



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΙΣΧΥΟΣ



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΣΚΟΤΙΔΗΣ

(Α.Μ. 39373)

Επιβλέπων καθηγητής: ΠΑΧΟΣ ΠΑΥΛΟΣ

Αιγάλεω , Αθήνα 2018

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Πάχο Παύλο , καθηγητή εφαρμογών στο τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών του Α.Τ.Ε.Ι Πειραιά για την ανάθεση , καθώς και για την καθοδήγησή του που ήταν σημαντική για την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Αλέξανδρο Ντούρα , διευθυντή του τμήματος Ισχύος στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ στον Βόλο για το ενδιαφέρον του και τη βοήθειά του για την συγγραφή και ολοκλήρωση της πτυχιακής μου εργασίας.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου , για την υπομονή και την συμπαράστασή τους , καθώς και για την ηθική στήριξη στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας και κατ' επέκταση του κύκλου σπουδών μου.

Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία , γίνεται μια περιγραφή των διατάξεων των Υποσταθμών Ισχύος Υψηλής → Μέση και Μέσης → Χαμηλή Τάση , που είναι εγκατεστημένοι στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ στο Βόλο , καθώς επίσης και του λοιπού εξοπλισμού (κινητήρες και πυκνωτές 6,6 kV), ως αναπόσπαστο τμήμα των διατάξεων Μέσης Τάσης του εργοστασίου .

Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναδρομή από το 1950 (έτος ιδρύσεως της Δ.Ε.Η.) , μέχρι σήμερα , με την σταδιακή αύξηση της εγκατεστημένης ισχύος στο εργοστάσιο της ΑΓΕΤ στον Βόλο .

Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζεται ο εξοπλισμός των υπαίθριων Υποσταθμών Ισχύος Υποβιβασμού της Υψηλής Τάσης (150 kV) σε Μέση Τάση (6,6 kV) , η ανανέωσή του , καθώς και η σημερινή κατάσταση .

Στο τρίτο κεφάλαιο περιγράφονται σε ενότητες , το διακοπτικό υλικό και ο εξοπλισμός των Υποσταθμών Ισχύος Υποβιβασμού της Μέσης Τάσης (6,6 kV) σε Χαμηλή τάση (0,5 kV) .

Το δεύτερο και τρίτο κεφάλαιο συνοδεύονται από αναλυτικό μονογραμμικό διάγραμμα στο οποίο εμφανίζεται όλη η δομή της εγκατάστασης της Υψηλής και Μέσης Τάσης .

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά σε όλους τους κινητήρες Μέσης Τάσης (6,6 kV) που λειτουργούν στο εργοστάσιο , αναλυτική παρουσίαση του μεγαλύτερου εξ αυτών καθώς και εκτενή αναφορά σε επισκευή του .

Στο πέμπτο κεφάλαιο αναλύονται οι τρόποι αντιστάθμισης της αέργου ισχύος στο εργοστάσιο και παρουσιάζονται οι εγκατεστημένοι πυκνωτές ανά τμήμα.

Το έκτο και τελευταίο κεφάλαιο είναι αφιερωμένο στην ασφάλεια των εγκαταστάσεων και την ασφαλή εργασία . Περιλαμβάνει τα βήματα για την εκτέλεση μιας μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας ηλεκτρικού τόξου (Arc Flash Study) που έγινε σε συνεργασία ΑΓΕΤ / SCHNEIDER , βάσει των αποτελεσμάτων της οποίας έχει επιλεγεί ο ασφαλέστερος ηλεκτρολογικός εξοπλισμός και τα κατάλληλα Μέσα Ατομικής Προστασίας των εργαζομένων .

Λέξεις κλειδιά : Αγέτ ,Ηρακλής ,Ισχύς ,Μετασχηματιστής ,Πυκνωτής ,Κινητήρας

Summary

In this thesis , a description of the devices of the High → Medium and Medium → Low Voltage Substations are located at the HERACLES cement factory in Volos , as well as other equipment (6,6 kV motors and capacitors), as an integral part of the factory's Medium Voltage equipment.

In the first chapter there is a brief flashback from 1950 (the year of the founding of P.P.C.) to the present , with the gradual increase of the installed capacity at the AGET plant in Volos.

In the second chapter is presented the equipment of the Outdoor relegation Substations of High Voltage (150 kV) in Medium Voltage (6.6 kV), its renewal, as well as the current situation.

The third chapter describes modules , switchgear and equipment of the relegation Substation of Medium Voltage (6,6 kV) to Low Voltage (0,5 kV) .

The second and third chapters are accompanied by an analytical mono-diagram showing the entire structure of the High and Medium Voltage .

In the fourth chapter , reference is made to all medium voltage motors (6,6 kV) operating in the factory , a detailed presentation of the largest one and extensive reference to its repair.

In the fifth chapter we analyze the ways in which the reactive power is compensated for in the plant and the installed capacitors per section are presented.

The sixth and final chapter is devoted to the security of plant safety and safety at work .It includes the steps of an Arc Flash Study to be carried in collaboration AGET / SCHNEIDER , on the basis of the results of which was chosen the safest electrical equipment and the appropriate Personal Protective Equipment for employees.

Keywords : Aget ,Heracles ,Power ,Transformer ,Capacitor ,Motor

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ - SUMMARY -----	Σελ. 2 - 3
ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ -----	Σελ. 4 - 6
ΕΙΣΑΓΩΓΗ -----	Σελ. 7 - 8
1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΑΠΟ ΤΟ 1950 ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΣΤΑ ΑΥΞΗΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΕΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ ΤΗΣ ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ (ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΟΛΥΜΠΟΣ) ΣΤΟΝ ΒΟΛΟ. -----	Σελ. 9 - 11
2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ	
A. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΥΨΗΛΗΣ → ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ (150 / 6,6 kV)	
B. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ → ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ (6,6 / 0,5 kV)	

A. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΥΨΗΛΗΣ → ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ (150 / 6,6 kV)	
ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 / 6,6 kV -----	Σελ. 12
Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΜΕΡΑ -----	Σελ. 13 - 14
ΜΟΝΟΓΡΑΜΜΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ ΟΛΩΝ ΤΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ 150 / 6,6 / 0,5 kV. (A + B) -----	Σελ. 15 - 17
α. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 / 6,6 KV -----	Σελ. 18
α1. ΕΙΣΟΔΟΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ -----	Σελ. 19
α2. ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ 150 kV -----	Σελ. 20 - 21
α3. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΕΝΤΑΣΗΣ 150 kV - ΜΕΤΡΗΣΗΣ -----	Σελ. 22
α4. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΤΑΣΗΣ 150 kV - ΜΕΤΡΗΣΗΣ -----	Σελ. 23 - 24
α5. ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ SA 170 ΚΑΙ SER 150 kV (ΠΡΟ Α/Δ 150 kV + Μ/Σ 150 / 15 / 6,6 kV) -----	Σελ. 25 - 26
α6. ΑΥΤΟΜΑΤΟΙ ΔΙΑΚΟΠΤΕΣ 150 kV -----	Σελ. 27 - 29
α7. ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ 150 kV -----	Σελ. 30 - 31
α8. ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ 150 / 15 / 6,6 kV -----	Σελ. 32 - 42
α9. ΛΟΙΠΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ (ΓΕΙΩΣΕΙΣ - ΖΥΓΟΙ – ΜΟΝΩΤΗΡΕΣ – ΚΑΛΩΔΙΑ) Υ / Σ 150 kV -----	Σελ. 43 - 44

- β. ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΔΙΑΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 kV**
- β1. ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ**
 (ΣΥΣΣΩΡΕΥΤΕΣ - ΝΤΙΖΕΛΟΓΕΝΝΗΤΡΙΑ) ----- Σελ. **45 - 46**
- β2. CONTROL ROOM (ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ - ΟΡΓΑΝΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ) ----- Σελ. **47 - 48****

Β. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ → ΧΑΜΗΛΗ ΤΑΣΗ (6,6 / 0,5 kV)

- β1. ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ 6,6 kV : ----- Σελ. **49 - 50****
- α. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΥΨΕΛΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ 6,6 kV ----- Σελ. **51****
- β. ΦΟΡΤΙΑ ΠΙΝΑΚΑ ΚΥΨΕΛΩΝ Α/Δ 6,6 kV**
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΣΕ ΙΣΧΥ ----- Σελ. **52**
- γ. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ Α/Δ 6,6 kV ΤΟΥ ΠΙΝΑΚΑ**
- γ1. ΓΕΝΙΚΟΙ Α/Δ ΕΙΣΟΔΟΥ ΠΙΝΑΚΑ ΚΥΨΕΛΩΝ Α/Δ 6,6 kV ----- Σελ. **53****
- γ2. Α/Δ ΠΑΡΟΧΗΣ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ 6,6 kV ----- Σελ. **54 - 55****
- γ3. Α/Δ ΠΑΡΟΧΗΣ ΜΕΤ/ΣΤΩΝ 6,6 / 0,5 kV ΤΟΠΙΚΩΝ**
ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ΤΡΟΦΟΔΟΣΙΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΝΟΜΩΝ
ΜΗΧΑΝΗΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗΣ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑΣ ----- Σελ. **54 - 55**
- γ4. ΣΦΑΛΜΑΤΑ ΑΥΤΟΜΑΤΩΝ ΔΙΑΚΟΠΤΩΝ 6,6 kV . ----- Σελ. **56 - 57****
- β2. ΜΕΤΑΣΧ/ΣΤΕΣ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΤΑΣΗΣ 6,6 / 0,5 kV ΤΟΠΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ:**
- α. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΜΕΤΑΣΧ / ΣΤΩΝ (2000 - 3000 kVA) --- Σελ. **58 - 61****
- β. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ / ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ**
ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ----- Σελ. **62 - 63**
- β3. ΓΕΝΙΚΟΙ ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ (500 V)**
ΤΟΠΙΚΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ----- Σελ. **64**
- α. ΓΕΝΙΚΟΙ Α/Δ ΕΙΣΟΔΟΥ ΓΕΝ. ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ -**
ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ----- Σελ. **65**
- β. ΜΕΡΙΚΟΙ Α/Δ ΕΙΣΟΔΟΥ ΓΕΝ. ΠΙΝΑΚΩΝ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ -**
ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ----- Σελ. **66**

3. ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ 6,6 kV

- α.** ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ (6,6 kV) ----- Σελ. **67 - 68**
- β.** ΑΝΑΛΥΤ. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΑΚΤΥΛΙΟΦΟΡΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ 4,8 MW / 6,6 KV Σελ. **69 - 72**
- γ.** ΗΛΕΚΤΡΟΛΥΤΙΚΟΣ ΕΚΚΙΝΗΤΗΣ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ 4,8 MW / 6,6 KV ---- Σελ. **73 - 74**
- δ.** ΒΛΑΒΗ ΚΑΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗ ΤΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ 4,8 MW / 6,6 KV ----- Σελ. **75 - 78**

4. ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΙΣΧΥΟΣ 6,6 ΚΑΙ 0,5 kV

- α.** ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΙ ΑΝΤΙΣΤΑΘΜΙΣΗΣ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ
ΣΤΟ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ----- Σελ. **79 - 80**
- β.** ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΙΣΧΥΟΣ----- Σελ. **81 - 82**
- γ.** ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΑΕΡΓΟΥ ΙΣΧΥΟΣ ----- Σελ. **83**

5. ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑ ----- Σελ. **84**

- α.** ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ
(Arc Flash Study) ----- Σελ. **85 - 93**
- β.** Μ.Α.Π. (ΜΕΣΑ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ) ----- Σελ. **94 - 95**
- γ.** ΑΣΦΑΛΙΣΤΙΚΕΣ ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΣΕ ΧΩΡΟΥΣ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ
ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΔΙΑΝΟΜΩΝ ----- Σελ. **96**

6. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

- α.** ΕΚΘΕΣΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΩΝ ΤΟΥ ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟΥ
ΔΑΚΤΥΛΙΟΦΟΡΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΑ 4,8 MW / 6,6 KV ----- Σελ. **97 - 104**
- β.** ΕΠΕΞΗΓΗΣΗ ΠΡΟΤΥΠΩΝ ----- Σελ. **105**

7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ ----- Σελ. **106**

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το 3.000 π.Χ. οι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούν λάσπη και άχυρα για την κατασκευή τούβλων και φαίνεται ότι ανακαλύπτουν τον ασβέστη και τη γύψο. Το 500 π.Χ. στην Κάμειρο της Ρόδου κατασκευάζεται ορθογώνια κατασκευή χωρητικότητας 600 περίπου κυβικών μέτρων, με υλικό κατασκευής Θηραϊκή γη αναμειγμένη με ασβέστη. Το Πάνθεον, χτισμένο από τον αυτοκράτορα Αδριανό της Ρώμης, ολοκληρώθηκε το 125 μ.Χ. και έχει το μεγαλύτερο θόλο από άοπλο σκυρόδεμα που κατασκευάστηκε ποτέ. Οι πρώιμες αυτές μορφές τσιμέντου αποτέλεσαν ένα εργαλείο που έδωσε την δυνατότητα στον άνθρωπο να δημιουργήσει το κατάλληλο περιβάλλον μέσα στο οποίο ανέπτυξε τον πολιτισμό του. Με τη σειρά του ο πολιτισμός όρισε τους νέους κανόνες βελτίωσης και χρήσης του υλικού. Το τσιμέντο εμφανίζεται ξανά στο προσκήνιο στις αρχές του 19^{ου} αιώνα και από τότε μέχρι σήμερα, κυριαρχεί στην οικιστική ανάπτυξη, ενσωματώνοντας καινοτομίες υψηλής τεχνολογίας.

Οι πρώτες ύλες

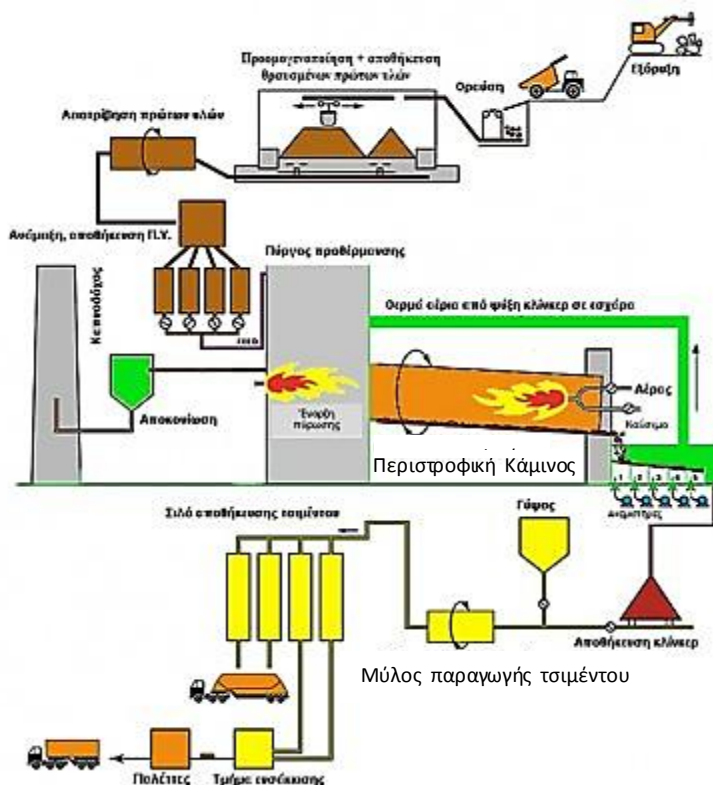
Η σημαντικότερη πρώτη ύλη για την παραγωγή του κλίνκερ τσιμέντου είναι τα ασβεστολιθικά πετρώματα, τα οποία εξορύσσονται επιφανειακά σε λατομεία κοντά στην τσιμεντοβιομηχανία. Ποσοστό περίπου 80% από τους 1.60-1.65 τόνους πρώτων υλών, που απαιτούνται για την παραγωγή 1 τόνου κλίνκερ, είναι ασβεστολιθικό υλικό, οπότε είναι προφανής η αναγκαιότητα γεινίασης της θέσης εξόρυξης ασβεστολιθικών πετρωμάτων και της μονάδας παραγωγής κλίνκερ τσιμέντου.

Η διαδικασία παραγωγής τσιμέντου

Το μείγμα των κύριων πρώτων υλών (θραυσμένος ασβεστόλιθος, αργιλικά πετρώματα) προ-ομογενοποιούνται σε κατάλληλη αναλογία μεταξύ τους σε σωρούς και κατόπιν αναμειγνύονται σε κατάλληλη αναλογία με τις διορθωτικές ύλες (χαλαζιακά πετρώματα, σιδηρομετάλλευμα, βωξίτης, κ.α.) και τρίβονται στον μύλο «φαρίνας».

Το λεπτόκοκκο μείγμα πρώτων υλών « φαρίνα » ομογενοποιείται σε silo και κατόπιν τροφοδοτείται σε περιστροφική κάμινο (**rotary kiln**) και υποβάλλεται σε πυρομεταλλουργική κατεργασία. Στην περιστροφική κάμινο, η «φαρίνα», με χρήση καυσίμων (φυσικό αέριο, μαζούτ, pet coke, γαιάνθρακες ή και εναλλακτικά καύσιμα),

θερμαίνεται σε πολύ υψηλές θερμοκρασίες 1400-1500°C. Έτσι, με φυσικοχημικές διεργασίες, και με τη βοήθεια της περιστροφής της καμίνου μετατρέπεται σε ένα υλικό γκριζοπράσινου χρώματος. Τα τεμάχια του προϊόντος έχουν σφαιροειδή μορφή



Διάγραμμα ροής παραγωγικής διαδικασίας τσιμέντου.

Στη συνέχεια, απόθηκεύεται σε silo και κατόπιν συσκευάζεται σε χάρτινα σακκιά ή μεταφέρεται και πωλείται χύμα με ειδικά φορητά ή με πλοία που έχουν στεγανές δεξαμενές για προστασία από την υγρασία, η οποία προσβάλλει το τσιμέντο και καταστρέφει τις ιδιότητές του.

Ο Όμιλος Εταιριών **ΗΡΑΚΛΗΣ**, είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός τσιμέντου στην Ελλάδα , έχοντας περισσότερα από 100 χρόνια παρουσίας στην αγορά .

Τα τελευταία 15 χρόνια είναι μέλος της **Lafargeholcim** , παγκόσμιου ηγέτη στον κλάδο δομικών υλικών, που δραστηριοποιείται στην παραγωγή τσιμέντου και αδρανών υλικών απασχολώντας περίπου 90.000 υπαλλήλους σε περισσότερες από 80 χώρες .

Το εργοστάσιο του Βόλου παρά την μείωση παραγωγής του την τελευταία δεκαετία , παραμένει σήμερα το παραγωγικότερο στην Ευρώπη με παραγωγή περίπου 1.600.000 τόνους κλίνκερ (~ 1.900.000 τόνους τσιμέντου) ετησίως , κυρίως με εξαγωγικό χαρακτήρα , λόγω κάμψης της εσωτερικής αγοράς εξ αιτίας της χειμαζόμενης ελληνικής οικονομίας .

διαμέτρου 10 – 25 χιλ., το προϊόν ονομάζεται κλίνκερ τσιμέντου.

Μετά την παραγωγή του κλίνκερ στην περιστροφική κάμινος, αυτό ψύχεται και κατόπιν αναμειγνύεται με 5% περίπου κατά βάρος με γύψο. Κατόπιν, το μίγμα κλίνκερ - γύψου αλέθεται σε ειδικούς μύλους μέχρι να αποκτήσει πολύ μικρό μέγεθος κόκκων και αποτελεί το τσιμέντο.

**1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ ΑΠΟ ΤΟ 1950 ΕΩΣ ΣΗΜΕΡΑ ΜΕ ΤΗΝ ΣΤΑΔΙΑΚΗ ΑΥΞΗ-
ΣΗ ΤΗΣ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΗΣ ΙΣΧΥΟΣ ΣΤΗΝ ΕΤΑΙΡΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ
ΤΗΣ ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ (ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΟΛΥΜΠΟΣ) ΣΤΟΝ ΒΟΛΟ.**

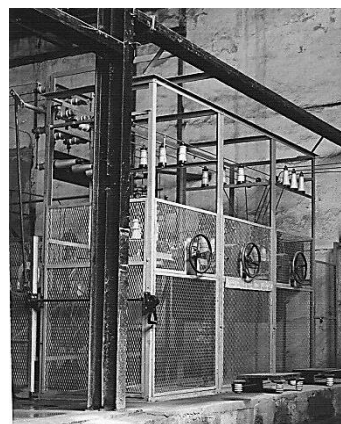
Η εταιρία ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ (εργοστάσιο ΟΛΥΜΠΟΣ) δραστηριοποιείται στην περιοχή του Βόλου από το 1924 . Από την εποχή εκείνη και μέχρι το 1950 (έτος ίδρυσης της Δ.Ε.Η.) , το εργοστάσιο τροφοδοτείτο από μικρές ιδιωτικές εταιρείες παραγωγής ενέργειας που αναπτύχθηκαν στην Ελλάδα μετά το 1900 και τροφοδοτούσαν τις πόλεις της περιφέρειας και τις μικρές επιχειρήσεις της εποχής . Η διανομή της ενέργειας μέχρι την δημιουργία του εθνικού φορέα , ήταν εξαιρετικά αναξιόπιστη , παρείχτο με ωράριο και συνεχείς διακοπές , ήταν δε ιδιαίτερα ακριβή .

Τον Αύγουστο του 1950 ιδρύεται η Δημόσια Επιχείρηση Ηλεκτρισμού , με σκοπό τη χάραξη και εφαρμογή μιας εθνικής ενεργειακής πολιτικής , κατά την οποία θα γίνεται εντατική εκμετάλλευση των εγχώριων πόρων .

Τα στοιχεία της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ υπάρχουν από την ίδρυση της ΔΕΗ το 1950 , ως μόνου και επίσημου φορέα παροχής ενέργειας στην χώρα μας .

Η εκάστοτε μελλοντική επαύξηση της εγκατεστημένης Ισχύος της εταιρείας γίνεται πάντα με εκ των προτέρων ενημέρωση και συμφωνία με τον πάροχο (ΔΕΗ) για να διασφαλίζεται η αδιάλειπτη παροχή της ηλεκτρικής ενέργειας στον καταναλωτή .

1955: Η εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται στα 2.200 kW , η μέση μηνιαία κατανάλωση ανέρχεται ~ στις 1,3 MWH. Η παροχή από την ΔΕΗ είναι 15 kV και γίνεται με-σω υπόγειου τριπολικού οπλισμένου καλωδίου με διατομή 3 X 150 mm² . Την πενταετία 1955 – 1960 αύξηση της εγκατεστημένης Ισχύος κατά 750 kW .



ΔΗΜΟΣΙΑ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ ΗΛΕΚΤΡΙΣΜΟΥ
ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΙΣ
ΟΔΟΣ ΛΟΥΚΙΑΝΟΥ 5
ΑΘΗΝΑΙ - ΕΛΛΑΣ

Μετόφρασις

Αθήναι 26 Αυγούστου 1954

Πρός τήν
Γενικήν Εταιρίαν Τσιμέντων

Υπ' όψιν: Κου Α. Τσίτσου

ΚΑΤΑΧΩΡΗΣΙΣ
ΟΛΚΕΛΛΑΟΣ ΤΥ/Α19
ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ 10.12.64

Κύριοι,

Βεβαιούμεν λήψιν ύμετέρας έπιστολής ύπ' αριθ. 4047, 6ης Αυγούστου 1954, επί του θέματος της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος είς τό ύμέτερον εργοστάσιον "ΟΛΥΜΠΟΣ" έν Βόλω. Επιβεβαιώντες τήν σχετικήν συνομιλίαν μας, θέλομεν προβή είς τήν άναγκαίαν ένεργείαν διά τήν εξυπηρέτησιν του ύμετέρου εργοστασίου εύθως ως καταστή δυνατή ή εκεί παροχήν ηλεκτρικού ρεύματος, ήτις δέν θά έξαρτηθή εκ της ίδρύσεως άγκειμένου Οργανισμού Διανομής, άλλί θά διενεργηθή προσωρινώς είτε μέσω της τοπικής ηλεκτρικής εταιρίας διανομής είτε άπ' εύθείας υπό της ΔΕΗ.

Οί όροι υπό τους όποιους προσωρινώς θά διενεργηθή ή παροχή αύτη, θά καθορισθοῦν διά συμβολαίου πρό του χρόνου καθ'ον θά ύπέρξη πρός διάθεσιν, περί τά τέλη, υποθέτομεν, του παρόντος έτους, τό απαιτούμενον ηλεκτρικόν ρεύμα.-

Μετά πάσης τιμής

E. R. WOOLLEY

Διευθυντής Εμπορικού Τμήματος

Απαντητική επιστολή της νεοσύστατης εταιρείας παροχής ενέργειας Δ.Ε.Η. στην διοίκηση της Α.Γ.Ε.Τ. σχετικά με την εξυπηρέτηση αιτήματος παροχής ηλεκτρικού ρεύματος στο εργοστάσιο "ΟΛΥΜΠΟΣ" στο Βόλο. Αμερικανοί και Βρετανοί τεχνοκράτες στελέχωσαν τα πρώτα χρόνια τις θέσεις ευθύνης στην νεοσύστατη εταιρεία (Δ.Ε.Η.) παρέχοντας τεχνογνωσία στον διοικητικό και τεχνικό τομέα.

