A και μετασχηματιστή εποξειδικής ρητίνης για την μέτρηση της τάσης. Τέλος το πεδίο αυτό έχει ένα ηλεκτρονόμο ελλείψεως τάσης και ένα ηλεκτρονόμο δευτερογενούς προστασίας για προστασία από βραχυκύκλωμα, σφάλμα ως προς τη γη και για υπερεντάσεις.
- Το τρίτο πεδίο (τύπου MB) είναι εξοπλισμένο με ένα διακόπτη φορτίου 630 A (τύπου LBS/A) και είναι αυτό που τροφοδοτεί με ρεύμα τους διακόπτες που είναι συνδεδεμένοι με τα φορτία. Η ύπαρξη αυτού του διακόπτη αναγκάζει τις μπάρες να κατέβουν προς τα κάτω και ο πίνακας να χωρίζεται σε 2 μέρη.
- Το τέταρτο πεδίο (τύπου GBM) είναι πεδίο ανύψωσης. Για κατασκευαστικούς λόγους μεταφέρει τις μπάρες σε ψηλότερο σημείο στον πίνακα.

- Το πέμπτο πεδίο (τύπου DM1/A(CB1)) είναι το πιο σημαντικό πεδίο γιατί είναι το πεδίο που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή έλξης. Αποτελείται από έναν αποζεύκτη φορτίου και από κάτω βρίσκεται ένας αυτόματος διακόπτης ισχύος 630 A (τύπου CB), 24 KV, 12.5 KA/ 1s αερίου SF₆ και πηνίο έλλειψης τάσεως. 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.
- Το έκτο και τελευταίο πεδίο (τύπου QM(LBS/2)) περιλαμβάνει έναν αποζεύκτη 630 A και ασφάλειες 6.3 A. Από αυτό το πεδίο τροφοδοτείται ο ξηρός μετασχηματιστής ο οποίος τροφοδοτεί βοηθητικά κυκλώματα του υποσταθμού ανόρθωσης.

Όλα τα πεδία στο άνω μέρος τους φέρουν το πεδίο του αυτοματισμού. Ο αυτοματισμός όπως και στους πίνακες μέσης τάσης των υποσταθμών φωτισμού επιτυγχάνεται με την χρήση ηλεκτρονόμων μανδάλωσης και συναγερμών. Η βοηθητική τάση του αυτοματισμού είναι τα 110V DC. Τέλος για την διατήρηση της θερμοκρασίας μέσα στα διαμερίσματα του αυτοματισμού υπάρχουν αντιστάσεις θέρμανσης 50W οι οποίες λειτουργούν με τάση 230 V.

Γενικές περιγραφές των πεδίων βρίσκονται στην παράγραφο Α1 του παραρτήματος Α.

Σχήμα 1.1 Μονογραμμικό Διάγραμμα του πίνακα 20 KV ενός υποσταθμού ανόρθωσης.



1.1.2 Κύρια Ηλεκτρικά Χαρακτηριστικά Πίνακα Μ.Τ.

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

Φωτ. 1 Πίνακας Μέσης Τάσης.



1.2 Μετασχηματιστής Ανόρθωσης

1.2.1 Γενική περιγραφή

Το βασικότερο μέρος στο σύστημα έλξης του μετρό είναι η μετατροπή του εναλλασσόμενου ρεύματος της ΔΕΗ σε συνεχές που χρησιμοποιείται από τα τρένα για την κίνηση τους. Η μετατροπή αυτή γίνεται μέσω ενός μετασχηματιστή συλικονούχου λαδιού 20/0.585 KV των 3300KVA (φωτ. 2). Το πρωτεύον του μετασχηματιστή είναι τρίγωνο αλλά η ιδιαιτερότητα του είναι τα δύο δευτερεύοντα τυλίγματα του, ένας αστέρας και ένα τρίγωνο. Η ύπαρξη των δυο δευτερευόντων πηνίων είναι για να πετυχαίνουμε καλύτερη ποιότητα ανόρθωσης.

Ο μετασχηματιστής έχει προστασία κατά της διαρροής ως προς τη γη. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια μονωμένων τροχών με τις οποίες στηρίζεται στο έδαφος. Η μοναδική αγωγίμη σύνδεση ως προς τη θεμελιακή γείωση είναι μέσω ενός H/N διαρροής ώστε αν υπάρξει οποιαδήποτε διαρροή ρεύματος προς το κέλυφος του μετασχηματιστή να διακόπτεται η τροφοδοσία του.

Επίσης υπάρχει και ένας H/N προστασίας στην κορυφή του μετασχηματιστή ο οποίος είναι υπεύθυνος για :

- α) να δίνει σήμα συναγερμού όταν η εσωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 90° C.
- β) να δίνει σήμα για την διακοπή της παροχής όταν η εσωτερική θερμοκρασία υπερβαίνει τους 100° C.
- γ) να δίνει σήμα για την διακοπή της παροχής σε περίπτωση υπερπίεσης.
- δ) να ελέγχει εσωτερικά την στάθμη του λαδιού.

1.2.2 Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ο μετασχηματιστής θα πρέπει να φέρνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

α) Φάσεις και συχνότητα

- Αριθμός φάσεων πρωτεύοντος: 3
- Αριθμός φάσεων δευτερεύοντος: (2 X 3) = 6
- Ονομαστική συχνότητα : 50 HZ
- Πρωτεύουσες λήψεις : $\pm 2 \times 2.5\%$

β) Ονομαστική τάση μεταξύ φάσεων και συνδεσμολογία

- Πρωτεύον : 20 KV (τρίγωνο)
- Δευτερεύον (εν κενώ) 2 X 585 V τρίγωνο, αστέρας

Αναλυτικότερα τα κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά του Μετασχηματιστή βρίσκονται στην παράγραφο Α2 του παραρτήματος Α.

Φωτ. 2 Μετασχηματιστής Ανόρθωσης



1.3 Μονάδα Ανορθωτή

1.3.1 Γενική Περιγραφή

Η παροχή συνεχούς ρεύματος εξασφαλίζεται από έναν ανορθωτή κατάλληλα συνδεδεμένο με τον μετασχηματιστή (φωτ. 3). Ο ανορθωτής αποτελείται από δυο τριφασικές γέφυρες διόδων 2Χ585V AC, παράλληλα συνδεδεμένες με 12-παλμική τάση εξόδου τάσης 750V DC υπό ονομαστικό φορτίο η οποία τροφοδοτεί το σύστημα της ηλεκτροφόρου τροχιάς (σχ. 1.3).

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.

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).

Οι ανορθωτές είναι κατάλληλοι για παράλληλη λειτουργία, με τάση δικτύου 750V DC, η οποία μπορεί να αυξηθεί έως τα 900V DC εν κενό ή κατά την ηλεκτρική πέδηση των συρμών. Επιπρόσθετα μπορούν να υπόκεινται σε μεταβατικές κρουστικές τάσεις μέχρι 3 KV μεταξύ θετικών και αρνητικών πόλων.

Οι μονάδες ανορθωτών έχουν σχεδιαστεί για να λειτουργούν σε εσωτερικούς χώρους και εγκαθίστανται στους υπόγειους υποσταθμούς έλξης εντός η πλησίον των επιβατικών σταθμών.

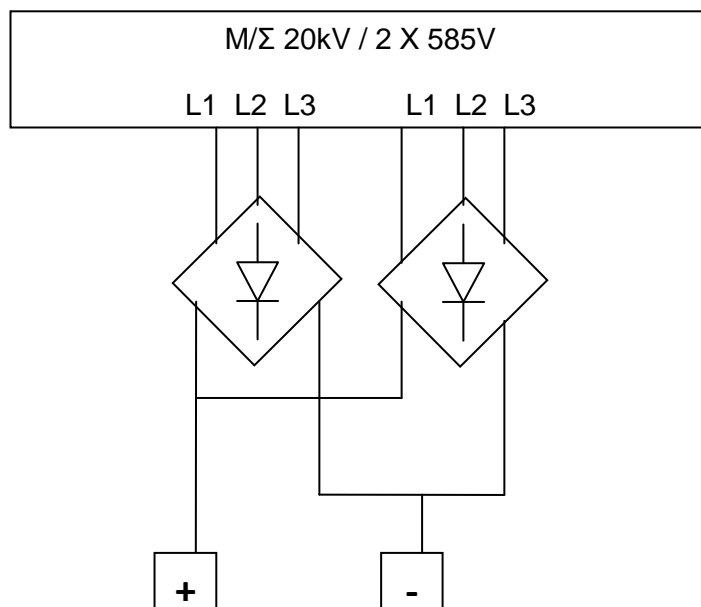
Όπως και ο μετασχηματιστής αντίστοιχα και ο ανορθωτής είναι μονωμένος ως προς το έδαφος και υπάρχει αγωγίμη σύνδεση μεταξύ των μεταλλικών μερών του ανορθωτή και θεμελιακής γείωσης μέσω ενός ηλεκτρονόμου διαφυγής ρεύματος για τυχόν διαρροή αυτού.

Για την απαγωγή και μείωση θερμοκρασίας όσον αφορά την λειτουργία των διόδων υπάρχουν ειδικές ψήκτρες που τις περιβάλλουν. Σε περίπτωση ανόδου θερμοκρασίας υπάρχει ένα πρώτο στάδιο συναγερμού και ένα δεύτερο που διακόπτει την τροφοδοσία του ανορθωτή από τον μετασχηματιστή.

Όπως και στον υπόλοιπο εξοπλισμό του υποσταθμού αντίστοιχα και η μονάδα του ανορθωτή έχει βοηθητική τάση λειτουργίας 110V DC. Επίσης για την διατήρηση της θερμοκρασίας υπάρχει ειδική αντίσταση που λειτουργεί με 230V AC μέσα στο διαμέρισμα του αυτοματισμού.

Τα Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά της Μονάδας του Ανορθωτή βρίσκονται στη παράγραφο Α3 του Παραρτήματος Α.

Σχήμα 1.3 Συνδεσμολογία ανορθωτή



Φωτ. 3 Μονάδα Ανορθωτή



1.4 Πίνακας Συνεχούς Ρεύματος (750V DC)

1.4.1 Γενική περιγραφή

Η τάση των 750V DC που προκύπτει από την έξοδο του ανορθωτή καταλήγει στον πίνακα συνεχούς ρεύματος (φωτ. 4) ο οποίος μέσω διακοπών ισχύος τροφοδοτεί την ηλεκτροφόρο γραμμή (3^η γραμμή - 3rd rail).

Η τροφοδοσία της ηλεκτροφόρου γραμμής από τον πίνακα χωρίζει το σύστημα σε δύο τομείς. Οι τομείς είναι τμήματα της γραμμής τα οποία με κατάλληλους χειρισμούς διακοπών μπορούν να απομονωθούν. Ο πρώτος τομέας είναι το τμήμα πριν από τον υποσταθμό και ο δεύτερος τομέας μετά τον υποσταθμό. Ανάμεσα στους δυο τομείς υπάρχει και ένα μικρό τμήμα το οποίο χρησιμοποιείται μόνο για την αλλαγή της τροχιάς των συρμών και τροφοδοτείται από τον πίνακα ανεξάρτητα.

Ο πίνακας που τροφοδοτεί με 750V DC αποτελείται από 8 πεδία διακοπής κυκλωμάτων (σχ. 1.4):

- Το 1^ο πεδίο αποτελείται από ένα διακόπτη απομόνωσης αρνητικής φάσης (NIS- Negative Isolating Switch). Πρόκειται για έναν αποζεύκτη που επιτρέπει ή όχι την διέλευση του αρνητικού από τον ανορθωτή στις τροχιές. Το άνοιγμα και το κλείσιμο του διακόπτη γίνεται με μηχανικό τρόπο και η μηχανική μανδάλωση του με τον πίνακα Μ.Τ. εξασφαλίζει ότι μπορεί να κλείσει μόνο όταν ο ανορθωτής δεν λειτουργεί.
- Το 2^ο πεδίο αποτελείται από έναν αυτόματο διακόπτη απομόνωσης (AIS – Automatic Isolating Switch). Στο πεδίο αυτό τα 750 V από τον ανορθωτή μεταφέρονται στην κεντρική μπάρα του πίνακα συνεχούς ρεύματος. Πρόκειται για έναν αποζεύκτη που ανοίγει και κλείνει με ηλεκτρικό τρόπο και η μηχανική μανδάλωση του με τον αυτόματο διακόπτη ισχύος 20KV του πίνακα Μ.Τ. εξασφαλίζει ότι για να κλείσει θα πρέπει ο διακόπτης ισχύος να μείνει ανοιχτός παρέχοντας απομόνωση της ανορθωτικής διάταξης σε περιπτώσεις σφάλματος αυτής.
- Το 3^ο και 4^ο πεδίο αποτελούνται από διακόπτες ισχύος τροφοδοσίας (HSCB/SCB – High Speed Circuit Breakers/Section Circuit breakers) που τροφοδοτούν την ηλεκτροφόρο γραμμή της τροχιάς 1 και 2 του

πρώτου τομέα (πριν από τον υποσταθμό). Πρόκειται για διακόπτες υψηλής ταχύτητας με μηχανισμό ούτως ώστε όταν δοθεί εντολή απόζευξης από κάποια διάταξη ο διακόπτης ισχύος να μπορεί να ανοίξει κατά την φάση κλεισίματος. Ο χειρισμός τους γίνεται ηλεκτρικά με συγκράτηση μέσω μηχανικής μανδάλωσης και δυνατότητα απόζευξης τόσο μέσω πηνίου που λειτουργεί με πρόσδοση τάσης όσο και μέσω πηνίου έλλειψης τάσης.

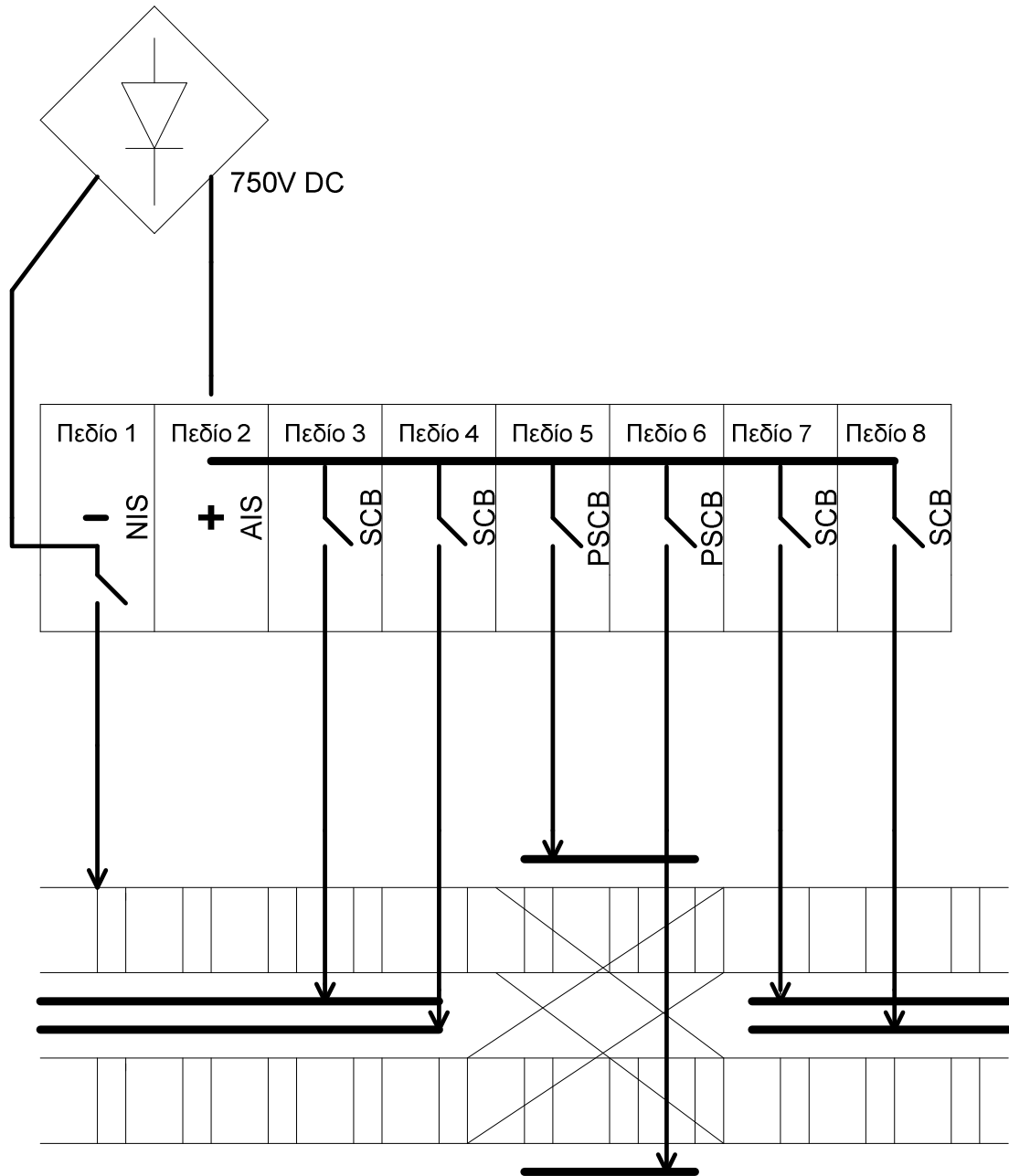
- Το 5^ο και 6^ο πεδίο αποτελούνται από δύο διακόπτες ισχύος (HSCB/PSCB – High Speed Circuit Breakers/Protective Section Circuit Breaker) που τροφοδοτούν την ηλεκτροφόρο γραμμή στο ενδιάμεσο τμήμα των τομέων.
- Το 7^ο και 8^ο διακόπτες ισχύος τροφοδοσίας (HSCB/SCB – High Speed Circuit Breakers/Section Circuit breakers) που τροφοδοτούν την ηλεκτροφόρο γραμμή της τροχιάς 1 και 2 του δευτέρου τομέα (μετά τον υποσταθμό).

Οι λειτουργίες του αυτοματισμού για τον κάθε διακόπτη επιτυγχάνονται μέσω Προγραμματιζόμενων Λογικών Ελεγκτών (PLC'S) που βρίσκονται μέσω στο διαμέρισμα του αυτοματισμού. Οι πληροφορίες από το κάθε PLC μεταφέρονται στο πρώτο πεδίο του πίνακα όπου και είναι ο σύνδεσμος για την μεταφορά αυτών στο κέντρο ελέγχου του Συντάγματος. Επίσης ο πίνακας έχει την δυνατότητα μέσω των PLC να τηλεχειρίζεται από το κέντρο ελέγχου καθώς και από κάθε σταθμαρχείο του σταθμού. Ο χειρισμός γίνεται με τη βοήθεια μιμικών διαγραμμάτων που δείχνουν την κατάσταση του κάθε διακόπτη και μέσω αυτού εκτελείται ο ανάλογος χειρισμός. Η σύνδεση του μιμικού διαγράμματος γίνεται μέσω οπτικής ίνας που ξεκινάει από αυτό και καταλήγει στο πρώτο πεδίο του πίνακα.

Όπως και στον υπόλοιπο εξοπλισμό του υποσταθμού αντίστοιχα και η βοηθητική τάση λειτουργίας για τον αυτοματισμό του πίνακα είναι 110V DC. Επίσης το κάθε πεδίο έχει λάμπες φωτισμού και αντιστάσεις θέρμανσης που τροφοδοτούνται με 230V AC.

Τα χαρακτηριστικά των πεδίων του πίνακα και των διακοπών βρίσκονται στη παράγραφο A4 του Παραρτήματος Α.

Σχέδιο 1.4 Σχήμα Λειτουργίας του Πίνακα Σ.Ρ.



Φωτ. 4 Πίνακας Συνεχούς Ρεύματος



1.5 Φορτιστής Μπαταριών (Battery Charger)

1.5.1 Γενική Περιγραφή

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

- για προστασίες
- για χειρισμούς

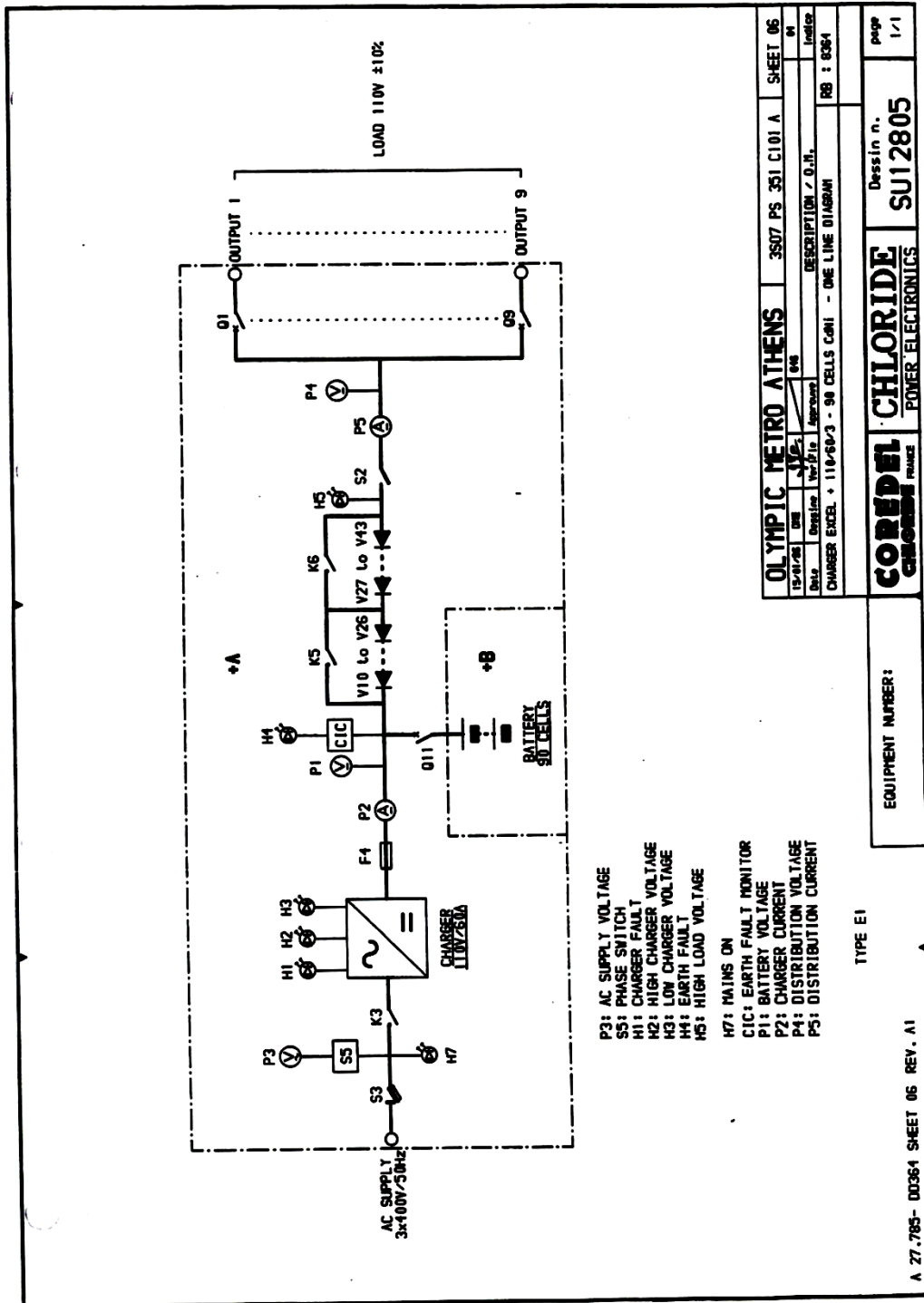
Το παραπάνω σύστημα από δύο κομμάτια: τον φορτιστή και την συστοιχία των μπαταριών.

Οι μπαταρίες του συστήματος είναι Νικελίου-Καδμίου και περιέχουν διαβρωτικό ηλεκτρολύτη Υδροξειδίου του Καλίου. Η συστοιχία των μπαταριών αποτελείται από άθροισμα κυψελών των 12 V. Οι μπαταρίες δοκιμάζονται για να αντέχουν τουλάχιστον 5 ώρες χωρίς φόρτιση και κατά το διάστημα αυτό να μπορούν να εκτελούν δυο κύκλους ζεύξης-απόζευξης για όλο τον εξοπλισμό και τα συστήματα.

Ο φορτιστής είναι τύπου COREDEL, CHLORIDE FRANCE και τροφοδοτείται με μια τριφασική παροχή από τον πίνακα Χαμηλής Τάσης του υποσταθμού. Ένας Μ/Σ διπλής απομόνωσης και μια ανορθωτική διάταξη, που αποτελείται από τρία thyristors και τρεις διόδους για την ανόρθωση και εξομάλυνση της διαφοράς δυναμικού DC ελέγχοντας τη γωνία αγωγής του thyristor αναλαμβάνουν την μετατροπή του 230V AC σε 110V DC και κάνει την διανομή στα φορτία η φορτίζει τις μπαταρίες αν αυτό είναι αναγκαίο.

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Φορτιστή Μπαταριών βρίσκονται στη παράγραφο Α5 του Παραρτήματος Α.

Σχήμα 1.5 Μονογραμμικό Σχέδιο Φορτιστή Μπαταριών



1.6 Βοηθητικός Μετασχηματιστής

1.6.1 Γενική Περιγραφή

Σε κάθε υποσταθμό έλξης υπάρχει και ένας βοηθητικός μετασχηματιστής 20/0.42 KV. Επειδή ο υποσταθμός έλξης είναι ανεξάρτητος από όλα τα άλλα συστήματα του μέτρο, οι ανάγκες του σε χαμηλή τάση καλύπτονται σε πλήρη αυτονομία από τον βοηθητικό μετασχηματιστή ισχύος 50 KVA.

Ο μετασχηματιστής είναι ξηρού τύπου, χυτορητίνης εσωτερικού χώρου με ένα πρωτεύον και ένα δευτερεύον πηνίο.

Ο μετασχηματιστής έχει πυρήνα με τρία σκέλη. Το συγκρότημα του πυρήνα αποτελείται από επάλληλα ελάσματα μαγνητικού χάλυβα προσανατολισμένων κόκκων, με μόνωση στις δύο πλευρές. Για τον περιορισμό του θορύβου, μεταξύ του συγκροτήματος του πυρήνα και των περιελίξεων παρεμβάλλονται αντικραδασμικά παρεμβύσματα.

1.6.2 Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Σύμφωνα με τις τεχνικές προδιαγραφές ο μετασχηματιστής θα πρέπει να φέρνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

α) Φάσεις και συχνότητα

- Αριθμός φάσεων: 3
- Ονομαστική συχνότητα: 50 HZ

β) Ονομαστική τάση μεταξύ φάσεων και συνδεσμολογία

- Πρωτεύον: 20 kV τρίγωνο
- Δευτερεύον: 420 V αστέρας

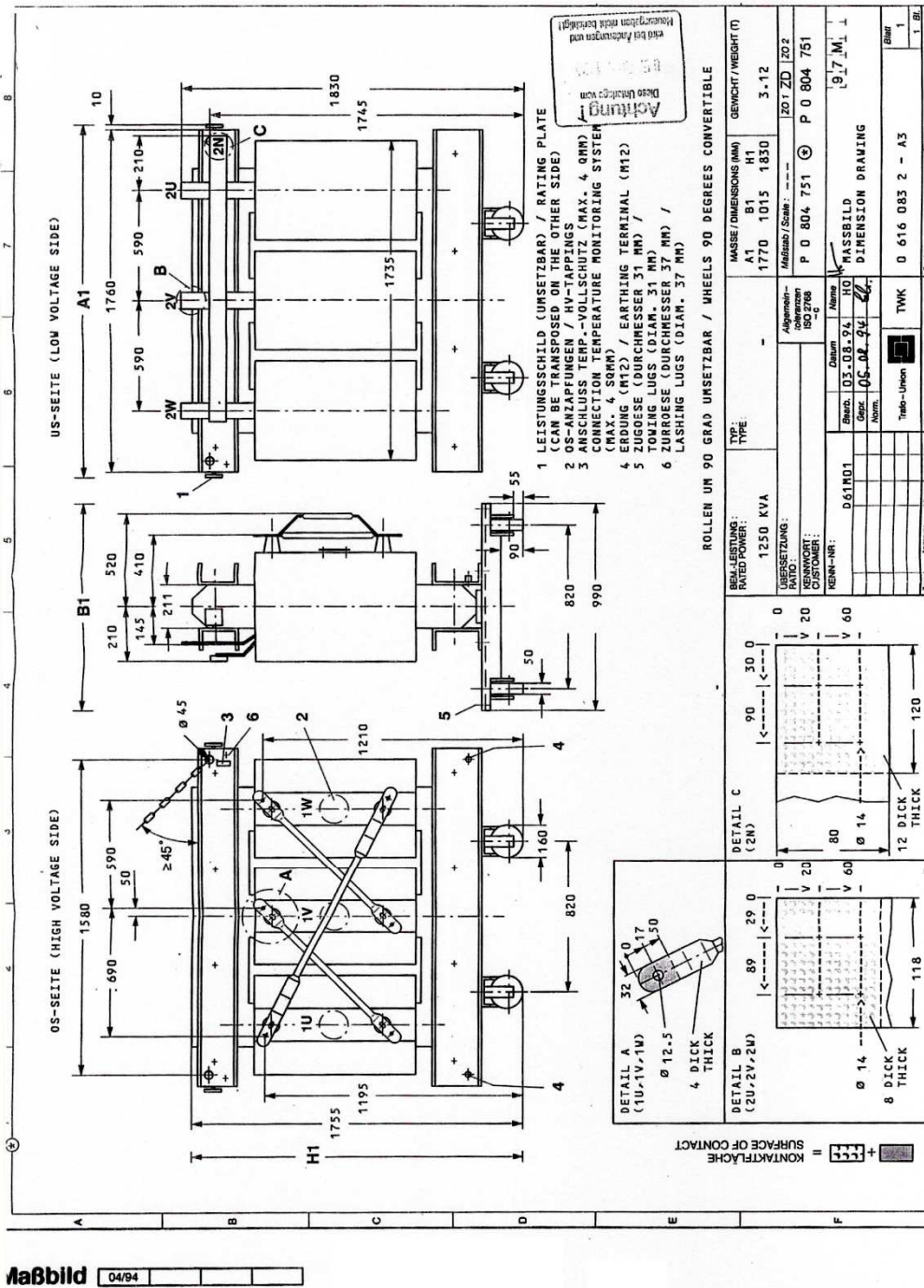
γ) Επίπεδο μόνωσης

- Πρωτεύον: 50 KV
- Δευτερεύον: 3 KV

δ) Ενδιάμεσες λήψεις : $\pm 2 \times 2,5\%$ (χειρισμός χωρίς φορτίο)

Αναλυτικότερα τα τεχνικά στοιχεία του Μετασχηματιστή βρίσκονται στη παράγραφο Α6 του Παραρτήματος Α.

Σχήμα 1.6 Κατασκευαστικό Σχέδιο Λεπτομερειών Μετασχηματιστή



1.7 Πίνακας Χαμηλής Τάσης 400V

1.7.1 Γενική Περιγραφή

Ο πίνακας χαμηλής τάσης 400 V του υποσταθμού ανόρθωσης τροφοδοτείται από το δευτερεύων του ξηρού μετασχηματιστή. Το βασικότερο φορτίο του πίνακα αυτού είναι ο φορτιστής μπαταριών. Για αυτόν τον λόγο η είσοδος του είναι διπλή. Έτσι εκτός από αυτή του μετασχηματιστή έχει και μια η οποία τροφοδοτείται από μια αναχώρηση του γενικού πίνακα χαμηλής τάσης του υποσταθμού φωτισμού (LAS) του σταθμού. Η κανονική παροχή είναι αυτή από τον βοηθητικό μετασχηματιστή και η άλλη χρησιμοποιείται μόνο σε περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο δεν μπορεί να τον τροφοδοτήσει ο μετασχηματιστής.

Γενικά ο πίνακας αυτός τροφοδοτεί :

1. το φωτισμό του υποσταθμού ανόρθωσης
2. τους ρευματοδότες του υποσταθμού ανόρθωσης
3. το φωτισμό του πίνακα 750 V DC του υποσταθμού ανόρθωσης
4. το φωτισμό του πίνακα 20 KV του υποσταθμού ανόρθωσης
5. το φωτισμό της μονάδας του ανορθωτή του υποσταθμού ανόρθωσης
6. το φωτισμό του Battery charger του υποσταθμού ανόρθωσης.

1.8 Τερματική μονάδα ελέγχου και τηλεχειρισμού (RTU)

1.8.1 Γενική Περιγραφή

Η λειτουργία και ο σκοπός των Τερματικών μονάδων Τηλεχειρισμού & Ελέγχου (RTU'S) στους περιφερειακούς σταθμούς είναι να ελέγχουν, να δοκιμάζουν και να παρακολουθούν απευθείας τον εξοπλισμό των διαφόρων συστημάτων παροχής ισχύος και λοιπών ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων. Όλες οι συνδέσεις με τον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό των εγκαταστάσεων γίνεται με απευθείας καλώδια που τροφοδοτούνται από τις μονάδες τηλεχειρισμού (φωτ. 5).

Οι μονάδες αυτές είναι σχεδιασμένες έτσι ώστε μια επέκταση της εγκατάστασης για την κάλυψη μελλοντικών αναγκών να μη παρουσιάζει καμία δυσκολία. Επίσης είναι εφοδιασμένες (πέραν των συσκευών προστασίας και διακοπτικών στοιχείων) με τις κατάλληλες μονάδες εισόδων / εξόδων (π.χ. ψηφιακές, αναλογικές κ.λ.π.) για την εκτέλεση των απαιτούμενων λειτουργιών τους.

Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC's) έχουν εγκατασταθεί εντός των μονάδων (RTU'S) με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- α) Αυτό-επιτήρηση σε βλάβες του συστήματος.
- β) Διαδικασία ανίχνευσης βλαβών για θέματα συντήρησης.
- γ) Ανίχνευση της έλλειψης παροχής ισχύος και αυτό-αποκατάσταση της.
- δ) Εξασφάλιση του συστήματος έναντι οποιαδήποτε βλάβης.
- ε) Περιοδικό έλεγχο της ακριβούς ώρας του ωρολογίου από το ΚΕΛ / δοκιμή.
- στ) Χρονόμετρο.
- ζ) Εντοπισμό βλαβών.

Σε περίπτωση που έχουμε την διάγνωση κάποιου σφάλματος η ένδειξη μας μπορεί να παραμετροποιηθεί σε μια κλάση συναγερμού από το 0 έως το 5. Ο ορισμός της κλάσης του συναγερμού μας δίνει την προτεραιότητα αυτού, έτσι υψηλή κλάση μας δίνει υψηλή προτεραιότητα. Συναγερμοί υπάρχουν για κάθε κατάσταση βλάβης του ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που είναι εγκατεστημένος στους υποσταθμούς, και εμφανίζεται σε πραγματικό χρόνο.

Η τάση τροφοδοσίας των τερματικών μονάδων είναι αυτή των 110 V DC που παίρνουν από τον πίνακα του φορτιστή συσσωρευτών στον υποσταθμό έλξης. Στην πραγματικότητα όμως η τάση της τροφοδοσίας τους δεν είναι και η τάση λειτουργίας. Έτσι λειτουργούν με 48 V DC όσον αφορά τις ψηφιακές μονάδες που προέρχονται από ένα ενσωματωμένο μετατροπέα 110 / 48 V DC . Όσον αφορά τις αναλογικές μονάδες, αυτές θα λειτουργούν με 24 V DC που προέρχονται από ένα άλλο ενσωματωμένο μετατροπέα 110 / 24 V DC.

Φωτ. 5 Μονάδα RTU



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Γενικά για τους Μετασχηματιστές

Οι απώλειες σε ένα Μ/Σ όπως και στις ηλεκτρικές μηχανές εκδηλώνονται τελικά σε ανάπτυξη θερμότητας. Στις στρεφόμενες μηχανές παράγεται συγχρόνως λόγω της περιστροφής, ρεύμα αέρα το οποίο βοηθά στην απαγωγή της παραγόμενης από τις απώλειες θερμότητας. Επειδή όμως οι μετασχηματιστές δεν έχουν κινούμενα μέρη το πρόβλημα ψύξης είναι σοβαρό, και για αυτό δίνεται ιδιαίτερη προβολή στις συνθήκες ψύξης του. Το ψυκτικό μέσο μπορεί να είναι αέρας ή λάδι. Έτσι διακρίνουμε από άποψης ψύξης δύο είδη Μ/Σ.

- α) Ξηρούς μετασχηματιστές με μέσο ψύξης τον αέρα
- β) Ελαίου μετασχηματιστές με μέσο ψύξης το λάδι και έτσι οι απώλειες χαλκού και σιδήρου μεταδίδονται στο λάδι.

Η απαγωγή της θερμότητας γίνεται με τρεις τρόπους:

- α) Δια της αγωγιμότητας όπου η θερμοκρασία μεταφέρεται από σημείο σε σημείο μέσα σε ένα σώμα
- β) Δια ροής ή μεταφοράς, μεταφέροντας τη θερμότητα με την κίνηση του αερίου ή του υγρού και
- γ) Δια ακτινοβολίας μετατρέπεται η θερμική ενέργεια σε ενέργεια ακτινοβολίας και μεταφέρεται χωρίς μεσολάβηση υλικού από σώμα σε σώμα.

Στη ψύξη των Μ/Σ μετέχουν και συνήθως και τα τρία είδη μετάδοσης θερμότητας.

Οι ξηροί Μετασχηματιστές συνδυάζονται με εποξική ρητίνη ή εμποτισμένο χαρτί για ηλεκτρική μόνωση και χρησιμοποιούνται σε περιβάλλον με υψηλό ρίσκο πυρκαγιάς ή όταν υπάρχουν απαιτήσεις για αποφυγή μόλυνσης του περιβάλλοντος. Γενικότερα δεν απαιτούν συντήρηση, έχουν λιγότερες οικοδομικές εργασίες και καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο.

Αν ένας μετασχηματιστής ξηρού τύπου είναι εγκατεστημένος σε κλειστό χώρο, η θερμότητα που αποδίδει στο περιβάλλον πρέπει να απάγεται είτε με φυσική κυκλοφορία αέρα είτε, όταν αυτή δεν επαρκεί, με βεβαιασμένη κίνηση

αέρα. Στην περίπτωση αυτή θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί τεχνητή ψύξη π.χ. ανεμιστήρας (στον υποσταθμό υπάρχει μηχανικός αερισμός μέσω ανοιγμάτων με φίλτρα).

Οι μετασχηματιστές ελαίου είναι εμβαπτισμένοι σε λάδι, το οποίο ψύχει τα τυλίγματα και ταυτόχρονα λειτουργεί ως ηλεκτρική μόνωση. Στο παρελθόν, το PCB (πολυχλωρικό διφαινύλιο) αντιμετωπιζόταν σαν ένα από τα πιο εξυπηρετικά μονωτικά υγρά για τους μετασχηματιστές, εξαιτίας της υψηλής τους αντίστασης στη φωτιά και στις εξαιρετικές ηλεκτρικές του ιδιότητες. Τα PCB's, όμως είναι πολύ δύσκολο να αποσυντεθούν, μπορούν να επισωρευτούν στην τροφική αλυσίδα και μπορεί να αποβούν μοιραία για την δημόσια υγεία. Επιπλέον η καύση τους μπορεί να προκαλέσει εκπομπές που περιέχουν διοξίνες. Συνεπώς τα περισσότερα κράτη επέβαλαν ένα πρόγραμμα για την αφαίρεση όλων των μετασχηματιστών που χρησιμοποιούν το PCB. Σήμερα χρησιμοποιείται ορυκτό ή συνθετικό (σιλικονούχο) λάδι.

Οι μετασχηματιστές που ψύχονται με λάδι πλεονεκτούν έναντι των ξηρών μετασχηματιστών. Σαν ψυκτικό μέσο το λάδι δεν είναι εύφλεκτο, έχει υψηλή διηλεκτρική ικανότητα και παρέχει μεγάλη θερμοκρασιακή σταθερότητα. Επίσης η χρησιμοποίηση του μονωτικού λαδιού παρεμποδίζει τον σχηματισμό μικροσκοπικών φυσαλίδων αέρα στις μονώσεις των τυλιγμάτων. Αν και στους ξηρούς μετασχηματιστές οι μονώσεις από χαρτί εφαρμόζονται πάνω στους αγωγούς με προσοχή, απομένουν μικρά διάκενα μεταξύ των μονώσεων και μεταξύ μονώσεων και αγωγών. Ο αέρας που υπάρχει στα διάκενα αυτά ιονίζεται και μπορεί να προκαλέσει απώλειες και καταστροφή των μονώσεων. Το λάδι όμως γεμίζει τα διάκενα και παρεμποδίζει τον ιονισμό.

Το μονωτικό λάδι τέλος, χρησιμεύει για να απομακρυνθούν τα μικρά, αλλά σημαντικά σε πλήθος, ίχνη ξένων σωμάτων και υγρασίας, που μπορεί να βρίσκονται σε κάθε καινούργιο μετασχηματιστή. Τα ίχνη αυτά απομακρύνονται με την κυκλοφορία του λαδιού, που προκαλείται από διάταξη διήθησης (φίλτρο).

Τέλος οι μετασχηματιστές διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες που έχουν σαν κύριο χαρακτηριστικό την ισχύ:

α) Μετασχηματιστές Διανομής

Χρησιμοποιούνται στα δίκτυα διανομής για να μεταφέρουν ενέργεια από το δίκτυο Μέσης Τάσης στο δίκτυο Χαμηλής Τάσης των καταναλωτών. Η ισχύς τους κυμαίνεται από 50-1600 KVA.

β) Μετασχηματιστές Ισχύος

Χρησιμοποιούνται στους σταθμούς παραγωγής για την ανύψωση της τάσης και στους υποσταθμούς μεταφοράς είτε για την ανύψωση είτε για τον υποβιβασμό της τάσης μέχρι και την Μέση Τάση. Η ισχύς τους είναι κυρίως από 1,6 MVA και πάνω.

2.2 Μετασχηματιστής Ανόρθωσης 3.3 MVA

Όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο το βασικότερο μέρος στο σύστημα έλξης του μετρό είναι η μετατροπή των 20 KV AC της ΔΕΗ σε 750 V DC που χρησιμοποιούν τα τρένα για την κίνηση τους. Η μετατροπή αυτή γίνεται με τη βοήθεια ενός Μετασχηματιστή Ισχύος 3.3 MVA ο οποίος είναι κατάλληλα συνδεδεμένος με μια ανορθωτική διάταξη.

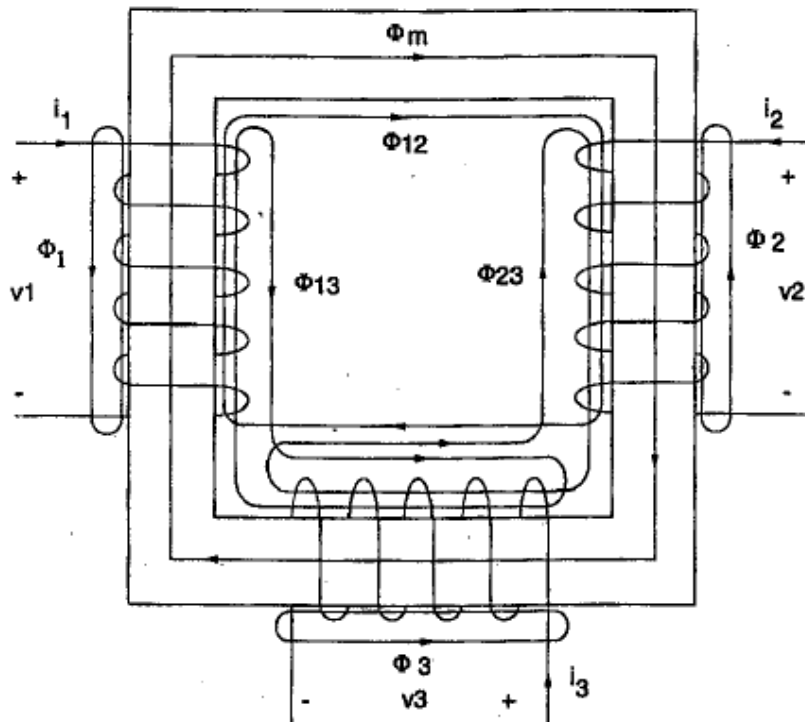
Ο μετασχηματιστής ανόρθωσης είναι ελαίου με σιλικονούχο λάδι, κλειστού τύπου χωρίς δοχείο διαστολής. Το δοχείο λαδιού του μετασχηματιστή αποτελείται από τέτοιο υλικό και έχει κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να διαστέλλεται και να συστέλλεται ανάλογα με τη συστολή-διαστολή του σιλικονούχου λαδιού. Λόγω της ποσότητας του, 20% του συνολικού βάρους του μετασχηματιστή, κάτω από αυτόν είναι κατασκευασμένη ελαιολεκάνη η οποία είναι ικανή να δεχθεί όλη την ποσότητα του ελαίου σε περίπτωση διαρροής και να μην κινδυνέψει από αυτό ο υπόλοιπος εξοπλισμός του υποσταθμού.

Η ονομαστική τάση του πρωτεύοντος είναι 20 KV σε συνδεσμολογία τριγώνου αλλά η ιδιαιτερότητα του μετασχηματιστή είναι η ύπαρξη δύο δευτερευόντων τυλιγμάτων τα οποία έχουν τάση 585 V (έκαστος) και είναι σε συνδεσμολογία αστέρα και τριγώνου (σχ. 2.1 και σχ. 2.2). Ο λόγος των δύο

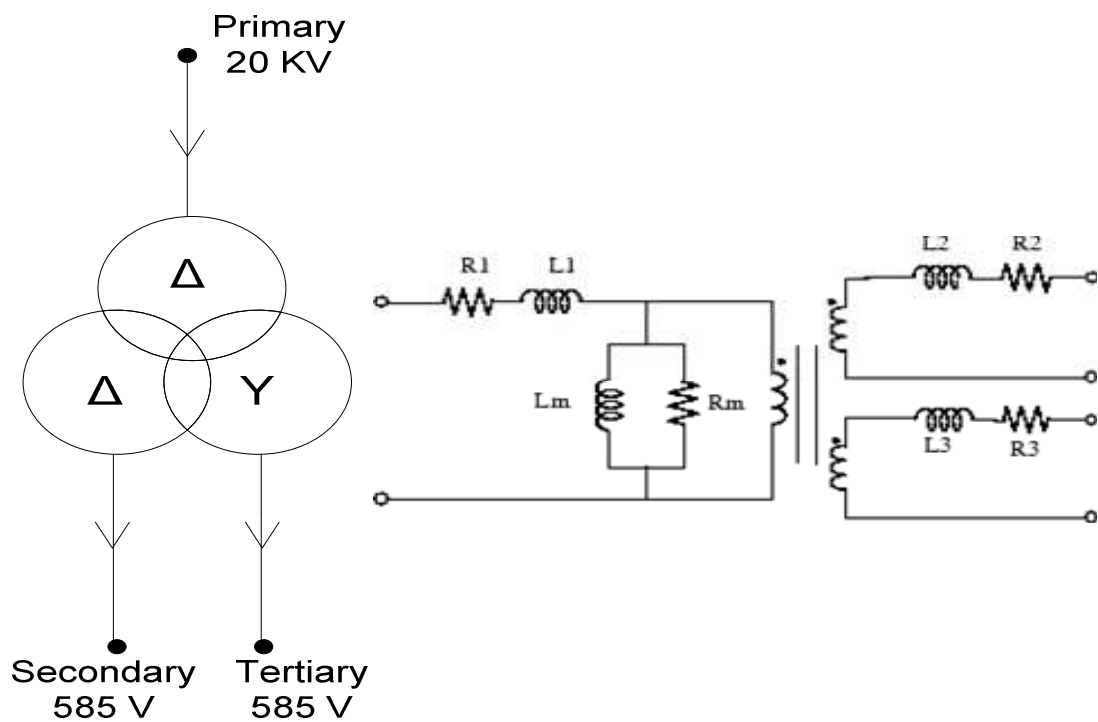
Μελέτη, παρουσίαση και ανάλυση της λειτουργίας Υποσταθμού Ανόρθωσης στο ΜΕΤΡΟ

δευτερευόντων πηνίων είναι για να πετύχουμε καλύτερη ποιότητα ανόρθωσης.

Σχήμα 2.1 Μαγνητικό Κύκλωμα



Σχήμα 2.2 Ισοδύναμο Κύκλωμα Μετασχηματιστή



Στο 1^ο του μετασχηματιστή ανόρθωσης υπάρχει επιλογέας σχέσεων πέντε θέσεων (φωτ. 6). 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 21 KV.

Φωτ. 6 Σχέδιο Μεταλλικής Πινακίδας-Επιλογέας σχέσεων

france transfo a company of
Schneider
Electric

TRANSFORMATEUR TRIPHASE
THREE PHASE TRANSFORMER 50 Hz Conforme à
According to IEC 76

Puissance Power 3300 kVA N° 844776-01 Année Year 2008

Tension de c/c Impedance voltage 12,34 % Couplage Connection Dd0y11 Nature des enroulements Nature of windings

Niveau d'isolement : Haute tension Insulating levels : High voltage 125/50 kV basse tension Low voltage 40/10 kV H.T. CU B.T. CU
H.V. L.V.

Tensions - Voltages	Haute tension / High voltage		basse tension / Low voltage	
	V	V	V	V
Pos 1	21000		585	585
Pos 2	20500		585	585
Pos 3	20000		585	585
Pos 4	19500		585	585
Pos 5	19000		585	585

Masse totale Total mass 14000 kg
 Masse diel. Diel. mass 3100 kg
 Masse à découper Untanking mass 7000 kg
 Dielectrique Insulating liquid SILICONE

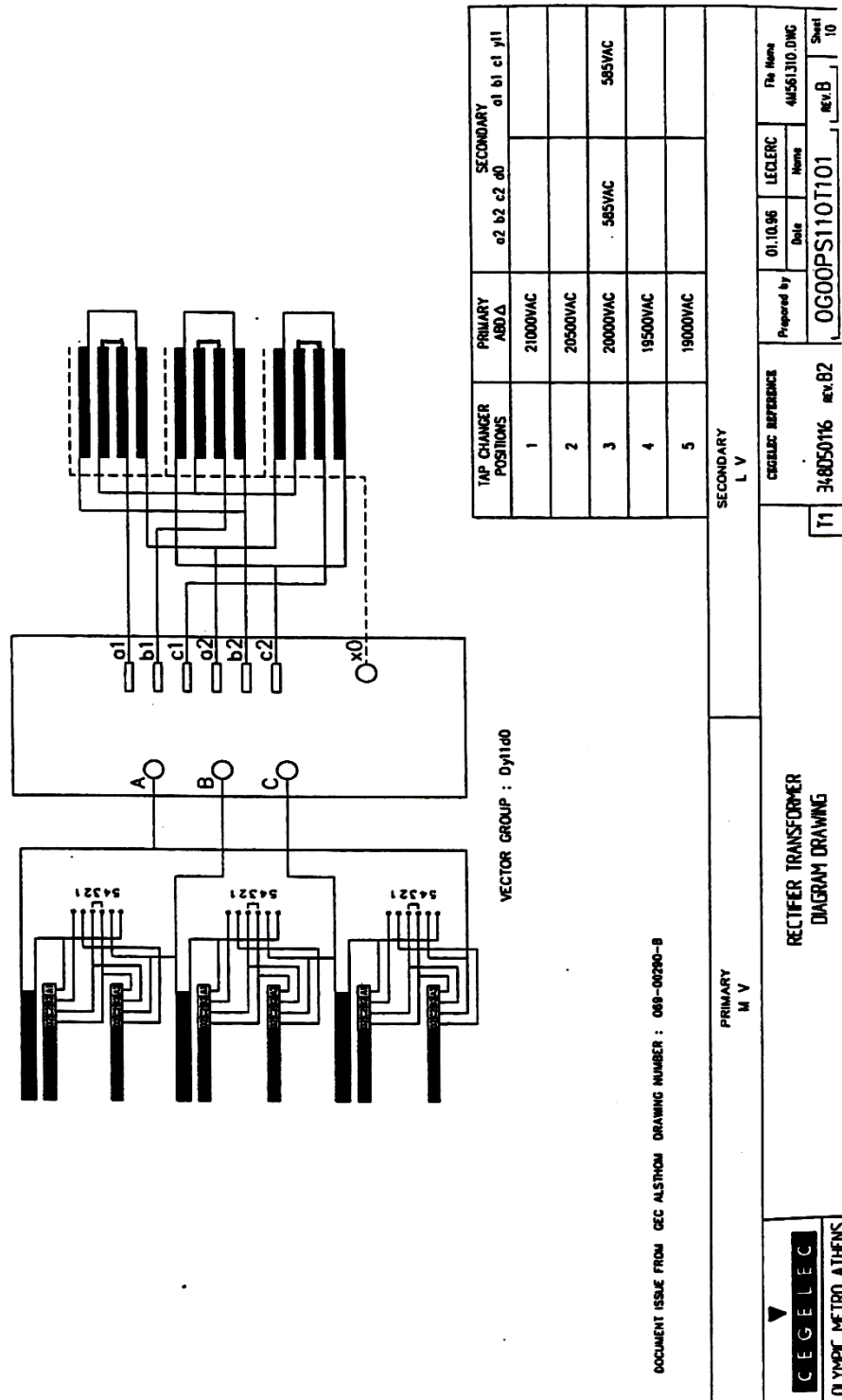
Courants Currents 95.26 A 1628.42 1628.42 A
 Puissance Power 3300 A 1650 1650 A

Mise en service sur In service on Agent et mode refroid. Cooling agent and mode KNAN Débit d'air Air flow m³/h

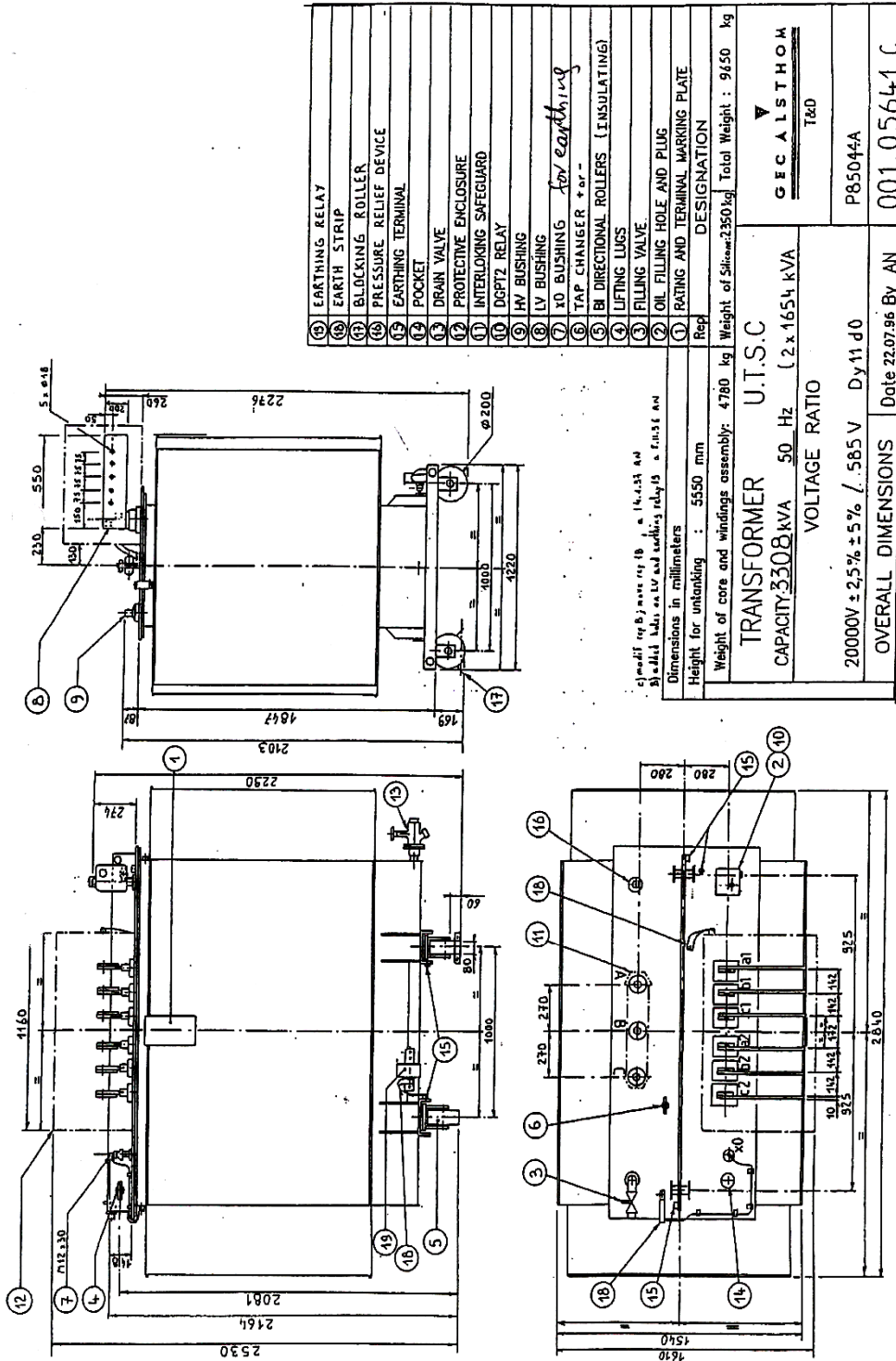
Usine d'Ennery (Moselle) France

n°006-843946

Σχήμα 2.3 Σχέδιο Κύριου Κυκλώματος



Σχήμα 2.5 Κατασκευαστικό Σχέδιο Μετασχηματιστή
(ΚΑΤΟΨΗ-ΠΛΑΓΙΑ ΟΨΗ)



2.3 Προστασίες Μετασχηματιστή

Ο μετασχηματιστής φέρει προστασία για:

- Υπόταση και έλλειψης τάσης 20 KV (μέσω συσκευής SEPAM)
- Υπερένταση και διαρροή ως προς γη (μέσω συσκευής SEPAM)
- Προστασία DGPT2
- Βαλβίδα εκτόνωσης
- Προστασία κατά της διαρροής ως προς γη (μονωμένοι τροχοί)
- Διαρροή πλαισίου (ρελέ διαρροής K-64)

2.3.1 Προστασία για την υπόταση και έλλειψη

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 (Square D. Electrical Protection and Monitoring– Ψηφιακός Η/Ν Προστασίας και Παρακολούθησης). Η συσκευή SEPAM τροφοδοτείται με αδιάλειπτη τάση λειτουργίας 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: $\cong 12 \text{ KV} \times \sqrt{3} \cong 20\text{KV}$ (πολική)

Στο δευτερεύον εκείνη τη στιγμή έχουμε $100\text{V} / \sqrt{3}$ 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.

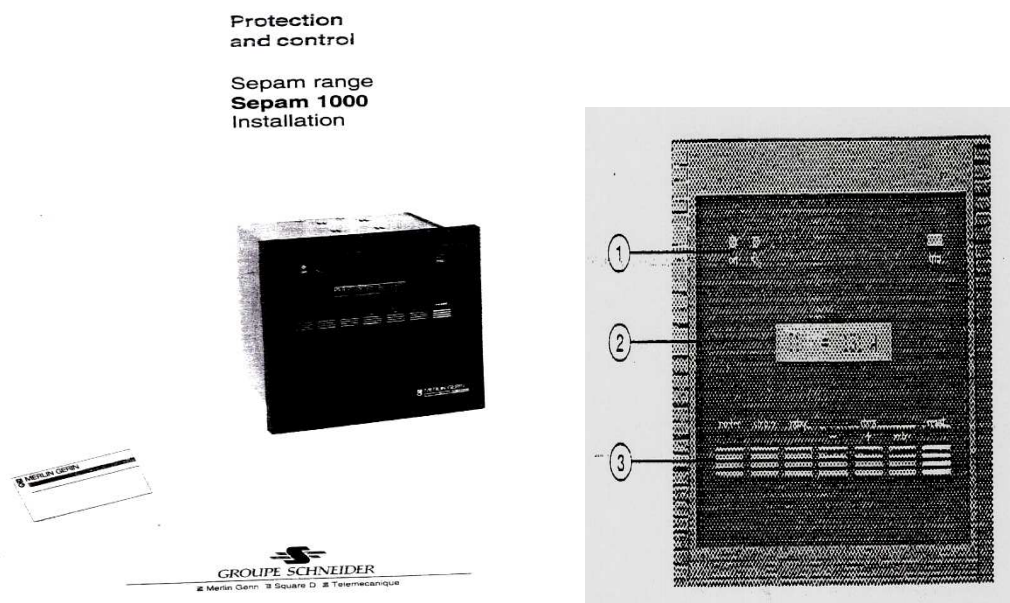
Η συσκευή SEPAM αποθηκεύει σε μνήμη 36 τιμές σφάλματος. Με δυνατότητα αναγνώρισης του χρήστη από το δικό του μόνιτορ ή μέσω υπολογιστή σε περιβάλλον EXCEL. Τα στοιχεία που δίνει είναι ημερομηνία φαινομένου , ώρα και διάρκεια. Η τράπεζα πληροφοριών ανανεώνεται αυτόματα σβήνοντας τα παλαιότερα συμβάντα όταν έχουμε καινούργια , έτσι ώστε να μην χρειάζεται ο χρήστης να σβήνει την μνήμη του όταν ξεπερνάει τα 36 φαινόμενα.

Το σχέδιο για τους μετασχηματιστές μετρήσεων βρίσκονται στη παράγραφο Β1 του Παραρτήματος Β.

2.3.2 Προστασία για την υπέρταση και διαρροή ως προς γη

2.3.2.1 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.



2.3.2.2 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

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.

Ο τύπος Μετασχηματιστών εντάσεως και το σχέδιο του τοροειδή μετασχηματιστή βρίσκονται στις παραγράφους Β2 και Β3 αντίστοιχα του Παραρτήματος Β.

2.3.3 Προστασία DGPT2

Επειδή δεν υπάρχει δοχείο διαστολής δεν μπορεί να εφαρμοστεί η προστασία Buchholz (με δύο πλωτήρες και αφαίρεση υγρασίας από γαλαζία). Αντί αυτού υπάρχει η προστασία DGPT2 (σχ. 2.6) που είναι τοποθετημένη στο επάνω μέρος του μετασχηματιστή ανόρθωσης. Περιλαμβάνει τέσσερα σφάλματα:

2.3.3.1 Για τη θερμοκρασία.

Η συσκευή έχει έναν αισθητήρα ο οποίος επικοινωνεί με το εσωτερικό του σωλήνα της συσκευής. Αυτός ο σωλήνας εφάπτεται στο επάνω μέρος του μετασχηματιστή ανόρθωσης και συκοινωνεί 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 λαδιού που βρίσκεται μέσα στο σωλήνα η συσκευή DGPT2 διαβάζει τη θερμοκρασία του λαδιού του δοχείου του μετασχηματιστή. Τα όρια τα οποία έχουν επιλεχτεί είναι: 105 °C για σήμα προειδοποίησης (alarm) και 115 °C για εντολή απόζευξης του CB1.

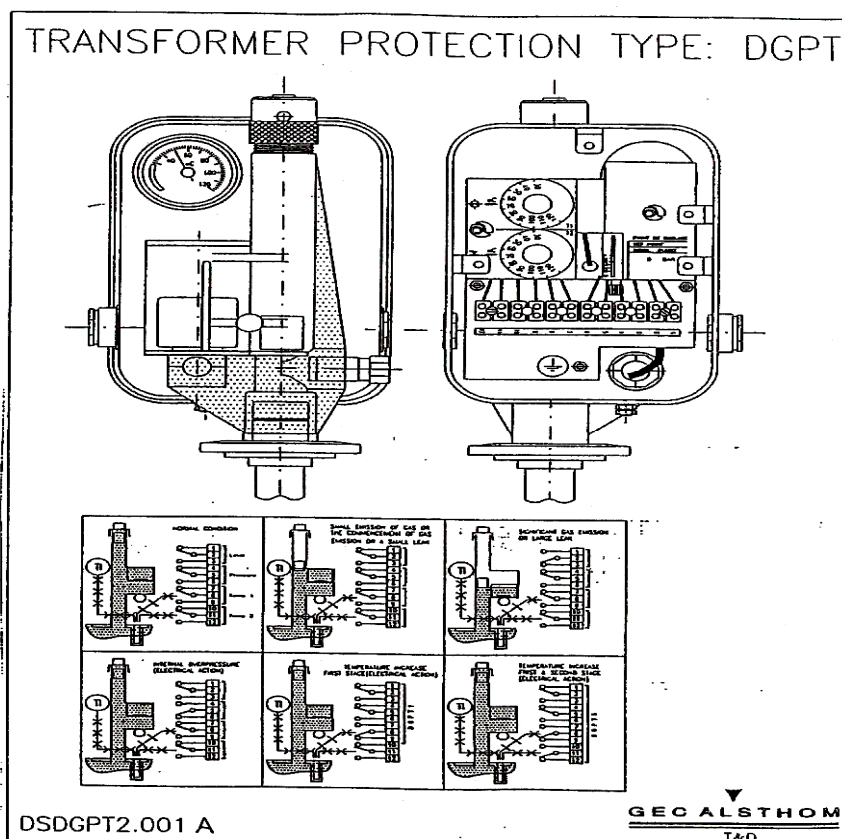
2.3.3.2 Για τον έλεγχο της πίεσης λαδιού.