Το 1960 ενημέρωση του παρόχου (ΔΕΗ) να ενταχθεί η εταιρεία στους πελάτες Υψηλής Τάσης (150 kV) λόγω μεγάλης επικείμενης σταδιακής αύξησης της εγκατεστημένης ισχύος στην δεκαετία του 1960 ως κάτωθι:

1962 κατά 150 kW, 1963 κατά 400 kW, 1964 κατά 3.600 kW, 1965 κατά 700 kW και στο τέλος της δεκαετίας 1966 - 1968 λόγω εγκατάστασης νέων μεγάλων μονάδων παραγωγής τσιμέντου εξοπλισμός ισχύος, κατά ~ 8.800 kW.

1966 : Με την σύμβαση ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ / ΔΕΗ , η ΑΓΕΤ εντάσσεται στους πελάτες της Υ.Τ. (150 kV) , και κατασκευάζεται ο πρώτος Υ/Σ 150/15 kV ισχύος 25 MVA , που τέθηκε σε λειτουργία τον 12^ο του 1967.

1970 : Η συνολική εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται ~ στα 15 MW και η μέση μηνιαία κατανάλωση ανέρχεται ~ στις 7 MWH . Στις αρχές της νέας δεκαετίας προγραμματίζεται νέα μεγάλη εγκατάσταση μονάδων παραγωγής για τα επόμενα χρόνια με συνέπεια την επιτακτική ανάγκη εγκατάστασης νέων ΜΣ 150/15 kV και 150/6,6 kV , που εγκαθίστανται σε νέο υπαίθριο Υ/Σ που κατασκευάζεται το 1971 - 72 .

1973 : Η εγκατεστημένη ισχύς ανέρχεται ~ στα 28 MW , με μέση μηνιαία κατανάλωση ~ στις 12 MWH .

1976 – 1980 : Με την ενημέρωση και συμφωνία του παρόχου (ΔΕΗ) , στην πενταετία αυτή γίνεται η μεγαλύτερη επένδυση, με κατασκευή νέων μεγάλων μονάδων παραγωγής που υπερδιπλασιάζει την εγκατεστημένη Ισχύ στο εργοστάσιο . Για την κάλυψη των αναγκών τροφοδοσίας των νέων εγκαταστάσεων τοποθετούνται στους δύο υπάρχοντες υπαίθριους Υ/Σ 150/15/6,6 kV, δύο νέοι ΜΣ 150/15 kV και 150 /6,6 kV , ισχύος 35 και 30 MVA αντίστοιχα .

Την περίοδο **1980 – 2005** λειτουργία του εργοστασίου σε πλήρη ισχύ με σύνολο εγκατεστημένης Ισχύος ~ 65 MW . Η μέση μηνιαία κατανάλωση κυμάνθηκε από 40–55 MWH .

Την τελευταία δωδεκαετία **2006 - 2018** λόγω της παρατεταμένης οικονομικής κρίσης στην χώρα μας ο κλάδος της τσιμεντοβιομηχανίας κλονίστηκε , η εσωτερική αγορά κατέρρευσε λόγω της έλλειψης ανοικοδόμησης και της μη ύπαρξης πλέον μεγάλων δημοσίων έργων . Η κάθετη μείωση της ζήτησης επέφερε και την κατακόρυφη πτώση της παραγωγής τσιμέντου στην ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ . Η ετήσια παραγωγή τσιμέντου από τα περίπου 5.500.000 τόνους , μειώθηκε στους 1.900.000 τόνους ετησίως . Ως αποτέλεσμα , μεγάλες παραγωγικές μονάδες τέθηκαν εκτός λειτουργίας , μειώνοντας την συνολική εν λειτουργία εγκατεστημένη ισχύ ~ στα 30 MW .

2. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ ΙΣΧΥΟΣ ΤΟΥ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

A. ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΙ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΥΨΗΛΗΣ → ΜΕΣΗ ΤΑΣΗ (150 / 6,6 kV)

ΑΝΑΝΕΩΣΗ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΩΝ ΥΠΟΣΤΑΘΜΩΝ

Κατά την διάρκεια των ~ 50 χρόνων λειτουργίας των υπαίθριων Υποσταθμών 150 kV υπήρξαν κάποιες αστοχίες διακοπτικού υλικού που οδήγησαν στην ανανέωση του εξοπλισμού που υφίσταται σήμερα και θα παρουσιαστεί παρακάτω .

Εν συντομία θα αναφέρω ότι η ανανέωση αυτή , αφορά αποκλειστικά τον παλαιότερο Υποσταθμό (No 1) και έχει ως εξής :

- A-) Γενικός Αυτόματος Διακόπτης 150 kV , 1250 A ελαίου , οίκου MAGRINI, με έτος εγκατάστασης και λειτουργίας το 1967 , το 2002 τέθηκε εκτός λειτουργίας λόγω εκτεταμένων διαρροών ελαίου και συχνών πτώσεων. Στην θέση του τοποθετήθηκε Αυτόματος Διακόπτης 150 kV , 3150 A , SF6 οίκου AEG το 2002 και έκτοτε λειτουργεί .
- B-) Μετασχηματιστής 150 / 15 kV ισχύος 20 MVA , έτος εγκατάστασης 1967, το 2003 ετέθη εκτός λειτουργίας , βραχυκυκλωμένη περιέλιξη .
- Γ-) Μετασχηματιστής 150 / 6,6 kV ισχύος 20 MVA , έτος εγκατάστασης 1967, το 2004 ετέθη εκτός λειτουργίας , βραχυκυκλωμένη περιέλιξη .
- Δ-) Στην θέση των δύο ως άνω μετασχηματιστών που τέθηκαν εκτός λειτουργίας το 2003 και 2004 , εγκαταστάθηκε νέος μετασχηματιστής 150 / 15 / 6,6 kV , ισχύος 30 MVA το 2004 και έκτοτε λειτουργεί .



Σειρά φωτογραφιών από την αποσυναρμολόγηση του βραχυκυκλωμένου μετ/στη 150 / 15 kV 20 MVA το 2003 . Διακρίνονται : **1.** Ο πυρήνας με τα τυλίγματα των -3- φάσεων , καθώς και ο μεταγωγέας λήψεων (tap changer) . **2.** Το δοχείο του μετασχηματιστή στο οποίο διακρίνονται τα στόμια εισόδου/εξόδου του ελαίου στα ψυγεία . **3.** Το τυλίγμα μιάς φάσεως στον πυρήνα του μετασχηματιστή όπου εμφανίζεται ένα θερμό σημείο . **4.** Ξύλινα καβαλέτα και βίδες για στήριξη των τυλιγμάτων .

Η ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΗΜΕΡΑ

Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας του εργοστασίου γίνεται αρχικά από τον Α.Η.Σ. Αγίου Δημητρίου → 400 kV → Κ.Υ.Υ.Τ. Λάρισας → 150 kV → Υ/Σ ΒΟΛΟΣ II Άλλης Μεριάς → 150 kV / 3150 A / 1290 MVA → ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ (ΟΛΥΜΠΟΣ) .

Ο τερματικός πυλώνας των 150 kV της Δ.Ε.Η. τροφοδοτεί τους δύο υπαίθριους Υποσταθμούς 150 / 6,6 kV , που γεινιάζουν .(Υ/Σ No 1 και Υ/Σ No 2)

Στον υπαίθριο Υποσταθμό No 1 (έτος κατασκευής 1967) είναι εγκατεστημένος και λειτουργεί **ένας** μετασχηματιστής 150 / 15 / 6,6 kV , ισχύος 30 MVA από το 2004 .

Στον υπαίθριο Υποσταθμό No 2 (έτος κατασκευής 1973) είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν **δύο** όμοιοι μετασχηματιστές 150 / 6,6 kV , ισχύος 20 MVA έκαστος , από το 1973 . **Ένας** ακόμη μετασχηματιστής 150 / 15 / 6,6 kV , ισχύος 30 MVA (όμοιος με τον μετασχηματιστή του Υποσταθμού No 1) , είναι εγκατεστημένος από το 2005 . Ο ως άνω μετασχηματιστής παραμένει σε εφεδρεία (υπό τάση χωρίς φορτίο) , προσφέροντας ευελιξία μιάς και έχει την δυνατότητα να καλύψει τα φορτία οποιουδήποτε μετασχηματιστή και των δύο υπαίθριων Υποσταθμών (μέσω των κατάλληλων χειρισμών σε αποζεύκτες και αυτόματους διακόπτες στις κυψέλες των Α/Δ στους πίνακες Μέσης Τάσης)

Μεταξύ των δύο υπαίθριων Υποσταθμών, υπάρχει ο οικίσκος διασύνδεσης όπου βρίσκεται ένας αποζεύκτης 6,6 kV , μέσω του οποίου είναι δυνατή η ζεύξη / απόζευξη του εφεδρικού μετασχηματιστή 150 / 6,6 kV του Υποσταθμού No 2 στην κυψέλη Αυτομάτων Διακοπών που κανονικά τροφοδοτούνται από τον μετασχηματιστή 150 / 15 / 6,6 kV του Υποσταθμού No 1 .

Το 2010 καταργείται η χρήση των 15 kV στο εργοστάσιο . Στην απόφαση αυτή οδήγησε το γεγονός :

- α-) της παλαιότητας των μετασχηματιστών τοπικών Υποσταθμών (15 / 0,5 kV) ,
- β-) της αστοχίας διακοπτικού υλικού (Α/Δ) 15 kV σε τοπικούς Υποσταθμούς ,
- γ-) της συχνής εμφάνισης του φαινομένου ερπυσμού στις κυψέλες Αυτομάτων Διακοπών στους τοπικούς Υποσταθμούς , κ.ά .

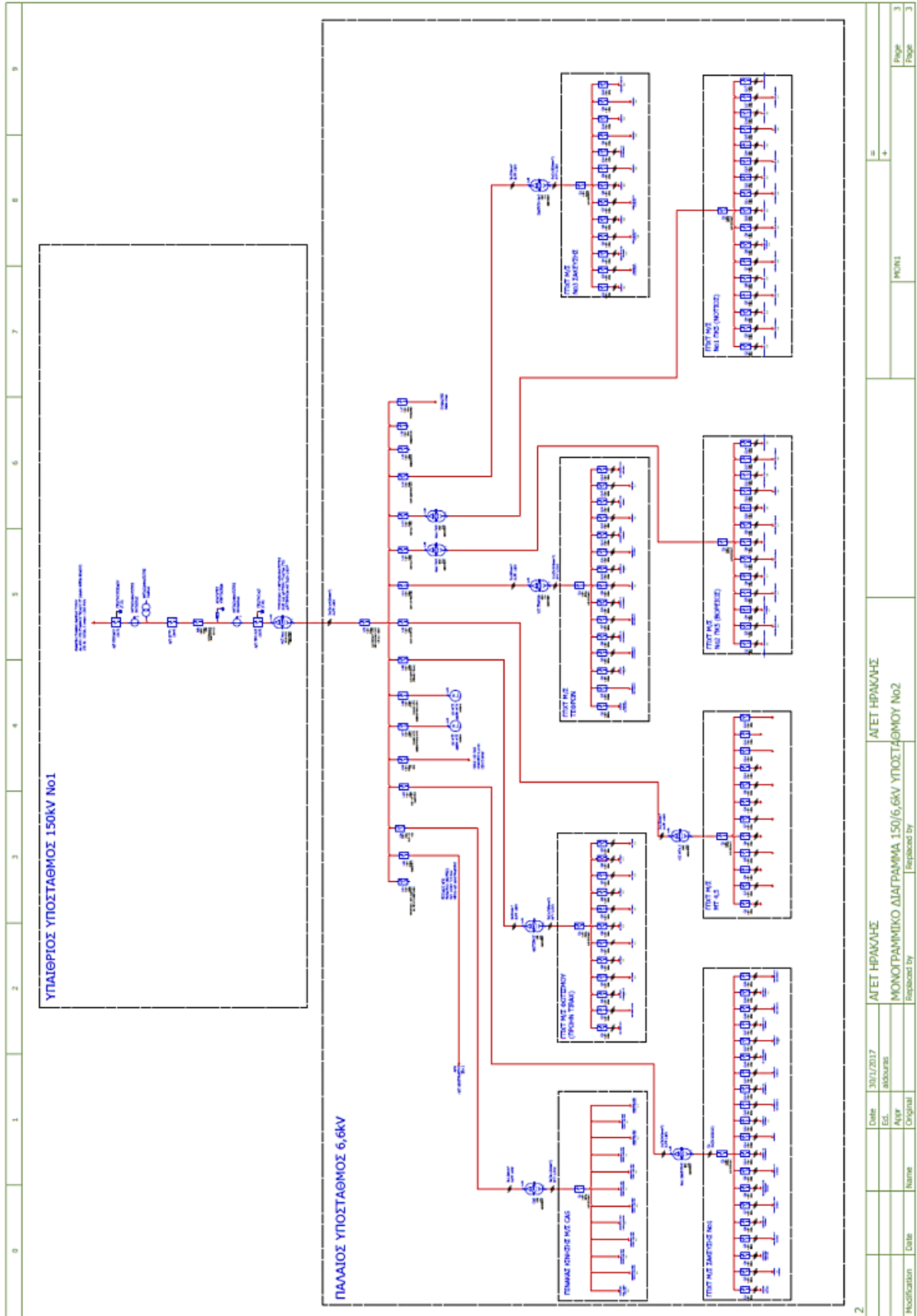
Ως εκ τούτου δεν γίνεται πλέον χρήση του δευτερεύοντος των 15 kV του μετασχηματιστή 150 / 15 / 6,6 kV που είναι εγκατεστημένος στον Υποσταθμό Νο 1 καθώς και η ενδεχόμενη χρήση των 15 kV από τον εφεδρικό μετασχηματιστή του Υποσταθμού Νο 2 .



Ο Υποσταθμός Νο1 με τον μετασχηματιστή 150 / 15 / 6,6 kV ισχύος 30 MVA



Ο Υποσταθμός Νο 2 με τους τρεις μετασχηματιστές 150 /6,6 kV (30-20-20 MVA)



α. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΤΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 kV

Στην παρουσίαση του εξοπλισμού των υπαίθριων υποσταθμών 150 kV, θα αναφερθούμε αναλυτικά στο διακοπτικό υλικό που είναι εγκατεστημένο στον Υποσταθμό **No 1** 150 kV (ένας Μετασχηματιστής 150 / 15 / 6,6 kV), λόγω απλότητας και ομοιότητας με τον Υποσταθμό **No 2** :

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ No 1

1. Πύλη εισόδου 150 kV →
2. Γενικός Αποζεύκτης Εισόδου 150 kV →
3. Μετασχηματιστές Έντασης και Τάσης (μέτρησης) →
4. Αποζεύκτης 150 kV προ Αυτομάτου Διακόπτη 150 kV →
5. Αυτόματος Διακόπτης 150 kV →
6. Αλεξικέραυνα 150 kV →
7. Αποζεύκτης 150 kV προ Μετασχηματιστή 150 / 15 / 6,6 kV →
8. Μετασχηματιστής 150 / 15 / 6,6 kV .

Στον Υποσταθμό **No 2** (τρεις Μετασχηματιστές : ένας 150 / 15 / 6,6 kV και δύο 150 / 6,6 kV) , η διάταξη του εξοπλισμού είναι ίδια , με μόνη διαφορά :

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΣ No 2

1. Πύλη εισόδου 150 kV →
2. Γενικός Αποζεύκτης Εισόδου 150 kV →

Ζυγοί →

Τρεις ξεχωριστές διατάξεις - 3 έως 8 - (όπως στον Υποσταθμό No 1) , μία για κάθε Μετασχηματιστή .

Ο τύπος του διακοπτικού υλικού που είναι εγκατεστημένο και στους δύο Υποσταθμούς είναι σχεδόν ο ίδιος (Αποζεύκτες ALSTOM , Αυτόματοι Διακόπτες SF6 AEG , Μετασχηματιστές ELECTROPUTERE, Μετασχηματιστές Μέτρησης Τάσης και Έντασης MAGRINI , κ.λ.π.) .

α1. ΕΙΣΟΔΟΣ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ ΙΣΧΥΟΣ 150/6,6 kV Νο 1



ΣΤΗΝ ΕΙΚΟΝΑ ΦΑΙΝΕΤΑΙ ΣΤΟ ΒΑΘΟΣ Ο ΤΕΡΜΑΤΙΚΟΣ ΠΥΛΩΝΑΣ ΤΗΣ Δ.Ε.Η. ΕΝΤΟΣ ΤΟΥ ΧΩΡΟΥ ΤΟΥ Υ/Σ ΔΙΑΚΡΙΝΕΤΑΙ ΤΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΟ ΔΙΚΤΥΩΜΑ ΤΕΡΜΑΤΙΣΜΟΥ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΦΑΣΕΩΝ 150 kV ΚΑΙ ΤΟ “ ΚΑΤΕΒΑΣΜΑ ” ΤΟΥΣ ΣΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΓΕΝΙΚΟΥ ΑΠΟΖΕΥΚΤΗ ΕΙΣΟΔΟΥ ΤΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 / 6,6 kV .

α2. ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ Υ/Σ 150 kV

Στις πύλες εισόδου των -2- υποσταθμών είναι εγκατεστημένοι αποζεύκτες 150 kV, τύπου :

3 POLE DISCONNECTOR

S2 DAT 170 kV

BIL 750 1250 A 31,5 kA X 3

ΟΙΚΟΥ ALSTOM

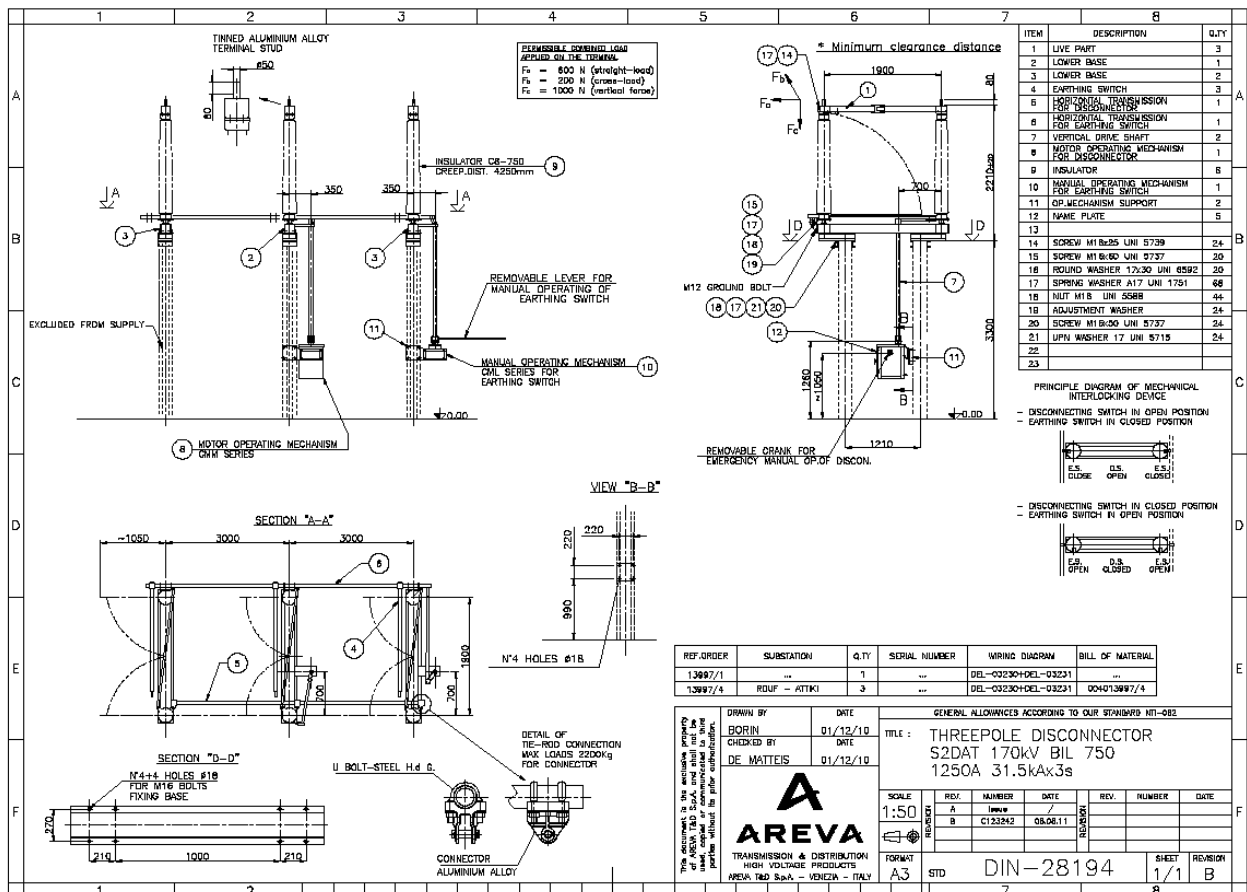
με ενσωματωμένους γειωτές για την απομόνωση και ασφάλιση του δικτύου του εργοστασίου αλλά και της γραμμής της ΔΕΗ σε περιπτώσεις συντηρήσεων. Οι συγκεκριμένοι αποζεύκτες είναι από τους πιο διαδεδομένους λόγω της απλότητας κατασκευής και αξιοπιστίας σε ακραίες συνθήκες λειτουργίας. Τα κινητά τους μέρη (μονωτήρες – μαχαίρια – ελατήρια) είναι κατασκευασμένα από πιστοποιημένα υλικά , απαιτούν χαμηλή συντήρηση , και παρέχουν υψηλή αντοχή στην μεταφορά υψηλών ρευμάτων βραχυκύκλωσης , πληρούν δε τα διεθνή πρότυπα ελέγχου κατά ANSI , IEC , CB Chinese , κ.ά.

Οι αποζεύκτες μπορούν να χειριστούν είτε ηλεκτρικά είτε χειροκίνητα. Για λόγους ασφαλείας και βάση εσωτερικών διαδικασιών της εταιρίας οι γειωτές των ως άνω αποζευκτών χειρίζονται μόνο χειροκίνητα. Οι αποζεύκτες είναι στοιχεία του κυκλώματος που μπορούν και πρέπει να χειρίζονται μόνο υπό τάση αλλά χωρίς κανένα φορτίο. Δεν είναι σχεδιασμένοι να προστατεύουν κάποιο κύκλωμα παρά μόνο για να είναι ορατή η απόζευξη στους χειριστές του δικτύου (disconnectors).

Οι χειρισμοί στους υπαίθριους υποσταθμούς επιτρέπεται να γίνονται μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένο και εξουσιοδοτημένο προσωπικό της εταιρίας και μόνο με την επίβλεψη διπλωματούχου ηλεκτρολόγου μηχανικού. Ενδέχεται για προγραμματισμένες εργασίες να απαιτείται και η παρουσία εκπροσώπου της ΔΕΗ εφόσον η επιχείρηση επιθυμεί να εκτελέσει εργασίες συντήρησης στον εξοπλισμό της γραμμής.



Η είσοδος των 150 kV του Υ/Σ Νο 1. Ο Γενικός Αποζεύκτης «κλειστός», οι γειωτές απενεργοποιημένοι. Στο κάτω μέρος του μεταλλικού ικριώματος διακρίνονται οι πίνακες τοπικού χειρισμού του αποζεύκτη και των γειωτών.



Διάγραμμα διαστασιολογικών λεπτομερειών και οδηγίες εγκατάστασης του Γεν. Α/Ζ

α3 . ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΕΝΤΑΣΕΩΣ 150 kV (ΜΕΤΡΗΣΗΣ)

Το επόμενο στοιχείο αμέσως μετά τους αποζεύκτες εισόδων των υποσταθμών, είναι οι μετασχηματιστές έντασης οι οποίοι χρησιμοποιούνται τόσο για τις απαραίτητες μετρήσεις ενέργειας από τη ΔΕΗ όσο και για τα όργανα προστασίας που έχουν το ρόλο να προστατεύσουν το δίκτυο του εργοστασίου από σφάλματα στη γραμμή της ΔΕΗ καθώς και τη γραμμή της ΔΕΗ από σφάλματα που προέρχονται από το δίκτυο του εργοστασίου.