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 διακόπτη ισχύος.

2.3.3.3 Έλεγχος στάθμης λαδιού (από διαρροή) και αερίων (από μερικές εκκενώσεις).

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.

Σχήμα 2.6 Σχέδιο συσκευής DGPT2.

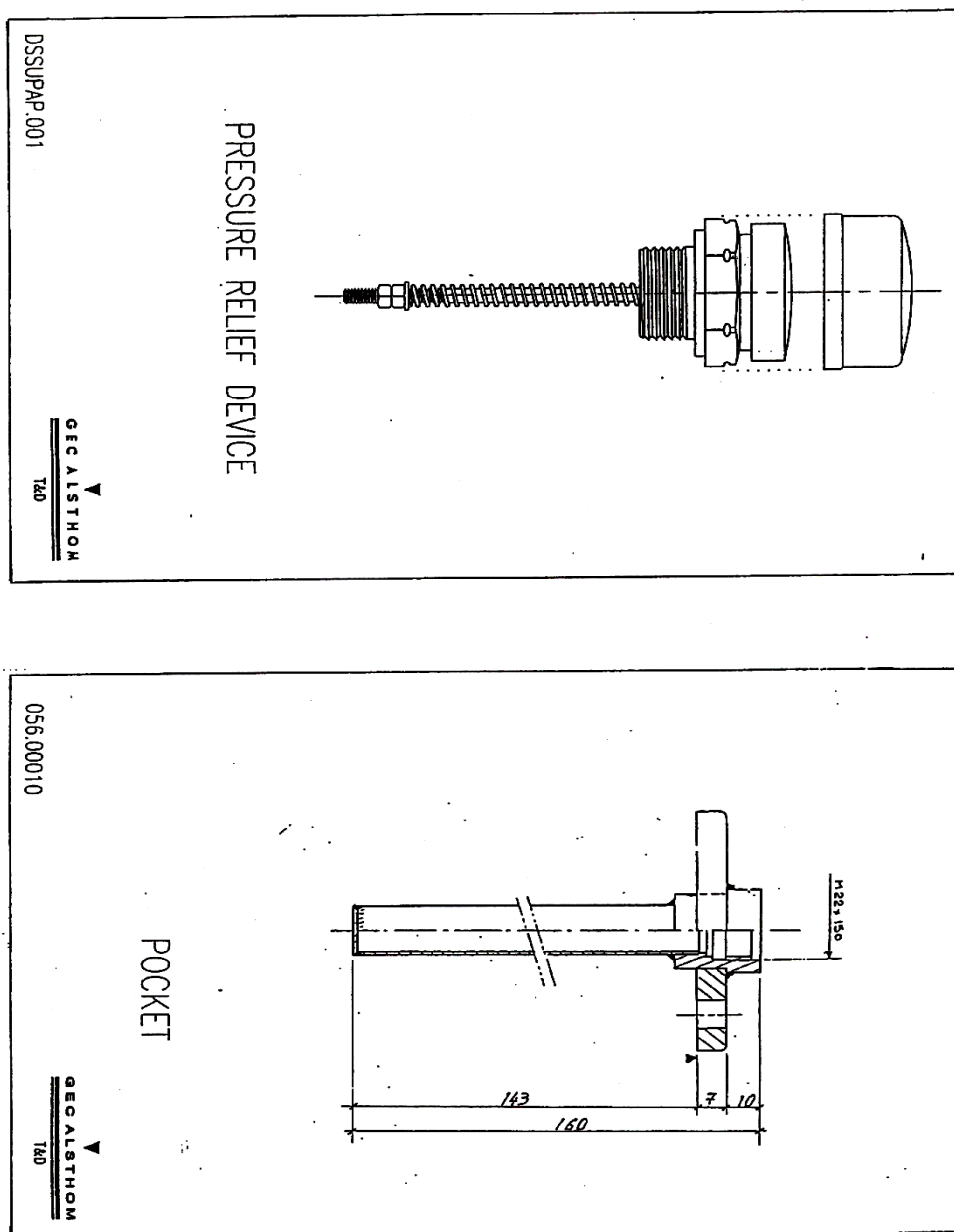


Το εγχειρίδιο λειτουργίας του DGPT2 βρίσκεται στη παράγραφο Β4 του Παραρτήματος Β.

2.3.4 Βαλβίδα Εκτόνωσης

Επειδή ο μετασχηματιστής είναι κλειστού τύπου εκτός από την προστασία DGPT2 που ελέγχει την πίεση του λαδιού υπάρχει και μία βαλβίδα εκτόνωσης (ανακουφιστική βαλβίδα σχ. 2.7) που όταν η πίεση του λαδιού ανέβει πάνω από την τιμή των 250mbar ανοίγει και εκτονώνεται το λάδι.

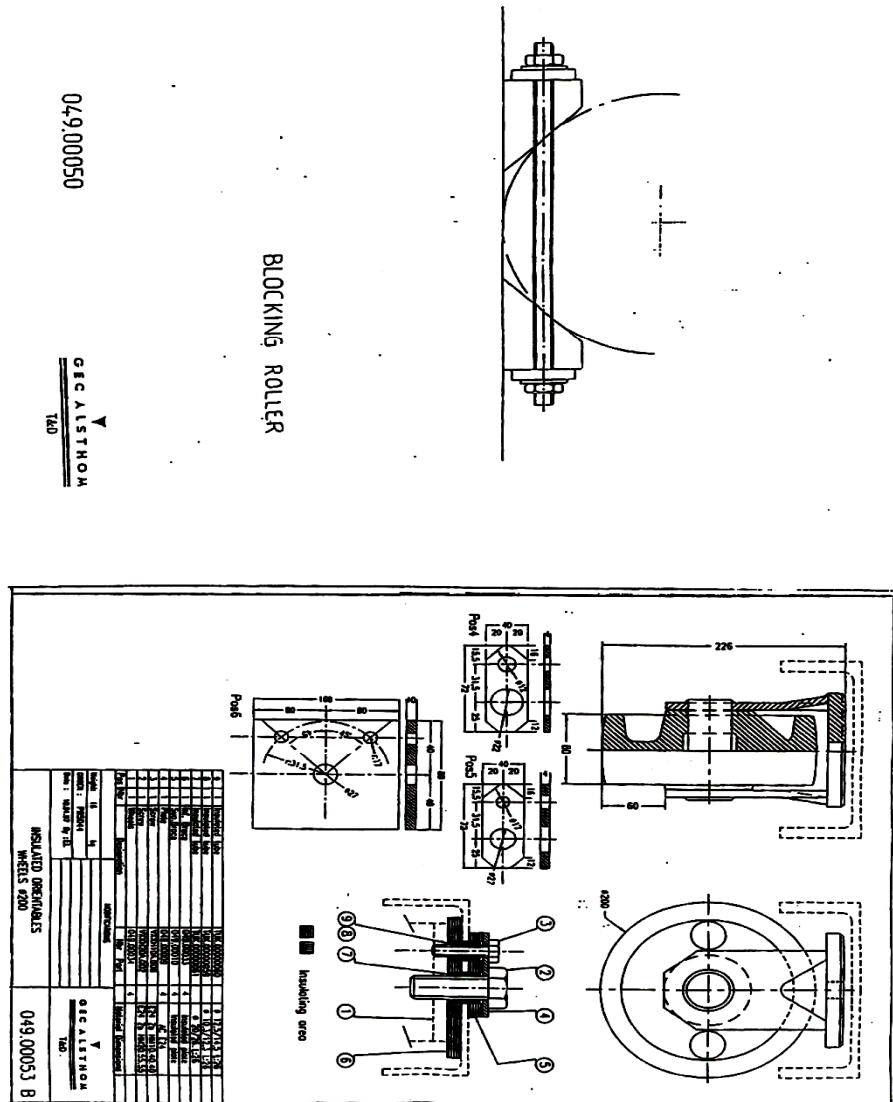
Σχήμα 2.7 Κατασκευαστικό Σχέδιο Λεπτομερειών Βαλβίδας



2.3.5 Προστασία κατά της διαρροής ως προς γη

Ο μετασχηματιστής έχει προστασία κατά της διαρροής ως προς γη. Αυτή επιτυγχάνεται ως εξής : με την βοήθεια μονωμένων τροχών (σχ. 2.8) με τις οποίες και στηρίζεται στο έδαφος είναι εντελώς απομονωμένος από κάθε επαφή με την γη, εκτός από ένα σημείο όπου γειώνεται μέσω ενός Η/Ν διαρροής.

Σχήμα 2.8 Ρόδες Μ/Σ - Διάγραμμα



2.3.6 Προστασία για διαρροή πλαισίου (H/N K-64)

Είναι ένα ειδικός H/N 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 αγώγιμη σχέση μεταξύ των δύο άκρων ώστε οποιαδήποτε διαρροή του μετασχηματιστή να πηγαίνει κατευθείαν στη γη.

Ο H/N είναι κατασκευασμένος 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 αγώγιμη σύνδεση των μεταλλικών μερών του μετασχηματιστή με τη θεμελιακή γείωση εκτός μέσω του H/N 64. Για το λόγο αυτό με απενεργοποιημένο το μετασχηματιστή και αποσυνδεδεμένο το H/N 64 κάνουμε megger test.

Το megger test (έλεγχος μόνωσης μέσω μέτρησης αντιστάσεως) γίνεται μεταξύ της γείωσης του μετασχηματιστή ανόρθωσης και θεμελιακής γείωσης. Η επιτρεπόμενη τιμή με τάση δοκιμής 1000V είναι μεγαλύτερη από 1 MΩ.

Το μονογραμμικό σχέδιο του H/N K-64 βρίσκεται στη παράγραφο Β5 του Παραρτήματος Β.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Γενικά

3.1.1 Υποσταθμοί ανόρθωσης στο εξωτερικό

Τα πρώτα ηλεκτρικά συστήματα χρησιμοποιούσαν χαμηλή DC τάση. Οι ηλεκτροκινητήρες τροφοδοτούνταν απευθείας από την παροχή έλξης και για τον έλεγχο τους χρησιμοποιούνταν ένας συνδυασμός από ηλεκτρονόμους και αντιστάσεις συνδεδεμένα παράλληλα ή σε σειρά στους κινητήρες.

Σήμερα οι πιο κοινές τάσεις DC που χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροδότηση των μετρό και των τραμ είναι τα 600 V DC και 750 V DC. Επίσης κάποια δίκτυα τροφοδοτούνται και με 1500 V DC (για δίκτυα με 25 KV AC). Παρακάτω παρουσιάζεται ένας πίνακας με τις παραπάνω τάσεις για κάποια δίκτυα μετρό άλλων χωρών.

ΤΑΣΗ	ΔΙΚΤΥΑ ΜΕΤΡΟ
600V DC	Νέα Υόρκη, Σικάγο, Ηνωμένο Βασίλειο (Γλασκώβη), Τόκυο
750V DC	Ουάσινγκτον, Παρίσι, Ρωσία, Μόντρεαλ, Πεκίνο
1500V DC	Αυστραλία, Σαγκάη, Ρώμη
630 V DC	Λονδίνο, Μιλάνο

Πίνακας 3.1 Τάσεις σε δίκτυα μετρό άλλων χωρών

Όπως έχουμε αναφέρει και στο 1^ο κεφάλαιο η ηλεκτροφόρος γραμμή (3^η γραμμή) αποτελεί το κύκλωμα διανομής της DC τάσης προς τους συρμούς ενώ οι σιδηροτροχιές κύλισης αποτελούν το κύκλωμα επιστροφής του ρεύματος έλξης προς την αρνητική μπάρα του αποζεύκτη NIS.

Το μετρό του Λονδίνου είναι ένα από τα λίγα δίκτυα που χρησιμοποιεί σύστημα με 4^η ηλεκτροφόρο γραμμή (φωτ. 7). Αυτό το σύστημα χρησιμοποιήθηκε εξαιτίας των προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά την επιστροφή του ρεύματος το οποίο διέρρεε από τους γειωμένους αγωγούς προκαλώντας έτσι ηλεκτρόλυση σε παραπλήσιους σωλήνες ύδρευσης και αερίου. Είναι αξιοσημείωτο ότι κατά τη Βικτωριανή Εποχή οι υπόγειοι

σιδηρόδρομοι δεν είχαν κατασκευαστεί για τη μεταφορά ρεύματος και δεν είχαν τις κατάλληλες ηλεκτρικές διασυνδέσεις μεταξύ των αγωγών. Η 3^η γραμμή βρίσκεται δίπλα στις τροχιές και διανέμει 420 V DC προς τους συρμούς ενώ, η 4^η γραμμή που βρίσκεται ανάμεσα στις τροχιές αποτελεί ένα κύκλωμα επιστροφής του ρεύματος με 210 V DC. Ο συνδυασμός των δύο παρέχει μια συνολική τάση τροφοδοσίας 630 V DC. Η ύπαρξη της 4^{ης} γραμμής εξασφαλίζει ένα κλειστό κύκλωμα το οποίο μειώνει την πιθανότητα διαρροής του ρεύματος.

Το ίδιο σύστημα χρησιμοποιήθηκε και για την πρώτη γραμμή του μετρό του Μιλάνου ενώ οι υπόλοιπες που κατασκευάστηκαν στη συνέχεια λειτουργούν με 750 V DC.

Φωτ. 7 Σύστημα 4^{ης} γραμμής

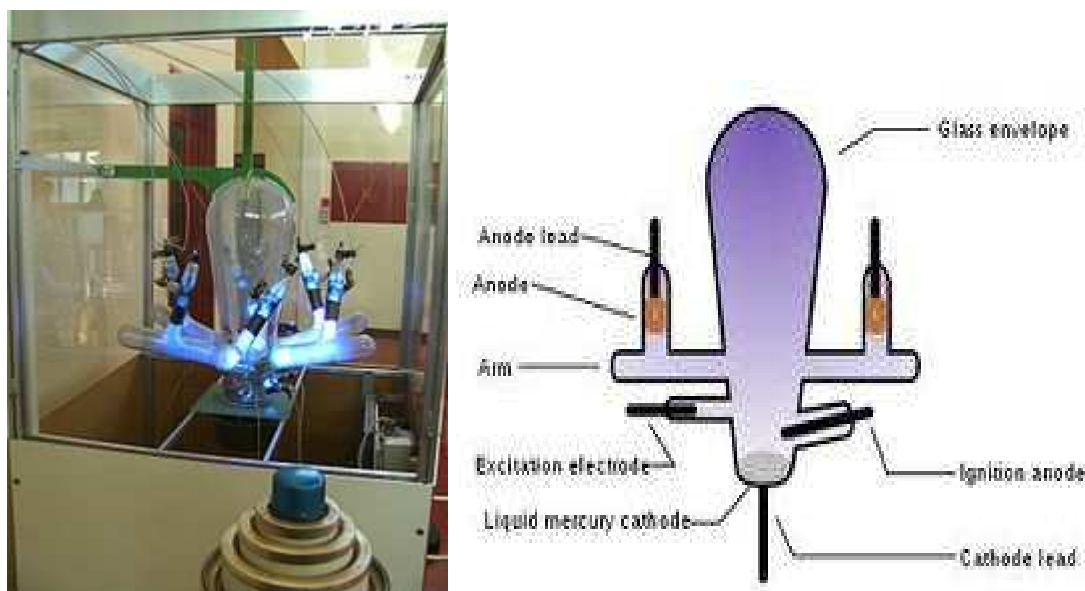


Για πρώτη φορά το Μάιο του 1929 εγκαταστάθηκε ο πρώτος ανορθωτής υδραργύρου ισχύος 1MW και τάσης 600V στο δίκτυο του μετρό της Νέας Υόρκης. Ο ανορθωτής υδραργύρου είναι ένας ανορθωτής ηλεκτρικού τύπου ο οποίος μετέτρεπε την υψηλή εναλλασσόμενη τάση σε συνεχή. Οι ανορθωτές αυτού του τύπου βρήκαν εφαρμογές κυρίως σε ηλεκτρικούς σιδηροδρόμους, τραμ, μεγάλους ραδιοπομπούς που απαιτούσαν υψηλή συνεχή τάση.

Ο ανορθωτής υδραργύρου (φωτ. 8) αποτελείται από ένα γυάλινο δοχείο σε σχήμα αναποδογυρισμένου αχλαδιού και άδειο από αέρα, με δύο (για μονοφασικό ρεύμα) ή με τρεις (για τριφασικό) πλευρικούς βραχίονες. Οι

βραχίονες αυτοί, που είναι κατασκευασμένοι από γραφίτη, αποτελούν την άνοδο. Η κάθοδος σχηματίζεται από υδράργυρο, που βρίσκεται στο κάτω μέρος του δοχείου. Για την τροφοδότησή του χρησιμοποιούμε πάντα μετασχηματιστή. Κατά τη λειτουργία του παρουσιάζεται μεταξύ των ηλεκτροδίων του (άνοδος - κάθοδος) μια εκκένωση, που οφείλεται στους ατμούς του υδραργύρου, που σχηματίζονται μέσα στο δοχείο. Χάρη στην ιδιόμορφη αυτή εκκένωση ο ανορθωτής λειτουργεί σαν βαλβίδα. Γίνεται αγωγίμος, μόνον όταν το ρεύμα έχει ορισμένη φορά. Αν το ρεύμα αναστραφεί, ο ανορθωτής παρουσιάζει σ' αυτό πολύ μεγάλη αντίσταση και το ρεύμα μηδενίζεται πρακτικά.

Φωτ. 8 Ανορθωτής Υδραργύρου



Επειδή όμως οι ενώσεις του υδραργύρου που χρησιμοποιούνταν είναι τοξικές, εξαιρετικά ανθεκτικές στο περιβάλλον (μη διασπώμενες) και επικίνδυνες για τον άνθρωπο ενώ η χρήση μεγάλων ποσοτήτων υδραργύρου μέσα σε εύθραυστα γυαλιά αύξανε τον κίνδυνο. Από το 1975 σταμάτησαν να χρησιμοποιούνται και αντικαταστήθηκαν από ανορθωτικές διατάξεις με ημιαγωγικά στοιχεία, ικανά να ανταπεξέλθουν σε εφαρμογές υψηλής συνεχής τάσης.

3.1.2 Συστήματα HVDC

Η μεταφορά ενέργειας με υψηλή συνεχή τάση (High Voltage Direct Current-HVDC) είναι από τις πιο ισχυρές εφαρμογές που υπάρχουν σήμερα και οι μετατροπείς τους μπορούν και καλύπτουν πάνω από 1000 MW ισχύ. Σε εφαρμογές που απαιτούν υψηλή ισχύ και μακρινές αποστάσεις τα συστήματα HVDC γίνονται πιο οικονομικά από τα συμβατικά συστήματα του εναλλασσόμενου ρεύματος (ac). Επίσης παρουσιάζουν και κάποια άλλα πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τα ac συστήματα:

- 1) μπορούν και συνδέουν δύο ac συστήματα που λειτουργούν με διαφορετικές συχνότητες π.χ. 50↔60 Hz.
- 2) έχουν πολύ καλή δυναμική συμπεριφορά και δυνατότητα να διακόπτουν γρήγορα κυκλώματα που παρουσιάζουν πρόβλημα.
- 3) σε μεταδόσεις με υποβρύχια ή υπόγεια καλώδια τα HVDC συστήματα είναι πιο αξιόπιστα διότι καλύπτουν εκατοντάδες km (άνω των 600 km) σε αντίθεση με τα ac συστήματα τα οποία φτάνουν μέχρι τα 50 km.

Σχεδόν σε όλα τα συστήματα HVDC η είσοδος τους, αποτελείται από δύο ανορθωτικές γέφυρες 6 παλμών οι οποίες συνδέονται παράλληλα με διαφορά φάσης 30° στις τάσεις τροφοδοσίας και δίνουν σαν έξοδο 12παλμική τάση (για κάθε περίοδο της τάσης εισόδου η τάση εξόδου αποτελείται από 12 παλμούς). Η διαφορά φάσης εξασφαλίζεται από την συνδεσμολογία των τυλιγμάτων στο δευτερεύον του μετασχηματιστή. Επειδή οι στιγμιαίες τάσεις εξόδου του κάθε ανορθωτή δεν είναι ίδιες, για την εξισορρόπηση των τάσεων παρεμβάλλεται ένα επαγωγικό ή χωρητικό στοιχείο το οποίο λειτουργεί σαν διαιρέτης τάσης επιτρέποντας έτσι στον κάθε ανορθωτή να λειτουργεί ανεξάρτητα.

Θεωρητικά οι αρμονικές των εισερχόμενων ρευμάτων είναι συναρτήσι του αριθμού των παλμών και προκύπτουν από τον εξής τύπο:

$$h = (nr \pm 1) \text{ όπου } n=1,2,3,\dots \text{ και } r=\text{αριθμός των παλμών}$$

Για έναν ανορθωτή των έξι παλμών οι αρμονικές συνιστώσες θα είναι

$$5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 25, 29, 31 \text{ κ.λ.π.}$$

Για έναν ανορθωτή των δώδεκα παλμών οι αρμονικές συνιστώσες θα είναι

$$11, 13, 23, 25, 37, \text{ κ.λ.π.}$$

Παρατηρούμε ότι στον ανορθωτή των 12 παλμών η 5^η και 7^η αρμονική συνιστώσα δεν υπάρχουν με αποτέλεσμα στην έξοδο να παρέχεται τάση μικρότερης κυμάτωσης.

3.2 Περιγραφή Μονάδας Ανορθωτή

Η μονάδα του ανορθωτή των 3000 KW έχει σχεδιαστεί για λειτουργία σε εσωτερικό χώρο και στεγάζεται σε μία κυψέλη από μεταλλικό φύλλο πάχους 2.5 mm. Αποτελεί τμήμα της μονάδας ανορθωτή μετασχηματιστή που είναι εγκατεστημένη στον υποσταθμό ανόρθωσης και παρέχει ονομαστική τάση έλξεως 750 V DC από την τάση δικτύου μέσω του μετασχηματιστή.

Η ανορθωτική διάταξη 2x585 V AC σε 750 V DC αποτελείται από δύο τριφασικές γέφυρες με διόδους συνδεδεμένες παράλληλες με 12παλμική τάση εξόδου προκειμένου να επιτευχθεί καλύτερη ανόρθωση και εξομάλυνση του συνεχούς ρεύματος. Ο μετατροπέας των 12 παλμών έχει την ικανότητα να περιορίζει τις αρμονικές των ρευμάτων στην ac πλευρά του μετατροπέα όπως και της κυμάτωσης στη dc πλευρά. Οι αρμονικές αυτές αυξάνουν τις συνολικές ροές ρεύματος και προκαλούν αυξημένες απώλειες και θέρμανση στα εξαρτήματα του συστήματος. Ο παραπάνω μετατροπέας αποτελείται από δύο μετατροπείς γέφυρας έξι παλμών, οι οποίοι τροφοδοτούνται παράλληλα ως προς το δίκτυο και σε σειρά στη dc πλευρά. Έτσι η τάση που υποστηρίζουν οι διόδοι είναι η μισή της τάσης εξόδου.

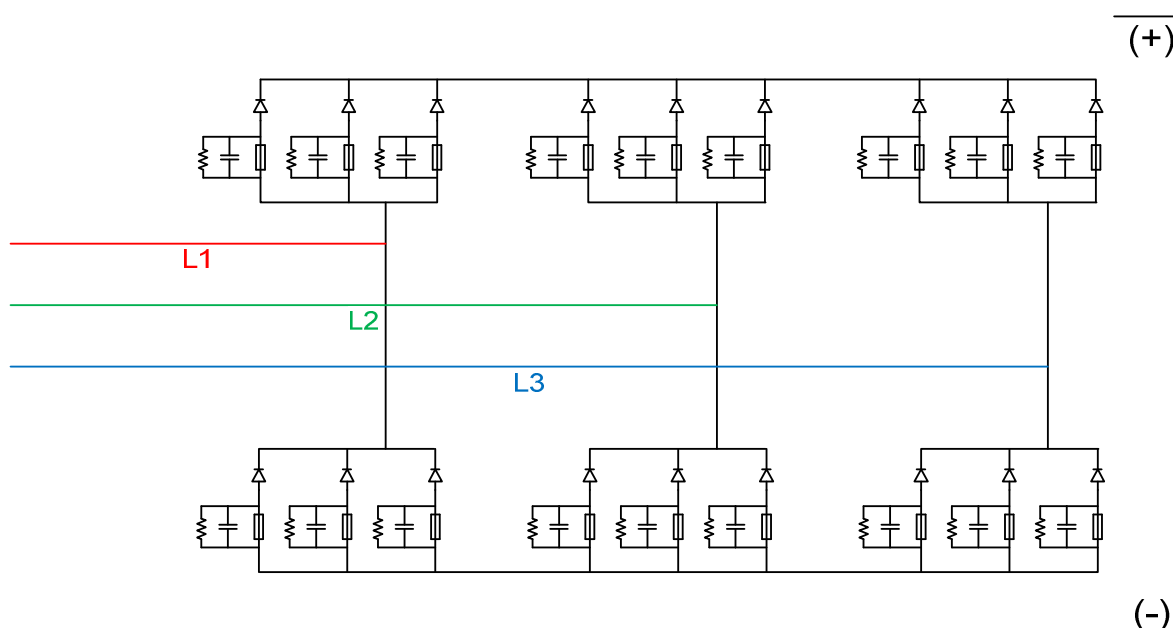
Ένα πλεονέκτημα της τριφασικής ανόρθωσης είναι ότι παίρνουμε μεγαλύτερη DC τάση στην έξοδο και το φορτίο μπορεί να τροφοδοτηθεί με μεγαλύτερη ισχύ σε αντίθεση με την μονοφασική. Επίσης επειδή παρέχει τάση μικρότερης κυμάτωσης απαιτεί μικρότερο φίλτρο εξόδου για την εξομάλυνση της κυμάτωσης αυτής.

Η μία γέφυρα τροφοδοτείται από το δευτερεύον πηνίο του μετασχηματιστή ανόρθωσης και η άλλη γέφυρα από το δεύτερο δευτερεύον του μετασχηματιστή ανόρθωσης. Οι τάσεις στα τυλίγματα του δευτέρου δευτερεύοντος σε σχέση με το πρώτο δευτερεύον είναι ίδιες (585 V), με διαφορά φάσης 30° στις τάσεις τροφοδοσίας των δύο μετατροπέων γέφυρας.

Η κάθε μία γέφυρα (σχ. 3.2) αποτελεί μία συνδεσμολογία 18 διόδων (συνολικά 36 διόδοι). Σε κάθε μία φάση συνδέονται 6 διόδοι ούτως ώστε οι

τρεις δίοδοι να επιτρέπουν την διέλευση του ρεύματος κατά τη θετική ημιπερίοδο και οι άλλες τρεις να επιτρέπουν την διέλευση κατά την αρνητική ημιπερίοδο. Στην θετική ημιπερίοδο θα άγει η δίοδος με τη θετικότερη άνοδο και στην αρνητική ημιπερίοδο θα άγει η δίοδος με την αρνητικότερη κάθοδο.

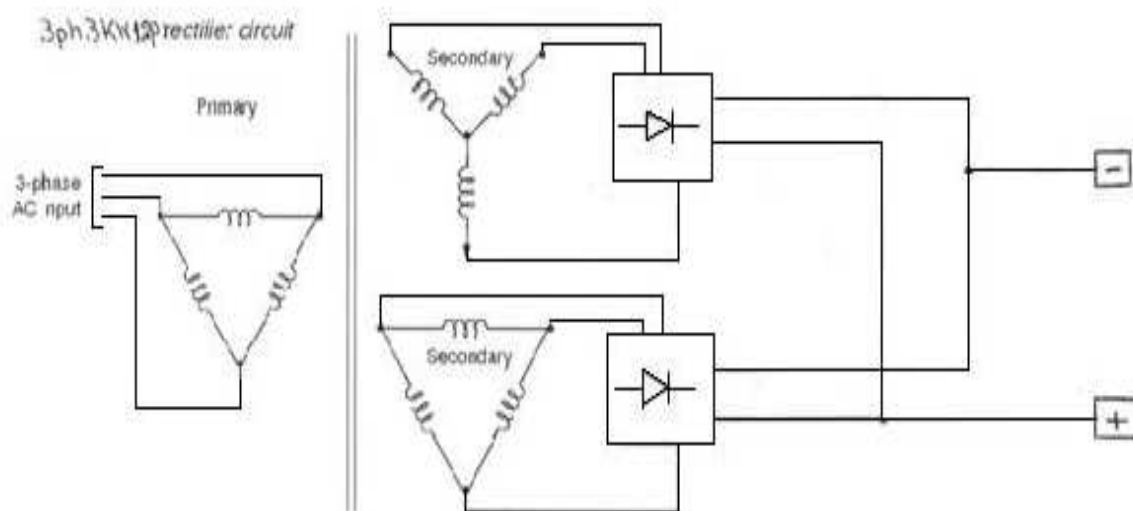
Για την απαγωγή και μείωση θερμότητας υπάρχουν ειδικές ψήκτρες που περικλείουν τις διόδους. Στην είσοδο των διόδων υπάρχει κύκλωμα αντιστάσεων και πυκνωτών (RC) για προστασία από υπερτάσεις. Επίσης σε σειρά με την κάθε δίοδο υπάρχει μια ασφάλεια 160 A για προστασία από υπερρευσμάτα.



Σχήμα 3.2 Σχηματικό διάγραμμα γέφυρας

Στις εξόδους των δύο γεφυρών (σχ. 3.3 και σχ. 3.8) παραλληλίζουμε τα δύο συν (+) και τα στέλνουμε στον πίνακα 750 V DC, ενώ το πλην (-) το συνδέουμε σε ένα ενδιάμεσο μετασχηματιστή. Ο λόγος ύπαρξης αυτού του μετασχηματιστή είναι για την επίτευξη της εξομάλυνσης της τάσης 750 V DC.

Ο μετασχηματιστής αυτός έχει ενδιάμεσο πηνίο με πυρήνα σιδήρου κατηγορίας H και περιέλιξη χαλκού. Η τάση μελέτης είναι τα 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.