Οι εγκατεστημένοι μετασχηματιστές έντασεως είναι τύπου :

CURRENT TRANSFORMER

SINGLE PHASE TYPE AMG 170 A2

RATED INS. LEVEL KV 170 / 325 / 750

ΠΡΩΤ. 300 / 150

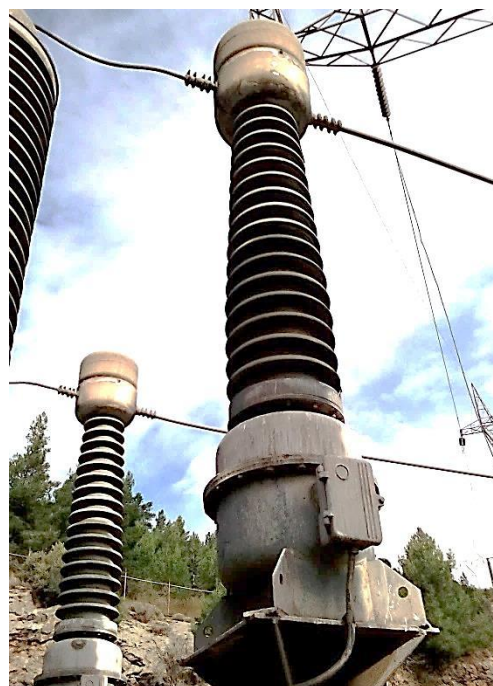
RATIO A

ΔΕΥΤ. 5 / 5 / 5

VA 80 80 30

CLASS 0,2 0,2 1

ΟΙΚΟΥ MAGRINI



Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

Μετασχηματιστής έντασης υπαίθριος, μονοφασικός, εντός λαδιού με ένα πρωτεύον τυλίγμα και τρία (3) τυλίγματα στο δευτερεύον, κάθε ένα με το δικό του μαγνητικό πυρήνα. Το εσωτερικό του ΜΕ είναι γεμάτο με μονωτικό λάδι και ο ΜΕ είναι ερμητικά κλειστός ενάντια στην υγρασία.

1. Ονομαστικό ρεύμα πρωτεύοντος IN : 150 – 300 A
2. Ονομαστικό ρεύμα για τα δευτερεύοντα : 5 – 5 A
3. Ονομαστική τάση : 150 kV
4. Μέγιστη τάση : 170 kV
5. Ονομαστική συχνότητα : 50 Hz
6. Βάρος : 700 kg
7. Όρια θερμοκρασίας : -25 / 45 οC
8. Ονομαστική ισχύς εξόδου (για τα τυλίγματα δευτερεύοντος) :

9. Ρεύμα δευτερευόντων: 5 A
- 9.1. Για το τύλιγμα μέτρησης **1S1 - 1S2**
- α. Αριθμός τυλιγμάτων:1
- β. Ονομαστική ισχύς εξόδου : 30VA
- 9.2. Για το τύλιγμα προστασίας (H/N υπερέντασης φάσεων & γης) **2S1 - 2S2**
- α. Αριθμός τυλιγμάτων:1
- β. Ονομαστική ισχύς εξόδου : 80VA
- 9.3. Για το τύλιγμα προστασίας (H/N υπερέντασης φάσεων & γης) **3S1 - 3S2**
- α. Αριθμός τυλιγμάτων:1
- β. Ονομαστική ισχύς εξόδου : 80VA

α4 . ΜΟΝΟΦΑΣΙΚΟΙ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΕΣ ΤΑΣΕΩΣ 150 KV (ΜΕΤΡΗΣΗΣ)

Ένα άλλο στοιχείο αμέσως μετά τους αποζεύκτες εισόδων των υποσταθμών, είναι οι μετασχηματιστές τάσης οι οποίοι χρησιμοποιούνται τόσο για τις απαραίτητες μετρήσεις ενέργειας από τη ΔΕΗ όσο και για τα όργανα προστασίας που έχουν το ρόλο να προστατεύσουν το δίκτυο του εργοστασίου από σφάλματα στη γραμμή της ΔΕΗ καθώς και τη γραμμή της ΔΕΗ από σφάλματα που προέρχονται από το δίκτυο του εργοστασίου.

Οι εγκατεστημένοι μετ/στες τάσεως είναι τύπου :

VOLTAGE TRANSFORMER

SINGLE PHASE TYPE TVG 170 S

RATED INS. LEVEL KV 170 / 325 / 750

ΠΡΩΤ. $150000/\sqrt{3}$

RATIO V

ΔΕΥΤ. $100/\sqrt{3} / 100/\sqrt{3}$

VA 80 80

CLASS 0,2 0,2

ΟΙΚΟΥ MAGRINI



Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

Μετασχηματιστής τάσης υπαίθριος, μονοφασικός, εντός λαδιού με ένα πρωτεύον τύλιγμα και δύο (2) τυλίγματα στο δευτερεύον, κάθε ένα με το δικό του μαγνητικό πυρήνα. Το εσωτερικό του ΜΕ είναι γεμάτο με μονωτικό λάδι και ο ΜΕ είναι ερμητικά κλειστός ενάντια στην υγρασία.

1. Ονομαστική τάση πρωτεύοντος : $150000/\sqrt{3}$
2. Ονομαστική τάση για τα δευτερεύοντα : $100/\sqrt{3}$ $100/\sqrt{3}$
3. Μέγιστη τάση : 170 kV
4. Ονομαστική συχνότητα : 50 Hz
5. Όρια θερμοκρασίας : -25 / 45 οC
6. Βάρος : 850 kg
- 7.1. Για το τύλιγμα μέτρησης : **1a – 1b**
- 7.2. Για το τύλιγμα προστασίας : **2a – 2b**



Η ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΕΝΤΑΣΗΣ ΚΑΙ ΤΑΣΗΣ ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 kV . ΑΜΕΣΩΣ ΜΕΤΑ ΤΟΝ ΓΕΝΙΚΟ ΑΠΟΖΕΥΚΤΗ ΕΙΣΟΔΟΥ 150 kV ΚΑΙ ΠΡΙΝ ΤΟΝ ΓΕΝΙΚΟ ΑΥΤΟΜΑΤΟ ΔΙΑΚΟΠΤΗ 150 kV .

α5 . ΑΠΟΖΕΥΚΤΕΣ ΠΡΟ Α/Δ 150 kV ΚΑΙ Μ/Σ ΙΣΧΥΟΣ 150 / 6,6 kV

Στις εισόδους των Α/Δ 150 kV καθώς και στις εισόδους των μετ/στων ισχύος 150 / 6,6 kV και στους -2- υποσταθμούς είναι εγκατεστημένοι απόζεύκτες 150 kV , τύπου :

3 POLE DISCONNECTOR

TYPE SER K 150 KV

BIL 750 1250 A 31,5 KA X 3

ΟΙΚΟΥ MAGRINI

3 POLE DISCONNECTOR

TYPE SA 170 KV

BIL 750 1250 A 31,5 KA X 3

ΟΙΚΟΥ MAGRINI

με ενσωματωμένους γειωτές για την απομόνωση και ασφάλιση του επιμέρους διακοπικού εξοπλισμού σε περιπτώσεις συντηρήσεων .Οι συγκεκριμένοι απόζεύκτες είναι παλαιότερης τεχνολογίας αλλά αρκετά απλοί και αξιόπιστοι σε ακραίες συνθήκες λειτουργίας .Τα κινητά τους μέρη (μονωτήρες – μαχαίρια – ντίζες / οδηγοί) είναι κατασκευασμένα από πιστοποιημένα υλικά ,απαιτούν χαμηλή συντήρηση , και παρέχουν υψηλή αντοχή στην μεταφορά υψηλών ρευμάτων βραχυκύκλωσης ,πληρούν δε τα διεθνή πρότυπα ελέγχου κατά ANSI , IEC , CB Chinese , κ.ά.



Η θέση τους στον χώρο του υπαίθριου υποσταθμού δηλώνει και την σπουδαιότητα τους . Με το “ άνοιγμα ” των μαχαιριών απομονώνεται ο Γεν. Α/Δ 150 kV από τους ζυγούς των 150 kV .

Οι αποζεύκτες μπορούν να χειριστούν είτε ηλεκτρικά είτε χειροκίνητα. Για λόγους ασφαλείας και βάση εσωτερικών διαδικασιών της εταιρίας οι γειωτές των ως άνω αποζευκτών χειρίζονται μόνο χειροκίνητα. Οι αποζεύκτες είναι στοιχεία του κυκλώματος που μπορούν και πρέπει να χειρίζονται μόνο υπό τάση αλλά χωρίς κανένα φορτίο. Δεν είναι σχεδιασμένοι να προστατεύουν κάποιο κύκλωμα παρά μόνο για να είναι ορατή η απόζευξη στους χειριστές του δικτύου (disconnectors).

Οι χειρισμοί στους υπαίθριους υποσταθμούς επιτρέπεται να γίνονται μόνο από κατάλληλα εκπαιδευμένο και εξουσιοδοτημένο προσωπικό της εταιρίας και μόνο με την επίβλεψη διπλωματούχου ηλεκτρολόγου μηχανικού. Ενδέχεται για προγραμματισμένες εργασίες να απαιτείται και η παρουσία εκπροσώπου της ΔΕΗ εφόσον η επιχείρηση επιθυμεί να εκτελέσει εργασίες συντήρησης στον εξοπλισμό της γραμμής.



Ο ΑΠΟΖΕΥΚΤΗΣ 150 kV ΜΕ “ ΚΛΕΙΣΤΑ ” ΚΑΙ “ ΑΝΟΙΚΤΑ ” ΜΑΧΑΙΡΙΑ



Αμέσως μετά τους επί μέρους αποζεύκτες υπάρχουν αυτόματοι διακόπτες ισχύος (Α/Δ) οι οποίοι “ανοίγουν” τις επαφές τους σε περίπτωση σφάλματος για να προστατεύσουν το δίκτυο το οποίο τροφοδοτούν . Οι διακόπτες χειρίζονται μόνο ηλεκτρικά και απομακρυσμένα. Σε εξαιρετικές περιπτώσεις είναι δυνατός και ο τοπικός χειρισμός, αλλά πρέπει να αποφεύγεται κατά βάση.



Ο αυτόματος διακόπτης είναι το μέσον με το οποίο επιτυγχάνεται η διακοπή των βραχυκυκλωμάτων στο ηλεκτρικό δίκτυο και επομένως ο ρόλος που διαδραματίζει στην προστασία του δικτύου και την ταχεία αποκατάσταση της ομαλής λειτουργίας σε περίπτωση βλάβης, είναι σημαντικός .

Τα στοιχεία του Αυτόματου Διακόπτη είναι :

TYPE S1 – 170 F1

ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ 150 KV

ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΔΙΑΚΟΠΗΣ 7500 MVA

ΧΡΟΝΟΣ ON/OFF ΠΟΛΩΝ Α/Δ 50 – 70 ms

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΤΑΣΗ 170 KV

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΗ ΕΝΤΑΣΗ 3150 A

ΤΑΣΗ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥ 110 V D.C.

ΟΙΚΟΥ AEG

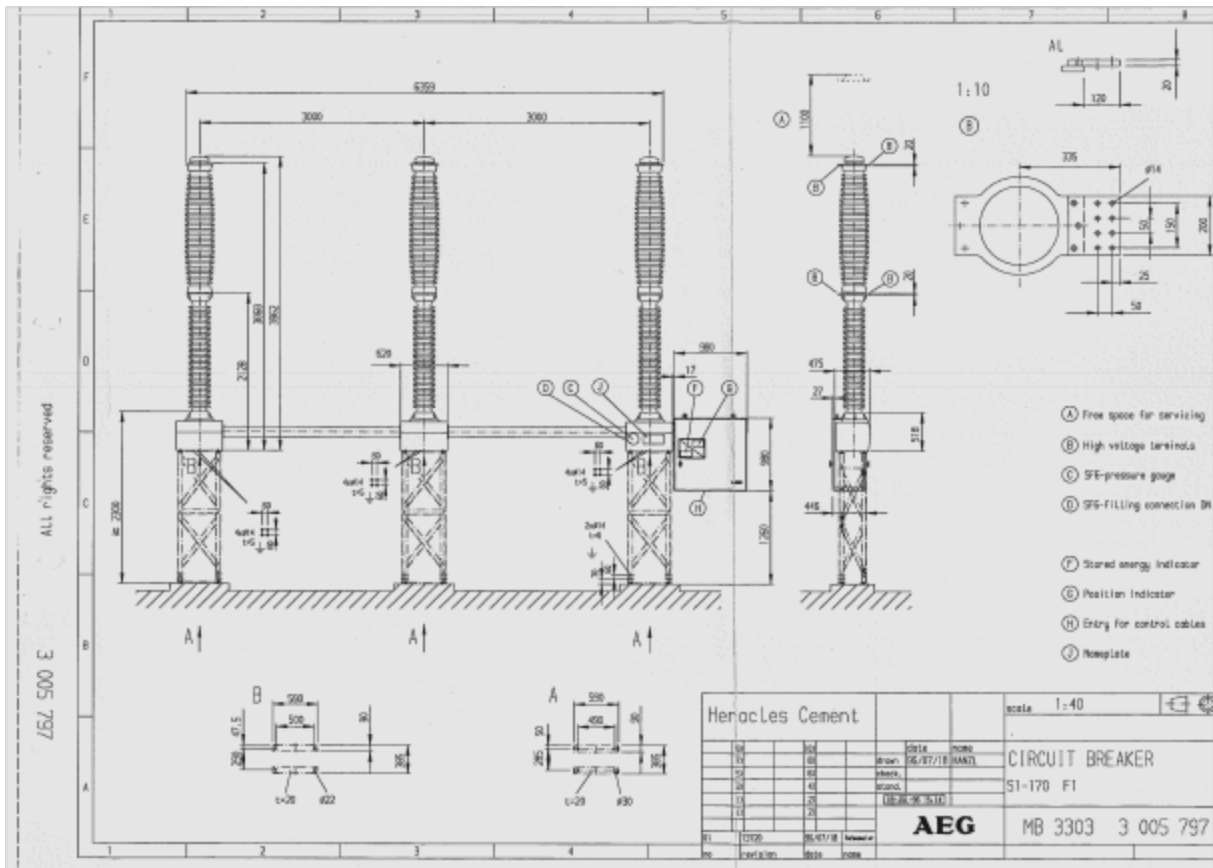
Ο Α/Δ είναι κλειστού τύπου , ηλεκτροκίνητος , με περίβλημα πορσελάνης, τοποθετημένος επί μεταλλικού ικριώματος . Ένα σύστημα ντιζών και ελατηρίων καθιστά δυνατή την ταυτόχρονη όπλιση / αφόπλιση των κινητών πόλων του

A/Δ . Στον κεντρικό πίνακα ελέγχου υπάρχει ο κινητήρας κουρδίσματος ελατηρίων όπλισης / αφόπλισης του A / Δ , η κεντρική μονάδα ελέγχου και λειτουργίας του αποσβεστικού μέσου (SF6) ,καθώς επίσης και όλες οι ηλεκτρικές διατάξεις (προστασίες , μανδαλώσεις κ.λ.π.) , που καθιστούν αξιόπιστη και ασφαλή την λειτουργία του A/Δ.

Το μέγεθος της ισχύος βραχυκυκλώσεως, την οποία μπορεί να διακόψει ο διακόπτης και ο χρόνος διακοπής, αποτελούν δύο βασικά χαρακτηριστικά των διακοπών ισχύος. Επίσης, ο χρόνος λειτουργίας του διακόπτη είναι εξαιρετικής σημασίας, για τα μεγάλα κυρίως δίκτυα διότι προστιθέμενος στο χρόνο λειτουργίας της προστασίας, από την οποία παίρνει την εντολή, δίνει το χρόνο εκκαθάρισεως του σφάλματος, ή διατηρήσεως της ανωμαλίας στο σύστημα. Το σημαντικότερο καθήκον του διακόπτη είναι η διακοπή του ρεύματος βραχυκυκλώσεως, γι' αυτό και η ικανότητα διακοπής, ένα από τα σπουδαιότερα λειτουργικά χαρακτηριστικά του διακόπτη πρέπει να είναι τουλάχιστον ίση με την ισχύ βραχυκύκλωσης του δικτύου στη θέση του διακόπτη .

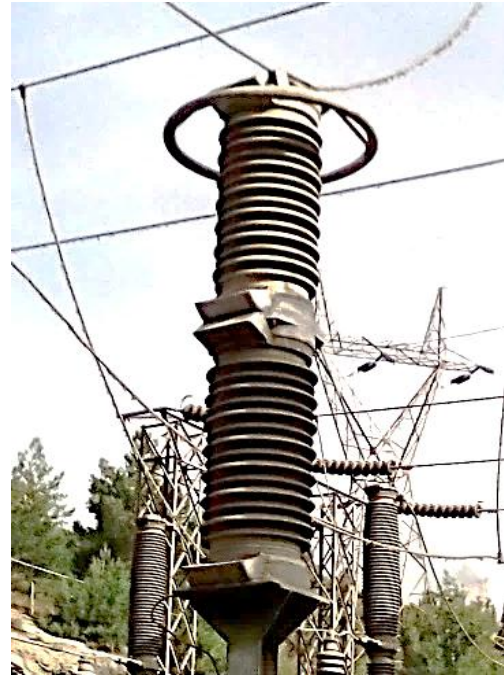
Οι διακόπτες βασικά περιλαμβάνουν ένα ζεύγος επαφών ανά φάση , μία σταθερή και μία κινητή. Ένας μηχανισμός κινεί την κινητή επαφή για να κλείσει ή να διακόψει το κύκλωμα. Στον συγκεκριμένο διακόπτη , ο μηχανισμός είναι ένας μηχανισμός φορτισμένου ελατηρίου. Όταν απαιτείται διακοπή του κυκλώματος ο μηχανισμός κινεί και απομακρύνει τις επαφές, μεταξύ των οποίων σχηματίζεται ένα ηλεκτρικό τόξο. Κύριο καθήκον λοιπόν του διακόπτη είναι να σβήσει το τόξο για να διακοπεί το ηλεκτρικό κύκλωμα. Η σβέση του τόξου επιτυγχάνεται με την εκτόξευση πάνω του ενός αερίου μονωτικού μέσου, το οποίο χαρακτηρίζει και τον τύπο του διακόπτη. Στον συγκεκριμένο διακόπτη το αποσβεστικό αέριο είναι το εξαφθοριούχο θείο SF₆ .

Το εξαφθοριούχο θείο SF₆ είναι αέριο αδρανές ώστε δεν προσβάλλει τα μεταλλικά, πλαστικά και συνθετικά εξαρτήματα από τα οποία κατασκευάζεται ένας διακόπτης υψηλής τάσεως. Το μόριο του SF₆ δεν περιέχει άνθρακα που συνήθως μολύνει το χώρο της σβέσεως. Εξάλλου το SF₆ έχει πολύ καλές διηλεκτρικές ιδιότητες και για τις μικρές μόνο τάσεις είναι και το μονωτικό του διακόπτη. Σε σχέση με το διακόπτη πεπιεσμένου αέρα λειτουργεί σε χαμηλότερες πιέσεις και έχει μικρότερες διαστάσεις . Επειδή το SF₆ είναι δαπανηρό δεν αφήνεται ελεύθερο στην ατμόσφαιρα αλλά διατηρείται σε κλειστό κύκλωμα, πράγμα που κάνει άλλωστε αθόρυβη τη λειτουργία του. Χρησιμοποιείται στις μέσες και υψηλές τάσεις. Με το SF₆ το σβήσιμο του τόξου γίνεται ταχύτερα και ο διακόπτης είναι λιγότερο ογκώδης από τον αντίστοιχο αυτόματο διακόπτη ριπής αέρα.



α7. ΑΠΑΓΩΓΕΙΣ ΥΠΕΡΤΑΣΕΩΝ (ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ) 150 kV

Στη συνέχεια θα βρούμε εγκατεστημένα αλεξικέραυνα στις τρεις φάσεις του δικτύου του υποσταθμού (απαγωγείς υπερτάσεων) τα οποία σκοπό έχουν να προστατεύσουν το πρωτεύον τύλιγμα του μετασχηματιστή ισχύος από υπερτάσεις του δικτύου που μπορεί να προκληθούν από ατμοσφαιρικές συνθήκες (ισχυρές καταιγίδες, κεραυνοί κτλ.) καθώς και από σφάλματα της γραμμής. Αποτελούνται στην ουσία από ανιστάσεις κρυσταλλικού πυριτίου οι οποίες γίνονται αγώγιμες ως προς τη γη σε κάποια συγκεκριμένη τιμή τάσης και πάνω. Με άλλα λόγια τα αλεξικέραυνα παρέχουν ένα εναλλακτικό δρόμο διέλευσης της τάσης προς τη γή με στόχο την προστασία του εξοπλισμού του υποσταθμού.



Το αλεξικέραυνο στον χώρο του Υ/Σ

Οι εγκατεστημένοι απαγωγείς υπερτάσεων είναι τύπου :

LIGHTING ARESTER

SINGLE PHASE

TYPE MP SERIE PESANTE 138

ΟΙΚΟΥ MAGRINI

Το αλεξικέραυνο έχει περίβλημα πορσελάνης , διαθέτει όργανο απαριθμητού εκφορτήσεων σύμφωνα με τον κανονισμό **IEC - 60233** , έχει ακροδέκτη υψηλής τάσεως από επικασσιτερωμένο χαλκό , διαθέτει διάφραγμα εκτόνωσης της πίεσης όταν αυτό απαιτείται .

Τεχνικά Χαρακτηριστικά :

1. Ονομαστική τάση λειτουργείας : 150 kV
2. Μέγιστη τάση λειτουργείας : 170 kV
3. Μέγιστη προσωρινή υπέρταση (φάση – γή) : 138 kV
4. Στάθμη βραχυκύκλωσης : 31 kA
5. Βασική κρουστική στάθμη μόνωσης
(Κεραυνική κρουστική τάση) : 750 kV
4. Ονομαστική συχνότητα : 50 Hz
5. Όρια θερμοκρασίας : -25 / 45 οC



Η ΘΕΣΗ ΤΩΝ ΑΠΑΓΩΓΕΩΝ ΥΠΕΡΤΑΣΗΣ (ΑΛΕΞΙΚΕΡΑΥΝΑ) ΣΤΟΝ ΧΩΡΟ ΤΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 kV , ΑΚΡΙΒΩΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΙΣΟΔΟ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΙΣΧΥΟΣ ΠΡΟΣΤΑΤΕΥΕΙ ΤΟ ΤΥΛΙΓΜΑ ΤΟΥ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ ΤΟΥ Μ/Σ ΑΠΟ ΤΥΧΟΝ ΥΠΕΡΤΑΣΕΙΣ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΚΡΟΥΣΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΑΠΟ ΚΕΡΑΥΝΟΥΣ Κ.Λ.Π.) .

α8 . ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗΣ ΙΣΧΥΟΣ

Ο μετασχηματιστής ισχύος αποτελεί το κυριότερο συστατικό λειτουργίας ενός υποσταθμού, καθώς επίσης και το πιο δαπανηρό. Είναι το βασικό δομικό στοιχείο που πρέπει να λειτουργεί απρόσκοπτα, με τρόπο ασφαλή και αποδοτικό. Η ομαλή λειτουργία, όπως επίσης και η - κατά το δυνατό - μεγαλύτερη διάρκεια ζωής του βασίζεται σε παράγοντες στους οποίους μπορούμε να επεμβούμε. Για τον λόγο αυτό θα ασχοληθούμε με αυτόν εκτενέστερα σε σχέση με τα υπόλοιπα διακοπτικά στοιχεία του υπαίθριου Υ/Σ .



Ο βασικός και μεγαλύτερος Μ/Σ των δύο Υ/Σ είναι ισχύος 30/35 MVA , με μεταγωγέα 17 βημάτων στο τύλιγμα του πρωτεύοντος για διόρθωση της τάσης του δευτερεύοντος υπό φορτίο (OLTC) .Στο δευτερεύον έχει δύο τυλίγματα , βγάζοντας τάση 15 kV και 6,6 kV αντίστοιχα . Λόγω του ότι η χρήση των 15 kV καταργήθηκε στο εργοστάσιο την τελευταία 7ετία (συχνές αστοχίες εξοπλισμού Α/Δ λόγω παλαιότητας – αυξημένος κίνδυνος χειρισμού στον εξοπλισμό , κ.λ.π.) , γίνεται χρήση μόνο των 6,6 kV του μετασχηματιστή .