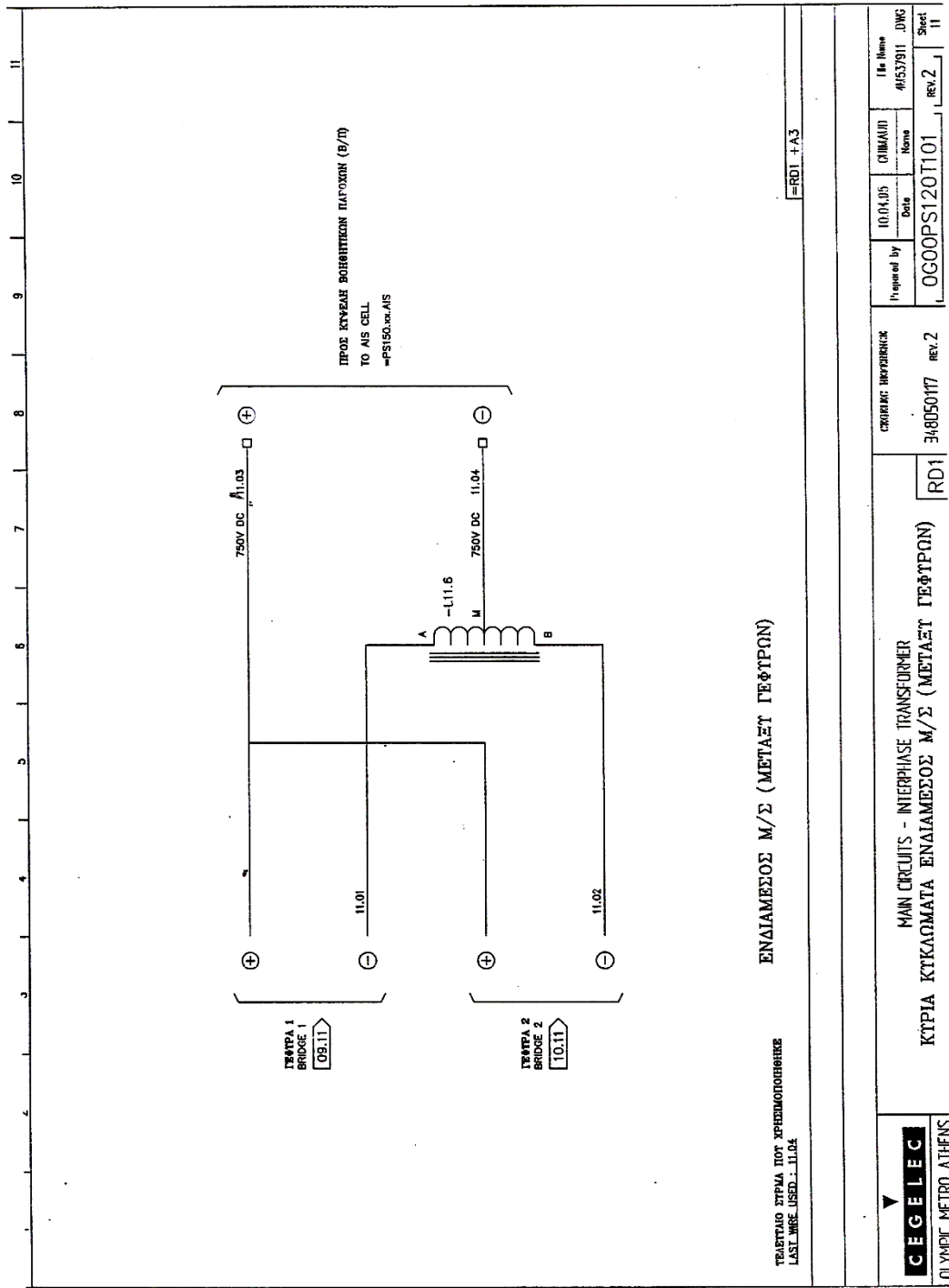
Σχήμα 3.3 Παραλληλισμός Γεφυρών

Οι ανορθωτικές διατάξεις είναι κατάλληλες για παράλληλη λειτουργία, με τάση 750 V DC, η οποία μπορεί να αυξηθεί έως τα 1000 V DC εν κενό ή κατά την ηλεκτρική πέδηση των συρμών. Επίσης μπορεί να υπόκεινται σε κρουστικές τάσεις μεταξύ θετικών και αρνητικών πόλων.

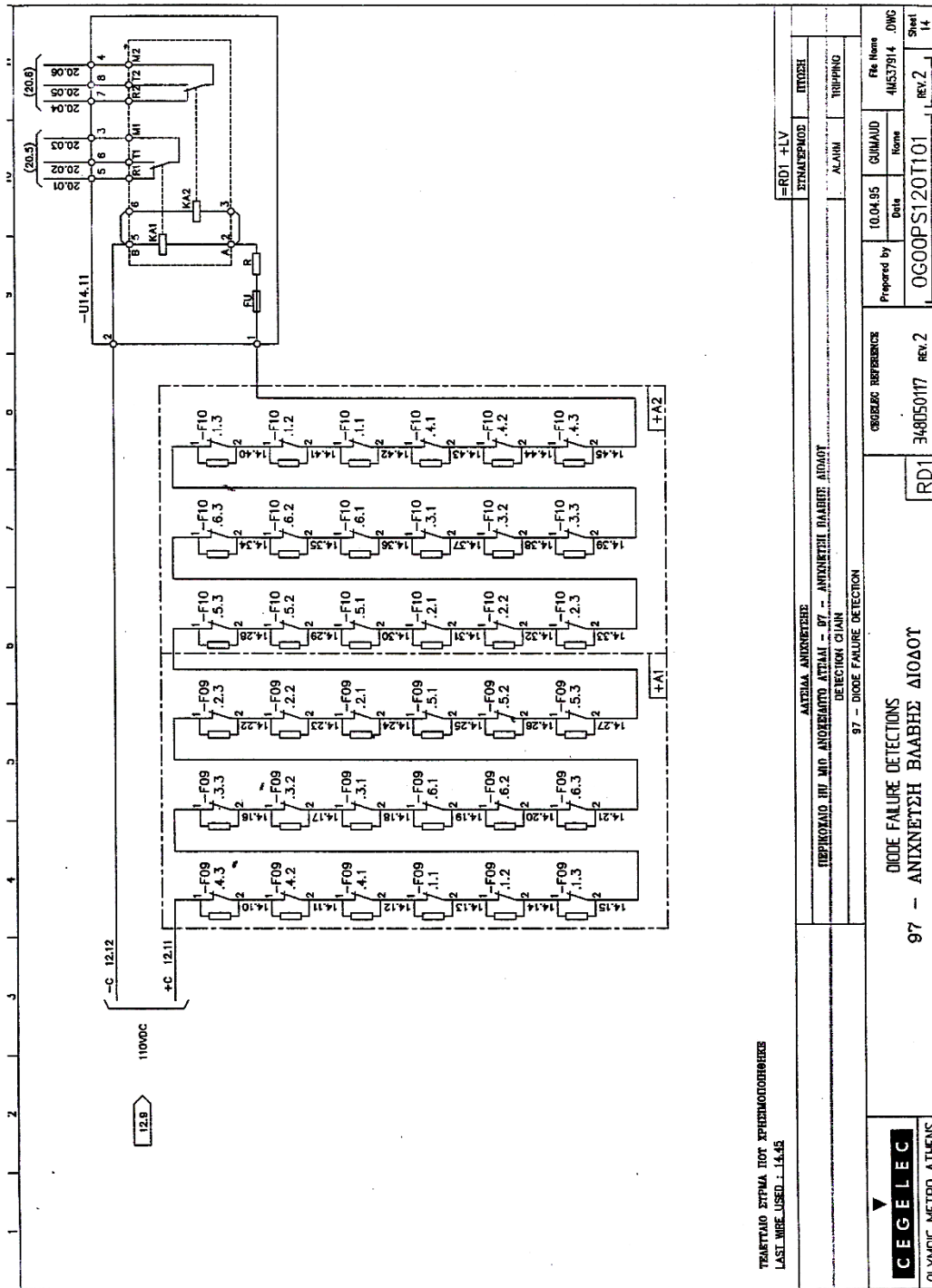
Η μονάδα του ανορθωτή έχει τη δυνατότητα λειτουργίας και με μια δίοδο εκτός. Οι ασφάλειες των διόδων έχουν βοηθητική επαφή η οποία ενεργοποιείται όταν τηκτεί η ασφάλεια. Στην περίπτωση που καούν δύο ασφάλειες τότε μέσω αυτοματισμού δίνεται εντολή απόσβεσης του αυτόματου διακόπτη ισχύος (CB1) 20 KV που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή.

Η βοηθητική τάση λειτουργίας της μονάδας του ανορθωτή είναι 110 V DC.

Σχέδιο 3.8 Κύκλωμα Ενδιάμεσου Μετασχηματιστή



Σχέδιο 3.9 Κύκλωμα Ανίχνευσης Βλάβης Διόδου



ΤΕΛΕΤΑΙΟ ΣΤΙΓΜΑ ΠΟΥ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΟΥΝΤΕΣ
LAST WIRE USED - 14.45

=RD1 +LV		ITDOSH	
ΣΤΡΑΤΕΓΜΟΣ		TRIPPING	
ΑΛΑΙΜ			
ΑΤΕΙΛΙΑ ΑΝΙΧΝΕΥΣΗΣ			
ΠΕΡΙΦΟΡΑΟ ΗΠ. ΜΠ. ΑΝΟΡΘΩΣΤΟ ΑΤΤΑΙ - 97 - ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ ΔΙΟΔΟΥ			
DETECTION CIRCUIT			
97 - DIODE FAILURE DETECTION			
OSUZEY REFERENCE		RD1 348050117 rev.2	
Prepared by		Date	
GUNAUD		10.04.95	
Home		4M637914	
File Name		4M637914.DWG	
OG000PS120T101		rev.2	
Sheet		14	

CEGELEC
ΟΙ ΥΜΠΕΡΙΓ ΜΕΤΡΟ ΑΘΗΝΣ

DIODE FAILURE DETECTIONS
97 - ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΒΛΑΒΗΣ ΔΙΟΔΟΥ

3.3 Προστασίες Μονάδας Ανορθωτή

Η μονάδα ανορθωτή φέρει προστασία για αύξηση θερμοκρασίας (μέσω θερμίστορ) και διαρροή πλαισίου (μέσω H/N K-64).

3.3.1 Προστασία ενάντια στη θερμοκρασία

Στην μονάδα του ανορθωτή ο έλεγχος της θερμοκρασίας γίνεται σε δύο στάδια.

Στο υψηλότερο 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 20 KV που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω ενός αυτοματισμού με H/N.

- 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).

Σχήμα 3.10 Σχέδιο Θερμίστορ

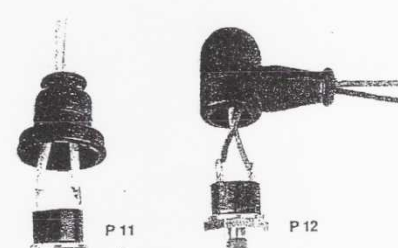
V I G I T H E R M E

ACCESSORIES & MOUNTING

P 11 AND P 12 PROTECTIVE HOODS
(model M 16)

Rubber polychloroprene hoods which protect and insulate the terminals of the Vigitherme M 16.

The orifice through which the cable pass has a bore of 6,7 mm on the P 11 model and 4 mm on the P 12.

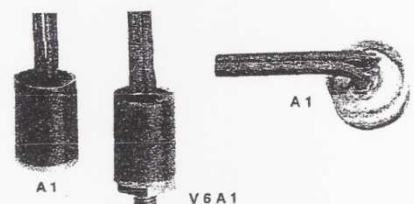


A 1 MOULDING

To ensure both perfect insulation and absolute tightness, the Vigitherme can be cased in a epoxied resin.


The standard A 1 moulding is a cylinder and its dimension are the following :

For the M 16 : Diameter 17 mm - High 23 mm
For the M 3 : Diameter 22 mm - High 10 mm
The standard length of the cable is 30 cm.



B 1 CABLING

The Vigitherme M 3, M 31 and M 16 can be delivered cabled. The standard B 1 cabling is composed of two silicone U 1000 SI cables, with a cross-sectional area of 0,22 sq. mm and is 30 cm long. Any other cable of different dimensions or quality can be used on request.



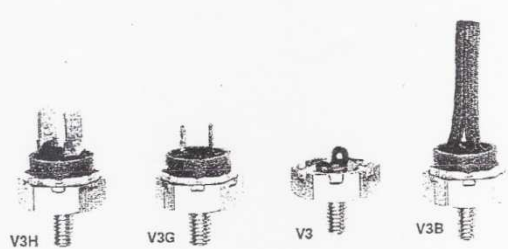
V 3 MOUNTING ON SCEW SUPPORT
(Model M 3 and M 31)

To isolate the Vigitherme M 3 and M 31 and ensure its fixity, it can be mounted on a hexagonal 20 mm flat support in nickel-plated brass. This support terminates in a threaded rod of 6 mm in diameter and 10 mm long.

There are several connections available :

REFERENCE	CONNECTION
V 3	Standard welding terminal
V 3B	Cable outlets
V 3G	Terminals for 2,8 mm clips
V 3H	Terminals for 6,35 mm clips

} Tight moulded models



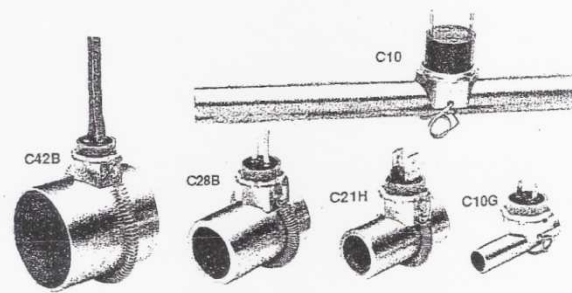
C MOUNTING ON PIPE

To insulate the Vigitherme and ensure its fixity on a pipe, it can be mounted on a brass support the bottom of which is curved to fit the diameter of the conduit. The reference of the support is "C", followed by two digits giving the diameter of the pipe in millimeters.

There are several connections available :

REFERENCE	CONNECTION
C --	Standard welding terminal
C -- B	Cable outlets
C -- G	Terminals for 2,8 mm clips
C -- H	Terminals for 6,36 mm clips

} Tight moulded models



3.3.2 Προστασία για διαρροή πλαισίου μέσω H/N K-64

Είναι ένας ειδικός H/N 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 αγωγή 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 ο H/N δίνει εντολή απόξευξης του αυτόματου διακόπτη ισχύος CB1-20 KV.

Για την σωστή λειτουργία της προστασίας πρέπει να μην υπάρχει άλλη αγωγή σύνδεση μεταξύ των μεταλλικών μερών του ανορθωτή με τη θεμελιακή γείωση εκτός μέσω του H/N 64. Για το λόγο αυτό με απενεργοποιημένο τον ανορθωτή και αποσυνδεδεμένο τον H/N 64 κάνουμε megger test.

Το megger test (έλεγχος μόνωσης μέσω μέτρησης αντιστάσεως) γίνεται μεταξύ της γείωσης του ανορθωτή και θεμελιακής γείωσης. Η επιτρεπόμενη τιμή με τάση δοκιμής 1000V είναι μεγαλύτερη από 1 MΩ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Σύστημα Φορτιστή Μπαταριών

4.1.1: Γενική Περιγραφή

Το σύστημα φορτιστή – μπαταριών τροφοδοτεί με αδιάλειπτη τάση 110 V DC τον εξοπλισμό του σταθμού σε περίπτωση διακοπής της παροχής εναλλασσόμενου ρεύματος. Το σύστημα έχει μια κανονική παροχή από τον πίνακα τροφοδοσίας των βοηθητικών καταναλώσεων (400 V) και μια εφεδρική από τον γενικό πίνακα διανομής χαμηλής τάσης που βρίσκεται στον πλησιέστερο υποσταθμό φωτισμού και βοηθητικής ισχύος. Σε περίπτωση που χαθεί η κύρια παροχή, η μεταγωγή στην εφεδρική παροχή γίνεται χειροκίνητα από το μεταγωγικό διακόπτη που είναι εγκατεστημένος στον πίνακα χαμηλής τάσης του υποσταθμού ανόρθωσης.

Το παραπάνω σύστημα αποτελείται από δύο κομμάτια: τον φορτιστή και την συστοιχία των μπαταριών. Η συστοιχία των μπαταριών αποτελείται από 90 κυψέλες τύπου Νικελίου-Καδμίου των 12 V (σχ. 4.4). Βασικός μας στόχος είναι, ακόμα και όταν υπάρξει για οποιονδήποτε λόγο διακοπή της τάσης του υποσταθμού να μπορούμε να χειριστούμε τον εξοπλισμό. Η ύπαρξη λοιπόν των μπαταριών είναι βασική προϋπόθεση για τον εξοπλισμό αφού οι χειρισμοί και τα κομμάτια του αυτοματισμού του εξοπλισμού χρειάζονται την τάση αυτή για να επιτευχθούν και να λειτουργήσουν ακόμα και όταν δεν υπάρχει ρεύμα στον υποσταθμό. Οι μπαταρίες δοκιμάζονται για να αντέχουν τουλάχιστον 5 ώρες, διάστημα στο οποίο πρέπει να εκτελούνται δυο πλήρεις κύκλοι εργασιών για όλο τον εξοπλισμό και τα συστήματα του υποσταθμού.

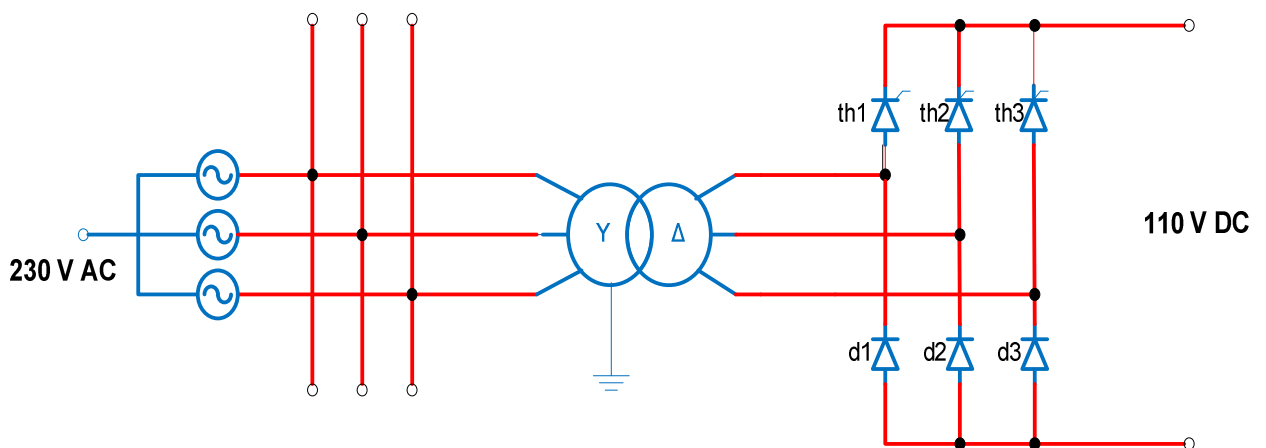
Ο φορτιστής αναλαμβάνει την διανομή των 110 V στον εξοπλισμό καθώς και την φόρτιση της συστοιχίας των μπαταριών που βρίσκονται τοποθετημένες σε μια καμπίνα δίπλα από τον φορτιστή. Υπό κανονικές συνθήκες η τροφοδοσία των 110 V γίνεται από τον φορτιστή απευθείας. Ο φορτιστής αποτελείται από τα παρακάτω εξαρτήματα:

- Έναν μετατροπέα εισερχόμενης παροχής ρεύματος, όπου από το εναλλασσόμενο ρεύμα προκύπτει η τάση φόρτισης της μπαταρίας.

- Μία γέφυρα ανόρθωσης που αποτελείται από τρία θυρίστορ και τρεις διόδους πυριτίου για την ανόρθωση και εξομάλυνση της διαφοράς δυναμικού DC ελέγχοντας την γωνία έναυσης του θυρίστορ.
- 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 στο μπροστινό μέρος του πίνακα.

Οπότε μπορούμε να πούμε ότι ο φορτιστής είναι μια γέφυρα ανορθωτή κατά το ήμισυ ελεγχόμενη με τρία θυρίστορ και τρεις διόδους, που περιλαμβάνει μετασχηματιστή διπλής απομόνωσης (σχ. 4.1).

Σχήμα 4.1: Ασύμμετρη ημιελεγχόμενη ανορθωτική διάταξη.



Η παραπάνω διάταξη μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από δύο τριφασικούς μετατροπείς απλής ανόρθωσης: τον θετικό μετατροπέα ο οποίος είναι ελεγχόμενος, με τρία θυρίστορ και τον αρνητικό μετατροπέα που είναι μη ελεγχόμενος με τρεις διόδους. Στον θετικό μετατροπέα η τάση εξόδου εξαρτάται από την γωνία έναυσης των θυρίστορ, η οποία παίρνει τιμές από $0 < \alpha < 180$ μοίρες. Στον αρνητικό μετατροπέα θα άγει εκείνη η δίοδος, της οποίας η κάθοδος είναι περισσότερο αρνητικά πολωμένη αναπτύσσοντας μια σταθερή τάση εξόδου.

Θεωρητικά η τάση εξόδου τείνει στο μηδέν καθώς η γωνία έναυσης πλησιάζει τις 180° , αλλά στα πρακτικά κυκλώματα η γωνία έναυσης πρέπει να είναι αρκετά μικρότερη για την ασφαλή μετάβαση των θυρίστορ. Για γωνίες έναυσης μεγαλύτερες των 90 μοιρών η τάση στο φορτίο τείνει να γίνει αρνητική τότε, εκδηλώνεται η ελεύθερη ροή του ρεύματος (free-wheeling) μεταξύ του εν σειρά συνδεδεμένου ζεύγους διόδου και θυρίστορ, η οποία και αποτρέπει την εμφάνιση της αρνητικής τάσης στο φορτίο.

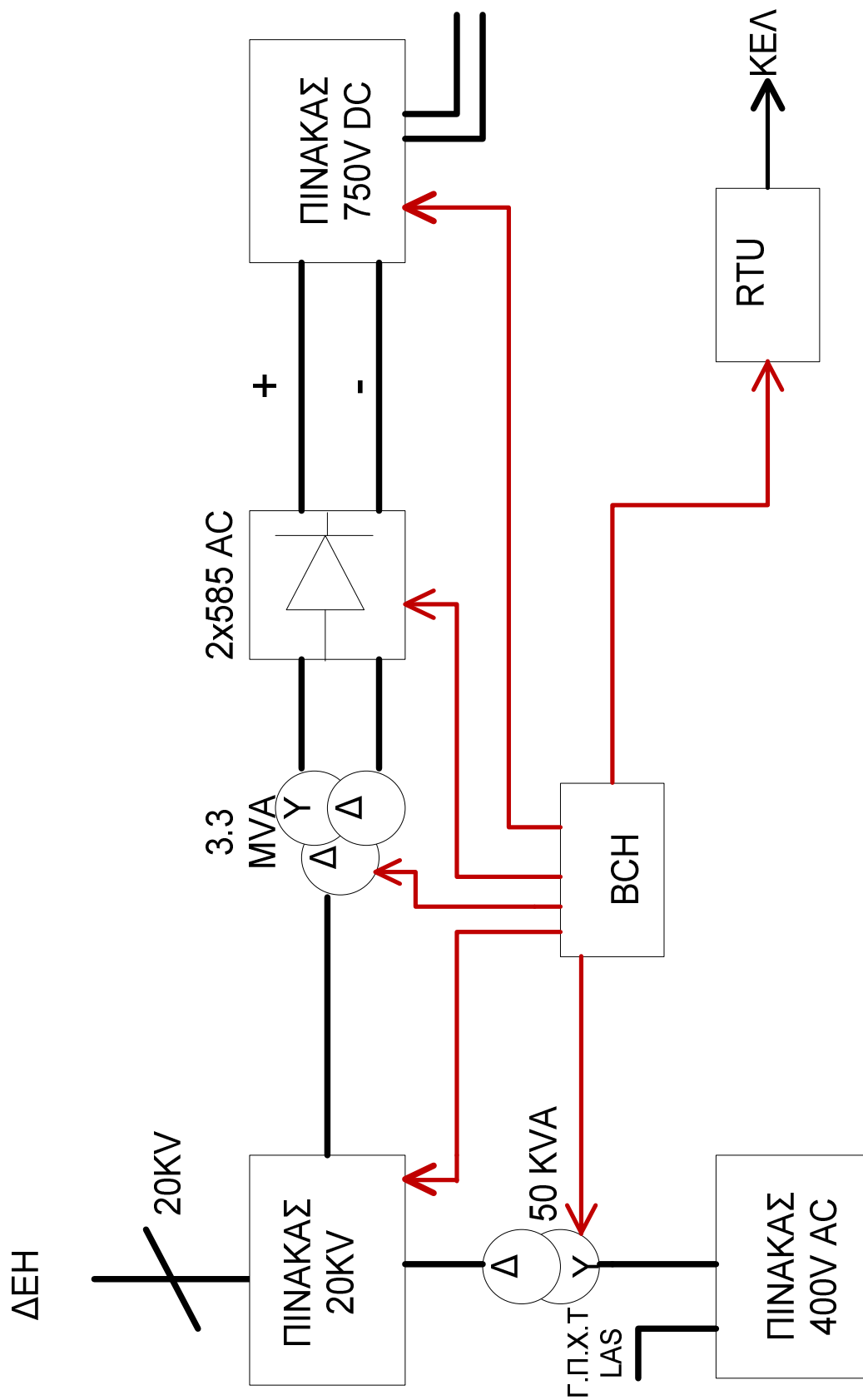
Συνεπώς η ασύμμετρη ημιελεγχόμενη ανόρθωση δεν έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει σαν αντιστροφέας, διότι η τάση και το ρεύμα εξόδου της είναι πάντοτε θετικά και κατά συνέπεια είναι μετατροπέας ενός τεταρτημόριου. Εκτός του ότι η ασύμμετρη ανόρθωση έχει μικρότερο κόστος υλοποίησης (αντί έξι θυρίστορ χρησιμοποιεί τρία θυρίστορ και τρεις διόδους), έχει το πλεονέκτημα της μικρότερης κυμάτωσης εξόδου εξαιτίας της καταστολής των αρνητικών τάσεων στο φορτίο και κατά συνέπεια καλύτερο συντελεστή ισχύος εξόδου.

Ο μετασχηματιστής διπλής απομόνωσης είναι τύπου φυσικής ψύξεως με αέρα, τύπου χυροτίνης, ικανός να λειτουργεί υπό πλήρες φορτίο σε οποιαδήποτε ενδιάμεση λήψη και θερμοκρασία περιβάλλοντος 48 °C. Τοποθετείται ανάμεσα στο δίκτυο και στη διάταξη για να υπάρχει ηλεκτρική απομόνωση και να παρέχει στην είσοδο της ανορθωτικής διάταξης τάση κατάλληλης τιμής. Επιπρόσθετα η παροχή του μετασχηματιστή προστατεύεται με ασφάλειες εισόδου ή από διπολικούς μικροαυτόματους διακόπτες (mcb) και έχει έλεγχο διαρροής προς γη με επιτήρηση της μόνωσης στην έξοδο του φορτιστή.

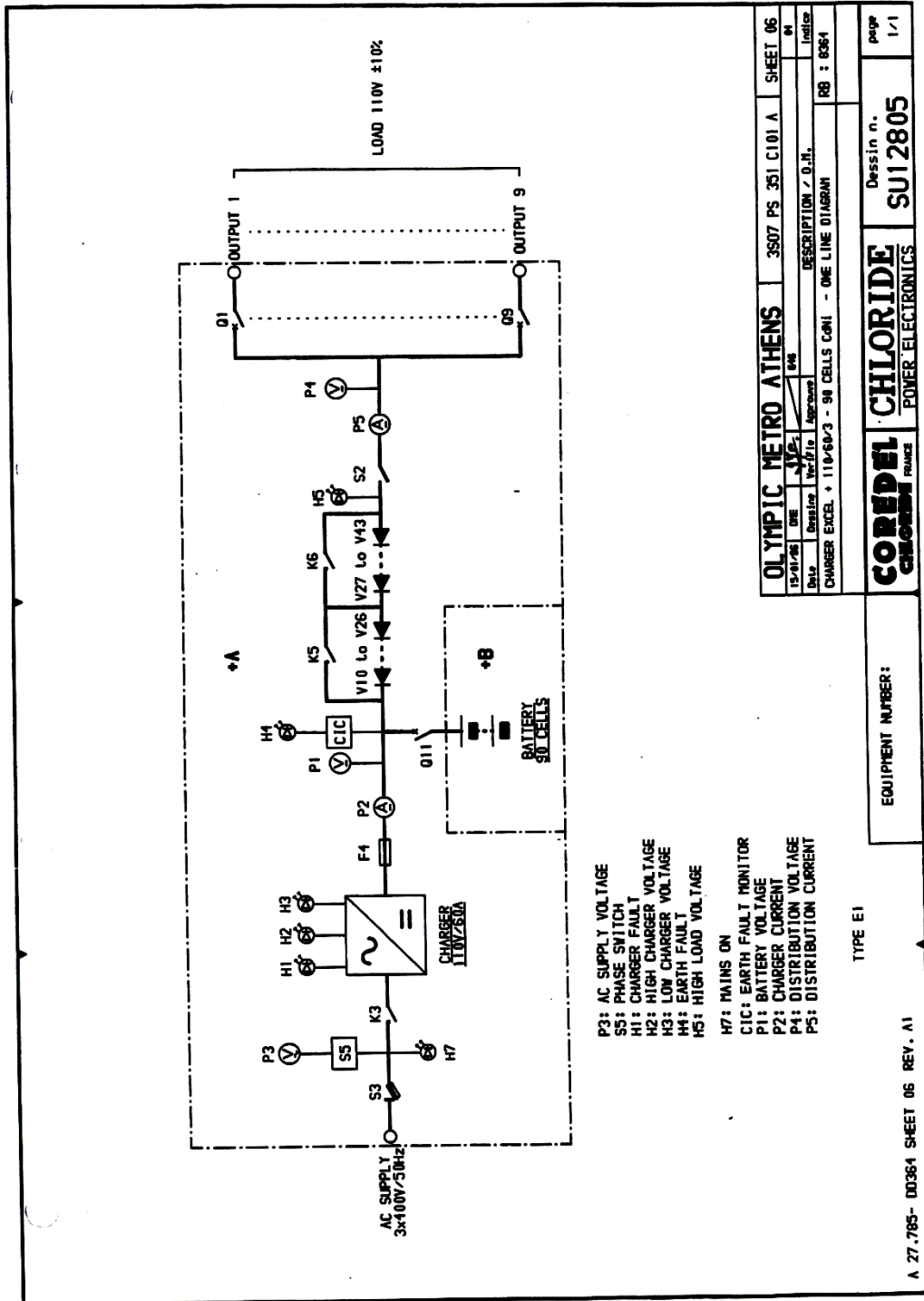
Το Σύστημα του φορτιστή μπαταριών τροφοδοτεί με εφεδρική τάση 110 V DC τα εξής στοιχεία (σχ. 4.2) :

- Τον πίνακα Μέσης Τάσης 20KV
- Τον Μετασχηματιστή Ανόρθωσης
- Την Μονάδα του Ανορθωτή
- Τον Πίνακα διανομής Σ.Ρ. 750V DC
- Τον Ξηρό Μετασχηματιστή
- Την τερματική μονάδα ελέγχου και τηλεχειρισμού (RTU)

Σχήμα 4.2 Στοιχεία που τροφοδοτούνται από τον φορτιστή μπαταριών



Σχέδιο 4.3 Μονογραμμικό Σχέδιο Φορτιστή Μπαταριών

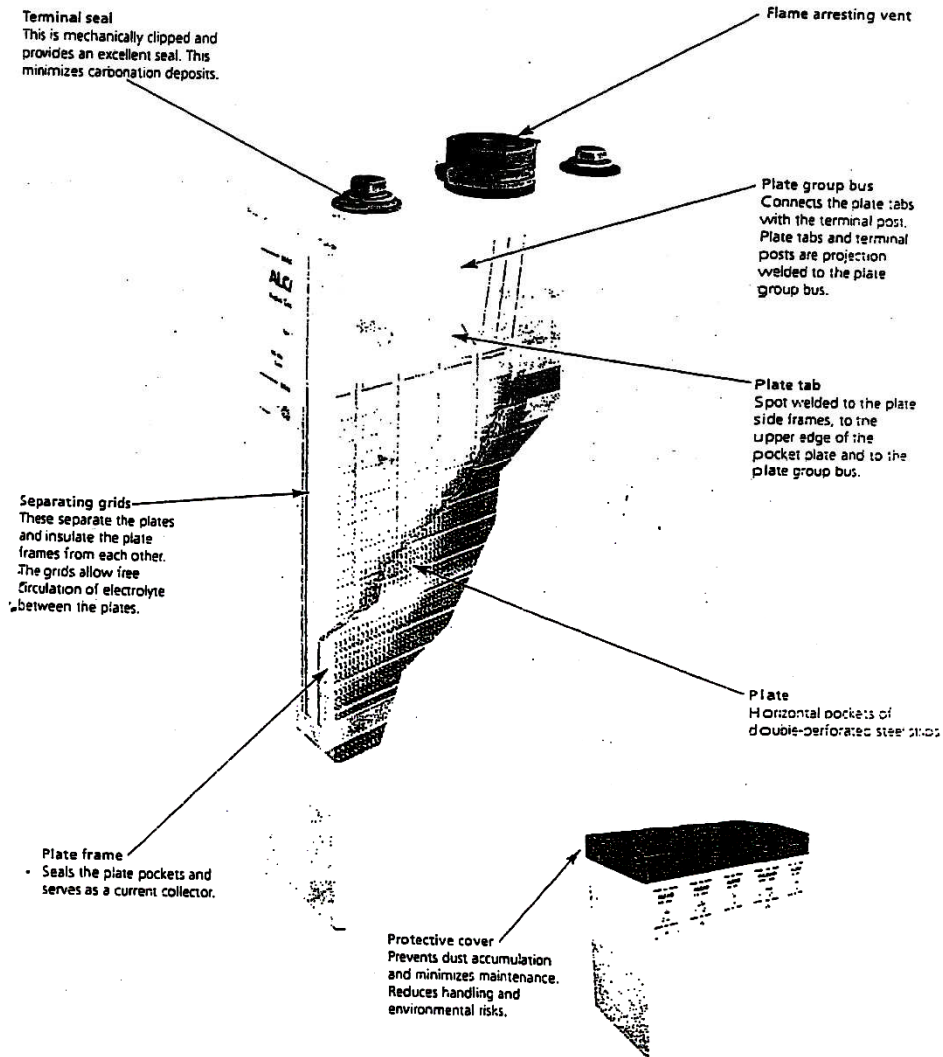


- P3: AC SUPPLY VOLTAGE
- S5: PHASE SWITCH
- H1: CHARGER FAULT
- H2: HIGH CHARGER VOLTAGE
- H3: LOW CHARGER VOLTAGE
- H4: EARTH FAULT
- H5: HIGH LOAD VOLTAGE
- H7: MAINS ON
- C1C: EARTH FAULT MONITOR
- P1: BATTERY VOLTAGE
- P2: CHARGER CURRENT
- P4: DISTRIBUTION VOLTAGE
- P5: DISTRIBUTION CURRENT

OLYMPIC METRO ATHENS		3S07 PS 351 C101.A	SHEET 06
Date	19-01-96	045	04
Drawn by	Y.P.	DESCRIPTION / D.M.	Index
Checked by	Y.P.	CHARGER EXCEL + 110V/60/3 - 98 CELLS CON. - ONE LINE DIAGRAM	RB : 8264
CORDEL CHLORIDE		Dessin n. SUI2805	
CORDEL CHLORIDE		POWER ELECTRONICS	
EQUIPMENT NUMBER:		page 1/1	

Σχήμα 4.4 Τύπος Μπαταριών Φορτιστή (MC 145 P)

4 Construction features of the pocket plate battery

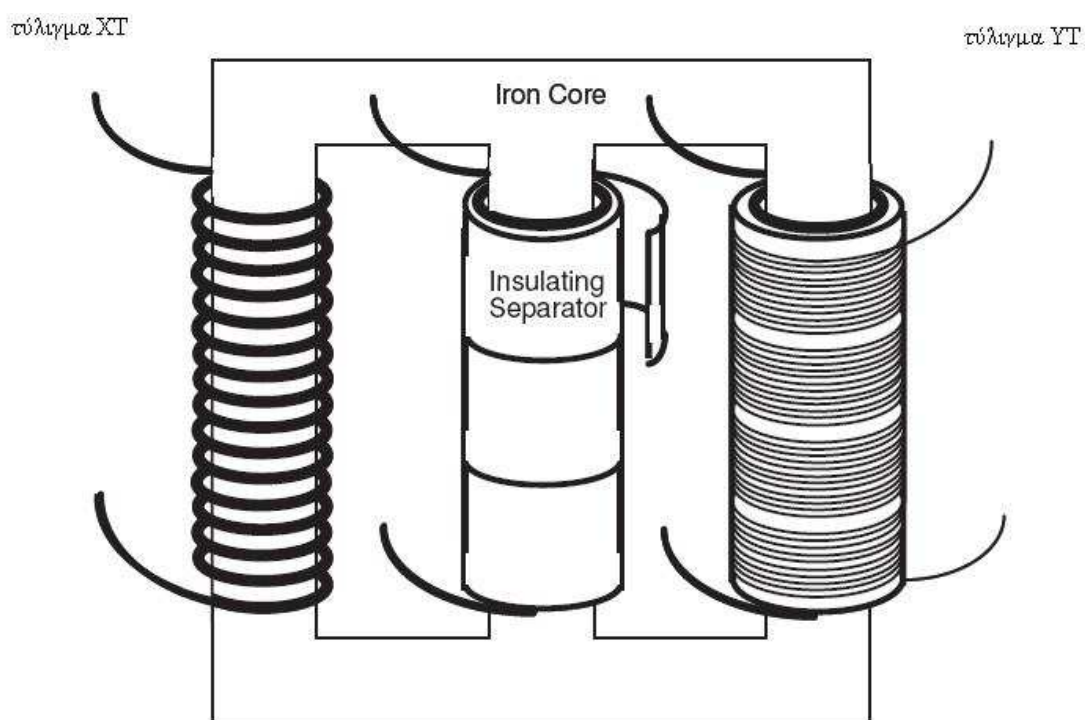


4.2: Ξηρός Μετασχηματιστής

4.2.1 Γενική Περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο, η ύπαρξη ενός βοηθητικού μετασχηματιστή (20/0.42 KV) είναι απαραίτητη προκειμένου να καλύπτονται όλες τις ανάγκες του υποσταθμού σε χαμηλή τάση.