Ο μετασχηματιστής έχει τα ακόλουθα στοιχεία :

- Όνομα κατασκευαστή : **ELECTROPUTERE**
- Αριθμός φάσεων : **3**
- Ονομαστική ισχύς : **30.000 KVA ONAN** (Oil Natural – Air Natural)
35.000 KVA ONAF (Oil Natural – Air Forced)
- Ονομαστική συχνότητα : **50 Hz**
- Ονομαστικές τάσεις : πρωτεύοντος : **150.000 V**
>> δευτερεύοντος : **15.000 V** και **6.600 V**
- Ονομαστικά ρεύματα : πρωτεύοντος : **ONAN 96,2 A , ONAF 115,5 A**
>> δευτερεύοντος 15.000 V : **ONAN 769,8 A , ONAF 923,8 A**
>> >> 6.600 V : **ONAN 2186,9 A , ONAF 2624,3 A**
- Κλάση ψύξεως : **ONAN / ONAF**
- Συμβολισμός συνδεσμολογίας τυλιγμάτων : **YNynd1**
- Επίπεδο μόνωσης : Αντοχή σε κρουστική τάση : **750 KV (BIL)**.
Αντοχή σε τάση **325 KV** στην συχνότητα δικτύου για **30 sec**
- Τάση βραχυκυκλώσεως : ~ **10%** για την λειτουργία 25 MVA / 6,6 KV
- Μεταγωγ. λήψεων υπό φορτίο (OLTC) : 17 βημάτων στο τύλιγμα πρωτεύοντος
1 -----> 9 -----> 17
164.400 V (8 βήματα) 150.000 V (8 βήματα) 135.600 V

Παρουσίαση του μετασχηματιστή

ΠΥΡΗΝΑΣ ΚΑΙ ΠΗΝΙΑ - ΨΥΓΕΙΑ ΤΟΥ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ

Το κύριο μέρος του μετασχηματιστή αποτελείται από τον πυρήνα , τα τυλίγματα μέσης και υψηλής τάσης και τον μηχανισμό του μεταγωγέα πρόσθεσης και αφαίρεσης τυλιγμάτων από το τύλιγμα υψηλής τάσης (tap changer) . Ο πυρήνας αποτελείται από μαγνητικά ελάσματα ψυχρής εξέλασης, τοποθετημένα σε τρεις κατακόρυφες στήλες , τους κορμούς και δύο οριζόντιες, τα ζυγώματα. Ο πυρήνας του μετασχηματιστή είναι κατασκευασμένος από πυριπιούχα δυναμοελάσματα προσανατολισμένων κόκκων ψυχρής εξέλασης, μαγνητικά προσανατολισμένα , με πολύ χαμηλό συντελεστή απωλειών

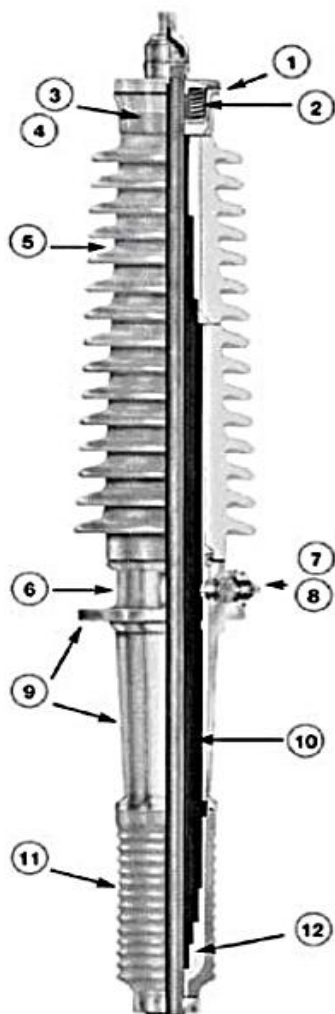
υστέρησης και δινορευμάτων . Για καλύτερη εκμετάλλευση του χώρου, οι κορμοί δεν έχουν τετραγωνική διατομή αλλά μεταβλητή . Τα μαγνητικά ελάσματα κόβονται σε άνισα πλάτη σχηματίζοντας διατομή κορμού. Μεταξύ των ελασμάτων αφήνονται μερικά διάκενα ψύξης για την κυκλοφορία του λαδιού. Οι συνδέσεις μεταξύ των κορμών και των ζυγωμάτων γίνονται με τομή φύλλων 45° . Τα ελάσματα είναι μονωμένα και από τις δύο πλευρές. Πρεσάρονται και συσφίγγονται μεταξύ τους με βίδες, μονωμένα προς τον πυρήνα , ώστε να επιτυγχάνεται μηχανική αντοχή και περιορισμός του θορύβου . Το τύλιγμα χαμηλής τάσης είναι κυλινδρικό πάνω σε μονωτικό κύλινδρο , για την καλή μόνωση από τον κορμό του μετασχηματιστή. Το τύλιγμα υψηλής τάσης είναι συνεχές και κυλινδρικό . Με τον τρόπο αυτό πετυχαίνουμε να μην έχουμε μεγάλη τάση μεταξύ των σπειρών που βρίσκονται στις διαδοχικές στρώσεις του τυλίγματος . Τα τυλίγματα έχουν μόνωση σμάλτου υψηλής ποιότητας , είναι στερεωμένα καλά κατά την αξονική και ακτινική κατεύθυνση , έχουν ξηρανθεί σε ειδικούς κλίβανους για 12 ώρες σε 120 ο C θερμοκρασία και μετά εμποτίστηκαν με ειδικό μονωτικό βερνίκι . Η εσωτερική μόνωση των τυλιγμάτων είναι σχεδιασμένη να αντέχει στις ηλεκτρικές κρουστικές δυνάμεις . Μεταξύ των τυλιγμάτων χαμηλής και υψηλής τάσης υπάρχουν κάθετα και οριζόντια κανάλια για την κυκλοφορία του λαδιού και την καλύτερη ψύξη του μετασχηματιστή.

Όλη η κατασκευή πυρήνα – τυλιγμάτων – και μεταγωγέα λήψης τάσεων βρίσκεται μέσα στο δοχείο του μετασχηματιστή σκεπασμένη από το ψυκτικό μέσο (λάδι) , που στον συγκεκριμένο μετ/στη είναι το ειδικό λάδι μετ/στων με αναστολέα οξείδωσης **DIALA D** της **SHELL** . Το δοχείο του μετασχηματιστή φέρει στις δύο του πλευρές ελαιοψυκτήρες (ψυγεία) μέσα στα οποία κυκλοφορεί το λάδι . Λόγω της μεγάλης επιφάνειας των αυλών του ψυγείου με το περιβάλλον, μειώνεται η θερμοκρασία του λαδιού . Ένας πρόσθετος τρόπος ψύξης του λαδιού είναι οι έξι ανεμιστήρες που ενεργοποιούνται σε δύο στάδια (3 + 3) και εντέλλονται από τα θερμομέτρα ελαίου και τυλιγμάτων . Η μείωση της θερμοκρασίας λειτουργίας του μετ/στη λόγω της χρήσης των ανεμιστήρων επηρεάζει θεαματικά την απόδοση ισχύος του , όπως φαίνεται και στα ονομαστικά του στοιχεία :

Ισχύς του μετ/στη με φυσική ψύξη αέρα (**ONAN**) 30 MVA

Ισχύς του μετ/στη με βεβιασμένη ψύξη αέρα (**ONAF**) 35 MVA

Μονωτήρες διέλευσης : Οι μονωτήρες διέλευσης ή αλλιώς διαπεραστήρες του μετασχηματιστή χρησιμοποιούνται για την ασφαλή έξοδο των αγωγών των τυλιγμάτων από το κυρίως δοχείο. Είναι τύπου πυκνωτή με μόνωση χαρτιού εμποτισμένου με λάδι ή με μόνωση χαρτιού εμποτισμένου με ρητίνη. Στο σχήμα δίνονται τα βασικά εξαρτήματα του μονωτήρα διέλευσης τύπου πυκνωτή, όταν αυτός έχει αφαιρεθεί από την κύρια δεξαμενή του μετασχηματιστή.



Σχήμα Ι.1-4: Μονωτήρας διέλευσης τύπου πυκνωτή, [10] σχ.3-23.

1. Φλάντζα
2. Ελατήρια στεγανοποίησης
3. Ενδεικτικό στάθμης λαδιού
5. Εξωτερικό περίβλημα από πορσελάνη
6. Πινακίδα με τεχνικά στοιχεία
7. Λήψη για μέτρηση συντελεστή ισχύος και χωρητικότητας
8. Λήψη για μέτρηση τάσης ή χωρητικότητας
9. Κεντρική φλάντζα τοποθέτησης
10. Χωρητική επίστρωση χαρτιού-αλουμινίου
11. Κατώ τμήμα πορσελάνης
12. Λάδι

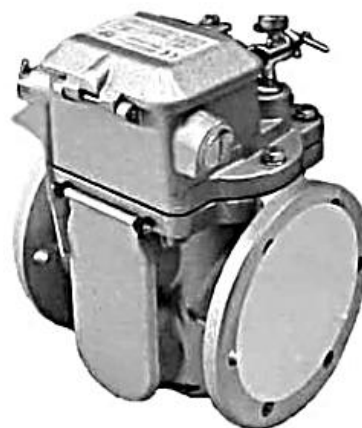
Δοχείο διαστολής : Το δοχείο διαστολής είναι ένα δοχείο που τοποθετείται πάνω στον μετασχηματιστή και χρησιμοποιείται για την απόσβεση της διαστολής του λαδιού καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται. Το δοχείο διαστολής διαθέτει στο εσωτερικό του, διάφραγμα το οποίο αποτρέπει την άμεση επαφή αέρα και λαδιού. Έτσι, το μονωτικό λάδι διατηρείται καθαρό χωρίς τον κίνδυνο εισχώρησης υγρασίας και αέρα. Η απομάκρυνση της υγρασίας γίνεται μέσω του αφυγραντή ο οποίος επιτρέπει την «αναπνοή» του μετασχηματιστή, εμποδίζοντας την εισχώρηση υγρασίας από το εξωτερικό περιβάλλον.

μέγιστη θερμοκρασία που έχει εμφανιστεί από την τελευταία φορά που έχει γίνει μηδενισμός από το χρήστη. Ο τελευταίος πραγματοποιείται χειροκίνητα από το κουμπί μηδενισμού. Τα θερμόμετρα τυλιγμάτων φέρουν βοηθητικές επαφές, οι οποίες χρησιμεύουν για την σήμανση κινδύνων και την ενεργοποίηση ανεμιστήρων .



Θερμόμετρο λαδιού : Το θερμόμετρο λαδιού δίνει την θερμοκρασία του άνω στρώματος λαδιού σε κλίμακα βαθμών Κελσίου. Αποτελείται από το ενδεικτικό και το στέλεχος, το αισθητήριο βολβού, και τον διακόπτη. Το θερμοευαίσθητο στοιχείο (βολβός) τοποθετείται σε μια στεγανή υποδοχή έτσι ώστε το ενδεικτικό όργανο να μπορεί να αφαιρεθεί, χωρίς να μειώνεται η στάθμη του λαδιού. Ένας πρόσθετος δείκτης δίνει τη μέγιστη θερμοκρασία που έχει εμφανιστεί από την τελευταία φορά που έχει γίνει μηδενισμός από το χρήστη. Ο τελευταίος πραγματοποιείται χειροκίνητα από το κουμπί μηδενισμού. Το θερμόμετρο διαθέτει επαφές για την σήμανση χαμηλής θερμοκρασίας λαδιού ή και έλεγχο μίας ή περισσότερων βαθμίδων ανεμιστήρων.

Ηλεκτρονόμος ανίχνευσης αερίων (Buchholz) : Ο ηλεκτρονόμος ανίχνευσης αερίων τοποθετείται σε μετασχηματιστές που διαθέτουν δοχείο διαστολής. Παρεμβάλεται ανάμεσα στη κυρίως δεξαμενή και το δοχείο διαστολής, και αποτελείται από το θάλαμο συσσώρευσης αερίων (άνω και κάτω), τους αντίστοιχους πλωτήρες και το κύκλωμα σημάτων και απενεργοποίησης του μετασχηματιστή . Υπό φυσιολογικές συνθήκες ο θάλαμος συσσώρευσης αερίων είναι γεμάτος με μονωτικό λάδι. Όταν συμβεί σφάλμα, παράγονται αέρια λόγω της χειροτέρευσης της μόνωσης ή της διάσπασης του λαδιού σε θερμά σημεία. Στην περίπτωση έκλυσης σημαντικής ποσότητας αερίων ο ηλεκτρονόμος ενεργοποιείται δίνοντας σφάλμα alarm ή πτώσης του Α/Δ προ του μετασχηματιστή .



Συσκευή ανακούφισης πίεσης : Ο μετασχηματιστής είναι εφοδιασμένος με την συσκευή ανακούφισης πίεσης ή ανακουφιστική βαλβίδα. Η συσκευή αυτή χρησιμεύει στην εκτόνωση των μεταβολών της πίεσης που οφείλονται σε εσωτερικά σφάλματα. Αποτελείται από ένα διάφραγμα που επανέρχεται στη θέση του μέσω ελατηρίων και μία μηχανικά κινούμενη ενδεικτική ράβδος. Όταν η πίεση ξεπερνά μια προκαθορισμένη τιμή, το διάφραγμα κινείται προς τα επάνω και επιτρέπει την εκτόνωση των αερίων. Όταν η πίεση επανέλθει στα φυσιολογικά επίπεδα το διάφραγμα επιστρέφει στην αρχική του θέση, σφραγίζοντας το μετασχηματιστή. Κατά την ενεργοποίηση ανυψώνεται η ενδεικτική ράβδος στο πάνω τμήμα της συσκευής και επαναφέρεται στην αρχική θέση μόνο κατόπιν χειροκίνητης επέμβασης. Το όργανο διαθέτει επαφές για το άνοιγμα του A/Δ 150 kV τροφοδοσ. του μετασχ/στή.



Αφυγραντής : Ο αφυγραντής χρησιμοποιείται για να εμποδίζει την υγρασία του περιβάλλοντος να έρθει να σε επαφή με το λάδι του μετασχηματιστή, όταν το φορτίο και η θερμοκρασία μεταβάλλονται. Είναι δηλαδή απαραίτητος για τη μείωση της υποβάθμισης του λαδιού και της διατήρησης της ακεραιότητας της μόνωσης. Περιέχει υγροσκοπικούς κρυστάλλους που ονομάζονται silica gel, οι οποίοι μπορούν να απορροφήσουν υγρασία ίση έως 20% του βάρους τους.



Η πινακίδα : Η πινακίδα του μετασχηματιστή δίνει σημαντικές πληροφορίες για τη σωστή λειτουργία και συντήρησή του. Είναι ευδιάκριτη, ανθεκτική και να κατασκευασμένη από μη διαβρώσιμο υλικό. Η πινακίδα αναφέρει τα τεχνικά στοιχεία του μετασχηματιστή. Στην επόμενη εικόνα παρουσιάζεται η πινακίδα του μετασχηματιστή μας, ισχύος 30/35 MVA της ELECTROPUTERE με τρία τυλίγματα (υψηλής τάσης 150 kV και μέσης τάσης 15 και 6,6 kV).



ELECTROPUTERE

CRAIOVA - ROMANIA



POWER TRANSFORMER

STANDARD IEC 76

		ONAN	ONAF	WGS EMP. RES.			ONAN	ONAF	WGS TEMP. RES.
RATED POWER KVA	LV1	20000	24000	60 °C	RATED POWER KVA	LV1	11100	13000	65 °C
	LV2	25000	30000			LV2	18900	22000	
	HV	25000	30000			HV	30000	35000	

RATED VOLTAGE V	LV1	15000
	LV2	6600
	HV	150000
TAPPING RANGE		150±8×1.2% kV
IMPEDANCE VOLTAGE AT 25 MVA 150-6.6 kV	Pos. 1	<input type="text"/> %
	Pos. 9	<input type="text"/> %
	Pos. 17	<input type="text"/> %
RATED FREQUENCY		50 Hz

CONNECTION SYMBOL	YNynd1
COOLING TYPE	ONAN/ONAF
NUMBER OF PHASES	3
YEAR OF MANUFACTURE	2004
SERIAL NO.	<input type="text"/>
TOTAL MASS	76000 kgs
CORE & WINDINGS MASS	39000 kgs
OIL MASS	20500 kgs
TRANSPORTATION MASS	62500 kgs

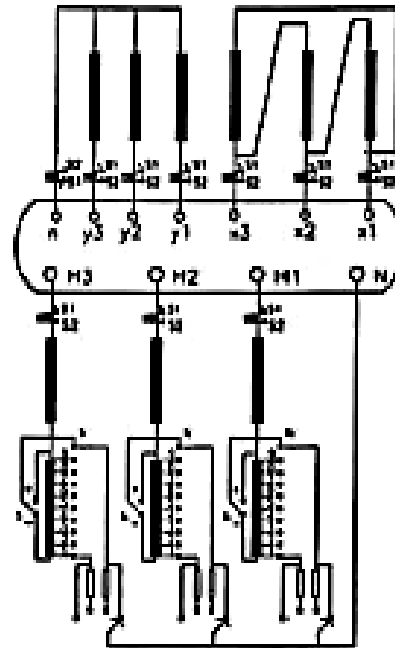
HIGH VOLTAGE WINDING				
TAP CHANGER POS.	INV.	SEL.	VOLTAGE (V)	CURRENT(A)
1		1	164400	87.8 105.4
2		2	162600	88.8 106.5
3		3	160800	89.8 107.7
4		4	159000	90.8 108.9
5		5	157200	91.8 110.2
6		6	155400	92.9 111.5
7		7	153600	93.9 112.8
8		8	151800	95.1 114.1
9		8	150000	96.2 115.5
10		1	148200	97.4 116.9
11		2	146400	98.6 118.3
12		3	144600	99.8 119.8
13		4	142800	101.1 121.3
14		5	141000	102.4 122.8
15		6	139200	103.7 124.4
16		7	137400	105.1 126.1
17		8	135600	106.4 127.7

LOW VOLTAGE WINDING LV1		
VOLTAGE (V)	CURRENT(A)	
	15000	ONAN
	769.8	871.8

LOW VOLTAGE WINDING LV2		
VOLTAGE (V)	CURRENT(A)	
	6600	ONAN
	2186.9	2624.3

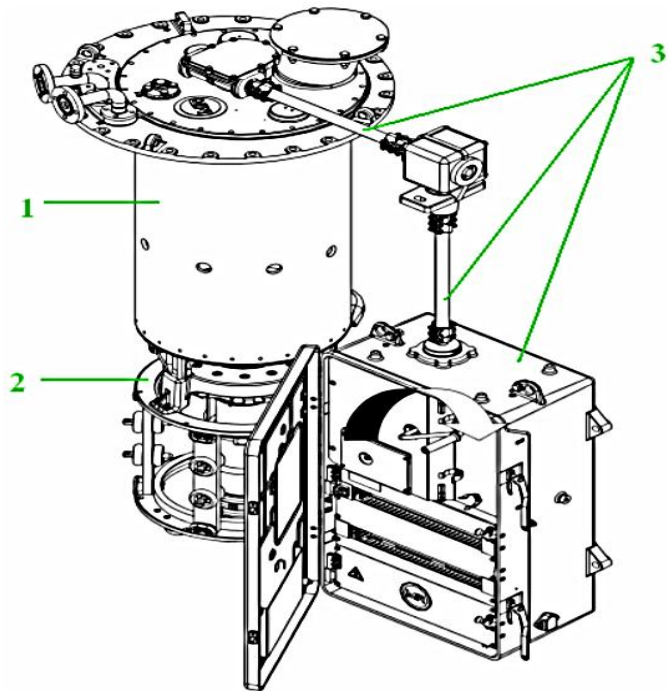
INSULATION LEVELS	
L186D	AC325-AC140/
L195	AC38/L180 AC20

BUSHING TYPE CURRENT TRANSFORMERS		
PLACE	TYPE	USED FOR
H1, H2, H3	150/2A-15VA-3FS10	THERMAL REPLICA
X1, X2, X3	2800/5A-100VA-5P10	LV2 PROTECTION
Y1, Y2, Y3	1000/5A-100VA-5P10	LV1 PROTECTION
n	1000/5A-100VA-5P10	EARTH FAULT PROTECTION



Μεταγωγέας λήψεων τάσεων (Tap Changer)

Ο μεταγωγέας τάσης είναι μία διάταξη που αποτελείται από δύο διακόπτες που προσθέτουν ή αφαιρούν σπείρες στο πρωτεύον τύλιγμα του Μ/Σ και έτσι αλλάζουν τον αριθμό των ενεργών σπειρών στο τύλιγμα αυτό. Για την πρόσθεση ή αφαίρεση σπειρών υπάρχουν οι λεγόμενες απολήξεις. Οι απολήξεις είναι προεκτάσεις από ένα επιπλέον τύλιγμα που συνδέεται εν σειρά με το τύλιγμα του Μ/Σ, που τοποθετείται . Αυτές αναχωρούν από το πρόσθετο τύλιγμα και οδηγούνται στον πρώτο διακόπτη που τις επιλέγει κατάλληλα, ο διακόπτης αυτός ονομάζεται επιλογέας . Στη συνέχεια, μέσω του δεύτερου διακόπτη, που ονομάζεται μεταγωγικός διακόπτης, γίνεται η μεταγωγή του ρεύματος φορτίου από την προηγούμενη απόληξη στην επιθυμητή. Με την επιλογή κάποιας απόληξης και τη ροή του ρεύματος φορτίου μέσω αυτής εισάγουμε κάποιο επιπλέον τμήμα στο τύλιγμα του Μ/Σ και άρα αυξάνονται οι σπείρες στην πλευρά αυτή ή αφαιρούμε κάποιο τμήμα και έτσι μειώνονται οι σπείρες. Ο εν λόγω μεταγωγέας που ο λόγος μετασχηματισμού του αλλάζει όταν είναι συνδεδεμένος στο ηλεκτρικό δίκτυο ονομάζονται Μεταγωγέας Τάσης Υπό Φορτίο. Με την εξάπλωση και τη διασύνδεση των ηλεκτρικών συστημάτων είναι συχνά απαραίτητο να αλλάξουμε το λόγο μετασχηματισμού ενός Μ/Σ πολλές φορές ημερησίως για να επιτύχουμε την απαιτούμενη μεταβολή της τάσης σε κάποιο ζυγό. Η απαίτηση για συνεχή εξυπηρέτηση και η δυσκολία της συχνής αποσύνδεσης του Μ/Σ από τη γραμμή προκειμένου να επιτύχουμε μία αλλαγή στο λόγο τάσεων έχει οδηγήσει στη χρήση του Μεταγωγέα Τάσης Υπό Φορτίο.

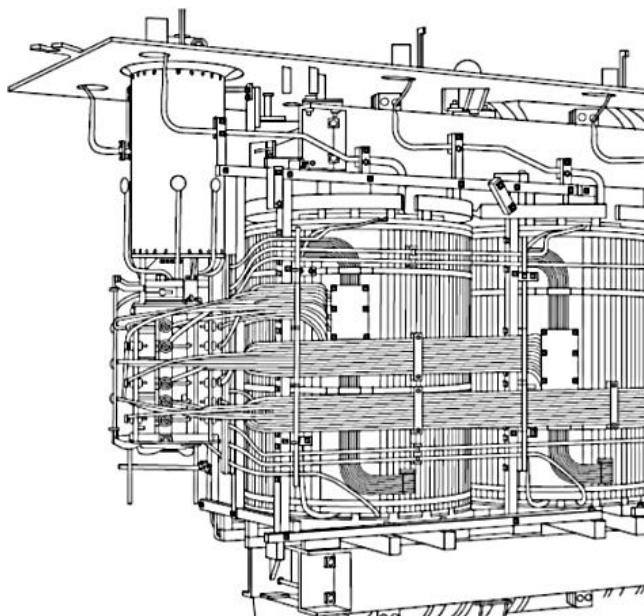


Ο μεταγωγέας τάσης υπό φορτίο είναι γερμανικής κατασκευής, του οίκου MR.

Το τύλιγμά του είναι σε αστέρα (Y) και είναι εξοπλισμένος με έναν διακόπτη μεταγωγής φορτίου με 16 θέσεις .

Οι θέσεις είναι : 150 kV +/- 8 * 1.2% . (όπως φαίνεται αναλυτικά στην πινακίδα του μετασχηματιστή) .

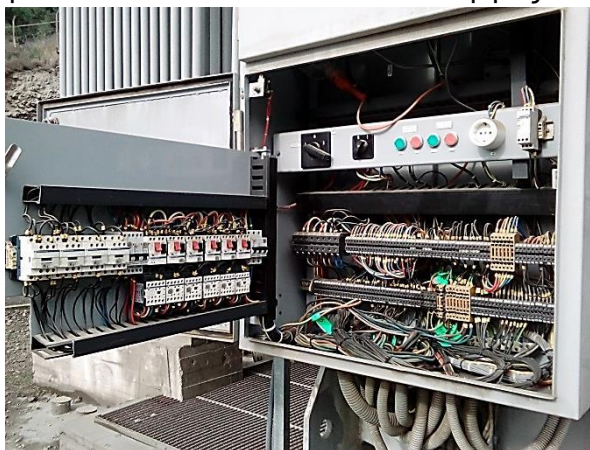
Ο μεταγωγέας έχει έναν σερβομηχανισμό που σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης είναι σε θέση να λειτουργήσει χει-



ροκίνητα , από τον τοπικό πίνακα ελέγχου του μεταγωγέα .Ο χειρισμός και ο έλεγχος λειτουργίας του μεταγωγέα γίνεται από απόμακρυσμένη συσκευή στο control room του υποσταθμού. .

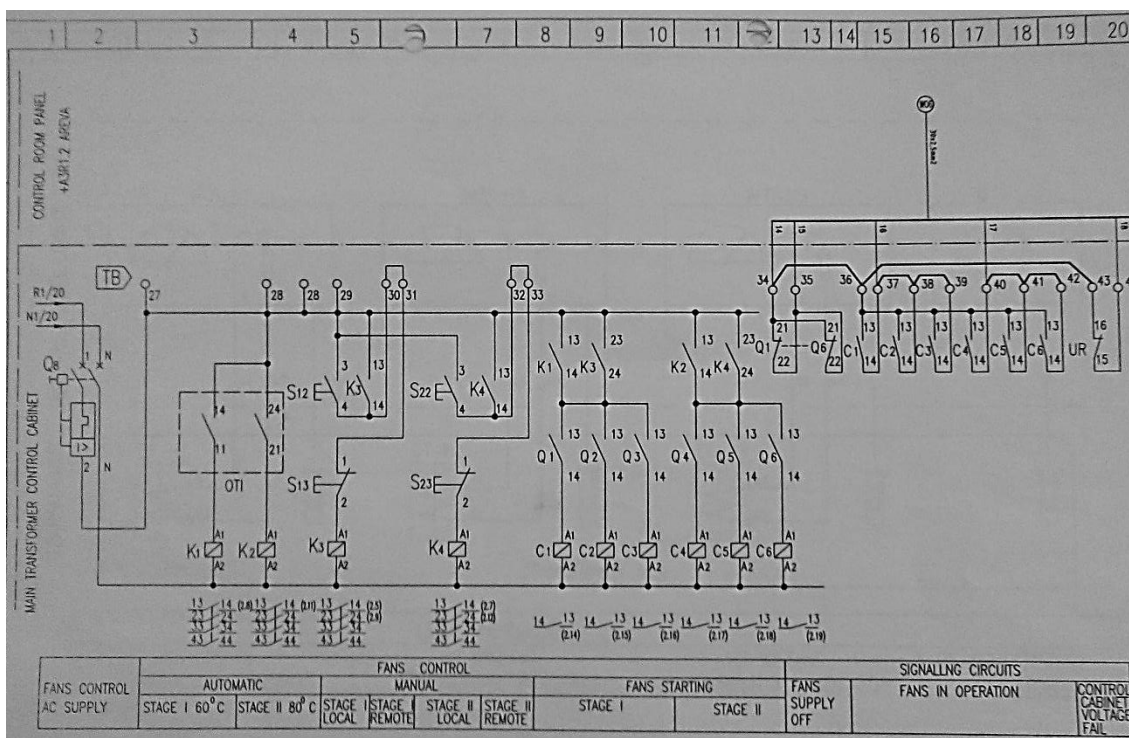
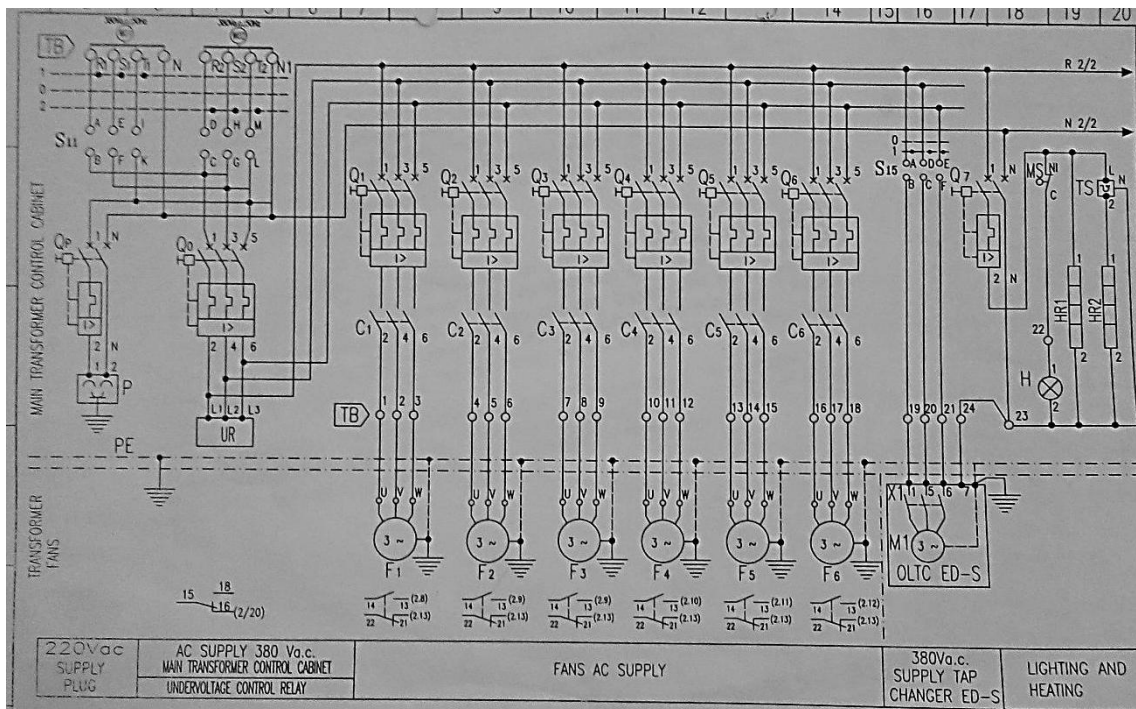
Πίνακας ισχύος και ελέγχου εξοπλισμού του μετασχηματιστή

Επί του μετασχηματιστή υπάρχει στεγανό κιβώτιο προστασίας IP55 μέσα στο οποίο βρίσκεται ο πίνακας με το διακοπτικό υλικό λειτουργίας του εξοπλισμού του μετασχηματιστή . Η παροχή του πίνακα είναι 380 V από εξωτερική πηγή του υποσταθμού(Η/Ζ).Οι – 6 - ανεμιστήρες ψύξης του ελαίου και ο κινητήρας του TAP CHANGER λειτουργούν με 380 V , ο φωτισμός και η θέρμανση του χώρου με 220 V .



Στις κλεμμοσειρές του πίνακα συγκεντρώνονται οι πληροφορίες από τα αι-

σθητήρια ελέγχου (προστασίας) του μετασχηματιστή : θερμοκρασία και στάθμη ελαίου μειωτή , θερμοκρασίες τυλιγμάτων ,κατάσταση λειτουργίας του Buchholz , πίεση ελαίου στο δοχείο του μετ/στη , κατάσταση λειτουργίας του Tap Changer και θέση λειτουργίας του κ.ά . και μέσω πολυπολικών καλωδίων οδεύουν στα όργανα προστασίας του μετασχηματιστή στο control room .



Σχεδιάγραμμα ισχύος (άνω) και αυτοματισμού (κάτω) του διακοπτικού εξοπλισμού του τοπικού πίνακα ελέγχου του μετασχηματιστή .

α9 . Λοιπός Ηλεκτρολογικός Εξοπλισμός Υπαιθρίου Υποσταθμού

Γείωση : Όλη η περιοχή του Υποσταθμού έχει πυκνό πλέγμα γειώσεως από χάλκινο γαλβανισμένο αγωγό Φ 10 mm , το οποίο συνδέεται με όλα τα μεταλλικά μέρη (ικριώματα , πίνακες , πόρτες και παράθυρα του control room τόσο στο υπαίθριο όσο και εντός των κτιρίων control room , οικίσκου διασύνδεσης κ.λ.π.).

Στην περιοχή των απαγωγέων υπερτάσεων (αλεξικέραυνα) 150 kV το δίκτυο συνδέεται με - 5 – ηλεκτρόδια γειώσεως από χαλκό Φ 15mm (ράβδους βάθους 7,5 μέτρων). Το πλέγμα γειώσεως συνδέεται με δύο χάλκινους αγωγούς Φ 10 mm με το πλέγμα γειώσεως του εργοστασίου .

Επίσης είναι συνδεδεμένο με τον αγωγό γειώσεως της Δ.Ε.Η.

Παλαιότερες μετρήσεις της αντίστασης γειώσεως έδωσαν τιμές 0,3 Ω με τις γειώσεις από την πλευρά της Δ.Ε.Η αποσυνδεδεμένες και 0,1 Ω με τις γειώσεις της Δ.Ε.Η συνδεδεμένες .

Ζυγοί : Οι αγωγοί του κυκλώματος ισχύος (ζυγοί ΥΤ) είναι σταθεροί, φερόμενοι επί κατάλληλων μονωτήρων στηρίξεως ή εύκαμπτοι στηριζόμενοι μέσω μονωτήρων αναρτήσεως ή διελεύσεως . Στην περίπτωση των σταθερών αγωγών (στην έξοδο των γεν. Αποξεύκτη 150 kV εισόδου του Υ/Σ) γίνεται χρήση γυμνών σωλήνων ηλεκτρολυτικού χαλκού (Cu) Φ 30mm . Στους σταθερούς αγωγούς υπάρχει πρόβλεψη για αντιμετώπιση των θερμοκρασιακών συστολών ή διαστολών των αγωγών όπως και πρόβλεψη για διατήρηση της ευθυγραμμίας τους και μετά την εγκατάστασή τους. Τέλος, στην περίπτωση των εύκαμπτων αγωγών γίνεται χρήση πολύκλωνων γυμνών αγωγών χαλκού διατομής 160 mm² . Οι εύκαμπτοι αγωγοί μέσω των πυλώνων ανάρτησης (κληματαριές) διατρέχουν με ασφάλεια τον χώρο του υπαίθριου Υ/Σ προσφέροντας εναλλαξιμότητα χρήσης στο διακοπτικό υλικό που είναι εγκατεστημένο στον Υ/Σ .

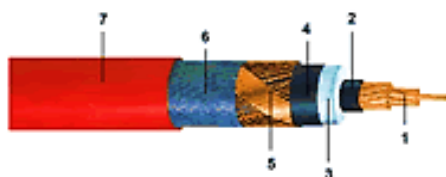


Βάσει αναλυτικής μελέτης έχει υπολογισθεί η ηλεκτρική και μηχανική επάρκεια των αγωγών στις πιθανές μέγιστες καταπονήσεις είτε σε συνθήκες κανονικής λειτουργίας είτε σε συνθήκες σφαλμάτων. Επιπροσθέτως, έχει τηρηθεί η επάρκεια των αποστάσεων ασφαλείας (μεταξύ φάσεων και μεταξύ φάσεως-γης) στις πιο δυσμενείς περιβαλλοντικές και ηλεκτρικές συνθήκες. Το ύψος των ζυγών από το έδαφος είναι τουλάχιστον 5 m.

Στους ζυγούς εξόδου των μετασχηματιστών ισχύος γίνεται χρήση μπαρών χαλκού ορθογώνιας διατομής για την σύνδεση των μονωτήρων δευτερευόντων με τα ακροκιβώτια καλωδίων που οδεύουν στις κυψέλες Α/Δ Μέσης Τάσης .

Μονωτήρες : Οι μονωτήρες που χρησιμοποιούνται για την στήριξη του εξοπλισμού , είναι κατασκευασμένοι από υλικό που δεν επηρεάζεται από τις καιρικές συνθήκες . Σχεδόν όλοι είναι από πορσελάνη . Η τάση διάσπασης των μονωτήρων δεν προσδιορίζεται μόνο από την βασική στάθμη μόνωσής τους , αλλά και από την διηλεκτρική αντοχή της εξωτερικής επιφάνειάς τους . Πολύ σημαντική παράμετρος για τον χρόνο ζωής και την αξιοπιστία λειτουργίας των είναι ο συχνός καθαρισμός από τις επιφανειακές επικαθίσεις .

Καλώδια : Καλώδια στον χώρο του υπαίθριου Υποσταθμού 150 / 15 / 6,6 kV , δεν συναντώνται παρά μόνο στις εξόδους (δευτερεύοντα) των μετασχηματιστών ισχύος . Στους ζυγούς εξόδου του μετασχηματιστή συνδέονται τα καλώδια Μέσης τάσης 15 και 6,6 kV στις μπάρες χαλκού και από εκεί οδεύουν στις κυψέλες



Αυτομάτων Διακοπών των πινάκων Μέσης Τάσης .Τα καλώδια ισχύος μέσης τάσης είναι τύπου N2XSY έχουν μόνωση XLPE και μανδύα PVC με ονομαστική τάση λειτουργίας 6 / 10 KV και 12 / 20 KV , σύμφωνα με τις προδιαγραφές **IEC 60502 – Z**

1. Πολύκλωνος στρογγυλός αγωγός χαλκού
2. Εσωτερικό ημιαγώγιμο στρώμα XLPE
3. Μόνωση XLPE
4. Εξωτερικό ημιαγώγιμο στρώμα XLPE
5. Ηλεκτρική θωράκιση αποτελούμενη από σύρματα χαλκού τυλιγμένα ελικοειδώς (χάλκινη ταινία)
6. Πλαστική ταινία προαιρετική,κατόπιν παραγγελιάς
- 7 .Εξωτερικός μανδύας PVC

β. ΧΕΙΡΙΣΜΟΣ – ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΔΙΑΚΟΠΤΙΚΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ

ΥΠΟΣΤΑΘΜΟΥ 150 kV

β1. Βοηθητικές Τάσεις Υπαιθρίου Υποσταθμού 150 kV

Η βοηθητική τάση του Υποσταθμού είναι **380 V**. Ο Γενικός Πίνακας των 380 V τροφοδοτείται μέσω μετασχηματιστή 500 / 380 V από τον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης του TIRAX. Από τον πίνακα - 380 V - τροφοδοτούνται όλοι οι τριφασικοί καταναλωτές του Υποσταθμού :

ανεμιστήρες ψύξης ελαίου μετασχηματιστή ισχύος
κινητήρας μεταγωγής Tap Changer μετασχηματιστή ισχύος
πίνακας φωτισμού Υποσταθμού , κ.λ.π.

καθώς και οι μονοφασικοί - **220 V** - καταναλωτές :

ανορθωτική διάταξη συσσωρευτών

πίνακες control room

Γεν. Αποζεύκτης εισόδου 150 kV

θερμάνσεις πινάκων κ.λ.π.

Μια άλλη βοηθητική τάση είναι τα **110 V DC** , η τάση αυτή διασφαλίζει την ικανότητα λειτουργίας του διακοπτικού υλικού του υπαίθριου Υποσταθμού : λειτουργία ρελέ όπλισης / αφόπλισης Γεν. Α / Δ 150 kV , Γεν. Α / Ζ εισόδου 150 kV , καθώς και την λειτουργία των προστασιών και μανδαλώσεων του μετασχηματιστή 150 / 15 / 6,6 kV , κ.λ.π.

Η τάση αυτή παρέχεται από μια συστοιχία συσσωρευτών 92 στοιχείων τύπου NiCd KPL 135 P 135Ah.

Για να διασφαλιστεί η αδιάλειπτη παροχή της τάσης , η συστοιχία ελέγχεται από μια ανορθωτική διάταξη τύπου PMB , οίκου ABB με στοιχεία :

τάση εισόδου : 230 V / 50 Hz

τάση εξόδου : V_{nom} . 110 V DC

V_{max} . 133 V DC

V_{min} . 105 V DC

ένταση ρεύματος I : 50 A



Συστοιχία συσσωρευτών και ανορθωτής

92 στοιχεία X 1,2 V = 110 V DC

Ντιζελο-γεννήτρια 380 V

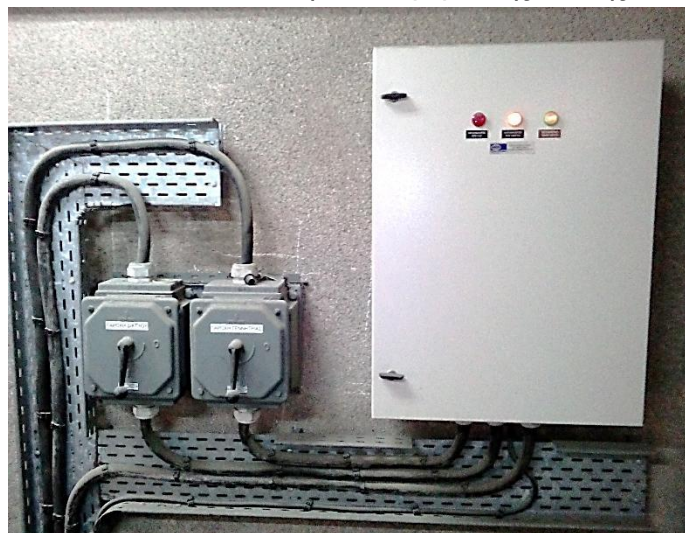
Σε περίπτωση γενικής διακοπής τάσης στο εργοστάσιο, η παροχή των 380 V στον Γενικό Πίνακα Βοηθητικών Τάσεων του Υποσταθμού μέσω του μετασχηματιστή 500 / 380 V του TIRAX, διακόπτεται. Στην περίπτωση αυτή τίθεται αυτόματα σε λειτουργία η ντιζελο-γεννήτρια του Υποσταθμού που τροφοδοτεί τον Γεν. Πίνακα των 380 V.

Ένας επιτηρητής τάσεως δικτύου μόλις εντοπίσει διακοπή, θέτει εκτός την παροχή του πίνακα 380 V από τον TIRAX και εντέλει την ντιζελο-γεννήτρια (που βρίσκεται πάντα σε κατάσταση stand-by) να ξεκινήσει για να τροφοδοτήσει τον Γεν. Πίνακα 380 V. Η ντιζελο-γεννήτρια λειτουργεί καθ' όλο το διάστημα που η τάση του δικτύου που τροφοδοτεί τον πίνακα 380 V έχει διακοπεί. Όταν η τάση του δικτύου επανέλθει παρεμβάλλει ένα χρονικό ρελέ το οποίο διαπιστώνει ότι η επαναφορά της τάσης δεν ήταν στιγμιαία και μετά ορισμένα δευτερόλεπτα ο επιτηρητής τάσης δικτύου ξεκινά την αντίστροφη διαδικασία. Απομονώνει την παροχή του Γεν. Πίνακα 380 V από την ντιζελο-γεννήτρια και αποκαθιστά την παροχή του πίνακα από τον μετασχηματιστή 500 / 380 V του TIRAX. Τα στοιχεία της γεννήτριας :



Η ντιζελο – γεννήτρια , απαραίτητος εξοπλισμός στους Υποσταθμούς

ήταν στιγμιαία και μετά ορισμένα δευτερόλεπτα ο επιτηρητής τάσης δικτύου ξεκινά την αντίστροφη διαδικασία. Απομονώνει την παροχή του Γεν. Πίνακα 380 V από την ντιζελο-γεννήτρια και αποκαθιστά την παροχή του πίνακα από τον μετασχηματιστή 500 / 380 V του TIRAX. Τα στοιχεία της γεννήτριας :



Ο πίνακας μεταγωγής της τάσης τροφοδοσίας του πίνακα 380 V (δίκτυο / γεννήτρια)

Ισχύς 100 KVA

Τάση εξόδου 380 V

Οίκου PETROGEN

β2. CONTROL ROOM Υπαιθρίου Υποσταθμού 150 kV

Είναι ο χώρος που βρίσκονται οι πίνακες χειρισμού του εξοπλισμού του υπαίθριου Υποσταθμού. Στους πίνακες αυτούς συναντάμε και τα όργανα προστασίας του διακοπτικού υλικού .

Στον κεντρικό πίνακα χειρισμού του εξοπλισμού του Υποσταθμού Νο 1 συναντάμαι :

1. Όργανο **SENTRON PAC 3200 SIEMENS** ένδειξης τάσης εισόδου Υποσταθμού 150 kV .

2. Όργανο ρυθμιστή τάσης του οίκου **MR** , τύπου **TAPCON 260**. Ελέγχει την τάση εισόδου των 150 kV ,αναλόγως βάζει ή βγάζει τυλίγματα του πρωτεύοντος του μετασχηματιστή ισχύος 150 / 15 / 6,6 kV στο δίκτυο για να διατηρεί την τάση του δευτερεύοντος σταθερά στα 15 και 6,6 kV .

3. Ηλεκτρονόμος διαφορικής προστασίας και ηλεκτρονόμος υπερέντασης του μετασχηματιστή ισχύος 150 / 15 / 6,6 kV - κοινό όργανο , τύπου **MiCon** της **AREVA** , μοντέλο **P 633** .

α. Ο ηλεκτρονόμος διαφορικής προστασίας κάνει σύγκριση των ανοιγμένων ρευμάτων πρωτεύοντος και δευτερεύοντος με την χρήση μετασχηματιστών εντάσεως που βρίσκονται στα τυλίγματα του μετασχηματιστή .Αν διαγνώσει διαφορά μεταξύ των εισερχομένων (πρωτεύον) και εξερχομένων (δευτερεύον) ρευμάτων πάνω από $\sim 3 A$, δίνει εντολή απόζευξης στον Αυτόματο Διακόπτη 150 kV που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή .

β. Ο ηλεκτρονόμος υπερεντάσεως ελέγχει αν το ρεύμα κάποιας φάσης υπερβεί το προκαθορισμένο όριο για περισσότερο από τον χρόνο που έχει ρυθμιστεί και δίνει εντολή να “ανοίξει” ο Αυτ. Διακόπτης τροφοδοσίας του μετασχηματιστή

4. Ηλεκτρονόμος ανίχνευσης σφάλματος γης , όργανο τύπου **MiCon** της **AREVA**, μοντέλο **P 120 Modbus** . Ελέγχει το άθροισμα των τριών ρευμάτων από τα δευτερεύοντα των τριών μετασχηματιστών έντασης του μετασχηματιστή να είναι μηδέν . Σε περίπτωση σφάλματος κάποιας φάσης προς τη γη , το άθροισμα των τριών ρευμάτων παύει να είναι μηδέν , ο ηλεκτρονόμος διεγείρεται και εντέλει τον Αυτόματο Διακόπτη τροφοδοσίας του μετασχηματιστή να “ ανοίξει ” .



Εκτός των οργάνων προστασίας , στον πίνακα υπάρχουν χειριστήρια Start / Stop , για άνοιγμα / κλείσιμο των μαχαιριών του Γεν. Αποζεύκτη εισόδου 150 kV –ALSTOM , καθώς και για την όπλιση /αφόπλιση του Γεν . Αυτόματου Διακόπτη 150 KV - AEG .

Στον χώρο του control room επίσης συναντάμε τους πίνακες μετρητών ενέργειας της Δ.Ε.Η. και για τους δύο Υποσταθμούς .

Είναι εξοπλισμένοι με όργανα κύριας και εφεδρικής μέτρησης της φαινομένης, ενεργού και αέργου Ισχύος σε πραγματικό χρόνο .



Βασικός εξοπλισμός του control room είναι και ο Γενικός Πίνακας Βοηθητικών Τάσεων του Υποσταθμού 380 / 220 V AC και 110 V DC . Ο πίνακας τροφοδοτείται υπό φυσιολογικές συνθήκες (παρουσία τάσης) με 380 V μέσω μετασχηματιστή 500 / 380 V από ηλεκτρική διανομή του εργοστασίου . Σε περίπτωση διακοπής τάσης τροφοδοτείται αυτόματα από ντιζελογεννήτρια 380 V / 100 KVA. Ο πίνακας τροφοδοτεί τον εξοπλισμό (όπως φαίνεται στην ενότητα ΒΟΗΘΗΤΙΚΕΣ ΤΑΣΕΙΣ ΥΠΑΙΘΡΙΟΥ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ)

Σε παρακείμενο χώρο του control room στεγάζονται οι συστοιχίες συσσωρευτών 110 V , η ντιζελογεννήτρια 380 V , καθώς και ο χώρος υλικών συντήρησης και χειρισμού του διακοπτικού υλικού του υπαίθριου Υποσταθμού .

B Υ/Σ ΥΠΟΒΙΒΑΣΜΟΥ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ 6,6 / 0,5 kV

Στα πλαίσια υλοποίησης του προγράμματος ELECTRIC MASTER PLAN την τριετία 2015 – 2017 , η εταιρία προχώρησε σε μια ριζική ανανέωση του εξοπλισμού της Μέσης Τάσης (6,6 kV). Οι παλαιοί Α/Δ 6,6 kV των Υποσταθμών (τύπου **SIEMENS H – 515 – 10N / 630**) που ήταν τοποθετημένοι από την δεκαετία 1970 – '80 , αντικαταστάθηκαν με νέους Α/Δ τελευταίας τεχνολογίας που πληρούν τα standards ασφαλούς λειτουργίας (για την εγκατάσταση) και ασφαλούς χειρισμού (για τους εργαζόμενους) .