Ένας τριφασικός μετασχηματιστής διανομής (σχ. 4.5) αποτελείται από έναν σιδερένιο πυρήνα με ένα μέλος για κάθε φάση. Γύρω από κάθε μέλος υπάρχουν δύο τυλίγματα: ένα με μεγάλο αριθμό στροφών συνδεδεμένο στην υψηλότερη τάση, και ένα με μικρότερο αριθμό στροφών συνδεδεμένο στη χαμηλή τάση. Τα τυλίγματα χωρίζονται με μονωτικό υλικό. Μια αλλαγή τάσης στο ένα τύλιγμα προκαλεί αλλαγή και στο άλλο. Το αποτέλεσμα είναι μια εναλλασσόμενη τάση εφαρμοζόμενη στο ένα τύλιγμα, να προκαλεί μια τάση ίδιας συχνότητας και στους ακροδέκτες του άλλου τυλίγματος, με αναλογία τάσεων ίση με την αναλογία του αριθμού των στροφών (νόμος του Faraday).



Σχήμα 4.5 Σχηματικό διάγραμμα τριφασικού μετασχηματιστή διανομής

Ο μετασχηματιστής διανομής είναι μονάδα ξηρού τύπου, χυτορητίνης αυτοψυχόμενη μονάδα εσωτερικού χώρου και τοποθετείται μέσα σε άκαμπτο, αυτόνομο, προστατευτικό περίβλημα. Η είσοδος των καλωδίων 20 KV από τον πίνακα μέσης τάσης γίνεται από κάτω, μέσω των καναλιών καλωδίων στο δάπεδο.

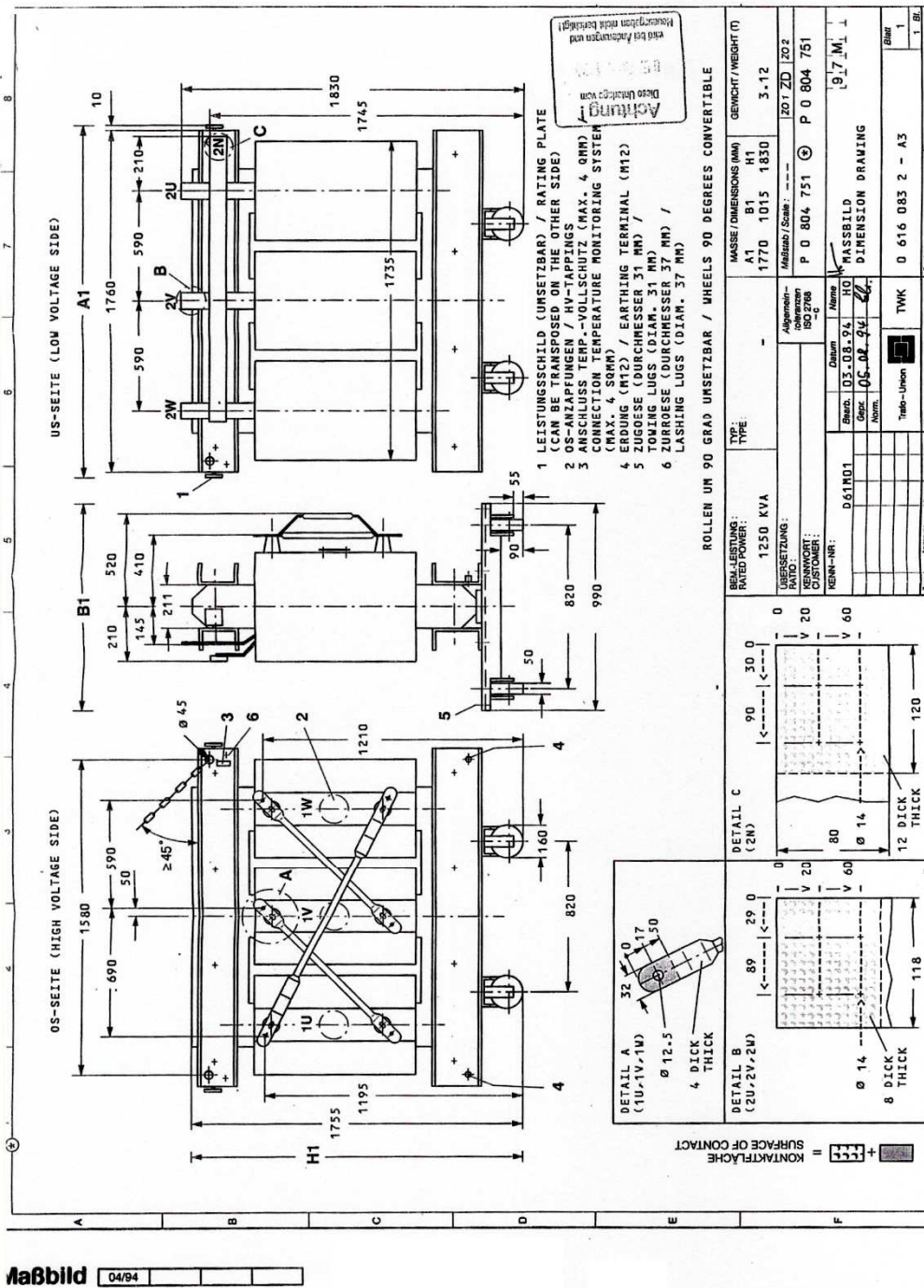
Η εγκατάσταση του προϋποθέτει υψόμετρο χαμηλότερο των 1000 μέτρων και ατμόσφαιρα, με μέτρια ρύπανση. Η μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τους 48 °C και ο χώρος που θα τοποθετηθεί θα πρέπει να έχει μηχανικό αερισμό μέσω ανοιγμάτων με φίλτρα.

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. Μεταξύ του συγκροτήματος πυρήνα και των περιελίξεων παρεμβάλλονται αντικραδασμικά παρεμβύσματα για περιορισμό του θορύβου.

Το συγκρότημα του πυρήνα προστατεύεται έναντι διάβρωσης με την χρήση αρκετών επιστρώσεων βαφής. Οι περιελίξεις υψηλής τάσης αποτελούνται από μονό φύλλο σπειρών αλουμινίου, περιτυλιγμένες με καλής ποιότητας διπλής στρώσης μονωτικού φύλλου, με επίστρωση εποξικής ρητίνης/μίγματος χαλαζιακής σκόνης για προστασία από οξειδώσεις. Οι περιελίξεις της χαμηλής τάσης είναι επίσης από αλουμίνιο.

Η τροφοδοσία του βοηθητικού μετασχηματιστή γίνεται από τον πίνακα μέσης τάσης (μέσω διακόπτη φορτίου) και η βοηθητική του τάση λειτουργίας είναι 110 V DC. Το μοναδικό του φορτίο είναι η τροφοδοσία του πίνακα χαμηλής τάσης ο οποίος είναι υπεύθυνος για τους ρευματοδότες και το φωτισμό του υποσταθμού και των μονάδων.

Σχήμα 4.6 Κατασκευαστικό σχέδιο λεπτομερειών μετασχηματιστή



Maßbild 04/94

4.2.2 Προστασίες Ξηρού Μετασχηματιστή

Ο ξηρός μετασχηματιστής φέρει προστασίες για:

- Το τυλίγμα του πρωτεύοντος μέσω ασφαλειών τήξεως
- Τον έλεγχο της θερμοκρασίας μέσω θερμίστορ

4.2.2.1 Ασφάλειες

Ο ξηρός μετασχηματιστής του υποσταθμού ανόρθωσης τροφοδοτείται από τον ασφαλειοαποζεύκτη LBS/2 του πίνακα μέσης τάσης.

Οι ασφάλειες που προστατεύουν το πρωτεύον του ξηρού μετασχηματιστή είναι τύπου : Fusibles Fusarc CF και τα χαρακτηριστικά των τριών ασφαλειών (μια για κάθε φάση) είναι:

- reference 51006538MO
- 24 KV
- In 6,3 A

Όταν μία ασφάλεια τηκτεί τότε μηχανικά απελευθερώνεται ένας πύρος (μεταλλικός κύλινδρος) 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.

Πίνακας 4.7 Χαρακτηριστικά Ασφαλειών Τήξεως

Reference	Rated voltage (kV)	Operating voltage (kV)	Rated current (A)	Max. breaking current I1 (kA)	Min. breaking current I3 (A)	Cold resistance ^a (mΩ)	Dissipated power (W)	Length (mm)	Diameter (mm)	Weight (kg)		
51108915M0	24	10/24	6.3	31.5	38	484	26	292	50.5	1.2		
51108916M0			10		40	248	35					
51108917M0			16		60	158	64					
51108918M0			20		73	123	84					
51108919M0			25	100	88	79	76	3.2				
51108920M0			31.5	112	61	90						
51108921M0			40	164	45	120	88	5				
51108922M0			50	233	30	157						
51108923M0			63	247	23	177						
51108907M0			6.3	40	36	485			26	387	50.5	1.5
51108908M0			16		50	158	58					
51108913M0			20		62	123	67					
51108914M0			25		91	85	78					
51108909M0			31.5		106	61	93	76	3.9			
51108910M0	40	165	42		115							
51311009M0	4	20	1436		34							
51006538M0			6.3		36	485	25					
51006539M0	36	20/36	10	31.5	39	248	31	442	50.5	1.7		
51006540M0			16		50	158	58					
51006541M0			20		62	123	67					
51006542M0			25		91	85	79					
51006543M0			31.5	101	61	96	76	4.5				
51006544M0			40	135	42	119						
51006545M0			50	180	31.5	138	442	88	5.7			
51006546M0			63	265	22.8	144						
51006547M0			80	330	18	200						
51006548M0			100	450	13.5	240						
51311010M0			36	20/36	4	20	20	2109	51	537	50.5	1.9
51006549M0					6.3	40	36	750	39			
51006550M0					10		39	380	50			
51006551M0					16		50	252	98			
51006552M0	20	62			197	120	76	5.4				
51006553M0	25	91			133	133						
51006554M0	31.5	20			106	103	171					
51006555M0	40				150	70	207					
51006556M0	50	200			47	198	88	6.5				
51006557M0	63	250			35	240						

4.2.2.2 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 τάσης υπάρχουν ενσωματωμένοι αισθητήρες θερμοκρασίας. Έχουμε τρεις αισθητήρες για το πρώτο στάδιο ελέγχου θερμοκρασίας που είναι ρυθμισμένοι στους 150^ο και τρεις αισθητήρες για το δεύτερο στάδιο ελέγχου στους 170^ο.

Οι αισθητήρες συνεργάζονται με ένα κύκλωμα αυτοματισμού. Στο πρώτο στάδιο δίνει ενδεικτικό σήμα προειδοποίησης , ενώ στο δεύτερο στάδιο δίνει εντολή απόζευξης στον LBS/2. Οι βοηθητικές τάσεις λειτουργίας των αισθητήρων είναι 110 V DC και είναι καλυμμένα με μεταλλικά περιβλήματα για λόγους προστασίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 Λειτουργίες Αλληλασφαλίσεων στους Υ/Σ Έλξης

5.1.1 Γενική Περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε και στο 1^ο κεφάλαιο η τροφοδοσία της τρίτης γραμμής από την οποία οι συρμοί παίρνουν το ρεύμα για την κίνηση τους, γίνεται παράλληλα από τους υποσταθμούς έλξης μέσω των πινάκων συνεχούς ρεύματος. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζεται ότι, σε περίπτωση που ένας υποσταθμός πάθει βλάβη και δεν μπορεί να τροφοδοτήσει την ηλεκτροφόρο γραμμή, το φορτίο του θα το αναλάβουν οι άλλοι χωρίς να υπάρχει επίπτωση στην κυκλοφορία.

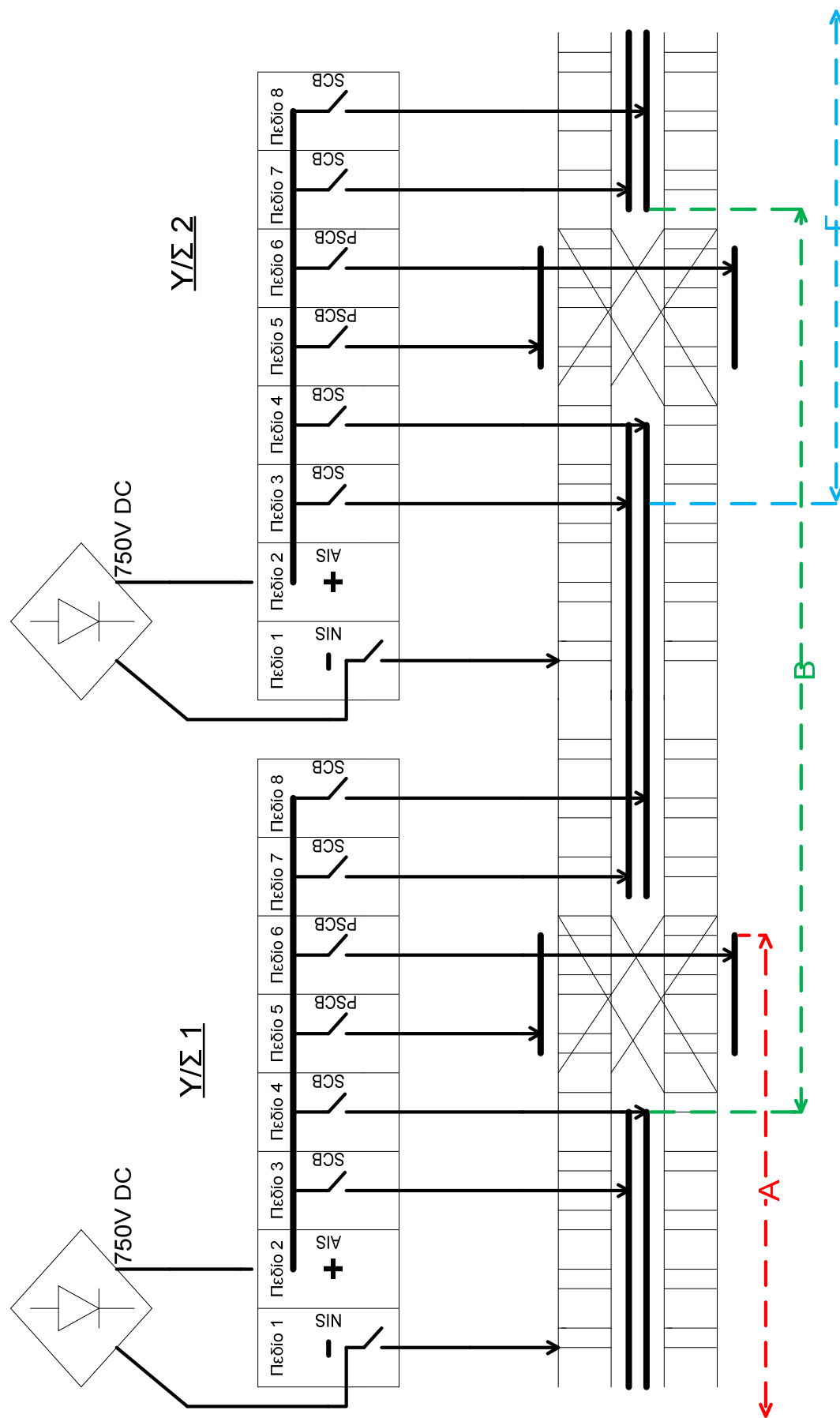
Η κάθε γραμμή χωρίζεται σε ζώνες ρεύματος έλξης. Ως ζώνη θεωρείται το τμήμα της ηλεκτροφόρου γραμμής στο οποίο διαχωρίζεται η τροφοδοσία του. Η ηλεκτροφόρος γραμμή διακόπτεται σε εκείνα τα σημεία. Βρίσκεται μεταξύ δύο υποσταθμών έλξης τύπου ΤΤ δηλ. τύπος υποσταθμού με δύο διακόπτες (+) ανά τροχιά (άνωθεν και κάτωθεν του διακοπόμενου τμήματος της ηλεκτροφόρου γραμμής) και κάθε ζώνη είναι ανεξάρτητη από κάθε άλλη από πλευρά παροχής ισχύος.

Για να εξασφαλίζεται η συνέχεια στα σημεία ασυνέχειας της τρίτης γραμμής, κατά μήκος των γραμμών υπάρχουν εσοχές με ίδιου τύπου διακόπτες (+), δύο ανά τροχιά (άνωθεν και κάτωθεν του διακοπόμενου τμήματος της ηλεκτροφόρου γραμμής).

Επίσης προκειμένου να τηρείται η απαιτούμενη χρονοαπόσταση μεταξύ των συρμών, η γραμμή χωρίζεται σε τομείς, δηλ. τμήματα τα οποία μπορούν να απομονωθούν σε περίπτωση βλάβης. Ο κάθε τομέας ορίζεται ανάλογα με το μέγεθος της κάθε ζώνης και τις χρονοαποστάσεις των συρμών.

Επειδή η τροφοδοσία είναι παράλληλη διαπιστώνουμε ότι κάθε ζώνη τροφοδοτείται από δύο σημεία από δύο διαφορετικούς υποσταθμούς και συνεπώς για να απομονώσουμε κάποια ζώνη θα πρέπει να ανοίξουμε τους διακόπτες και από τις δύο πλευρές.

Στο παρακάτω σχήμα (σχήμα 5.1) φαίνεται μια παράλληλη τροφοδοσία δύο υποσταθμών στην ηλεκτροφόρο γραμμών η οποία χωρίζεται σε τρεις ζώνες. Η απενεργοποίηση της ζώνης Α θα οδηγήσει στην απενεργοποίηση του πρώτου ενδιάμεσου τμήματος. Αντίστοιχα αν απενεργοποιηθεί η ζώνη Β θα απενεργοποιηθούν και τα δύο ενδιάμεσα τμήματα. Σε περίπτωση που ο υποσταθμός 2 τεθεί εκτός λειτουργίας τότε ο πίνακας Σ.Ρ. του θα λειτουργήσει σαν μεταγωγικός διακόπτης για να ενώσει τις δύο ζώνες που τροφοδοτούσε (τα πεδία 7,8 του Υ/Σ 1 και τα 3,4,7,8 θα τροφοδοτήσουν την ζώνη Γ).



Σχήμα 5.1 Παράλληλη τροφοδοσία δύο υποσταθμών

5.1.2 Προστασίες και συσκευή τηλεαπόζευξης.

Σε κάθε υποσταθμό ανόρθωσης και σταθμό εσοχής έχει εγκατασταθεί μια συσκευή τηλεαπόζευξης. Έτσι εξασφαλίζεται ότι σε περίπτωση βραχυκυκλώματος ή υπερφόρτισης ανά ζώνη, θα αποζευχθεί ο αντίστοιχος διακόπτης, που τροφοδοτεί την ηλεκτροφόρο γραμμή αυτής της ζώνης και κατά συνέπεια η τροφοδοσία στην ελαττωματική ζώνη θα διακοπεί.

Η σύνθεση του ηλεκτρονόμου τηλεαπόζευξης περιλαμβάνει δύο συσκευές πομπού-δέκτη που είναι συντονισμένοι σε ραδιοφωνική συχνότητα. Η μια συσκευή βρίσκεται συνδεδεμένη στον πίνακα Σ.Ρ ενός υποσταθμού και η δεύτερη συσκευή στον πίνακα του άλλου υποσταθμού. Και οι δύο πίνακες είναι συνδεδεμένοι μεταξύ τους με ένα ζεύγος καλωδίου διασύνδεσης (pilot line wire).

Τα σφάλματα από τις προστασίες καταλήγουν σε μια λογική πλακέτα του ηλεκτρονόμου τα οποία με της σειρά τους μεταφέρονται στις αντίστοιχες πλακέτες του προηγούμενου και του επόμενου πίνακα (η αναγνώριση του σήματος από το δέκτη γίνεται μέσα σε 150ms). Προς κάθε πλευρά χρησιμοποιούνται τέσσερις συχνότητες. Η μια δεσμεύεται για τον έλεγχο της γραμμής, μια για το κλείδωμα της κατάστασης σε περίπτωση σφάλματος, μια για τη μεταφορά του σφάλματος ως προς γη και μια για την μεταφορά του σφάλματος di/dt και ΔI .

Συνεπώς ανά δύο πίνακες υπάρχουν οχτώ συχνότητες συνολικά για το ίδιο σήμα. Οι τέσσερις δεσμεύονται για την μετάδοση των παραπάνω σφαλμάτων και οι άλλες τέσσερις για την λήψη.

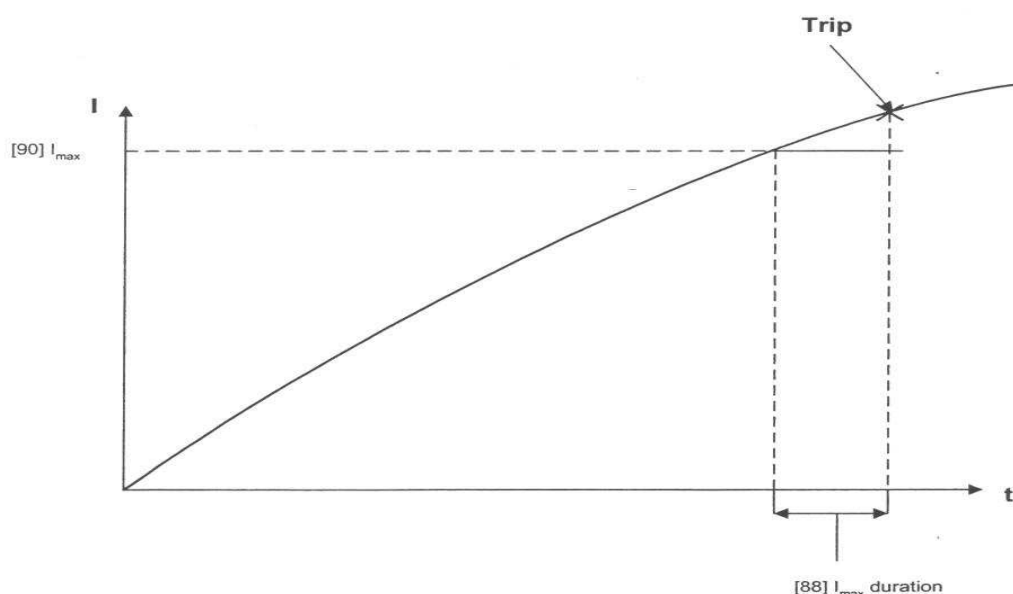
Σε περίπτωση που το καλώδιο διασύνδεσης αποσυνδεθεί ή διακοπεί, οι αντίστοιχοι δέκτες δεν θα έχουν σήμα εισόδου από τον παρακείμενο σταθμό, οπότε από την πλακέτα ηλεκτρονόμων θα προστεθεί ένα σφάλμα στις δύο συσκευές τηλεαπόζευξης.

Η συσκευή τηλεαπόζευξης ενεργοποιείται από τα ακόλουθα σήματα:

- Στατική υπερένταση I_{max}
- ΔI (διαφορά ρεύματος από μια τιμή αναφοράς)
- di/dt (απόζευξη λόγω μεταβολής του ρυθμού ανόδου του ρεύματος)
- Διαρροή πλαισίου ως προς γη
- Υπέρταση (τάση μεταξύ σιδηροτροχιών κύλισης και γείωσης)

5.1.2.1 Προστασία I_{max}

Σε αυτή την περίπτωση ορίζουμε ένα άνω όριο ρεύματος και ένα χρονικό διάστημα. Όταν επιτευχθεί το όριο του ρεύματος που έχουμε ορίσει αρχίζει να μετράει ο χρόνος. Αν στο ορισμένο αυτό χρονικά διάστημα παραμείνει η τιμή του ρεύματος πάνω από το όριο, τότε με το πέρας του διαστήματος ανοίγει ο συγκεκριμένος διακόπτης που διαπιστώθηκε.



Σχήμα 5.2 Χαρακτηριστική καμπύλη προστασίας I_{max}

5.1.2.2 Προστασία ΔI

Σε αυτή την προστασία τα μεγέθη που ορίζουμε είναι τα παρακάτω :

Διαφορά ΔI : Είναι η διαφορά της τιμής του ρεύματος από μία τιμή αναφοράς. Η τιμή αναφοράς του ρεύματος αλλάζει ανάλογα με την χρονική στιγμή. Έτσι όταν η καμπύλη του ρεύματος αποκτήσει κλίση di/dt μικρότερη από μια προκαθορισμένη τιμή που έχουμε ορίσει για κάποιο χρονικό διάστημα T' , σε αυτό το σημείο η τιμή του I γίνεται το καινούργιο σημείο αναφοράς.

Χρόνος παραμονής T : Είναι ο χρόνος μετά τον οποίο αν η τιμή του ΔI έχει ξεπεράσει το όριο που του έχουμε ορίσει θα δοθεί εντολή ανοίγματος στον διακόπτη.

Κλίση καμπύλης di/dt : Είναι η κλίση της καμπύλης του ρεύματος ως προς τον χρόνο.

Χρόνος αλλαγής σημείου αναφοράς T' : Είναι ο χρόνος μετά τον οποίο αν η τρέχουσα κλίση της καμπύλης του ρεύματος γίνει και παραμείνει μικρότερη από την ορισμένη τιμή di/dt αλλάζει το σημείο αναφοράς για το ΔI .

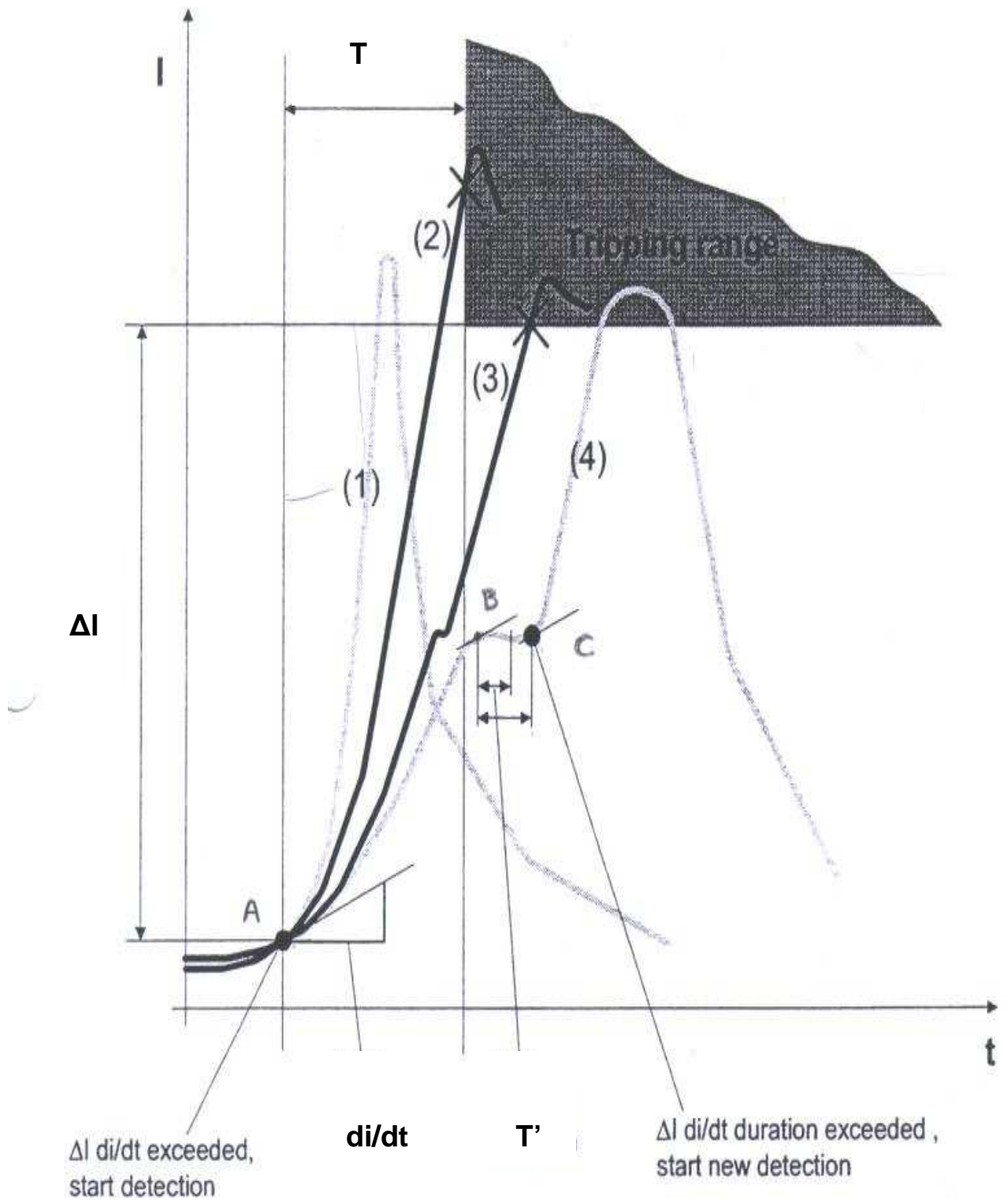
Η δειγματοληψία γίνεται κάθε 100μsec και στο σχήμα 5.3 έχουμε την χαρακτηριστική καμπύλη του ΔI .