β1. Γενικοί πίνακες αυτομάτων διακοπών 6,6 kV

Οι πίνακες μέσης τάσης είναι το σημείο τερματισμού των καλωδίων μέσης τάσης (τύπου N2XSΥ) τα οποία οδεύουν από το δευτερεύον τύλιγμα των μετασχηματιστών ισχύος των υπαίθριων υποσταθμών έως τους γενικούς αυτόματους διακόπτες των πινάκων. Τα καλώδια απαιτούν ειδικούς ακροδέκτες σύνδεσης (ακροκιβώτια βαρέως τύπου) και σε κανονική λειτουργία φέρουν ρεύματα έντασης χιλιάδων amper. Η κατάσταση των μονώσεων των εν λόγω αγωγών, κρίνεται εξαιρετικά σημαντική καθώς τυχόν σφάλματα που οδηγούν σε βραχυκυκλώματα σημαίνουν και τη στάση των παραγωγικών μονάδων του εργοστασίου με ότι αυτό συνεπάγεται.

Οι πίνακες μέσης τάσης (medium voltage panels) αποτελούνται όπως αναφέρθηκε, στην είσοδο τους από έναν αυτόματο διακόπτη εισόδου και σε σειρά με το διακόπτη είναι εγκατεστημένοι οι υπόλοιποι αυτόματοι διακόπτες μέσης τάσης οι οποίοι τροφοδοτούν φορτία κίνησης και μετασχηματιστές μικρότερης ισχύος τοπικών υποσταθμών.

Ο χειρισμός των διακοπών μπορεί να γίνει από τοπικά, από τα χειριστήρια της πόρτας των ερμαρίων των αυτομάτων διακοπών ή από το κεντρική αίθουσα ελέγχου του εργοστασίου (control room) με τη χρήση προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (plc's). Κατά βάση ο τοπικός χειρισμός αποφεύγεται για λόγους ασφαλείας προσωπικού και εγκαταστάσεων. Επίσης, τα ερμάρια των διακοπών είναι εξοπλισμένα με ενδεικτικές λυχνίες που δηλώνουν την κατάσταση του κάθε αυτόματου διακόπτη (εντός – εκτός , on – off) όπως επίσης και τα επιμέρους στοιχεία προστασίας όπως είναι οι ηλεκτρονόμοι κινητήρων και μετασχηματιστών και οι οποίοι περιγράφονται παρακάτω .

Οι αυτόματοι διακόπτες ισχύος έχουν μηχανικές μανδαλώσεις οι οποίες είτε απαγορεύουν είτε επιτρέπουν συγκεκριμένους χειρισμούς από τον χρήστη για να αποφευχθούν τυχόν λάθη που μπορεί να οδηγήσουν σε ηλεκτρικά σφάλματα.

Μπορούν να χωριστούν σε δύο κατηγορίες : η μία κατηγορία αφορά διακόπτες που τροφοδοτούν μετασχηματιστές ισχύος τοπικών υποσταθμών με ισχείς έως 3000 kVA και στους διακόπτες που τροφοδοτούν κινητήρες μέσης τάσης με ισχύ έως και 4,8 MW. Οι διακόπτες αυτοί παρουσιάζουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον αναφορικά με τις διατάξεις προστασίας τους καθώς πρέπει να είναι ρυθμιζόμενες με τέτοιο τρόπο ώστε και να προστατεύουν τους κινητήρες από ενδεχόμενα σφάλματα αλλά και να εξασφαλίζουν τη σωστή λειτουργία τους στη μέγιστη τιμή έντασης του ρεύματος των κινητήρων , δηλαδή κατά την εκκίνηση τους.

Οι τύποι των διακοπών που χρησιμοποιούνται είναι διακόπτες κενού, ως η πιο ασφαλής και περιβαλλοντικά ορθή επιλογή, οίκου Schneider και τύπου **HVX 12-31-31** και το ερμάριο τοποθέτησης (medium voltage cubicle) τύπου PIX B01. Οι διακόπτες είναι κατάλληλα διαστασιολογημένοι για χρήση σε δίκτυο 6,6 kV και με ονομαστικές εντάσεις 3150A για τους αυτόματους διακόπτες εισόδου και 630A για τους διακόπτες των αναχωρήσεων. Οι διακόπτες είναι συρόμενου τύπου εξασφαλίζοντας έτσι την απόξεση των επαφών ισχύος χωρίς περιθώριο σφαλμάτων.



Ο πίνακας Α/Δ 6,6 kV του Υποσταθμού Νο 1

α. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΗΣ ΚΥΨΕΛΗΣ Α/Δ 6,6 kV

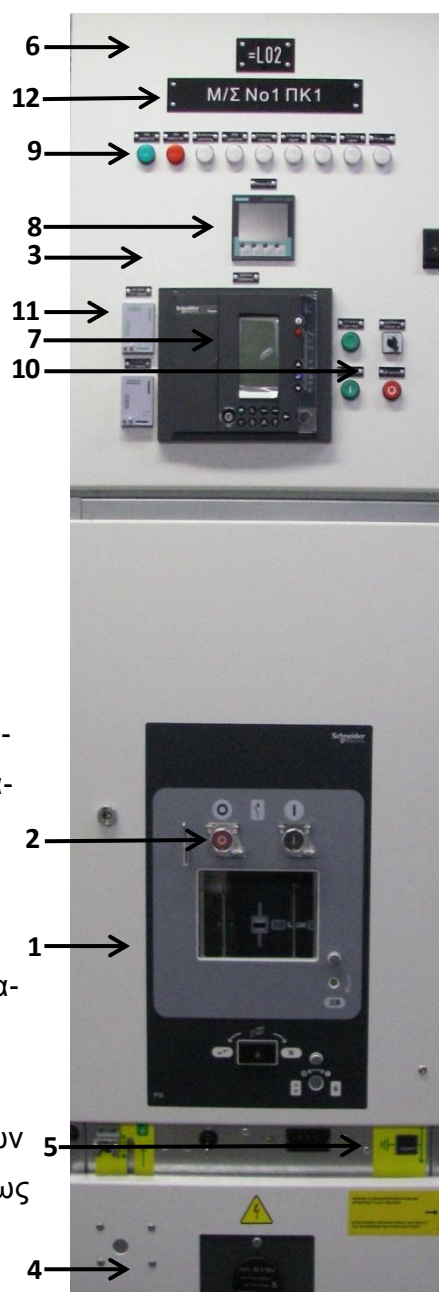
Στις παρακάτω φωτογραφίες μπορεί κάποιος να αναγνωρίσει τα βασικά μέρη των πεδίων μέσης τάσης καθώς και τα παρελκόμενα αυτών.

Τα βασικά μέρη των πεδίων Μέσης Τάσης είναι τα παρακάτω:

1. Διαμέρισμα αυτομάτου διακόπτη
2. Μπουτόν τοπικού χειρισμού του αυτομ. διακόπτη
3. Διαμέρισμα βοηθητικών κυκλωμάτων
4. Διαμέρισμα γειωτή
5. Χειρισμός γειωτή + ένδειξη θέσης γειωτή
6. Διαμέρισμα ζυγών (μπαρών στο επάνω και οπίσθιο μέρος του πεδίου)

Στην πόρτα του ερμαρίου των βοηθητικών κυκλωμάτων υπάρχουν διάφορα όργανα και ενδεικτικά σφαιλμάτων των Α/Δ :

7. Ηλεκτρονόμος προστασίας
8. Όργανο μέτρησης ηλεκτρικών μεγεθών (πολυόργανο SIEMENS)
9. Ενδεικτικές λυχνίες λειτουργίας / σφαιλμάτων
10. Μπουτόν τοπικών και απομακρυσμένων χειρισμών
11. Φύσες δοκιμής μετασχηματιστών τάσεως / εντάσεως
12. Ενδεικτικές πλαστικές ταμπέλες ονομασιών



Θα παρουσιάσουμε αναλυτικά τον πίνακα κυψελών των -17- Α/Δ 6,6 kV που είναι εγκατεστημένος στον στεγασμένο χώρο του Υ/Σ No 1 150 / 6,6 kV.

**β. ΦΟΡΤΙΑ ΠΙΝΑΚΑ ΚΥΨΕΛΩΝ Α/Δ 6,6 kV
ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΕΣ ΣΕ ΙΣΧΥ**

Οι νέοι διακόπτες μέσης τάσης χρησιμοποιούν για την προστασία των φορτίων που τροφοδοτούν , ηλεκτρονόμους της σειράς SEPAM της Schneider Electric κατά περίπτωση τύπου SEPAM T87 για τους διακόπτες των εισόδων και τύπου SEPAM M81 για τις αναχωρήσεις προς τα φορτία.

Τα φορτία που τροφοδοτούνται από τον πίνακα μέσης τάσης του υποσταθμού No 1 είναι κατά σειρά:

1. Α/Δ εισόδου από τον μετασχηματιστή 150/15/6,6 kV υπαίθριου υποσταθμού No. 1
2. Α/Δ εισόδου από τον μετασχηματιστή 150/15/6,6 kV υπαίθριου υποσταθμού No. 2
(εναλλακτική παροχή πίνακα μέσω του οικίσκου διασύνδεσης Υ/Σ 1 ↔ 2)
3. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Αποθήκης Α΄ Υλών (CAS)
4. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV No 1 Σάκκευσης
5. Α/Δ Περιστροφικής Καμίνου (Φούρνος) No 5
6. Α/Δ Κινητήρα Κύριας Κίνησης Μύλου Τσιμέντου No 4
7. Α/Δ Κινητήρα Κύριας Κίνησης Μύλου Τσιμέντου No 5
8. Α/Δ μετασχηματιστή φωτισμού 6,6 / 0,4 kV
9. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Μύλων Τσιμέντου No 4 + 5
10. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Τεφρών
11. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV No 1 Περιστρ. Καμίνου No 5
12. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV No 2 Περιστρ. Καμίνου No 5
13. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV No 3 Σάκκευσης
14. Α/Δ εφεδρικός
15. Α/Δ εφεδρικός
16. Α/Δ εφεδρικός
17. Α/Δ πυκνωτών μέσης τάσης υποσταθμού No1 3600 kVAR

γ. Αναλυτική Παρουσίαση των Α/Δ του Πίνακα 6,6 kV

γ1. Γενικός Α/Δ εισόδου πίνακα κυβελών Α/Δ 6,6 kV. (ΚΥΡΙΟΣ) (ΚΥΨ. Νο 1)

Στην είσοδο των γενικού Α/Δ οδεύουν τα καλώδια 3 X (5 X 1 X 400 mm²) από την έξοδο του μετασχηματιστή ισχύος 150 / 6,6 kV του Υποσταθμού Νο 1, μεταφέροντας τα 6,6 kV από τον υπαίθριο χώρο, στον στεγασμένο χώρο του πίνακα κυβελών Α/Δ. Από την έξοδο του γενικού Α/Δ μέσω χάλκινων μπαρών 3 X (2 X 120mm² X 10mm²) τα 6,6 kV διανέμονται σε όλες τις κυβέλες Α/Δ του πίνακα.

Τα στοιχεία του γενικού Α/Δ εισόδου του πίνακα :

Ονομαστική τάση : 7,2 kV

Ένταση ρεύματος : 3150 A

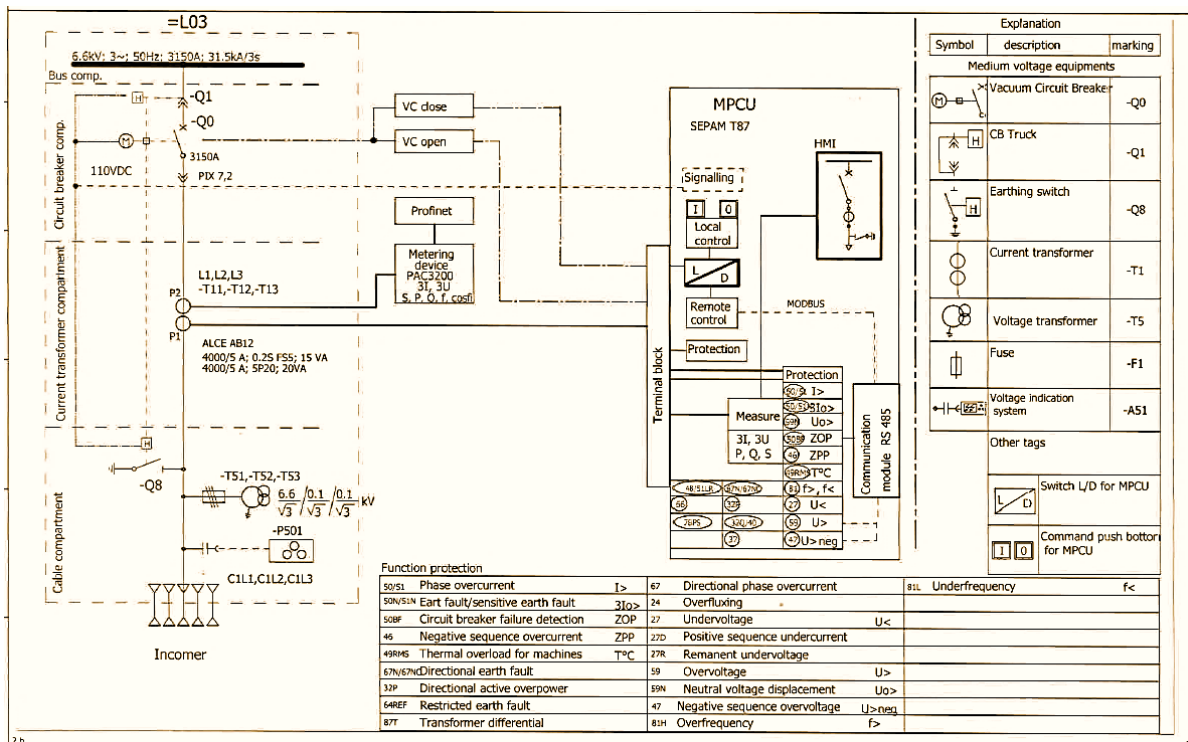
Συχνότητα : 50 Hz

Αντοχή σε βραχυκύκλωμα : 31,5 kA για 3 sec.

Τάση λειτουργίας προστασιών + αυτοματισμών : 110 V DC

Όργανο προστασίας : SEPAM T87 με προστασίες έναντι :

Υπερρέτασης (OVERCURRENT), σφάλματος γης (EARTH FAULT), υπότασης (UNDERVOLTAGE), υπέρτασης (OVERVOLTAGE), μετατόπισης ουδέτερου κόμβου δηλαδή σφάλματος γης (Vo FAULT), υποσυχνότητας (UNDERFREQUENCY), υπερσυχνότητας (OVERFREQUENCY), διαφορικής προστασίας μετασχηματιστή (DIFFERENTIAL).



Το μονογραμμικό σχέδιο του κύριου και εφεδρικού Γεν. Α/Δ εισόδου 6,6 kV

Γενικός Α/Δ εισόδου πίνακα κυψελών Α/Δ 6,6 kV (ΕΦΕΔΡΙΚΟΣ) (**ΚΥΨ. Νο2**)
Αποτελεί την εναλλακτική λύση για την τροφοδοσία του Πίνακα Α/Δ σε περίπτωση που για οποιονδήποτε λόγο ο Μετασχηματιστής του Υποσταθμού Νο 1 σταματήσει να λειτουργεί. Ένας αποζεύκτης που βρίσκεται στον οικίσκο διασύνδεσης , μεσολαβεί μεταξύ του κύριου και του εφεδρικού Γενικού Α/Δ εισόδου του Πίνακα 6,6 kV του Υ/Σ Νο 1 , παρέχοντας την δυνατότητα εναλλαγής τροφοδοσίας του Πίνακα είτε από τον μετ/στή 150/15/6,6 kV Υ/Σ Νο 1 είτε από τον μετ/στή 150/15/6,6 kV Υ/Σ Νο 2 .

Ο Α/Δ αυτός έχει τα ίδια τεχνικά χαρακτηριστικά και τα ίδια όργανα προστασίας με τον κύριο Α/Δ εισόδου του πίνακα .

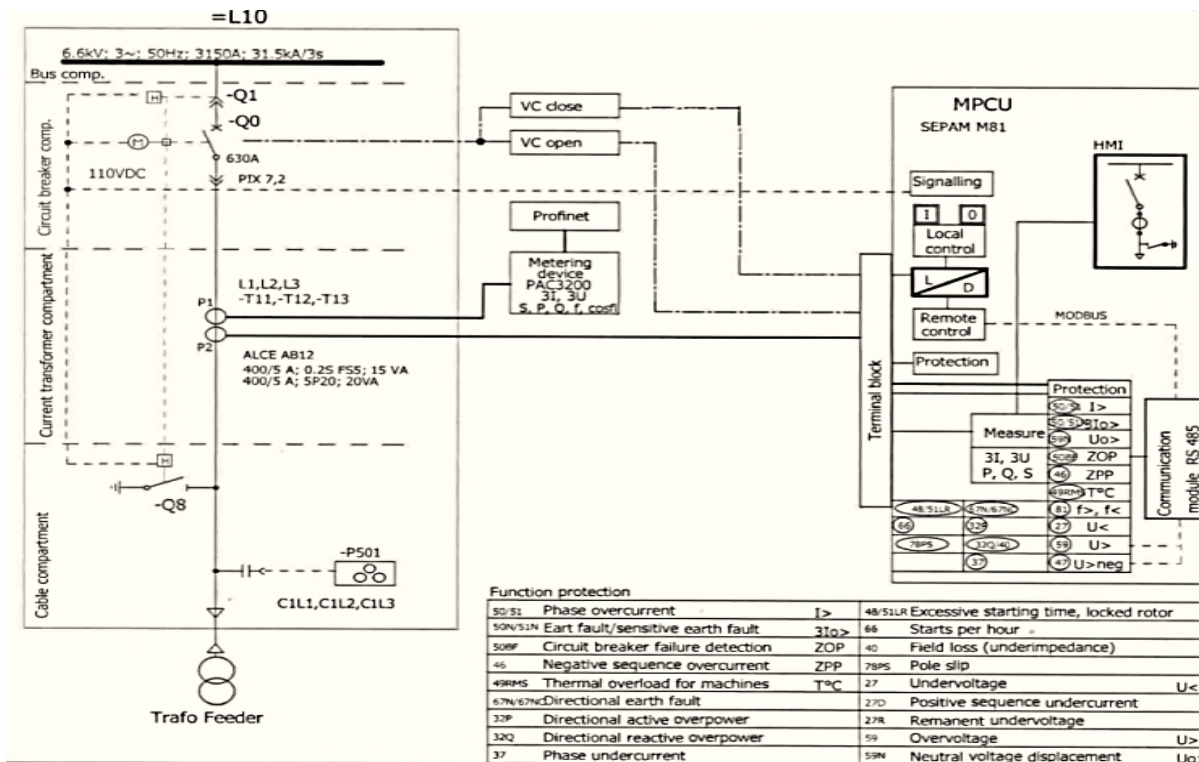
γ2. Δύο Α/Δ παροχής κινητήρων Μέσης Τάσης 6,6 kV (**ΚΥΨ. Νο 6+7**)
(Ισχύς κινητήρων ~ 3500 kW έκαστος)

γ3. Οκτώ Α/Δ παροχής Μετασχηματιστών 6,6 / 0,5 kV
(**ΚΥΨ. Νο 3+4+8+9+10+11+12+13**) τοπικών υποσταθμών τροφοδοσίας ηλεκτρικών διανομών μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας
(Μετασχηματιστές ισχύος από 1250 έως 3000 KVA)

Ένας Α/Δ παροχής πεδίου αντιστάθμισης (πυκνωτές) 6,6 kV (**ΚΥΨ. Νο 17**)
(ισχύς συστοιχίας 3 X 1200 = 3600 KVAR)

Τρεις Α/Δ εφεδρικοί (**ΚΥΨ. Νο 14+15+16**) (ανάλογα με την εσωτερική καλωδίωση και την ρύθμιση των οργάνων προστασίας μπορούν να χρησιμοποιηθούν ή για την παροχή κινητήρα Μέσης Τάσης , ή για την παροχή Μετασχηματιστή τοπικού Υποσταθμού) .

Όλοι οι Α/Δ του Πίνακα (με εξαίρεση τον Γενικό και Εφεδρικό Α/Δ εισόδου), είναι όμοιοι μεταξύ τους (έχουν την ίδια ισχύ και τα ίδια όργανα προστασίας) . Οι ρυθμίσεις των οργάνων προστασίας σε κάθε κυψέλη είναι αυτές που καθορίζουν ο κάθε Α/Δ τι τροφοδοτεί . (Λεπτομέρειες θα αναφερθούν παρακάτω)



Το μονογραμμικό σχέδιο όλων των Α/Δ (εκτός του κύριου και του εφεδρικού Γεν. Α/Δ εισόδου 6,6 kV) Διακρίνουμε τις διαφορές, τόσο στην διακοπτική ικανότητα, όσο και στις εγκατεστημένες μετρητικές διατάξεις (Μ/Σ τάσεως, εντάσεως, κ.λ.π.)

Τα στοιχεία των επί μέρους Α/Δ ($\gamma_2 - \gamma_3$) του πίνακα :

Ονομαστική τάση : 7,2 kV

Ένταση ρεύματος : 630 A

Συχνότητα : 50 Hz

Αντοχή σε βραχυκύκλωμα : 31,5 kA για 3 sec.

Τάση λειτουργίας προστασιών + αυτοματισμών : 110 v DC

Όργανο προστασίας : SEPAM M 81 με προστασίες έναντι :

1. Για τους Α/Δ που τροφοδοτούν μετασχηματιστές :

Υπερεντάσεως (OVERCURRENT), σφάλματος γης (EARTH FAULT), υπότασης (UNDERVOLTAGE), υπέρτασης (OVERVOLTAGE), μετατόπισης ουδέτερου κόμβου δηλαδή σφάλματος γης (Vo FAULT), υποσυχνότητας (UNDERFREQUENCY), υπερσυχνότητας (OVERFREQUENCY).

2. Για τους Α/Δ που τροφοδοτούν κινητήρες 6,6 kV :

Υπερεντάσεως (OVERCURRENT), ασυμμετρίας εντάσεων (UNBALANCE), μεγάλου χρόνος εκκίνησης και σφάλματος περιστροφής (LONG START/ROTOR BLOCKING), εκκινήσεων ανά ώρα (START INHIBIT), υπότασης (UNDERRVOLTAGE), υπέρτασης (OVERVOLTAGE) μετατόπισης ουδετέρου κόμβου δηλαδή σφάλματος γης (V0 FAULT), υποσυχνότητας (UNDERFREQUENCY), υπερσυχνότητας (OVERFREQUENCY).

γ4. Σύνομη περιγραφή των παραπάνω προστασιών κατά περίπτωση :

Σφάλμα OVERCURRENT: Σημαίνει ένταση ρεύματος παραπάνω από το κανονικό, λόγω υπερβολικού φορτίου συνήθως η κάποιου βραχυκυκλώματος στο κύκλωμα ισχύος.

Σφάλμα EARTH FAULT ή / και V0 FAULT: Σημαίνει σφάλμα με γη σε κάποιο σημείο του κυκλώματος ισχύος.

Σφάλμα UNDERFREQUENCY η / και OVERFREQUENCY: Σημαίνει σφάλμα υποσυχνότητας (κάτω από 45 Hz) ή / και σφάλμα υπερσυχνότητας (πάνω από 53Hz)

Σφάλμα DIFFERENTIAL: Σημαίνει σφάλμα διαφορικής προστασίας στον μετασχηματιστή ισχύος και αποτελεί ένα από τα πιο σοβαρά σφάλματα (Το αναλύσαμε στα σφάλματα του Μετ/στη 150 / 15 / 6, 6 kV) .

Σφάλμα LONG START/ROTOR BLOCKING: Σημαίνει μεγάλος χρόνος εκκίνησης κινητήρα ή / και μπλοκαρισμένος ρότορας κινητήρα (μεγάλο φορτίο / μηχανικό σφάλμα κτλ.)