Στην πρώτη περίπτωση έχει επιτευχθεί η κλίση di/dt αλλά για το χρονικό διάστημα T δεν έχει παραμείνει η τιμή ΔI πάνω από το όριο άρα και το σύστημα δεν κόβει.

Στην δεύτερη περίπτωση ισχύουν οι ίδιες προϋποθέσεις με την πρώτη με την διαφορά ότι τώρα με το πέρας του διαστήματος T η τιμή του ΔI έχει παραμείνει πάνω από τα ορισμένα όρια άρα το σύστημα κόβει.

Στην Τρίτη περίπτωση ξεπερνάμε πρώτα το χρονικό όριο T και εν συνεχεία μόλις ξεπερνάμε και το όριο ΔI κόβει.

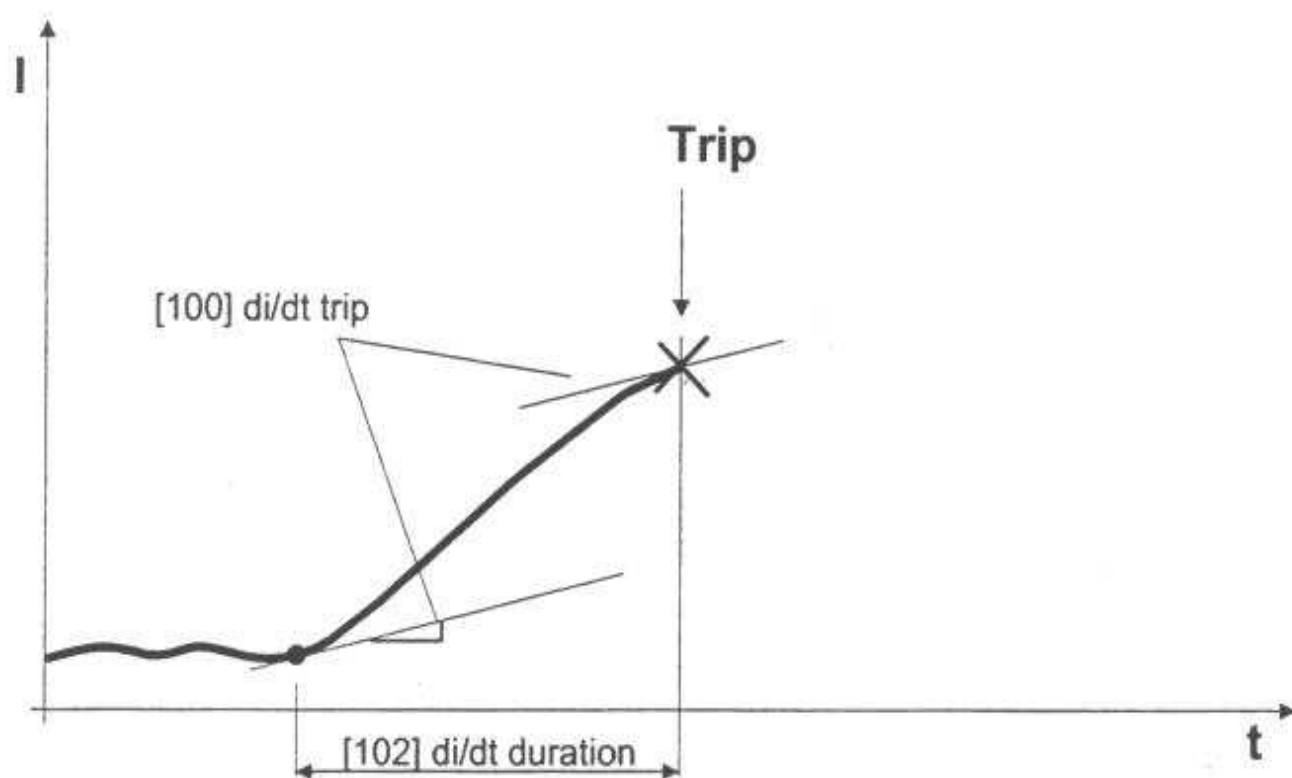
Τέλος στην τέταρτη περίπτωση στο σημείο B έχουμε την κλίση της καμπύλης να μειώνεται και να φτάνει ξανά την ορισμένη di/dt . Εν συνεχεία η κλίση παραμένει κάτω από το όριο της τιμής di/dt για χρονικό διάστημα T' . Έτσι μετά το χρόνο T' μόλις ξαναφθάσει η τιμή της κλίσης το ορισμένο di/dt , σε αυτό το σημείο η τιμή του ρεύματος I είναι το καινούργιο σημείο αναφοράς.



Σχήμα 5.3 Χαρακτηριστική καμπύλη προστασίας ΔI

5.1.2.3 Προστασία di/dt

Στην συγκεκριμένη προστασία λαμβάνουμε υπόψη μας την τιμή της κλίσης της καμπύλης του ρεύματος σε σχέση με τον χρόνο και το διάστημα που εφαρμόζεται (σχήμα 5.4). Η προστασία ΔΙ ήταν για να προλάβει το βραχυκύκλωμα πριν αυτό φτάσει στο ανώτερο σημείο του όταν αυτό συμβαίνει κοντά στο σημείο της τροφοδοσίας της ηλεκτροφόρου. Στην περίπτωση του di/dt προσπαθούμε να το προλάβουμε όταν αυτό συμβαίνει σε μακρινό σημείο από την τροφοδοσία μας. Έτσι μόλις επιτευχθεί η δεδομένη κλίση di/dt που έχουμε ορίσει αρχίζει να μετράει ο χρόνος και μετά το πέρας του χρονικού διαστήματος με παραμένονσα κλίση μεγαλύτερη από την ορισμένη το σύστημα κόβει.



Σχήμα 5.4 Χαρακτηριστική καμπύλη προστασίας di/dt

5.1.2.4 Διαρροή πλαισίου ως προς γη

Το περίβλημα του κάθε πίνακα Σ.Ρ. είναι συνδεδεμένο με χάλκινους ζυγούς, που βρίσκονται πάνω από το άκρο. Με αυτόν τον σχεδιασμό επιτυγχάνεται το ίδιο δυναμικό σε κάθε κουβούκλιο.

Στον πίνακα διατίθεται ένα κεντρικό βάκτρο γείωσης, που συνδέεται με τη γείωση της κατασκευής. Η επιπήρηση των σφαλμάτων γείωσης ή αντίστοιχα των ρευμάτων που αναπτύσσονται μέσα στο πίνακα, γίνεται ανάμεσα στο πλαίσιο του αποζεύκτη NIS και της θεμελιακής γείωσης χρησιμοποιώντας έναν ηλεκτρονόμο γείωσης (relay K-64) με ευαισθησία 20 A.

5.1.2.5 Υπέρταση

Η διαφορά δυναμικού της τροχιάς με τη γη ελέγχεται μέσω ενός ηλεκτρονόμου υπέρτασης (relay K-59) με τιμή απόζευξης στα 140 V.

Τα σφάλματα I_{max} , ΔI , di/dt οδηγούν σε απόζευξη τους διακόπτες ταχείας ενεργείας (HSCB) της ίδιας ζώνης και της ίδιας τροχιάς. Με αυτά τα σφάλματα δεν μπλοκάρεται ο αυτόματος επανοπλισμός των διακοπών, οπότε οι διακόπτες αυτοί ξανακλείνουν μετά την αναίρεση του σφάλματος. Τα σφάλματα διαρροής πλαισίου ως προς γη και υπέρτασης σιδηροτροχιών κύλισης ως προς γη οδηγούν σε απόζευξη όλους τους διακόπτες που τροφοδοτούν την τροχιά 1 και 2 εντός της ζώνης. Επιπρόσθετα η τροφοδοσία της συγκεκριμένης ζώνης διακόπτεται μέσω της απόζευξης του διακόπτη 20 του υποσταθμού εκείνου που έδωσε το σήμα απόζευξης. Ο αυτόματος επανοπλισμός όλων των σχετικών διακοπών εμποδίζεται μέσω του συστήματος φραγής και χρειάζεται αναγνώριση του σφάλματος προκειμένου να τροφοδοτηθεί με ρεύμα έλξης η συγκεκριμένη ζώνη.

5.2 Σύστημα Γενικής Απόζευξης

5.2.1 Γενική Περιγραφή

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως όλοι οι υποσταθμοί έλξης που τροφοδοτούν την ηλεκτροφόρο γραμμή είναι ανεξάρτητοι μεταξύ τους και συνδεδεμένοι παράλληλα. Αν προκύψει ανάγκη να τεθούν όλοι οι υποσταθμοί εκτός λειτουργίας θα πρέπει να κλείσουν όλοι οι υποσταθμοί με την σειρά που είναι συνδεδεμένοι. Επειδή όμως αυτός ο τρόπος μπορεί να προκαλέσει πρόβλημα υπάρχει το σύστημα γενικής απόζευξης.

Όλοι οι διακόπτες ισχύος των πινάκων μέσης τάσης των υποσταθμών είναι μεταξύ τους καλωδιακά συνδεδεμένοι. Σε όλους τους διακόπτες ισχύος είναι συνδεδεμένοι ηλεκτρονόμοι ασφαλείας που λειτουργούν στα 24 V για να μην υπάρχει ο κίνδυνος πτώσης τάσης στο καλώδιο.

Η διασύνδεση αυτή καταλήγει στο κέντρο έλεγχου λειτουργίας και κλείνει ένα loop που λειτουργεί με τάση 110 V DC. Όταν από το κέντρο ελέγχου δοθεί εντολή απόζευξης τότε το loop ανοίγει και ταυτόχρονα ανοίγουν όλοι οι διακόπτες βγάζοντας έτσι εκτός τους υποσταθμούς. Όσο το loop είναι κλειστό οι διακόπτες δεν μπορούν να ανοίξουν.

5.3 Κομβία έκτακτης ανάγκης

5.3.1 Γενική Περιγραφή

Τα κομβία έκτακτης ανάγκης (φωτ. 9) χρησιμοποιούνται για την διακοπή του ρεύματος έλξης σε περίπτωση ανάγκης. Σε περίπτωση ατυχήματος ή αν κάποιος άνθρωπος χρειαστεί να κινηθεί στην σήραγγα θα πρέπει να διακοπεί το ρεύμα ώστε να μην κινδυνέψει από αυτό. Τα κομβία συνδέονται με το κέντρο ελέγχου και φέρουν τη δυνατότητα ανοικτής επικοινωνίας μέσω τηλεφωνικής γραμμής. Έτσι κάθε φορά που θα πατηθεί κάποιο κομβίον θα ενεργοποιηθεί και η γραμμή επικοινωνίας με το κέντρο ελέγχου.

Τα κομβία τοποθετούνται σε σειρά κατά μήκος της σήραγγας και στις δύο πλευρές με απόσταση ανά 100 μέτρα μεταξύ τους. Στα σημεία που χωρίζονται από τομείς υπάρχουν επιπλέον δυο ακόμα κομβία (ένα για την κάθε τροχιά). Επίσης στις πλατφόρμες του κάθε σταθμού είναι τοποθετημένα τέσσερα κομβία (ένα στη κάθε άκρη). Επίσης στις τέσσερις άκρες υπάρχουν φωτεινοί σηματοδότες οι οποίοι ενεργοποιούνται όταν έχει γίνει παράκαμψη του συστήματος από το σταθμαρχείο. Με αυτόν τον τρόπο ο οδηγός του συρμού γνωρίζει όταν ξεκινάει ότι μπαίνει σε τομέα όπου τα κομβία δεν λειτουργούν.

Όλα τα κομβία είναι συνδεδεμένα μέσω loop των 110 V DC. Όταν πατηθεί κάποιο κομβίον τότε το loop κόβεται δίνοντας έτσι σήμα στους αντίστοιχους διακόπτες τροφοδοσίας του τομέα. Για κάθε τομέα υπεύθυνη είναι μια καμπίνα λειτουργίας που βρίσκεται στο δωμάτιο τηλεπικοινωνιών. Σε κάθε σταθμαρχείο υπάρχει μια κονσόλα, η οποία δίνει σήμα σε περίπτωση που πατηθεί κάποιο από τα κομβία και αν χρειαστεί να γίνει παράκαμψη του συστήματος κονσόλα του σταθμαρχείου, συνδέεται με την καμπίνα λειτουργίας και με το loop των κομβίων.

Επίσης η καμπίνα λειτουργίας συνδέεται με μια καμπίνα διασύνδεσης που είναι τοποθετημένη σε κάθε υποσταθμό ανόρθωσης. Η καμπίνα διασύνδεσης έχει διπλό σκοπό:

- Να λαμβάνει σήμα (μέσω ειδικών ηλεκτρονόμων ασφαλείας που λειτουργούν στα 24 V για να μην υπάρξει κίνδυνος πτώσης τάσης) για τη διακοπή του loop και αντίστοιχα την ενεργοποίηση κάποιου από τα

Μελέτη, παρουσίαση και ανάλυση της λειτουργίας Υποσταθμού Ανόρθωσης στο ΜΕΤΡΟ

κομβία και στη συνέχεια να δίνεται εντολή απόζευξης του κατάλληλου διακόπτη.

- Να στέλνει σήμα στην τερματική μονάδα τηλεχειρισμού του σταθμού η οποία με την σειρά της στέλνει σήμα στο κέντρο ελέγχου λειτουργίας.

Φωτ. 9 Κομβίον Έκτακτης ανάγκης



5.4 Σύστημα Πυρασφάλειας Υποσταθμού

5.4.1 Γενική Περιγραφή

Το τεχνικό δωμάτιο του υποσταθμού ανόρθωσης είναι ερμητικά κλεισμένο και με πυράντοχη απομόνωσή (πυροφραγές). Για την προστασία του έναντι πυρκαγιάς χρησιμοποιούνται αισθητήρες καπνού.

Έχουμε δυο ζώνες επιτήρησης που η κάθε μία αποτελείται από πέντε αισθητήρες καπνού. Αν για κάποιο λόγο ενεργοποιηθεί ένας αισθητήρας τότε δίνεται σήμα προειδοποίησης σε μια ηλεκτρονική μονάδα ελέγχου. Τη στιγμή της κατάσβεσης αυτόματα σφραγίζουν τα fire dampers των αεραγωγών απαγωγής θερμότητας μέσω της ηλεκτρονικής μονάδας ελέγχου του κυκλώματος πυρασφάλειας.

Αν στη συνέχεια ενεργοποιηθεί και ένας άλλος αισθητήρας από την άλλη ζώνη τότε μέσω της ηλεκτρονικής μονάδας δίνεται εντολή κατάσβεσης

Η κατάσβεση γίνεται με την απελευθέρωση αερίου INERT GAS που αποτελείται από 8% CO₂, 40% Ar και 52% N₂.

5.5 Γείωση Υποσταθμού Ανόρθωσης

5.5.1 Γενική Περιγραφή

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

Αυτή η μπάρα είναι ενωμένη αγώγιμα με χάλκινο αγωγό διατομής 95mm² 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

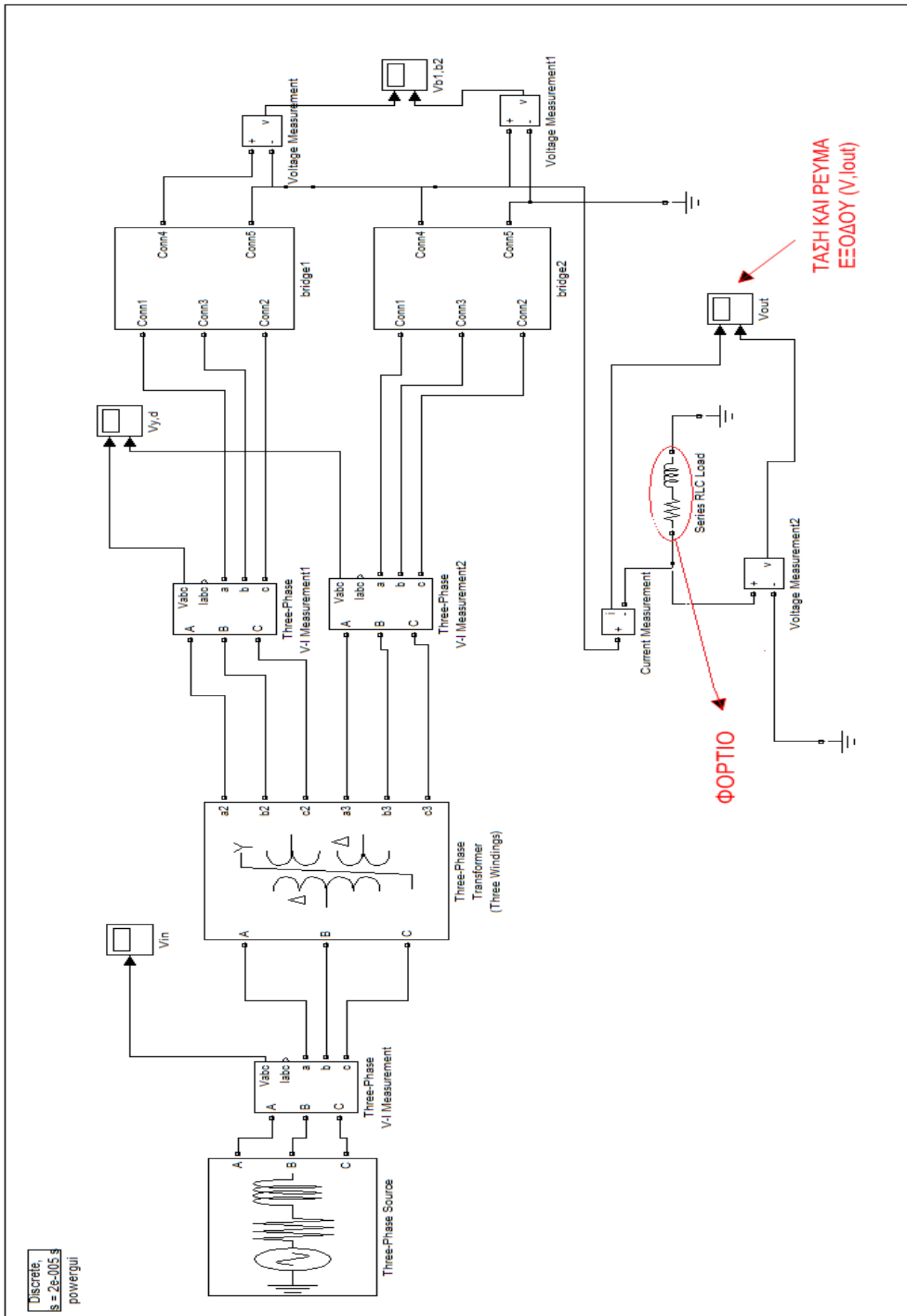
Η γείωση αυτή ελέγχεται μία φορά το χρόνο, με γειωσόμετρο. Η επιθυμητή τιμή ως προς τη γη είναι μικρότερη του 1 Ω.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Εισαγωγή

Η προσομοίωση της 12 παλμικής διάταξης στο περιβάλλον του σχεδιαστικού προγράμματος Matlab έχει στόχο κυρίως την εύρεση των κυματομορφών τάσεων και ρευμάτων των κυριότερων στοιχείων από τα οποία αποτελείται η διάταξη, όπως οι δίοδοι και ο μετασχηματιστής, όσο και των λειτουργικών χαρακτηριστικών του, όπως τάσεις και ρεύματα εισόδου, εξόδου.

Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο Matlab Simulink έκδοση 7.5.0.342 (R2007b). Η μορφή που έχει το κύκλωμα μας σε περιβάλλον Matlab φαίνεται στο σχήμα 6.1. Όπως παρατηρούμε η τριφασική πηγή, η οποία αντιπροσωπεύει το ac δίκτυο συνδέεται με το πρωτεύον ενός μετασχηματιστή. Τα τυλίγματα του μετασχηματιστή έχουν την απαραίτητη απαίτηση για την περίπτωση μας: τυλίγματα συνδεδεμένα κατά Τρίγωνο στο πρωτεύον και Τριγώνου και Αστέρα στο δευτερεύον. Ο λόγος για τον οποίο υπάρχει αυτή η προϋπόθεση είναι, όπως έχουμε εξηγήσει στο 2^ο και το 3^ο κεφάλαιο, η διαφορά φάσης των 30 μοιρών μεταξύ των τάσεων στα δύο δευτερεύοντα του μετασχηματιστή. Στη συνέχεια τα κάθε ένα από τα δευτερεύοντα του μετασχηματιστή συνδέεται με μια γέφυρα, κάθε μια από τις οποίες αποτελείται από έξι δίοδους. Τέλος σαν φορτίο στην έξοδο χρησιμοποιούμε κύκλωμα R-L. Η προσομοίωση της 12 παλμικής διάταξης πραγματοποιήθηκε για χρόνο 20 msec (10 κύκλους) και διήρκεσε μία ώρα.



Κατασκευή 12 παλμικής ανορθωτικής διάταξης σε περιβάλλον Matlab

Για την εξομοίωση του τριφασικού δικτύου χρησιμοποιούμε από τη βιβλιοθήκη του Matlab το μπλοκ Three-Phase Source με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Phase-to-phase rms voltage (V)=20000
- Phase angle of phase A (degree)=0° (τάση αναφοράς)
- Frequency (Hz)=50

Για το μετασχηματιστή επιλέγουμε το 3300 MVA three phase transformer από τον υποκατάλογο power system block set της βιβλιοθήκης του Matlab, με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

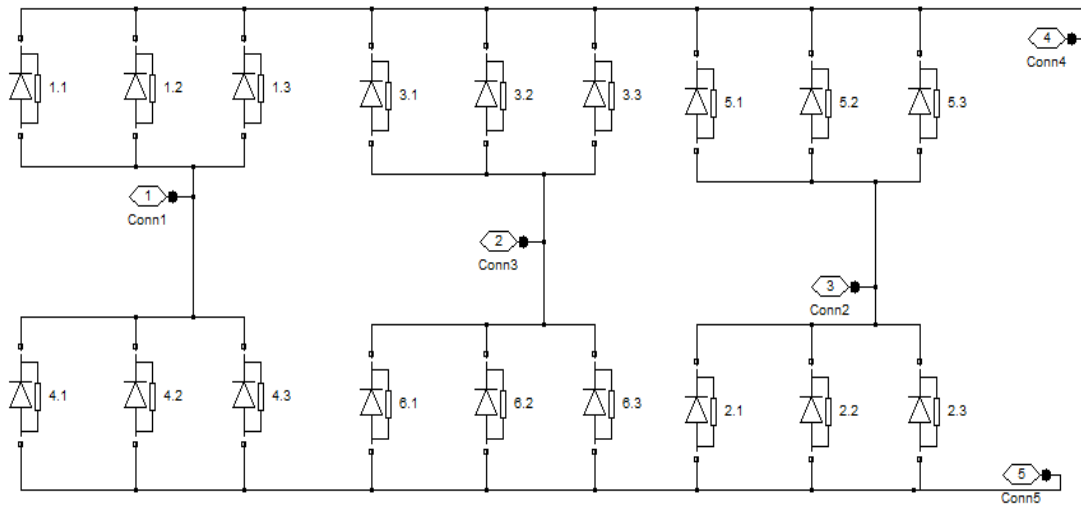
- Nominal power and frequency=3300KV, 50(Hz)
- Winding 1 (ABC) connection=Delta(D1)
- Winding 1 parameters=V1 Ph-Ph (Vrms)=20000
- R1 (pu)=0.0025
- L1 (pu)=0.08
- Winding 2 (ABC-2) connection=Y
- Winding 2 parameters=V2 Ph-Ph (Vrms)=585
- R1 (pu)=0.0024
- L1 (pu)=0.08
- Winding 3 (ABC-3) connection=Delta
- Winding 3 parameters=V3 Ph-Ph (Vrms)=585
- R1 (pu)=0.0024
- L1 (pu)=0.08

Για τις γέφυρες των 18 διόδων αντίστοιχα δημιουργήθηκαν τα υποσυστήματα (μπλοκ) που φαίνονται στο σχήμα 6.1. Ο λόγος που προτιμήθηκε αυτή η λύση είναι για μεγαλύτερη ευελιξία. Ο τρόπος συνδεσμολογίας της κάθε γέφυρας φαίνεται αντίστοιχα στα σχήματα 6.2 και 6.3.

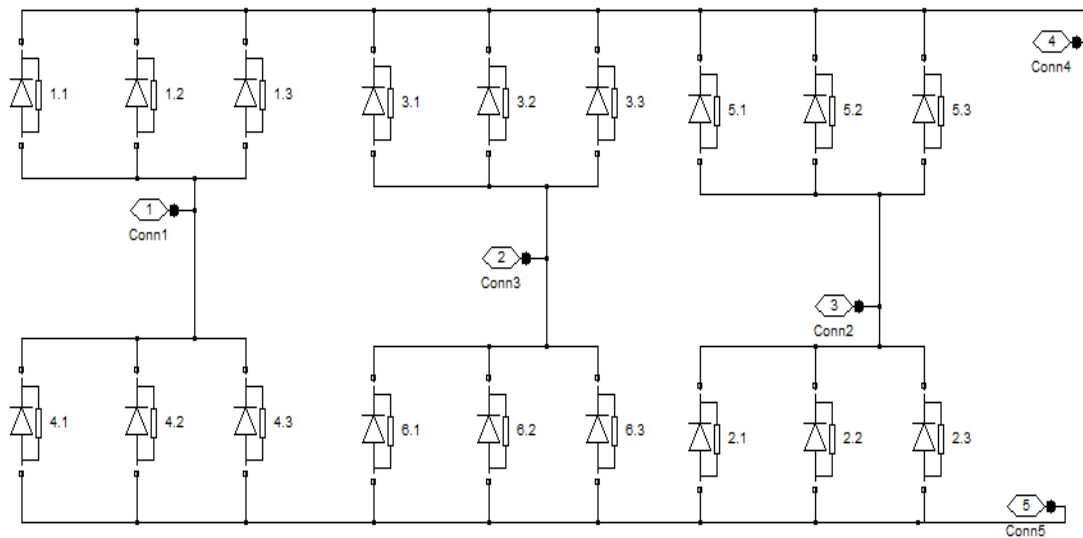
Όπως παρατηρούμε από τα παρακάτω σχήματα κάθε γέφυρα αποτελείται από 18 διόδους συνολικά και σε κάθε φάση συνδέονται 6 διόδοι, τρεις για τη θετική ημιπερίοδο και τρεις για την αρνητική.

Οι ρυθμίσεις που έγιναν στις παραμέτρους της κάθε διόδου είναι οι εξής:

- Snubber resistance R_s (Ohms)=500
- Snubber capacitance C_s (F)= 2.5×10^{-7}
- Resistance R_{on} (Ohms)=0.001
- Inductance L_{on} (H)=0
- Forward voltage V_f (V)=0.8
- Initial current I_c (A)=0

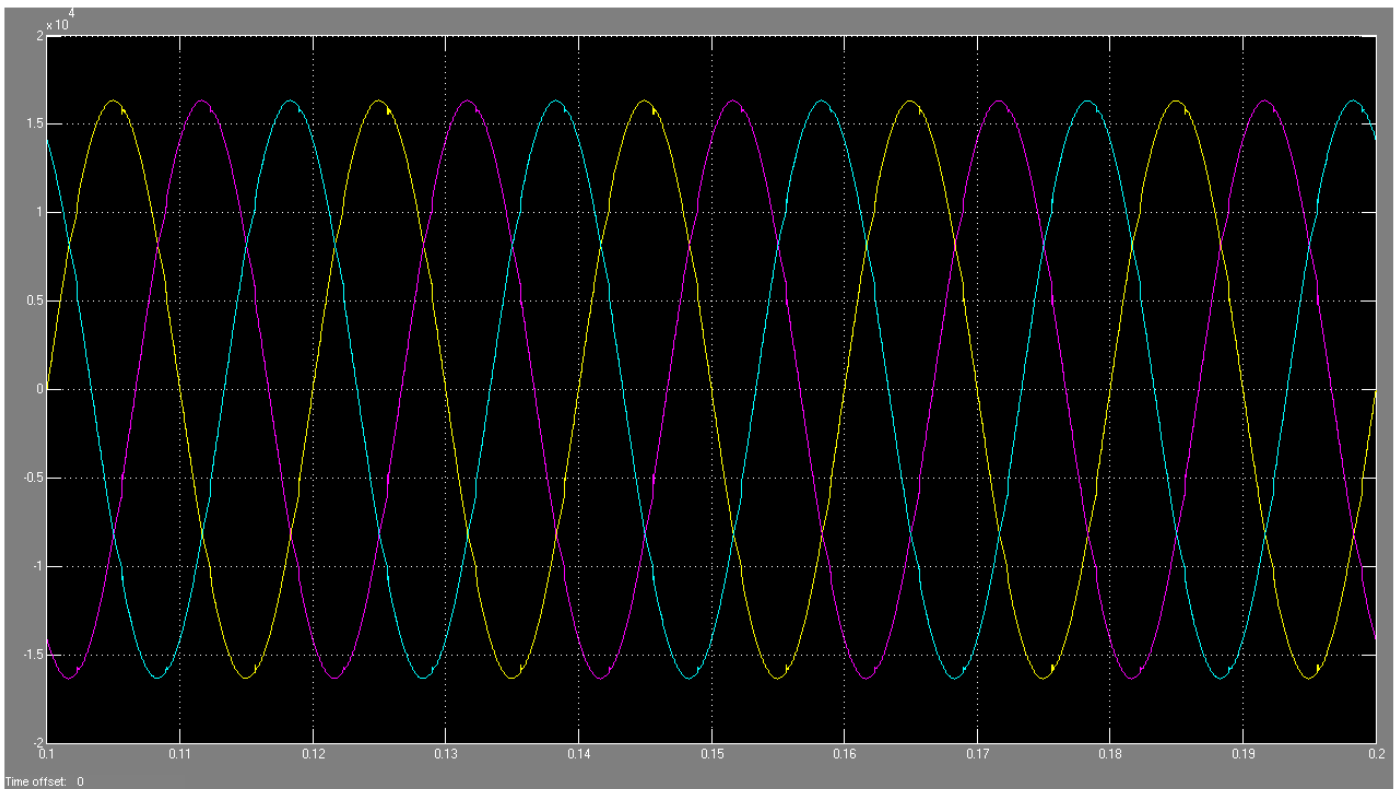


Σχήμα 6.2 Bridge 1-τριφασική γέφυρα 6 παλμών στο περιβάλλον Matlab



Σχήμα 6.3 Bridge 2-τριφασική γέφυρα 6 παλμών στο περιβάλλον Matlab

Στην είσοδο του κυκλώματος έχουμε χρησιμοποιήσει τριφασική είσοδο εναλλασσομένου ρεύματος. Τοποθετήσαμε ένα βολτόμετρο στην είσοδο προκειμένου να μετρήσουμε την τάση η οποία φαίνεται στο σχήμα 6.4.



Σχήμα 6.4 Είσοδος του κυκλώματος V_{in}

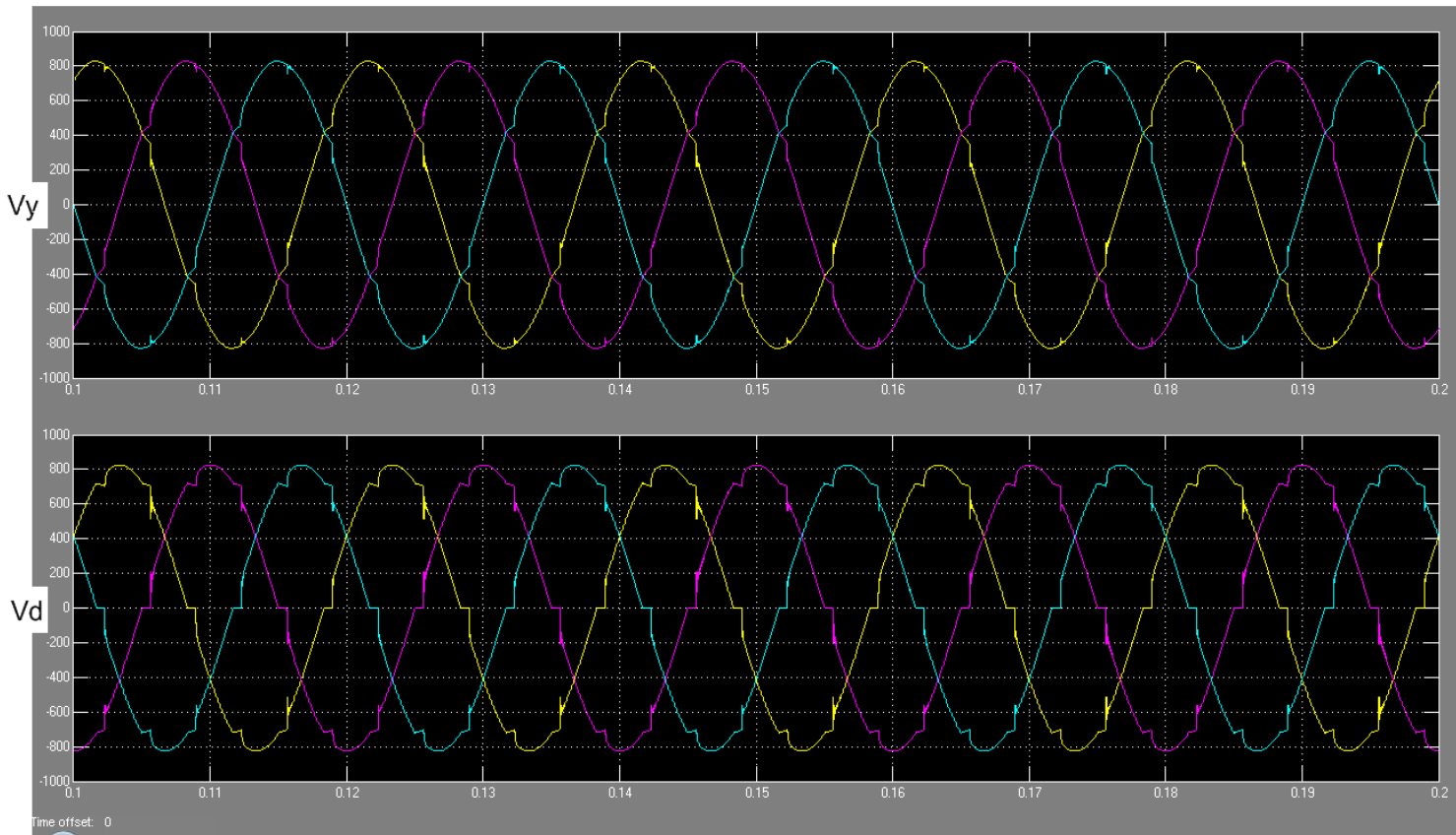
Στην είσοδο των δύο δευτερευόντων τυλιγμάτων τοποθετήσαμε ένα βολτόμετρο ($V_{y,d}$) για να μετρήσουμε την τάση. Οι γραφικές των οποίων βρίσκονται στο σχήμα 6.5. Παρατηρούμε ότι επαληθεύεται η διαφορά φάσης των 30 μοιρών ανάμεσα στις τάσεις (585 V) των δύο δευτερευόντων.

Αναλυτικότερα στο σχήμα 6.6 παρουσιάζονται οι ίδιες γραφικές με αυτές του σχ. 6.5 αλλά για λιγότερους κύκλους (2). Από το σχήμα παρατηρούμε ότι οι διαφορά φάσης είναι περίπου 1.7 msec. Οπότε :

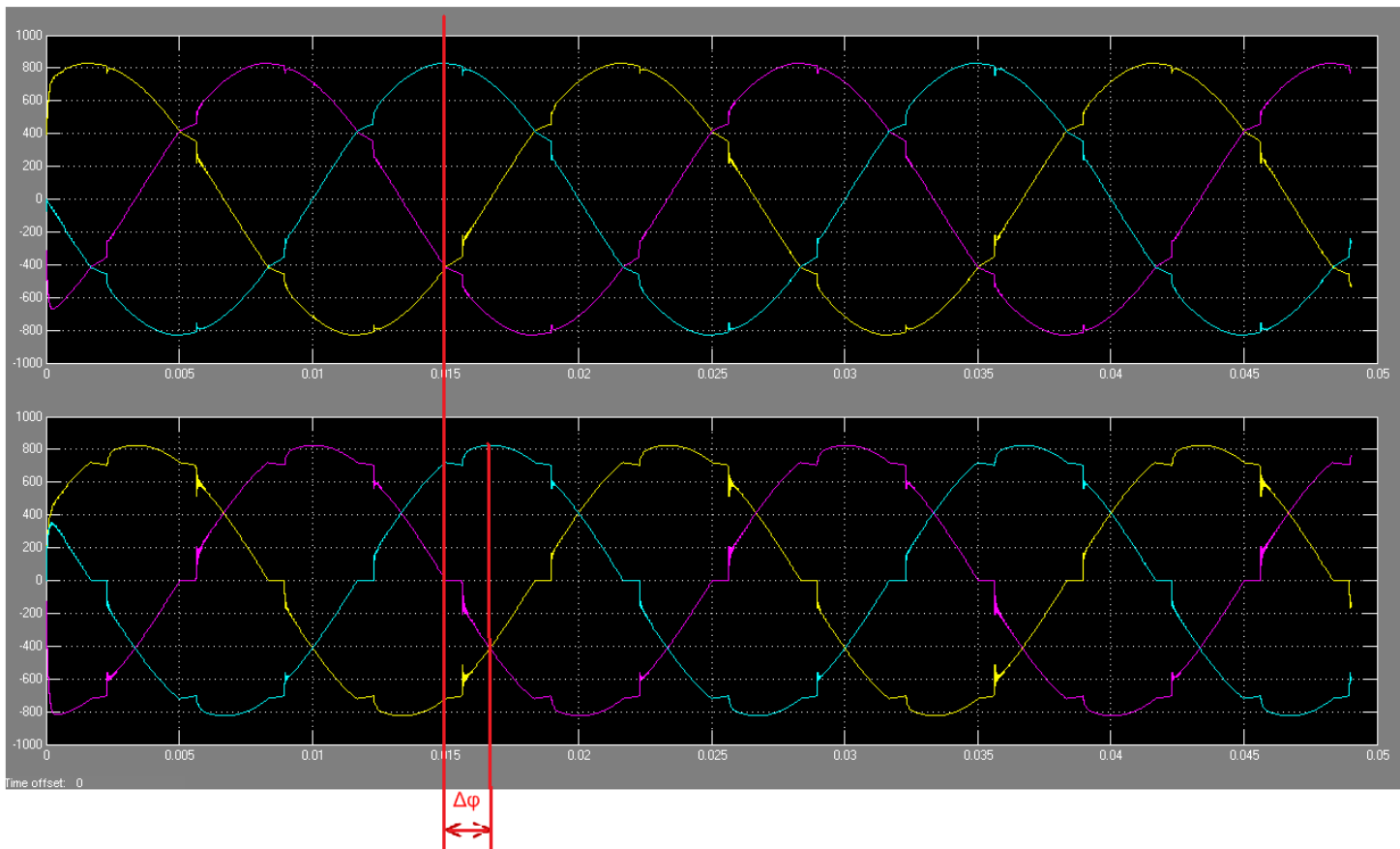
$$\Delta\phi \rightarrow 1.7 \text{ msec}$$

$$T \rightarrow 20 \text{ msec}$$

$$\Delta\phi \cong 30^\circ$$



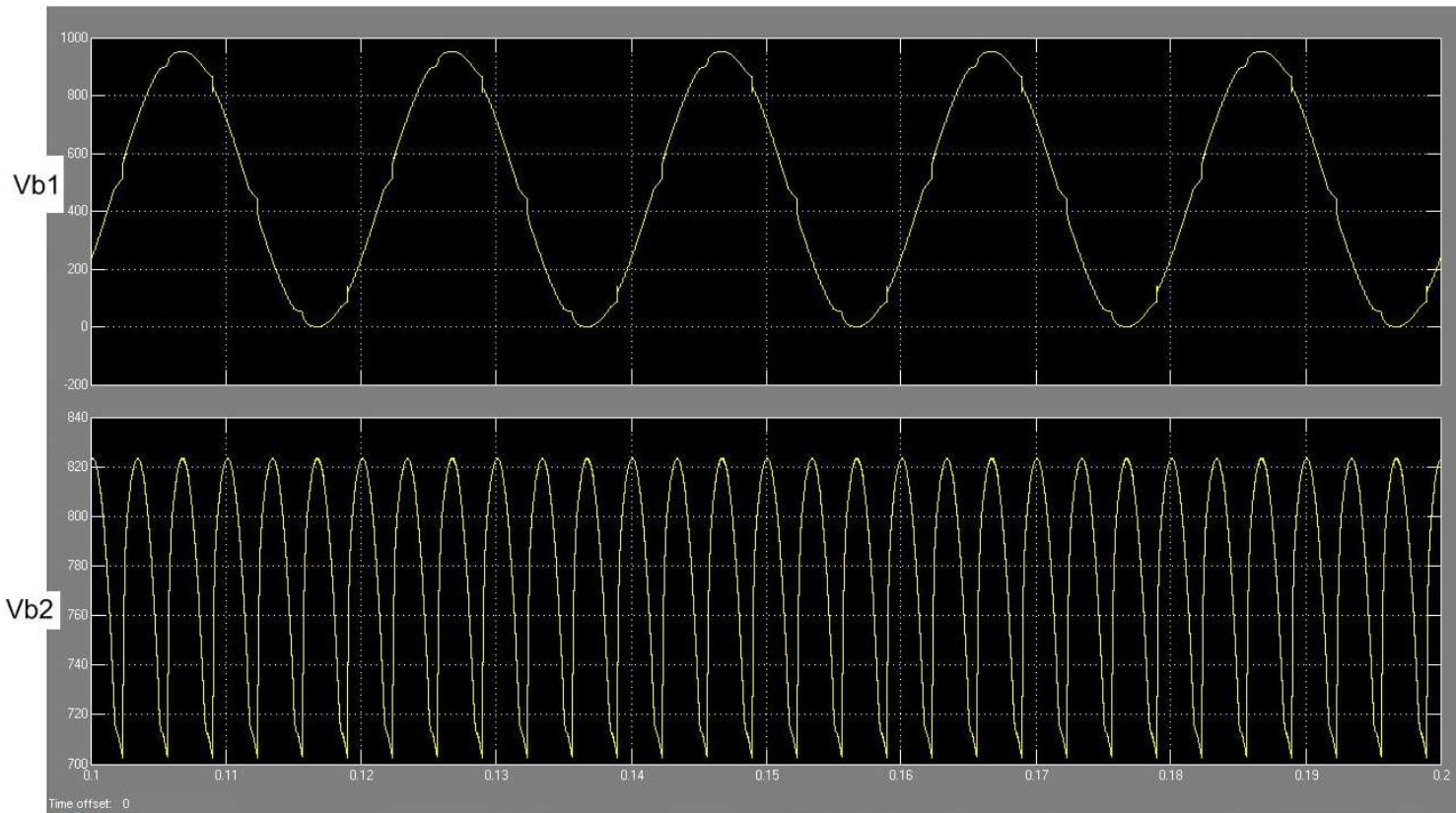
Σχήμα 6.5 Είσοδοι των δευτερευόντων τυλιγμάτων του μετασχηματιστή (Vd)



και V_y αντίστοιχα)

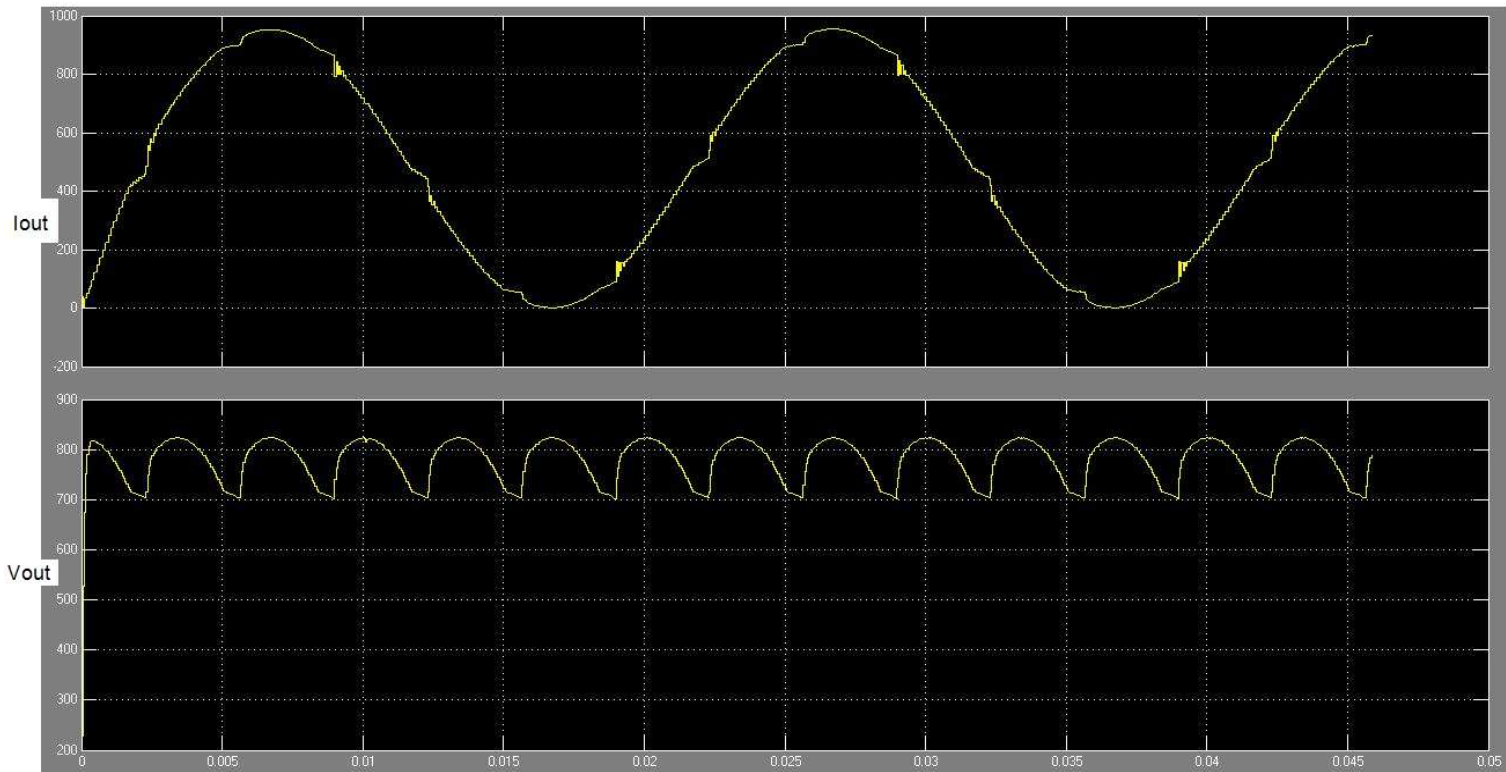
Σχήμα 6.6 Είσοδοι V_d και V_y του μετασχηματιστή (για 2 κύκλους)

Στην έξοδο της κάθε γέφυρα τοποθετήσαμε δύο πεδία εφαρμογής (scope) αντίστοιχα και πήραμε τις αντίστοιχες γραφικές παραστάσεις του σχήματος 6.6. Παρατηρούμε ότι το άθροισμα των τάσεων εξόδων των δύο γεφυρών, μας δίνει τάση ίση με 750 V DC.



Σχήμα 6.6 Έξοδοι των δύο τριφασικών γεφυρών ($V_{bridge1}$ και $V_{bridge2}$)

Τέλος στην έξοδο του κυκλώματος τοποθετήσαμε φορτίο R-L και συνδέοντας ένα πολύμετρο πήραμε την τελική έξοδο του κυκλώματος η οποία φαίνεται στο παρακάτω σχήμα (σχ.6.7).



Σχήμα 6.7 Χαρακτηριστικές ρεύματος και τάσης εξόδου του κυκλώματος.

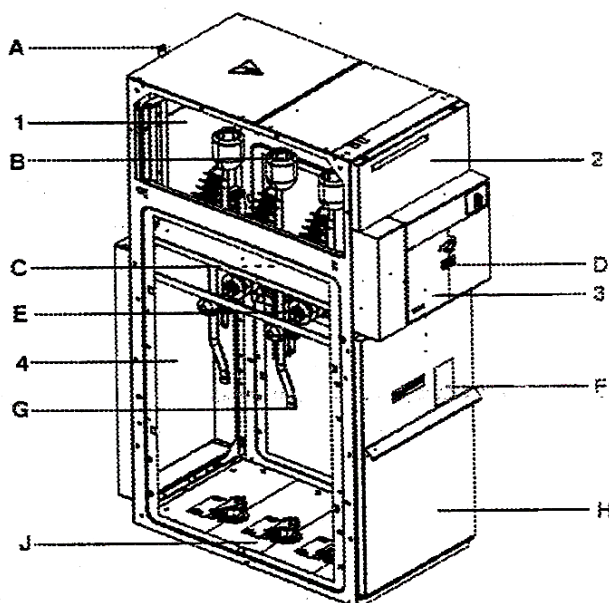
Παρατηρούμε μια μικρή κυμάτωση η περίοδο της οποίας είναι 0.003 sec (ή 3ms) και η μέση τιμή (V_{rms}) είναι περίπου ίση με 750 V.

Για λόγους απλοποίησης της διάταξης δεν λάβαμε υπόψη μας τις προσασίες RC των διατάξεων των διόδων.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Α

Α1. Πίνακας Μ.Τ.

- Γενική περιγραφή της μονάδας σύνδεσης εισερχομένων καλωδίων GAM.



1. Διαμέρισμα μπαρών

2. Διαμέρισμα Χ.Τ

3. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας

4. Διαμέρισμα συνδέσεων καλωδίων

A. Σημείο σύνδεσης μπαρών γείωσης μεταλλικών

B. Σημεία σύνδεσης μπαρών

C. Γειωτής

D. Ενδεικτικό τάσης

E. Χωρητικός καταμεριστής

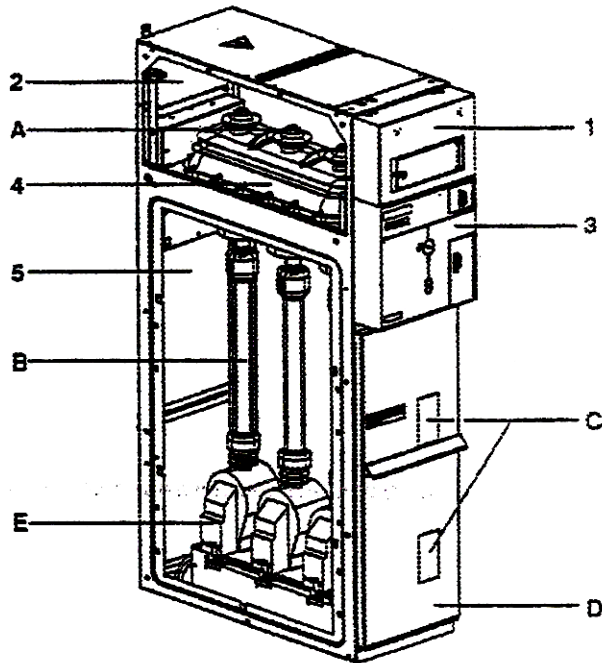
F. Παράθυρα επιθεώρησης συνδέσεων καλωδίων και γειωτή

G. Σημεία σύνδεσης καλωδίων

H. Μπροστινό κάλυμμα

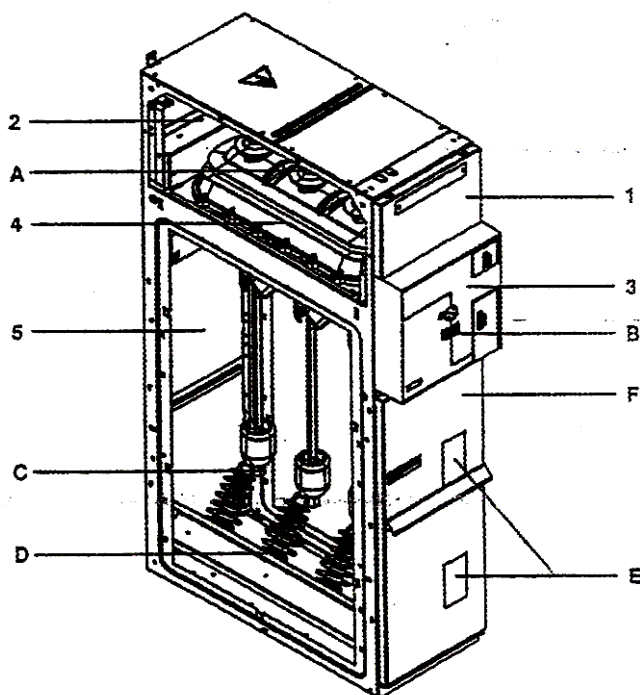
J. Πλάκα διέλευσης 3 καλωδίων

- Γενική περιγραφή του πεδίου μέτρησης CM



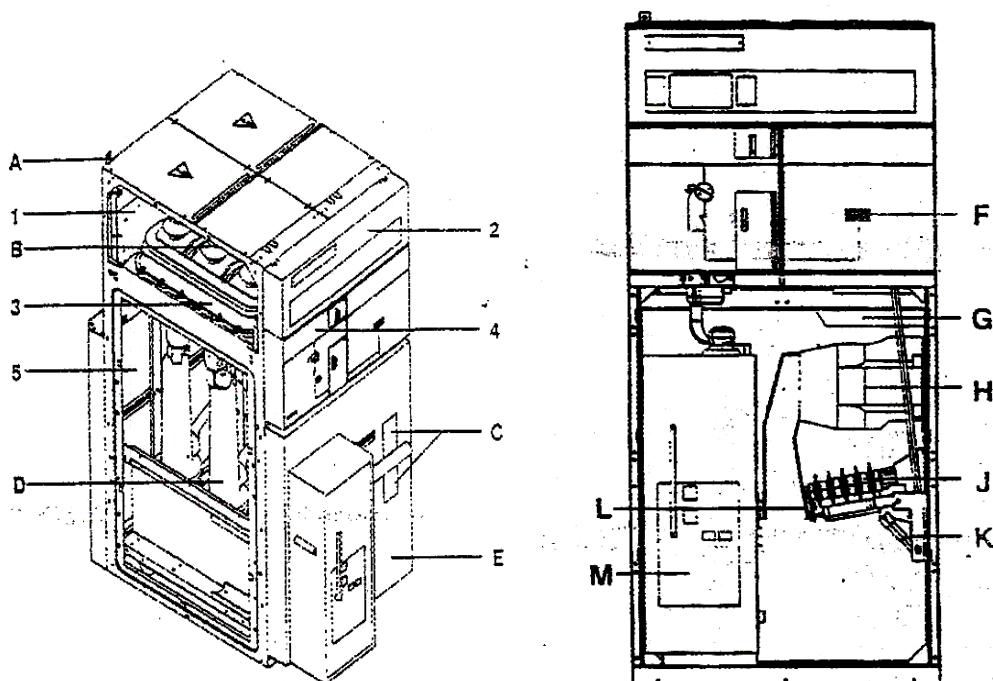
1. Διαμέρισμα χαμηλής τάσης
 2. Διαμέρισμα μπαρών
 3. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας
 4. Διαμέρισμα εξοπλισμού αποζεύκτη.
 5. Διαμέρισμα ασφαλειών και μετασχηματιστών τάσης
- A. Σημεία σύνδεσης μπαρών
B. Ασφάλειες
C. Παράθυρα επιθεώρησης
D. Αφαιρούμενο μπροστινό κάλυμμα

- Γενική περιγραφή του πεδίου IMB για σύνδεση κάτω δεξιά:



1. Διαμέρισμα χαμηλής τάσης
 2. Διαμέρισμα άνω μπαρών
 3. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας
 4. Διαμέρισμα εξοπλισμού αυτόματος διακόπτης ισχύος και γειωτής
 5. Διαμέρισμα σύνδεσης κάτω μπαρών
- A. Σημείο σύνδεσης άνω μπαρών
B. Ενδεικτικά παρουσίας τάσης
C. Κάτω στοιχείο εξομάλυνσης πεδίου και σημείο σύνδεσης μπαρών
D. Χωρητικός καταμεριστής
E. Παράθυρα επιθεώρησης
F. Αφαιρούμενο μπροστινό κάλυμμα

- DM1: πεδίο προστασίας με CB (Αυτόματο Διακόπτη Ισχύος)
Πεδία DM1-A με CB SF1 (με αφαιρούμενο μπροστινό κάλυμμα)



1.

Διαμέρισμα άνω μπαρών

2. Διαμέρισμα Χ.Τ

3. Διαμέρισμα εξοπλισμού: απόξευξης

4. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας

5. Διαμέρισμα σύνδεσης κάτω μπαρών

A. Σημείο σύνδεσης μπάρας γείωσης μεταλλικών

B. Σημεία σύνδεσης των πάνω μπαρών

C. Παράθυρα επιθεώρησης των καλωδίων ή των κάτω μπαρών

D. CB Μ.Τ τύπου SF1

E. Αφαιρούμενο μπροστινό κάλυμμα

F. Ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης

G. Μετασχηματιστές τάσης

H. Μετασχηματιστές έντασης

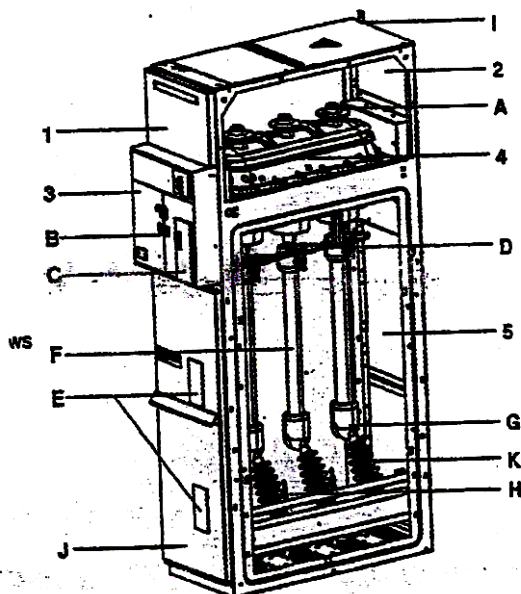
J. Χωρητικοί καταμεριστές τάσης

K. Γειωτής καλωδίων ισχύος

L. Σημεία συνδέσεις καλωδίων Μ.Τ

M. Μπροστινό κάλυμμα του μηχανισμού λειτουργίας του CB

- Γενική περιγραφή του πεδίου με διακόπτη φορτίου με ασφάλειες (με striker pins) QM:



1. Διαμέρισμα χαμηλής τάσης
 2. Διαμέρισμα μπαρών
 3. Διαμέρισμα μηχανισμού λειτουργίας
 4. Διαμέρισμα εξοπλισμού διακόπτη φορτίου και γειωτής
 5. Διαμέρισμα σύνδεσης καλωδίων και τοποθέτησης ασφαλειών
- A. Σημεία σύνδεσης μπαρών
- B. Ενδεικτικές λυχνίες παρουσίας τάσης
- C. Μηχανική ένδειξη απόζευξης από τη γιγμένη ασφάλεια
- D. Μηχανισμός απόζευξης όταν τηχτεί έστω μία ασφάλεια
- E. Παράθυρα επιθεώρησης των ασφαλειών και της θέσης του κάτω γειωτή
- F. Ασφάλειες
- G. Κάτω στοιχείο παρέκκλισης πεδίου και σύνδεση καλωδίων
- H. Κάτω γειωτής
- I. Σημείο σύνδεσης μπάρας γείωσης μεταλλικών
- J. Αφαιρούμενο μπροστινό κάλυμμα
- K. Πυκνωτικοί καταμεριστές τάσης

A2. Μετασχηματιστής Ανόρθωσης

- Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά

ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ	CEGELEC DEI		
ΧΡΟΝΟΛΟΓΙΑ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ:	1996		
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ: MVA	3 .308	1.654	1,654
	HV	LV1	LV2
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ: KV	20±2,5%±5%	0,585	0,585
ΣΥΝΔΕΣΜΟΛΟΓΙΑ:	D	y11	d0
ΣΥΧΝΟΤΗΤΑ:	50Hz		
ΡΥΘΜΙΣΤΗΣ ΣΧΕΣΗΣ: (Off Load tap changer)	ASP ,type FII,150 A ,20KV 5 θέσεων		
ΤΡΟΠΟΣ ΨΥΞΗΣ:	KNAN(υπάρχει εξαερισμός χώρου,ρύθμιση θερμοστάτη 18°C)		
ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ:	IEC76+146 CL VI		
ΤΥΠΟΣ ΛΑΔΙΟΥ:	ΣΥΛΙΚΟΝΟΥΧΟ ΛΑΔΙ DOW CORNING 561		
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΙΣΧΥΣ:	in KVA	KNAN 3308	
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ:	HV, in V	2000±2,5%±5%	
	LV1, in V	585	
	LV2, in V	585	
ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΟ ΡΕΥΜΑ:	HV, in Amps	95,5	
	LV1, in Amps	1632, 4	
	LV2, in Amps	1632,4	
ΑΥΞΗΣΗ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ:			
Μέγιστη αύξηση θερμοκρασίας λαδιού	63,2K		

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ:			
	ΜΗΚΟΣ:	σε μέτρα	2,840
	ΠΛΑΤΟΣ:	σε μέτρα	1,610
	ΥΨΟΣ:	σε μέτρα	2,530
ΒΑΡΟΣ Μ/Τ			
	ΜΕ ΑΔΕΙΟ ΤΟ ΔΟΧΕΙΟ ΛΑΔΙΟΥ:	σε Kg	4780
	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΒΑΡΟΣ:	σε Kg	9650
	ΣΥΝΟΛΙΚΗ ΣΙΛΙΚΟΝΗ	σε Kg	2350
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ DGPT2:			
ΘΕΡΜΟΣΤΑΤΗΣ :	Alarm	καθορισμένη θερμοκρασία	105 ^ο C
	Tripping	καθορισμένη θερμοκρασία	115 ^ο C

A3. Μονάδα Ανορθωτή

- Κύρια Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Όνομαστική ισχύς	3MW
Ζεύξη:	Παράλληλη δωδεκαφασική ζεύξη με ενδιάμεσο μετασχηματιστή.
Τάση :	Άνευ φορτίου τάση ΣΡ: <830V ΣΡ χαμηλού φορτίου(2%): 790V ±5 V 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(απόζευξης).
Προστασία υπερτάσεως με κύκλωμα πυκνωτή και αντιστάτη(πλευρά ΕΡ 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 ΕΡ και ΣΡ), τύπου prosistor της FERRAZ,υψηλής ικανότητας διακοπής (HBC), με μικροδιακόπτη και οπτική ένδειξη πτώσεως(απόζευξης).	