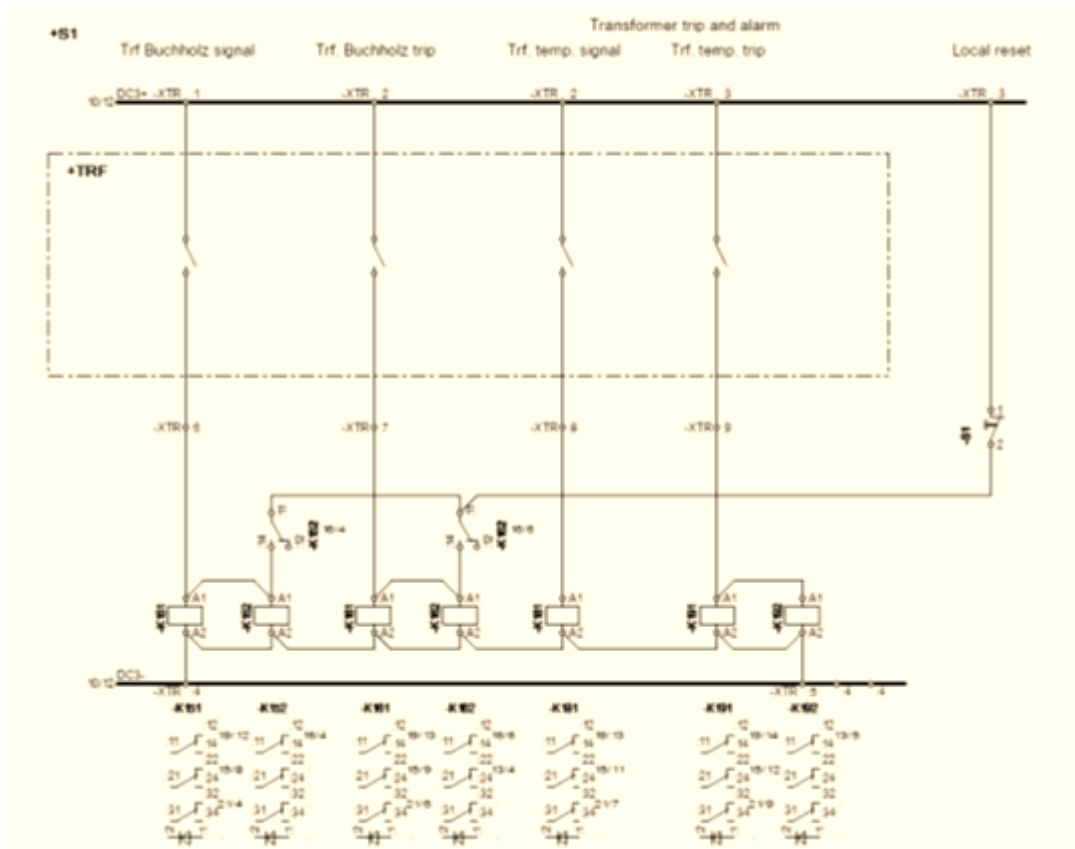
Σφάλμα UNBALANCE: Σημαίνει μεγάλη ασυμμετρία στις εντάσεις των ρευμάτων που διαρρέουν το τύλιγμα του κινητήρα

Σφάλμα START INHIBIT: Σημαίνει υπέρβαση του μέγιστου αριθμού εκκινήσεων ανά ώρα (3 εκκινήσεις ανά ώρα)

Σφάλμα OVERVOLTAGE η / και UNDERVOLTAGE: Σημαίνει σφάλμα υπέρτασης ή υπότασης

Εκτός των προστασιών που ελέγχονται μέσω των διατάξεων του ηλεκτρονόμου SEPAM M81 , στον χώρο των βοηθητικών κυκλωμάτων κάθε A/Δ, υπάρχουν και διατάξεις που ελέγχουν τα όργανα προστασίας του καταναλωτή , π.χ. σε έναν A/Δ που τροφοδοτεί έναν μετασχηματιστή 6,6 / 0,5 kV,

Ρελέ προστασίας “ δίνουν ” alarm ή trip , για “ ειδοποίηση ” ή “ πτώση ” του Α/Δ σε περίπτωση δυσλειτουργίας του μετασχηματιστή από π.χ. (ενεργοποίηση buchholz , υψηλή θερμοκρασία τυλιγμάτων , κ.λ.π.) , όπως φαίνεται στο σχέδιο :



σφάλμα υπότασης

λυχνία σφάλματος



Το μήνυμα σφάλματος θα εμφανιστεί στην οθόνη του ηλεκτρονόμου προστασίας και θα ενεργοποιηθεί η λυχνία σφάλματος

β2. Μετασχηματιστές Υποβιβασμού 6,6 / 0,5 kV Τοπικών Υποσταθμών

α. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΙ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΩΝ

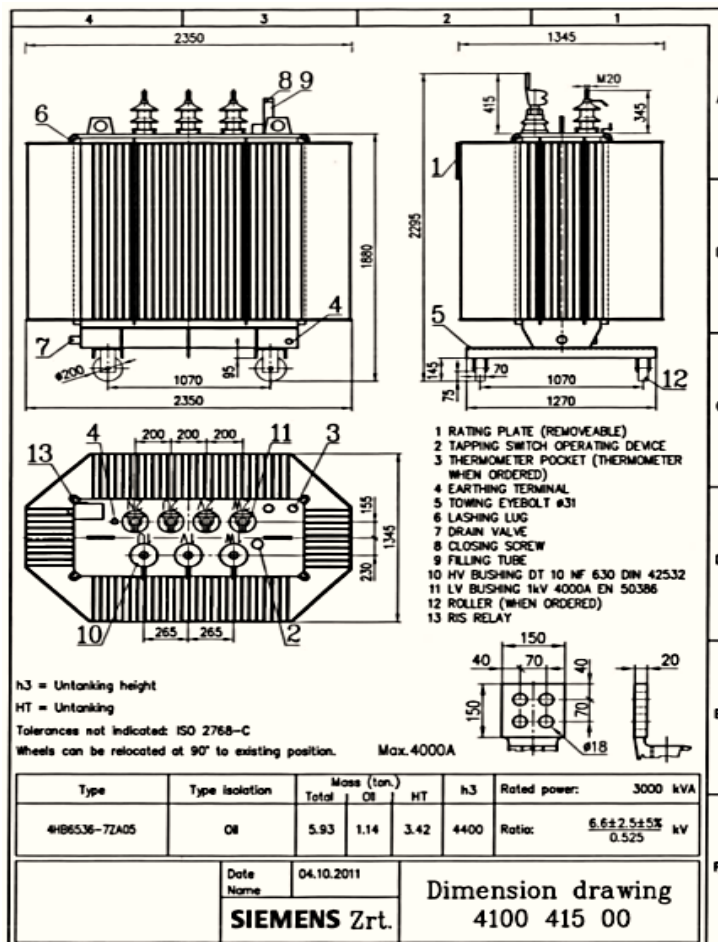
Στα πλαίσια του προγράμματος εκσυγχρονισμού της εγκατάστασης (ELECTRIC MASTER PLAN), ολοκληρώθηκε σταδιακά η αντικατάσταση του συνόλου των Μετασχηματιστών τοπικών Υποσταθμών του εργοστασίου 6,6 / 0,5 kV, καθώς και το σύνολο των Γενικών Πινάκων Χαμηλής Τάσης (500 V) – των δευτερευόντων των ως άνω μετασχηματιστών - , που τροφοδοτούν τις Ηλεκτρικές Διανομές των μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας.

Όλοι οι νέοι Μετασχηματιστές των τοπικών Υποσταθμών 6,6 / 0,5 kV, που τοποθετήθηκαν είναι του οίκου SIEMENS, χωρίς δοχείο διαστολής, πλήρως

στεγανοποιημένοι, με δοχείο πυρήνα από εύκαμπτη κυματοειδή λαμαρίνα για ελεγχόμενη παραμόρφωση λόγω αυξομείωσης της θερμοκρασίας.

Οι Μετασχηματιστές είναι εφοδιασμένοι με ένα πολυόργανο προστασίας του οίκου COMEM R.I.S. που ενσωματώνει τις λειτουργίες που εκτελούνται από διαφορετικά εξαρτήματα μετασχηματιστών, σε μία συσκευή.

Έτσι μπορεί να ελέγχει:



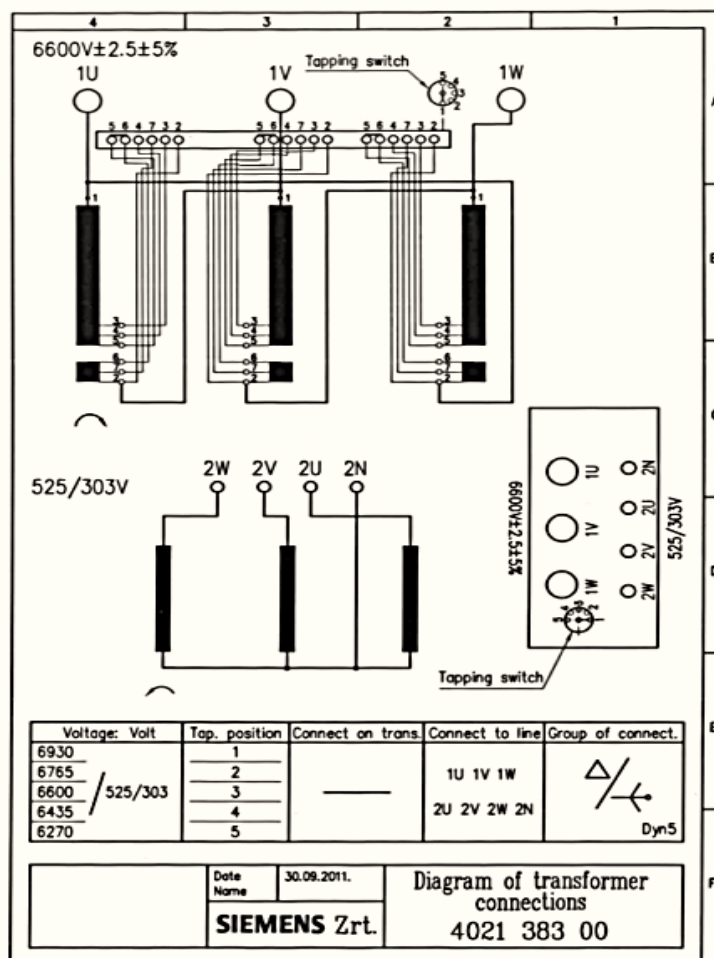
δυνατότητα “ρίψης” του μετασχηματιστή, όταν η πίεση υπερβεί τα ~ 500 mbar.

β. Την θερμοκρασία ελαίου με δυνατότητα πληροφόρησης “alarm”, ή και ρίψης “trip”, σε περίπτωση δυσλειτουργίας.

γ. Την στάθμη ελαίου.

Όλοι οι Μετασχηματιστές έχουν συνδεσμολογία Τριγώνου (Δ) στο τύλιγμα του πρωτεύοντος και αστέρα (Y) στο τύλιγμα του δευτερεύοντος .

Διαθέτουν μεταγωγέα λήψεων στο τύλιγμα του πρωτεύοντος με δυνατότητα ρύθμισης - 5 - θέσεων . Ο χειρισμός του διακόπτη εναλλαγής του μεταγωγέα , γίνεται πάντα με τον μετασχηματιστή άνευ τάσεως .



Οι μονωτήρες είναι δοκιμασμένοι για αντοχή σε τάσεις λειτουργίας πολύ μεγαλύτερες των ονομαστικών. Διαθέτουν μηχανισμό εκκαθάρισης σπινθηρισμού και είναι εφοδιασμένοι με τους κατάλληλους ακροδέκτες για σύνδεση των καλωδίων της Μέσης και Χαμηλής τάσης.

Το ειδικά επεξεργασμένο έλαιο ψύξης NITRO - LIBRA της NYNAS για

μετασχηματιστές “ κλειστού τύπου ” – χωρίς δοχείο διαστολής και εξωτερικό μέσο ψύξης (ψυγεία, ανεμιστήρες κ.λ.π.) - , χάρις στο χαμηλό του ιξώδες και πυκνότητα περίπου 0,86 gr / cm³ στους 20 οC , συμπεριφέρεται ιδανικά , μειώνοντας τις θερμοκρασίες πυρήνα και τυλιγμάτων στον μετασχηματιστή , ανεβάζει το σημείο ανάφλεξης μεταξύ 140 και 160 οC , προσδίδοντας εξαιρετικές διηλεκτρικές ιδιότητες .

Οι χώροι που στεγάζουν τους μετασχηματιστές των τοπικών Υποσταθμών είναι κατασκευασμένοι σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα , πληρούν τους κανόνες πυρασφάλειας , με πυράντοχους τοίχους καθώς και σύστημα ανίχνευσης καπνού και φλόγας . Το σύστημα αυτόματης κατάσβεσης τίθεται σε λειτουργία τοπικά, όπου εντοπιστεί ενεργοποίηση της ανίχνευσης σε κάποιον τοπικό υποσταθμό αφού προηγουμένως έχει “ απορρίψει ” τον Αυτόματο Διακόπτη που τροφοδοτεί τον μετασχηματιστή .

Η τροφοδοσία των μετασχηματιστών 6,6 / 0,5 kV τοπικών Υποσταθμών γίνεται συνήθως μέσω μονοπολικών καλωδίων : 3 X 95 mm² έως 3 X 240 mm² XLPE 10 kV (ανάλογα με την ισχύ του μετασχηματιστή από : 1250 έως 3000 kVA) , που οδεύουν από την έξοδο των Αυτομάτων Διακοπών των Γεν. Πινάκων Μέσης Τάσης 6,6 kV . Η όδευση των καλωδίων γίνεται μέσω ενός εκτεταμένου δικτύου υπόγειων καναλιών προς τους τοπικούς υποσταθμούς που είναι διάσπαρτοι στον χώρο του εργοστασίου .

Οι τοπικοί υποσταθμοί (Μετασχηματιστής 6,6 / 0,5 kV + Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης 500 V) βρίσκονται κοντά στον χώρο των Ηλεκτρικών Διανομών που τροφοδοτούν , οι οποίες με την σειρά τους τροφοδοτούν τα μηχανήματα της παραγωγικής διαδικασίας που βρίσκονται πλησίον τους .

Είναι οικονομικός ο λόγος για τον οποίο η χαμηλή τάση (500 V) πρέπει να βρίσκεται κοντά στις καταναλώσεις και εξαρτάται αποκλειστικά από τις χρησιμοποιούμενες διατομές καλωδίων που με την σειρά τους επηρεάζονται άμεσα από την υψηλή ένταση του ρεύματος .

Βάσει αυτής της φιλοσοφίας το δίκτυο της χαμηλής τάσης (500 V) από την πηγή του (Μετ/στής 6,6 / 0,5 kV) μέχρι την κατανάλωσή του (μηχανήματα παραγωγικής διαδικασίας) πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότερο σε μήκος , για να αποφεύγεται το αυξημένο κόστος εγκατάστασης καλωδίων μεγάλης διατομής (η οποία αυξάνεται με την απόσταση λόγω της πτώσης τάσεως) .

Για τον ίδιο (οικονομικό) λόγο και η τάση λειτουργίας των κινητήρων των μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας είναι 500 V (και όχι 380 V) . Για να παραχθεί μια συγκεκριμένη ισχύς από έναν κινητήρα , η απορροφούμενη ένταση του ρεύματος θα είναι μικρότερη σε τάση λειτουργίας 500 V ,σε σχέση με τάση λειτουργίας 380 V και κατ' επέκταση και η διατομή του παροχικού καλωδίου .

Η τάση εξόδου των μετασχηματιστών 6,6 / 0,5 kV των τοπικών υποσταθμών οδεύει από τους ακροδέκτες των μονωτήρων του δευτερεύοντος των μετασχηματιστών στις εισόδους των Γεν. Αυτόματων Διακοπών των Γενικών Πινάκων Χαμηλής Τάσης. Η ένταση του ρεύματος πολλαπλασιάζεται (λόγω της πολύ χαμηλής μετασχηματισθείσας τάσης) και φθάνει σε μερικές χιλιάδες Ampere. Το πλήθος και οι διατομές των καλωδίων αυξάνονται θεαματικά .

β. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΩΔΙΩΝ ΠΡΩΤΕΥΟΝΤΟΣ / ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝΤΟΣ ΜΕΤ/ΣΤΩΝ

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται οι τύποι και το πλήθος των καλωδίων :

α. της εισόδου των 6,6 kV στους μετασχηματιστές των τοπικών υποσταθμών
β. της εξόδου των 500 V από τους μετασχηματιστές των τοπικών υποσταθμών προς τους Α/Δ εισόδου των Γενικών Πινάκων Χαμηλής Τάσης ,

που τροφοδοτούνται από τον πίνακα Αυτομάτων Διακοπών Μέσης Τάσης του υποσταθμού Νο 1 150 kV :

Κυψ. Νο 3. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 KV Αποθήκης Α΄ Υλών
(CAS) : Ισχύς Μετ/στη : 1250 kVA

Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 120 mm² N2XSY - XLPE 10 kV

Καλώδια Εξόδου 500 V : 3 x (3 x 120 mm²) NYY 0,6 / 1 kV

Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 1600 A

Κυψ. Νο 4. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Σάκκευσης Νο 1
Ισχύς Μετ/στη : 3000 kVA

Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 1 x (3 x 240 mm²) N2XSY - XLPE 10 kV

Καλώδια Εξόδου 500 V : Μπάρες χαλκού 3 x (3 x 100 x 10)

Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 4000 A

Κυψ. Νο 8. Α/Δ μετασχηματιστή Φωτισμού 6,6 / 0,4 kV Μύλου Tirax
Ισχύς Μετ/στη : 1250 kVA

Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 x 95 mm² N2XSY - XLPE 10 kV

Καλώδια Εξόδου 500 V : 5 x (1 x 300 mm²) NYY 0,6 / 1 kV

Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 1500 A

Κυψ. Νο 9. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Μύλων Τσιμέντου 4+5
Ισχύς Μετ/στη : 3000 kVA

Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 150 mm² N2XSY - XLPE 10 kV

Καλώδια Εξόδου 500 V : 3 x (6 x 300 mm²) NYY 0,6 / 1 kV

Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 3200 A

- Κυψ. Νο 10. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Τεφρών
Ισχύς Μετ/στη : 3000 kVA
Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 185 mm² N2XSY - XLPE 10 kV
Καλώδια Εξόδου 500 V : 11 x (3 x 240 mm²) NYY 0,6 / 1 kV
Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 4000 A
- Κυψ. Νο 11. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Π.Κ.5 Νο 1
Ισχύς Μετ/στη : 2500 kVA
Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 150 mm² N2XSY - XLPE 10 kV
Καλώδια Εξόδου 500 V : 11 x (3 x 240 mm²) NYY 0,6 / 1 kV
Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 4000 A
- Κυψ. Νο 12. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Π.Κ.5 Νο2
Ισχύς Μετ/στη : 3000 kVA
Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 185 mm² N2XSY - XLPE 10 kV
Καλώδια Εξόδου 500 V : 11 x (3 x 240 mm²) NYY 0,6 / 1 kV
Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 4000 A
- Κυψ. Νο 13. Α/Δ μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Σάκκευσης Νο 3
Ισχύς Μετ/στη : 2500 kVA
Καλώδια Παροχής 6,6 kV : 3 X 150 mm² N2XSY - XLPE 10 kV
Καλώδια Εξόδου 500 V : 3 x (6 x 300 mm²) NYY 0,6 / 1 kV
Γεν. Αυτ. Διακ. Εισόδου πίνακα Χαμηλής Τάσης : 3200 A

β3. Γενικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης (500 V)

Αποτελούν την προ τελευταία βαθμίδα στο εσωτερικό δίκτυο διανομής της ηλεκτρικής ενέργειας και έχουν ως σκοπό να κατανεύμουν την τάση λειτουργίας των 500 V στις κατά τόπους ηλεκτρικές διανομές που τροφοδοτούν τα μηχανήματα της παραγωγικής διαδικασίας .

Τροφοδοτούνται από το δευτερεύον των τοπικών Υποσταθμών 6,6 / 0,5 kV . Η υποδοχή της τάσης στον πίνακα γίνεται από τον Γενικό Αυτόματο Διακόπτη.

Οι νέοι ηλεκτρικοί πίνακες είναι τύπου Ar Tu της ABB της μορφής Form 1 με κατάλληλα διαστασιολογημένο υλικό (οι κυρίως ζυγοί , το διακοπτικό υλικό , τα διαχωριστικά διαφράγματα κτλ.) κατάλληλα για αντοχή σε βραχυκύκλωμα κατ' ελάχιστο 50 kA.

Παρουσίαση του Πίνακα

Στην παρουσίαση που ακολουθεί αναφερόμαστε στον Γενικό Πίνακα Χαμηλής Τάσης που τροφοδοτείται από το δευτερεύον του Μετασχηματιστή Υποσταθμού 6,6 / 0,5 kV Μύλων Τσιμέντου 4 + 5 (βλέπε ΚΥΨ. Νο 9 στον ανωτέρω πίνακα). Όλοι οι ως άνω Γενικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης είναι του οίκου A.B.B. , έχουν πανομοιότυπο διακοπτικό υλικό , με μόνη διαφορά τον τύπο του Γεν. Α/Δ εισόδου που διαφέρει από πίνακα σε πίνακα , αναλόγως των φορτίων που εξυπηρετεί (από 1600 A έως 4000 A).



α. Ο Γενικός Α/Δ εισόδου των πινάκων χαμηλής τάσης λειτουργεί ως κεντρικό διακοπτικό στοιχείο της τάσης που τροφοδοτεί τον πίνακα , αλλά και ως μέσο προστασίας του εξοπλισμού που τροφοδοτεί . Διαθέτει ηλεκτρονικές διατάξεις που χαρακτηρίζονται από μια καμπύλη απόκρισης χρόνου απόζευξης ως προς την ένταση του ρεύματος που τον διαρρέει . Η καμπύλη αυτή είναι συνήθως αντιστρόφου χρόνου και αποτελείται από δύο τμήματα : αυτό που αφορά στην υπερένταση (θερμικό στοιχείο) και αυτό του βραχυκυκλώματος (μαγνητικό στοιχείο) . Υπάρχει δυνατότητα ρυθμίσεων των ορίων του ρεύματος και του χρόνου απόκρισης του θερμικού και του μαγνητικού στοιχείου του .

Τα στοιχεία του Γεν. Α/Δ εισόδου του πίνακα :

SACE Emax E3 οίκου A.B.B.

Μέγιστο ρεύμα λειτουργίας : 3200 A
Ονομαστική τάση λειτουργίας : 690 V
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης : 65 kA για 1 sec
Μέγιστη κρουστική τάση : 12 kV
Συχνότητα : 50 – 60 Hz
Προγραμματιζόμενη διάταξη
ρύθμισης προστασιών : SACE PR122 / P – LS1G



Ο Γεν. Α/Δ έχει δυνατότητα χειρισμού από την πόρτα του πίνακα, δυνατότητα κλειδώματος με μηχανικό μάνδαλο (λουκέτο) σε θέση OFF, φωτεινές ενδείξεις κατάστασης (εντός – εκτός) στην πρόσοψη του πίνακα . Η βοηθητική τάση για το χειρισμό του Α/Δ προέρχεται από βοηθητικό μετασχηματιστή 500 / 220 V που τροφοδοτείται από την είσοδο του Α/Δ. Ο Α/Δ μπορεί να χειριστεί και μηχανικά από την πρόσοψη του. Το κούρδισμα του ελατηρίου χειρισμών είναι χειροκίνητο.

β. Οι μερικοί ή επί μέρους Α/Δ του Γεν. Πίν. Χαμ. Τάσης τροφοδοτούνται από την έξοδο του Γεν. Α/Δ εισόδου του πίνακα μέσω ενός τριφασικού συστήματος χάλκινων μπαρών που “ τρέχει ” στο εσωτερικό του πίνακα .

Τα στοιχεία των επί μέρους Α/Δ του πίνακα :

SACE Tmax οίκου A.B.B.