<p>Ενδιάμεσο μετασχηματιστή.</p> <p>Ενδιάμεσο πηνίο με πυρήνα σιδήρου, κατηγορίας Η και περιέλιξη χαλκού.</p> <p>Τάση μελέτης :70 V RMS στο ½ πηνίο.</p> <p>Συχνότητα :300 Hz</p>	
<p>Απώλειες:</p> <p>Απώλειες κενού φορτίου στην ονομαστική τάση:3000 W</p> <p>Απώλειες πλήρους φορτίου στην ονομαστική ένταση ρεύματος :20.000 W</p>	
Βοηθητική τάση:	230V - 50Hz
Εξωτερικές διαστάσεις και βάρος:	<p>Ύψος : 2.695mm</p> <p>Μήκος : 3.250mm</p> <p>Φάρδος : 1.550mm</p> <p>Βάρος : 3.500Kg</p>
Στάθμη θορύβου	<p>Λιγότερο από 70 d BA σε όλες τις περιπτώσεις φόρτισης μετρημένη στα 0,3 m</p> <p>Παρατήρηση: Η στάθμη θορύβου οφείλεται κυρίως στον ενδιάμεσο μετασχηματιστή.</p>
Εξισορρόπηση ρεύματος διόδων:	<p>Η εξισορρόπηση του ρεύματος είναι κατά μέγιστο 20% σε οποιοδήποτε βραχίονα των παράλληλων διόδων.</p>

A4. Πίνακας 750 V DC

- Χαρακτηριστικά Πεδίων Πίνακα Σ.Ρ.

Κατασκευαστής:	Adtranz
κανονισμοί:	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:	χάλυβας
-πάχος:	1,5mm
ονομαστική τάση λειτουργίας:	750V DC +25%
ονομαστική τάση μόνωσης :	1200V
τάση αντοχής ενός λεπτού	
-κύρια κυκλώματα DC	4,3 KV
κυκλώματα ελέγχου AC και DC	2,1 KV

βοηθητικές τάσεις:	
-κυκλώματα ελέγχου:	110V DC
-εσωτερικός φωτισμός , συσσκευή θέρμανσης:	230V AC
-κυκλώματα τηλεχειρισμού:	48V DC
-τοπική ένδειξη:	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) :	3x160x10mm
-σύστημα ζυγού τμήματος(PSCB 1250):	1x120x10mm
-τερματισμός ζυγού(AIS):	2x160x10mm
-τερματισμός ζυγού (SCB 3000):	2x160x10mm
-τερματισμός ζυγού (SCB 5000):	3x160x10mm
-τερματισμός ζυγού(PSCB 1250):	1x120x10mm
-τερματισμός ζυγού(NIS):	2x160x10mm
μιμικό διάγραμμα:	τύπου μεμβράνης , χρώματος μαύρου
-κύρια κυκλώματα:	10mm
-κυκλώματα τμήματος:	6 mm
συσκευή θέρμανσης:	230V,50Hz 1x100W(στο κύριο διαμέρισμα) 1x40W(στο διαμέρισμα ελέγχου)
εσωτερικός φωτισμός:	230V,50Hz με διακόπτη ελεγχόμενο από την πόρτα 1x18W (στο κύριο διαμέρισμα) 1x10W(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 ² , μαύρο
-κυκλώματα ελέγχου:	
-230V AC	1,0 mm ² , μαύρο
-110 V DC	1,0 mm ² , καφέ
-48V DC	1,0 mm ² , πράσινο
-24V DC	1,0 mm ² , λευκό
-επαφές χωρίς τάση	πρόσθετος κίτρινος δακτύλιος
κανάλια καλωδίων:	με κάλυμα , δυσκόλως αναφλέξιμα
ακροδέκτες:	σύμφωνα με τις απαιτούμενες διατομές
-κανονισμοί	VDE 0611-1,3(IEC 947-7,1)
-συνήθεις συνδέσεις	τύπου κολία /κοχλία
-συνδέσεις σε RTU	τύπου κολία/ 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 x d xh):	
-AIS:	1000x1250x2200mm
-SCB:	1000x1250x2200mm
-PSCB:	1000x1250x2200mm

-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

- Χαρακτηριστικά Διακόπτη PSCB (ΤΥΠΟΣ HSCB GEARAPID SE 1000)

μονοπολικού τύπου	
κανονισμοί:	IEC 157-1
ονομαστική τάση λειτουργίας :	750V 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 απόξευξης υπερέντασης	
μόνιμης κατάστασης εύρος ρύθμισης:	2-6 KA
μηχανοκίνητος μηχανισμός χειροκίνητος	
μηχανισμός με χρήση λαβής	

φορέας:	τύπου κασκέτου
ηλεκτρονόμος απόξευξης υπότασης:	110V DC
ηλεκτρονόμος απόξευξης φορτίου:	110V DC
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ"
διακόπτης θέσης:	HSCB σε θέση "ΔΟΚΙΜΗ"
βοηθητικοί διακόπτες, έκαστος με:	2NO και 2NC
αριθμητής στατικών αποξέυξεων	
αριθμητής μηχανικών λειτουργιών	
καθυστέρηση ανοίγματος με στατική υπερένταση	
απόξευξης $di/dt > 3\text{KA/ms}$:	περίπου 3ms
συνολικός χρόνος κλεισίματος: (οπλισμού)	700ms
διαστάσεις (w x d x h) :	520x827x785mm
βάρος:	101kg
κατασκευαστής:	AEG /GE Power Control

- Χαρακτηριστικά Διακόπτη SCB (ΤΥΠΟΣ 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 x d xh) :	520x827x785mm
βάρος:	106kg
κατασκευαστής:	AEG /GE Power Control

- Χαρακτηριστικά Αποζευκτή 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

- Χαρακτηριστικά Αποζευκτή 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

A5. Φορτιστής Μπαταριών

- Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Ονομαστική τάση παροχής εναλλασσομένου 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	
σκανδαλίζει:	134V
επανεκκίνηση:	108V
Ρύθμιση σήματος κινδύνου χαμηλής τάσης	
σκανδαλίζει:	121,5V
επανεκκίνηση:	125V
Χωρητικότητα	145Ah
Αριθμός στοιχείων:	90

A6. Βοηθητικός Μετασχηματιστής

- Τεχνικά Στοιχεία

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:	0,9K W	
Μέγιστη θερμοκρασία περιβάλλοντος:	50°C	
Επιτρεπόμενη άνοδος θερμοκρασίας περιέλιξης:	Y.T:70K	X.T:90K
Θερμότερο σημείο περιέλιξης: X.T:155°C	Y.T:130°C	
Παρακολούθηση θερμοκρασίας:		
Κρίσιμο σημείο:	150°C	
Ενεργοποίηση:	170°C	
Ικανότητα ουδέτερης φόρτισης:	100%	
Στάθμη θορύβου: μ	42 dB + 3dB ανοχή σε απόσταση 1 μ	
Επίπεδο μόνωσης :	AC50Li95/ AC3	
Ρεύμα χωρίς φορτίο :	2,3% του ονομαστικού ρεύματος	

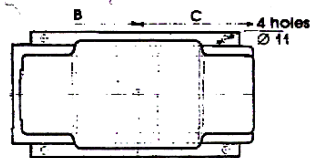
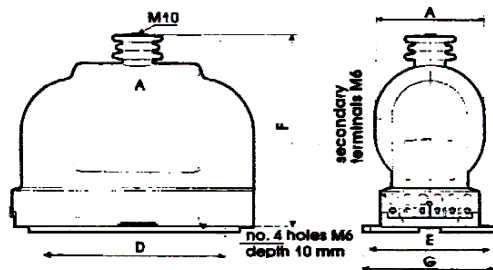
Ρεύμα φόρτισης: μείωση	χρόνος απαιτούμενος για του ρεύματος φόρτισης μετασχηματιστή στο ήμισυ, 13,2 κύκλοι
Επαγωγή:	1,48 T

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Β

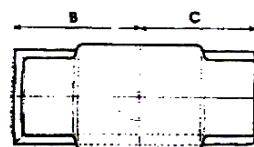
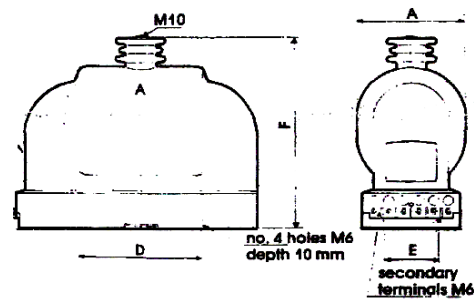
Β1. Σχέδιο Μετασχηματιστών Μετρήσεων

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

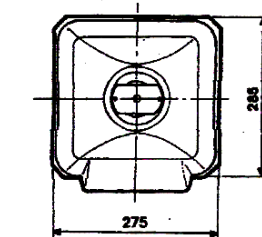
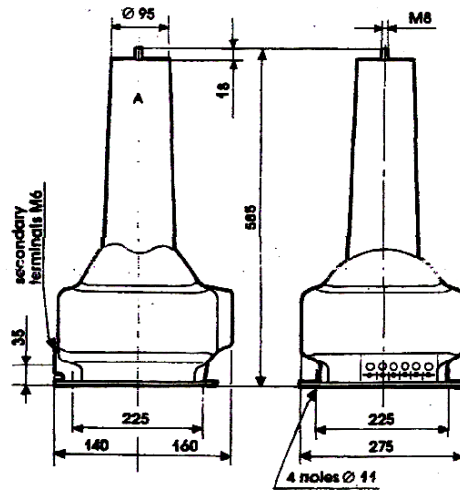
Dimensions in mm

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



fixing also
M8 screw
248 x 155

Weight: Kg 40

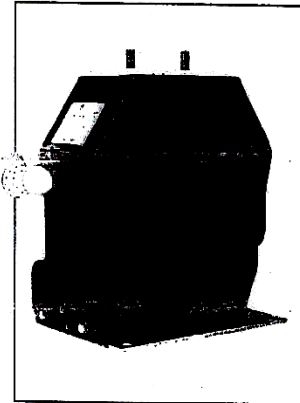
B2. Τύπος Μετασχηματιστών εντάσεως

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_{sn}: 1 or 5A
- primary rated current I_{pn}: refer to page 6
- thermal short circuit current I_{tsr} (expressed as a multiple of I_{pn}): 107 to 1200
- dynamic short circuit current I_{dsr}: 2,5 I_{tsr}
- SR = Single ratio
- DR = Double ratio with change-over on primary



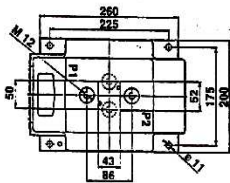
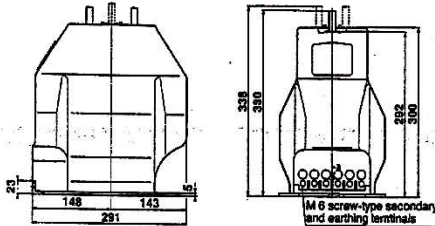
Key to table:

- 1) Define the multiplier: I_{tsr} x 1s
- 2) Fix the line as a function of the primary current I_{pn} and its multiple.
- 3) The CT is feasible if the coordinates corresponding to the I_{tsr} 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: ARM3 - ARQ1 or ARM2 - ARQ2 or ARM3 - ARQ3.

table of options

n° of secondaries per CT	1			2			3		
	ARM4/N1 ARQ4/N1			ARM4/N2 ARQ4/N2			ARM4/N3 ARQ4/N3		
"I _{tsr} " multiple of I _{pn} max 60 kA x 1s	SR	DR	I _{pn} primary rated current (A)	1st meas. sec.			2nd prot. sec.		
				class 0,5			class 5P		
				F _s = 10 VA			F _i = 10 VA		
				alternatively			alternatively		
				measure sec.	protection sec.	2nd protection secondary	3rd prot. sec.		
				class 0,5	class 5P	class 5P	class 5P		
				F _s = 10 VA	F _i = 10 VA	F _i = 10 VA	F _i = 15 VA		
				VA	VA	VA	VA		
107	5 to 800	10-5 to 800-400		5	5	5	5	5	
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 50	10-5 to 100-50							

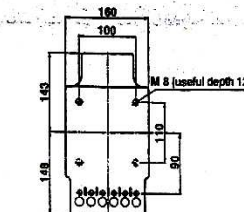
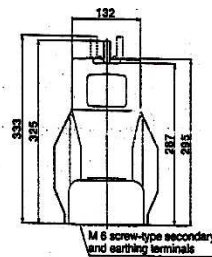
all dimensions in mm
type ARM4/N1-N2-N3



Weight Kg 28

10

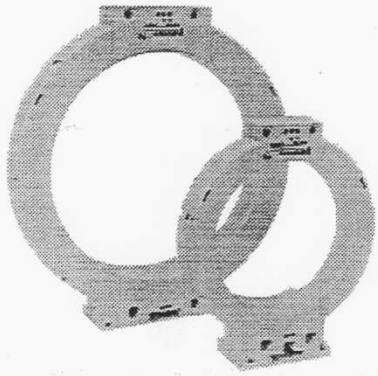
type ARQ4/N1-N2-N3



Weight Kg 27,5

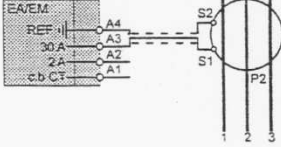
B3. Τοροειδής Μετασχηματιστής

χρήση των Μ/Σ έντασης CSH 120 και CSH 200

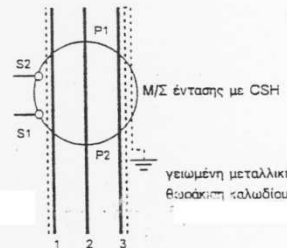


Η μόνη διαφορά μεταξύ των Μ/Σ έντασης CSH 120 και CSH 200 είναι η εσωτερική τους διάμετρος (120 mm και 200 mm). Λόγω της χαμηλής τάσης μόνωσης, μπορούν χρησιμοποιηθούν μόνον σε καλώδια.

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".




Μ/Σ έντασης με CSH
γειωμένη μεταλλική θωράκιση καλωδίου

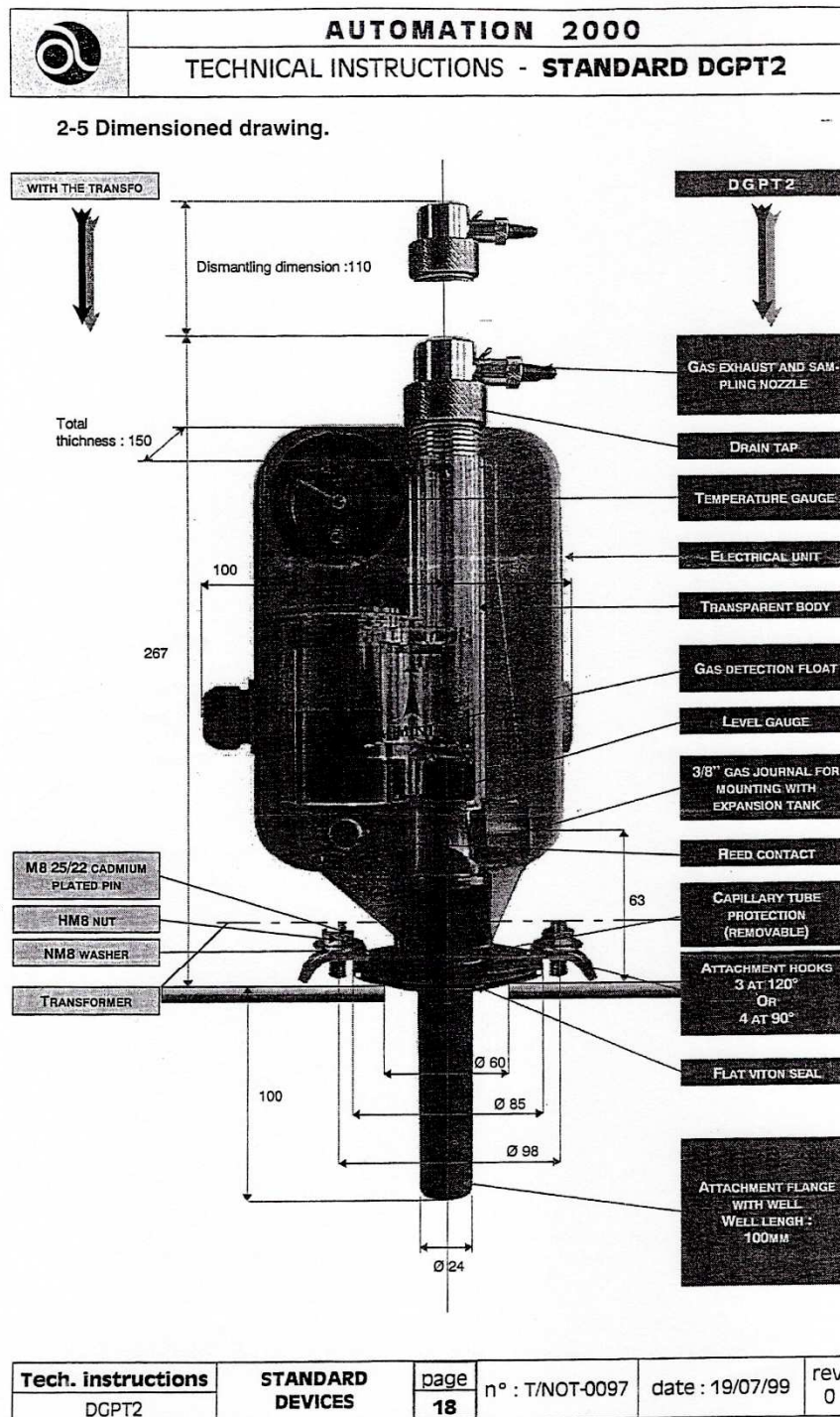
Γείωση θωράκισης καλωδίου.


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.

B4. Εγχειρίδιο Λειτουργίας DGPT2

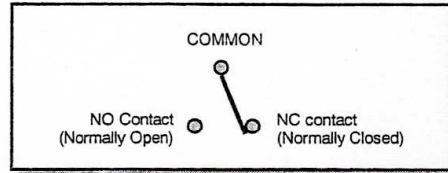


	AUTOMATION 2000
	TECHNICAL INSTRUCTIONS - STANDARD DGPT2

4 - ELECTRICAL OPERATION.

4-1 Preamble.

The contacts of the various functions of the DGPT2 are of the « changeover » type. They therefore have a « common » point, a « Normally Closed » contact and a « Normally Open » contact.



They therefore provide the user with the possibility of choosing between « absent » or « emission » operation.

- **Absent operation** (still called « *negative safety* »)
In this case, the normally closed NC contact of the changeover should be used. It will open when the fault occurs.
- **Emission operation** (still called « *positive safety* »)
In this case, the normally open NO contact of the changeover should be used. It will close when the fault occurs.
In the device, the output from this contact is always cabled with the blue (common) and white (NC) wires.



IN THE FOLLOWING DIAGRAMS, THE CONTACTS ARE SHOWN NOT POWERED AND AT REST, WHICH IS TO SAY NOT UNDER THE INFLUENCE OF THE FAULT SHOWN.

4-2 Operating diagrams.

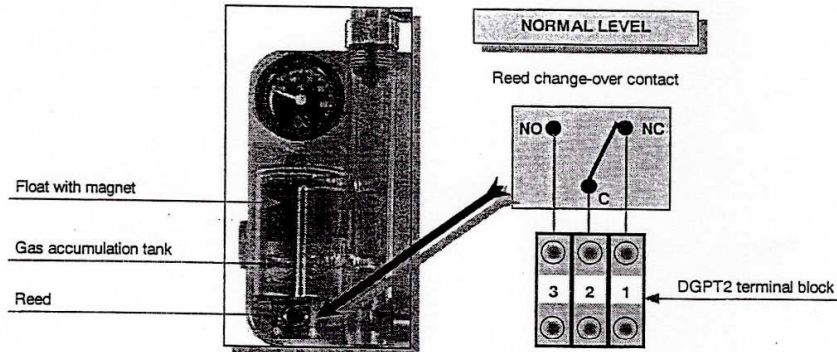
4-2-1 Discharge of gases.

- The volume of gas which actuates the contact is determined by its construction. By analogy with the Buccholtz (110 cm³), the volume varies between 90 and 130 cm³, depending on the type of dielectric used :

dielectric density < 1 = volume < 110 cm³
dielectric density > 1 = volume > 110 cm³
- in the case of gases being discharged, the gas takes the place of the dielectric in the DGPT tank, causing the level to drop.

AUTOMATION 2000

TECHNICAL INSTRUCTIONS - STANDARD DGPT2



- when the float is between 3 and 5mm above the bottom of the tank, the magnet moves the reed contact from NC to NO by magnetism (open between 1 and 2, closed between 2 and 3).

Remark :

It should be noted that this is **not a permanent contact**. If the level rises in the tank (after bleeding for example), the reed contact will return to its initial position.

4-2-2 Tank pressure.

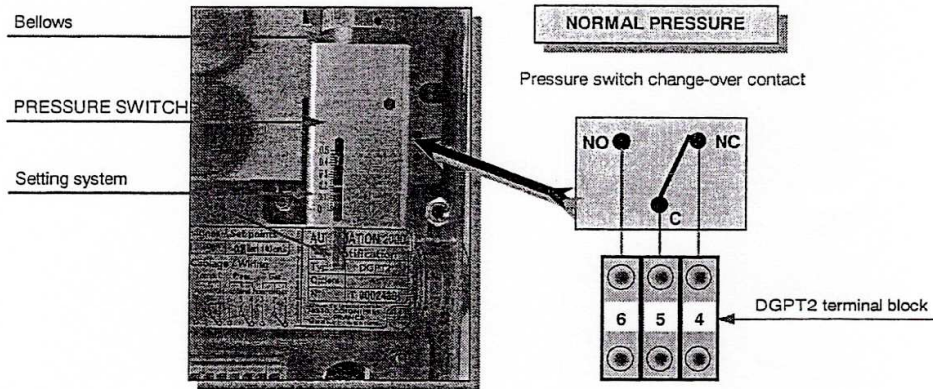
- **Excess tank pressure may be due to :**
 - the transformer being overfilled,
 - the dielectric expanding too much,
 - a clear short circuit, and the electrical arc formed causes an instantaneous shock wave.
- excess pressure is detected by a **direct action bellows pressure switch**. It is linked to the pressure in the transformer tank by means of a capillary tube welded into the **pressure insert (MC103)**.
- the tank excess pressure set point is **not defined by Automation 2000 but by the transformer manufacturer**. A "customer" technical specification provides this value.
- when a transformer is updated by adding a **DGPT2** to it, it is supplied with a **standard setting of 0.2 bar**, unless requested otherwise.
- **Reminder of the characteristics of the pressure switch :**
 - very short response time : 5 milliseconds
 - linear system
 - fidelity and repeatability
 - due to its linearity and accuracy, the **set point can be set or reset by the user without any special tools being required**.
 - the setting system can be lead sealed.
 - display accuracy : ± 0.05 bar
 - accuracy : $\pm 2\%$ of the full scale (0.01 bar)



IN ALL CASES, WE RECOMMEND THAT YOU CONTACT THE MANUFACTURER OF THE TRANSFORMER FOR THE EXACT VALUE OF THE EXCESS PRESSURE SET POINT (DEPENDENT ON THE ELASTICITY OF THE TANK).

AUTOMATION 2000

TECHNICAL INSTRUCTIONS - STANDARD DGPT2



- When the tank pressure reaches the reference value displayed (± 0.01 bar), the pressure switch contact moves from the **NC** to the **NO** position (**open** between 4 and 5, **closed** between 5 and 6).

Remark :

This is **not a permanent contact**. When the excess pressure disappears (after bleeding or when the dielectric cools down for example), the contact returns to its initial position.


4-2-3 Dielectric temperature.

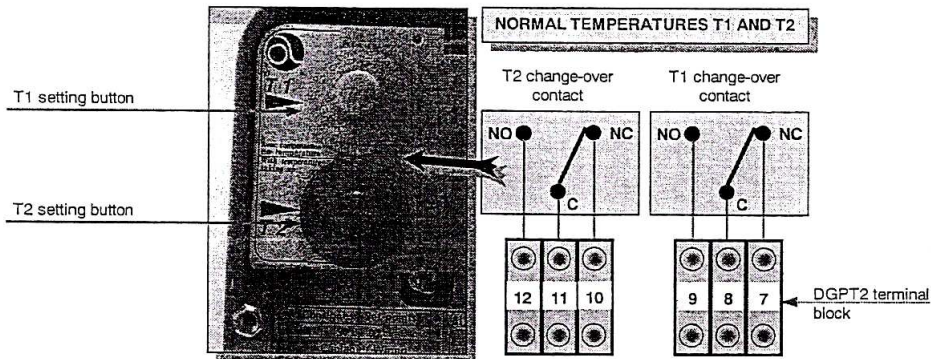
- **The increase in temperature may be due to :**
 - *an electrical fault causing localised heating.*
 - *intensive use of the transformer (above the service conditions recommended by the manufacturer).*
- The temperature is monitored by 2 independent bulb/capillary and liquid expansion type thermostats, with **temperature compensation**.
- The bulbs are housed in the well of the attachment flange, which is permanently immersed in the dielectric.
- The temperature set points are **not defined by Automation 2000 but by the transformer manufacturer**. A customer technical specification defines these values.
- When the transformer is updated by adding a **DGPT2**, it is supplied with the following **standard settings** :

90 °C for T1
100 °C for T2



IN ALL CASES, WE RECOMMEND THAT YOU CONTACT THE MANUFACTURER OF THE TRANSFORMER FOR THE EXACT VALUE OF THE TEMPERATURE SET POINTS.

 **AUTOMATION 2000**
TECHNICAL INSTRUCTIONS - STANDARD DGPT2




- When the dielectric temperature reaches the set point displayed ($\pm 2.5^{\circ}\text{C}$), the T1 thermostat contact moves from the NC to the NO position (**open** between 7 and 8, **closed** between 8 and 9).
- When the dielectric temperature reaches the set point displayed ($\pm 2.5^{\circ}\text{C}$), the T2 thermostat contact moves from the NC to the NO position (**open** between 10 and 11, **closed** between 11 and 12).

Remark:

This is **not a permanent contact** for T1 or T2. When the excess temperature disappears (when the dielectric cools down for example), the contact returns to its initial position.

For further details on this equipment, refer to the « GENERAL » technical instructions n° T/NOT-0088 para. 1.3

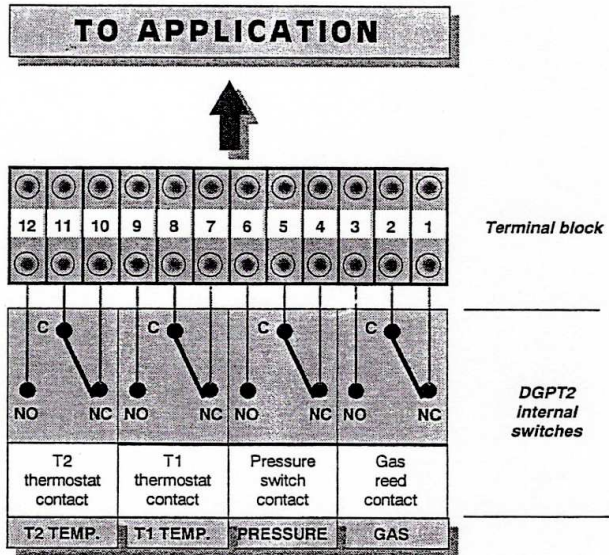


	AUTOMATION 2000 TECHNICAL INSTRUCTIONS - STANDARD DGPT2
---	--

4-3 Connection diagram.



IN THIS DIAGRAM, THE CONTACTS ARE SHOWN NOT POWERED AND AT REST, WHICH IS TO SAY NOT UNDER THE INFLUENCE OF THE FAULT SHOWN.



4-4 Sectioning capacity.

FUNCTIONS	CURRENT (ON RESISTIVE LOAD)			
	ALTERNATING	DIRECT		
	250V- 50HZ MAX.	110V	48V	24V
DISCHARGE OF GASES	3A	2A	2A	2A
EXCESS PRESSURE	5A	2A	3A	5A
TEMPERATURES	5A	2A	3A	5A

B.5 Μονογραμμικό Σχέδιο relay K-64

SC. 4A ELECTRIQUE
Circuit diagram

Test push button
Bouton Poussoir Test

Reset push button
Bouton Poussoir de réarmement

Magnet which maintains the position
Aimant de maintien

Barre de 50 x 5
Bar

Terminal (no.)
Bornes MK

SCHEMATIC

35 200 130

Barre sous boîtier de protection

3 3 bornes de connexion à l'extérieur

2 bornes de connexion à l'intérieur

2 bornes de connexion à l'extérieur

2 bornes de connexion à l'intérieur

CARACTERISTIQUES GENERALES
General characteristics

RELAIS d'ELECTRIQUE
Relay strength

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

Entre contacts : /
Between contacts : /

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

Durée de vie mécanique : 10'
Mechanical life : /

Temps aux vibrations : /
Resistance against vibrations : /

Position de fonctionnement : Indifférente
Operating position : /

Masse : /
Weight : /

CARACTERISTIQUES PARTICULIERES
Particular characteristics

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

IP 54

SPECIFICATION CLIENT
Specification

PLANS ASSOCIES
Over-drawings

Encombrement n° : 3-52218-30
Outline drawing

CARACTERISTIQUES ELECTRIQUES
Electrical characteristics

Circuit de commande
Control circuit

I d'enclenchement : Selon repère
According with mark

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

Mark Repère	Enclenchement Pick-up
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 % 71 Aca ± 10 %

CARACTERISTIQUES BOBINES
Coil characteristics

Barre Bar	N° de bobines Number of coils	Section Power wire	Alimentation Voltage
A	2 sps 15 x 5	7	/

Circuit de contacts
Contacts circuit

Combinaison des contacts : 2K 1T
Contacts arrangement : /

Matériau de contact : Ag Pd
Contacts material : /

REVISION

N° de Modif	DATE
A	00833 27/04/94

REVISION

K-E	DATE
	15/12/93

RELAYS DE MASSE Aca ET Acc
EARTH RELAY AC AND DC

SERVO-CONTACT
A.G.L. 13012 Bâtiment CEDEX

FT: 52218 A

CE PLAN EST LA PROPRIETE DE S.A. ...TOUTE REPRODUCTION EST INTERDITE (LOS 30 11/7/93)

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] Stephen J. Charman: «Ηλεκτρικές Μηχανές AC-DC», Εκδ. Τζιόλα, 2003
- [2] Mohan/Undeland/Robbins : «Ηλεκτρονικά Ισχύος», Εκδ. Τζιόλα, 1996
- [3] Ντοκόπουλος Π. : «Ηλεκτρικές Εγκαταστάσεις Καταναλωτών Μέσης και Χαμηλής Τάσης», Εκδ. Ζήτη, 1992
- [4] Πολύζος Ν.: Σημειώσεις εργαστηρίου «ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΙΣΧΥΟΣ», 2008
- [5] Μ. Ιωαννίδου: «Έλεγχος Συστημάτων Κίνησης», Εκδ. Συμεών, 1991
- [6] Schneider Electric SA: «Προκατασκευασμένος Υποσταθμός εξωτερικού χώρου Μ.Τ./Χ.Τ.», Τεχνικό εγχειρίδιο.
- [7] Schneider Electric SA: «Installation and user manual of SEPAM», Τεχνικό εγχειρίδιο.
- [8] Schneider Electric SA: «Προστασία των Μ/Σ των Υποσταθμών Μέσης και Χαμηλής Τάσης», Τεχνικό τετράδιο Ν^ο 1, 1998
- [9] Αττικό μετρό Α.Ε. : «Προδιαγραφές επιδόσεων για την παροχή και διανομή ηλεκτρικής ενέργειας», Έργο : «Μελέτη προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία των συστημάτων παροχής ισχύος, ισχύος έλξης και τηλεπικοινωνιών των επεκτάσεων των γραμμών 2 και 3 του μετρό της Αθήνας»
- [10] Αττικό μετρό Α.Ε. : «Τεχνικές προδιαγραφές επιδόσεων και σχεδιασμού για σιδηροδρομική επιδομή», Έργο : «Μελέτη προμήθεια, εγκατάσταση και θέση σε λειτουργία του ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού υποδομής και επιδομής των επεκτάσεων των γραμμών 2 και 3 του μετρό της Αθήνας»
- [11] Ημερίδα «Υποσταθμοί Μ.Τ.», 1996
- [12] J.W. Dixon, "Three-Phase Controlled Rectifiers", Chapter 12 in "Power Electronics Handbook", Academic Press, August 2001, pp. 183-196.
- [13] Karl M. Hink, "Harmonic Mitigation Of 12-pulse drives with Unbalanced Input Line Voltages", MTE Corporation May 2008
- [14] W.F.Mascaro: «Rectifiers, mercury arc», National Classification Committee Docket 2007-3
- [15] R.Ruderwall, J.P.Charpentier, R.Sharma: "High Voltage Direct Current Transmission Systems" Technology Review Paper – Energy week 2000

[16] Cenelec, HD 428 S1, «Three-phase oil immersed distribution transformers 50Hz», 2005

[17] www.schneider-electric.gr

[18] www.wikipedia.org