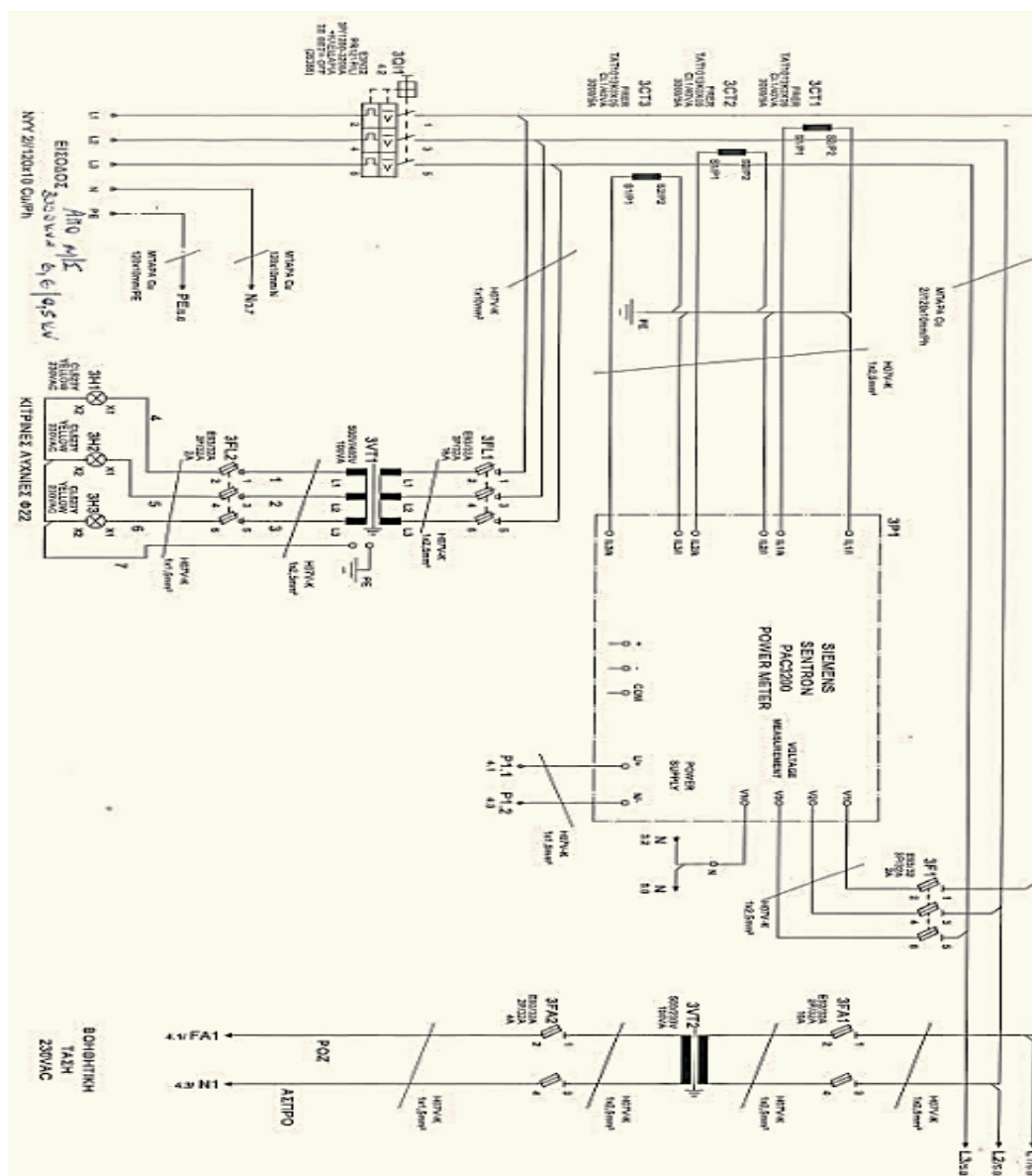
Μέγιστο ρεύμα λειτουργίας : 630 A
Ονομαστική τάση λειτουργίας : 690 V
Συχνότητα : 50 – 60 Hz
Μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης : 50 kA για 1 sec
Προγραμματιζόμενη διάταξη
ρύθμισης προστασιών : SACE PR22 1DS – LS/1



Οι μερικοί Α/Δ των πινάκων χαμηλής τάσης λειτουργούν ως επί μέρους διακοπικά στοιχεία της τάσης και τροφοδοτούν τις ηλεκτρικές διανομές μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας , αλλά και ως μέσο προστασίας του εξοπλισμού που τροφοδοτούν. Διαθέτουν ρυθμιζόμενη ηλεκτρονική προστασία από υπερένταση και βραχυκύκλωμα **χωρίς** την δυνατότητα ρύθμισης της χρονικής απόκρισης για την απόζευξη (όπως συμβαίνει στους γενικούς Α/Δ εισόδου των πινάκων) .

Οι μερικοί Α/Δ έχουν δυνατότητα χειρισμού μηχανικά από την πρόσοψή τους, δυνατότητα κλειδώματος με μηχανικό μάνδαλο (λουκέτο) σε θέση OFF, φωτεινές ενδείξεις κατάστασης (εντός – εκτός) στην πρόσοψη του πίνακα .

Στο πεδίο του Γεν. Α/Δ εισόδου του πίνακα υπάρχουν ενδεικτικές λυχνίες που υποδηλώνουν την ύπαρξη τάσης στην είσοδο του πίνακα . Πολυόργανα μέτρησης ισχύος τύπου SENTRON PAC 3200 της SIEMENS μας υποδεικνύουν τα ηλεκτρικά μεγέθη των επί μέρους Α/Δ του πίνακα : ισχύ , πολική και φασική τάση , απορροφώμενη ένταση / φάση των καταναλώσεων (ηλεκτρικές διανομές) που τροφοδοτούν , κ.λ.π. .



Η είσοδος του Γεν. Πιν. Χαμ. Τάσης. Εμφανίζεται ο Γεν. Α/Δ , η συνδεσμολογία του οργάνου ισχύος SENTRON και η παραγωγή βοηθητικών τάσεων 380 + 220 V για τα ενδεικτικά τάσης στην έξοδο του Γεν. Α/Δ και για την όπλισή του.

3. Κινητήρες Μέσης Τάσης (6,6 kV)

Σε μηχανήματα της παραγωγικής διαδικασίας που απαιτείται μεγάλη ισχύς για την λειτουργία τους , όπως στους κινητήρες στρέψης των μύλων άλεσης φαρίνας και τσιμέντου , στους μεγάλους ανεμιστήρες που δημιουργούν τεράστιες ποσότητες ρεύματος αέρα που απαιτούνται στις εγκαταστάσεις της περι-στροφικής καμίνου και των μύλων άλεσης για την μεταφορά του προϊόντος (φαρίνα ή τσιμέντο), στους κινητήρες των στροφείων θραύσης των πρωτογενών υλικών (σπαστήρες) , κ.λ.π. , γίνεται χρήση της μέσης τάσης (6,6 kV) για την λειτουργία τους .

Οι κινητήρες χαμηλής τάσης (500 V) που υπάρχουν στην αγορά περιορίζονται σε ονομαστική ισχύ μέχρι τα 300 kW περίπου. Πάνω από αυτή την ισχύ, το ρεύμα του κινητήρα είναι τόσο μεγάλο που η κατασκευή των τυλιγμάτων τους είναι πολύ δύσκολη και ανοικονομική , καθώς επίσης και οι διατομές των καλωδίων παροχής είναι πολύ μεγάλες καθιστώντας τα , δύσχρηστα και δαπανηρά . Από την άλλη πλευρά, οι μεγάλοι καταναλωτές είναι υποχρεωτικά καταναλωτές μέσης τάσης. Έτσι καταλήγουμε στους κινητήρες μέσης τάσης, με ονομαστική τάση 6,6 kV.

Σήμερα στο εργοστάσιο του Βόλου είναι σε λειτουργία - 22 - κινητήρες μέσης τάσης (6,6 kV) ισχύος από 315 έως 4.800 kW που κινούν αντίστοιχης δυναμικότητας μηχανήματα της παραγωγικής διαδικασίας .Όλοι οι κινητήρες ξεκινούν με πλήρες φορτίο στον άξονά τους - άμεσα (ανεμιστήρες) ή μέσω μειωτών (κινήσεις μύλων τσιμέντου και φαρίνας) - .Η απαίτηση τεράστιας ροπής στην εκκίνησή τους (π.χ. η στρέψη ενός σφαιρόμυλου τσιμέντου μικτού βάρους άνω των 800 τόνων) οδηγεί στην λύση της χρήσης δακτυλιοφόρων κινητήρων με πολυβάθμιους εκκινήτες για την όσο το δυνατόν ομαλότερη εκκίνησή τους .

α . Ακολουθεί ένας πίνακας στον οποίο εμφανίζονται όλοι οι κινητήρες μέσης τάσης (6,6 kV) του εργοστασίου με τις ισχείς και τις στροφές τους καθώς και την θέση τους στην παραγωγική διαδικασία :

ΕΞΟΥΥΞΗ Α΄ ΥΛΩΝ (ΛΑΤΟΜΕΙΟ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ)

	ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΕΣ
ΚΙΝΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ ΘΡΑΥΣΗΣ	1120 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ ΘΡΑΥΣΗΣ	1200 KW	1500RPM

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΜΙΝΟΣ Νο 1 (Π.Κ.1) + ΜΥΛΟΣ ΦΑΡΙΝΑΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΛΙΝΚΕΡ)

	ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΕΣ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 1 ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (ESP)	3700 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 2 ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (ESP)	3700 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 1 ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (IDF)	3700 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 2 ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (IDF)	3770 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Η/Φ	540 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ Νο 1	450 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒ. Νο 1	360 KW	1500RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ Νο 2	450 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒ. Νο 2	360 KW	1500RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΦΑΡΙΝΑΣ Νο 1	3500 KW	1500RPM

ΜΥΛΟΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ)

	ΙΣΧΥΣ	ΣΤΡΟΦΕΣ
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 4	3530 KW	500RPM
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 4	315 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 5	3530 KW	500RPM
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 5	315 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 6	4600 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 6	500 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 7	4600 KW	1000RPM
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 7	500 KW	1000RPM
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 8	4800 KW	500RPM
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 8	630 KW	1500RPM

β. Στην ενότητα αυτή θα ασχοληθούμε με την παρουσίαση του μεγαλύτερου εγκατεστημένου κινητήρα μέσης τάσης στο εργοστάσιο, του κινητήρα στρέψης (κίνησης) του μύλου τσιμέντου Νο8. Θα παρουσιάσουμε κατασκευαστικά στοιχεία, ηλεκτρικά μεγέθη, βλάβες, ελέγχους από διαπιστευμένους επισκευαστικούς οίκους, καθώς και τον εκκινητή του.

Ο κινητήρας κίνησης του μύλου είναι ένας συνεχούς λειτουργίας ασύγχρονος, δακτυλιοφόρος, τριφασικός κινητήρας μέσης τάσης με τα κάτωθι στοιχεία:

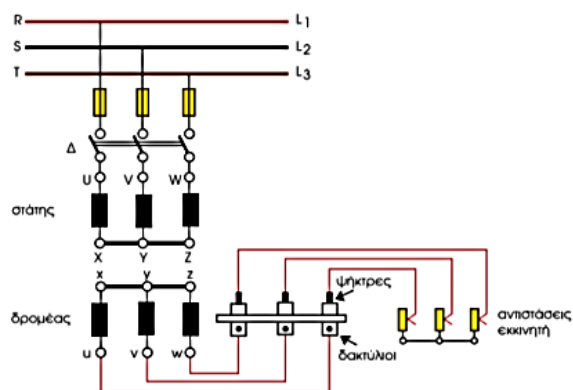
Ισχύς	: 4800 kW
Ονομαστική Τάση (στάσης)	: 6600 V / Y
Ένταση Ρεύματος (στάσης)	: 494,5 A
Ταχύτητα	: 495 RPM
Συχνότητα	: 50 Hz
Τάση εξ επαγωγής (δρομέας)	: 2000 V / Y
Ένταση εξ επαγωγής (δρομέας)	: 1450 A
Κλάση μόνωσης τυλιγμάτων	: F 155° C
Προστασία	: IP 44
Βάρος	: 26800 KG
Οίκου	: C.E.M. - FRANCE



Είναι εγκατεστημένος από το 1980 και περιστρέφει έναν σφαιρόμυλο συνολικού βάρους ~ 800 τόνων (έλασμα μύλου + πλάκες θωράκισης της εσωτερικής επένδυσης + αλεστικά + κυκλοφορούν φορτίο τσιμέντου), μέσω ενός μειωτή αντίστοιχης ισχύος, με **RATIO 1 : 30**. Οι **16,5** στρ. / λεπτό περιστροφής του μύλου αποτελούν την ιδανική ταχύτητα μέγιστης απόδοσης της αλεστικότητας.

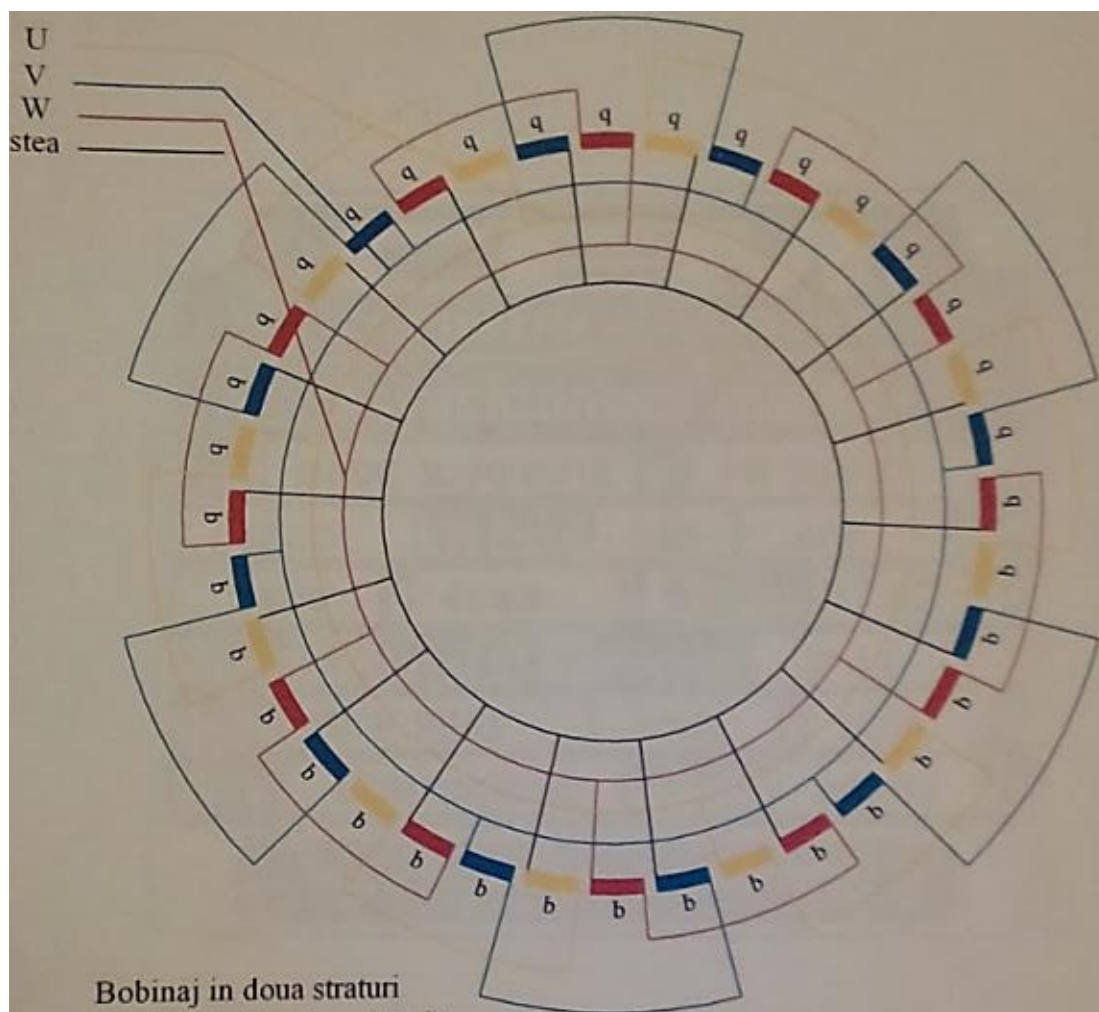
Η τεράστια ροπή που απαιτείται για να υπερνικηθεί η αδράνεια του μύλου απαιτεί όσο το δυνατόν ομαλότερη αύξηση στροφών σε συνδυασμό με χαμηλό και ελεγχόμενο ρεύμα εκκινήσεως. Αυτό επιτυγχάνεται με την σταδιακή μείωση του ρεύματος που αναπτύσσεται εξ επαγωγής στα τυλίγματα του ρότορα.

Για τον λόγο αυτό εν σειρά προς το τριφασικό τύλιγμα του ρότορα (Y) είναι συνδεδεμένοι μέσω των δακτυλίων / ψηκτρών ένας εκκινητής διαλύματος ανθρακικού νατρίου (Na_2CO_3) ο οποίος χρησιμοποιώντας την μεταβαλλόμενη (λόγω της αυξομείωσης της απόστασης) ειδική αντίσταση του διαλύματος επιτυγχάνει την μείωση του

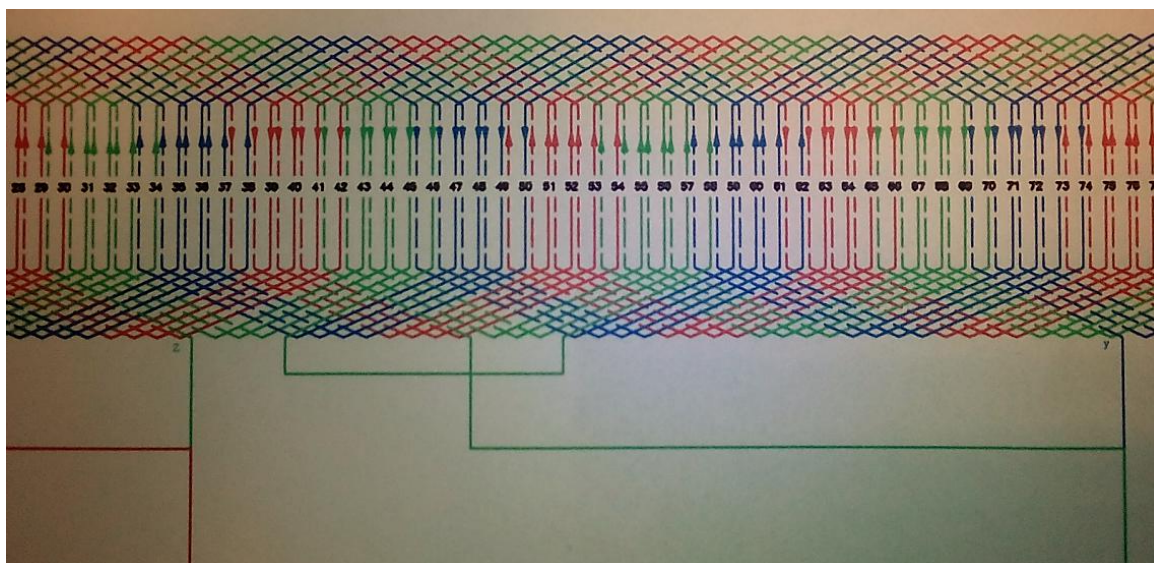


ρεύματος του ρότορα και κατά συνέπεια την ομαλή αύξηση στροφών και το ομαλό ρεύμα εκκίνησης .

Ο κινητήρας είναι 12πολικός όπως φαίνεται και στο κάτωθι διάγραμμα . Δώδεκα ομάδες τυλιγμάτων των τριών φάσεων είναι ανεπτυγμένες ομοιόμορφα εναλλάξ στις 144 αυλακώσεις του πυρήνα του στάτη . Παρατηρώντας το διάγραμμα , διακρίνουμε τον κόμβο του αστέρα (είναι η εσωτερική στεφάνη στην οποία είναι συνδεδεμένο το ένα άκρο της κάθε ομάδας τυλιγμάτων και των τριών φάσεων) . Το δεύτερο άκρο της κάθε ομάδας τυλιγμάτων είναι συνδεδεμένο σε κοινή στεφάνη γεφύρωσης των άκρων της κάθε φάσης (είναι οι τρεις στεφάνες U , V , W , που διακρίνονται στο διάγραμμα) . Οι τρεις στεφάνες των τριών φάσεων καταλήγουν σε ακροδέκτες στην πινακίδα σύνδεσης των 6600 V τροφοδοσίας του στάτη .



Στη συνέχεια παρουσιάζεται λεπτομερώς ένα τμήμα του αναπτύγματος του τυλίγματος του στάτη . Με τα χρώματα των τριών φάσεων (κόκκινο , πράσινο , μπλέ) παρατηρούμε τις ομάδες τυλιγμάτων της κάθε φάσης και πως αυτές αναπτύσσονται στις αυλακώσεις της περιφέρειας του πυρήνα . Σε κάθε αυλά-



κωση υπάρχει τύλιγμα δύο στρώσεων που σε άλλες περιπτώσεις ανήκουν στην ίδια φάση και σε άλλες , όχι . Με διακεκομμένη γραμμή συμβολίζεται η εσωτερική στρώση και με συνεχή γραμμή , η εξωτερική στρώση . Τα βέλη δείχνουν την κατεύθυνση του ρεύματος .

Ο στάτης είναι κατασκευασμένος από μαγνητικά ελάσματα από πυριτιούχο χάλυβα που έχουν κοπεί σε ειδική πρέσα προσδίδοντάς τους το κατάλληλο σχήμα . Τα ελάσματα είναι περασμένα με ειδικό μονωτικό βερνίκι και συγκρατούνται σφικτά μεταξύ τους με ραφές συγκόλλησης στην εξωτερική τους περιφέρεια . Στα αυλάκια που σχηματίζουν τα ελάσματα του στάτη , είναι τοποθετημένες οι τρεις φάσεις του τυλίγματος.

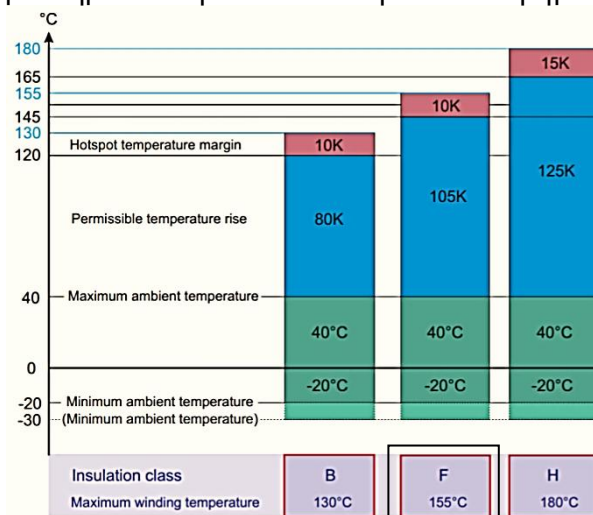
Όπως είδαμε παραπάνω, τα τυλίγματα του στάτη είναι το ηλεκτρικό μέρος του κινητήρα που συνδέεται με το δίκτυο 6,6 kV. Τα τυλίγματα αποτελούνται από επιμέρους πηνία. Τα πηνία είναι κατασκευασμένα από χάλκινες μπάρες , οι οποίες είναι διαμορφωμένες σε σχήμα , ώστε να ταιριάζουν στα αυλάκια του στάτη . Είναι περιτυλιγμένες με πολλές στρώσεις από ειδική ταινία μίκας . Η μίκα είναι ένα ορυκτό υλικό που έχει την ιδιότητα να είναι πολύ κακός αγωγός στο ηλεκτρικό ρεύμα (άριστες μονωτικές ιδιότητες) και ταυτόχρονα, καλός αγωγός στη μετάδοση της θερμότητας . Έτσι αποτελεί την ιδανική λύση όταν θέλουμε σε περιορισμένο χώρο να έχουμε αγωγούς με ισχυρό ηλεκτρικό πεδίο που διαρρέονται από μεγάλα ρεύματα. Μετά το τέλος τοποθέτησης των τυλιγμάτων στον στάτη και στον ρότορα , ακολουθεί η διαδικασία εμποτισμού με ειδικά εποξειδικά βερνίκια και το ψήσιμό τους σε ειδικούς φούρνους με κενό αέρα. Η μόνω-

ση των πηνίων αποτελεί το πιο κρίσιμο σημείο στην κατασκευή του κινητήρα διότι οποιαδήποτε αστοχία κατά τη λειτουργία του κινητήρα δημιουργεί σφάλμα φάσης προς τη γη και ο κινητήρας πρέπει να επισκευαστεί.

Το τύμπανο του δρομέα είναι κατασκευασμένο και αυτό από μαγνητικά ελάσματα από πυριπιούχο χάλυβα που κόβονται σχηματοποιημένα σε ειδική πρέσα. Τα ελάσματα είναι περασμένα με ειδικό μονωτικό βερνίκι και συγκρατούνται σφικτά μεταξύ τους με ραφές συγκόλλησης. Στα αυλάκια που σχηματίζουν τα ελάσματα του δρομέα, είναι τοποθετημένες οι τρεις φάσεις του τυλίγματος με παρόμοιο τρόπο, όπως στον στάτη. Οι τρεις άκρες των τυλιγμάτων των τριών φάσεων ενώνονται μεταξύ τους σχηματίζοντας τον κόμβο του αστέρα και οι τρεις άλλες άκρες καταλήγουν σε τρία μονωμένα και μεταξύ τους και ως προς τον άξονα, δακτυλίδια, στερεωμένα πάνω στον άξονα του δρομέα. Στα δακτυλίδια εφάπτονται οι ψήκτρες, που συγκρατούνται στις ψηκτροθήκες. Οι ψηκτροθήκες με την σειρά τους στηρίζονται στον ψηκτροφορέα που είναι στερεωμένος στο στάτη σε ξεχωριστό αεριζόμενο χώρο για την απαγωγή των υπολειμμάτων τριβής των ψηκτρών στα δακτυλίδια. Στον συγκεκριμένο κινητήρα δεν υπάρχει μηχανισμός ανύψωσης των ψηκτρών μετά το τέλος ολοκλήρωσης της διαδικασίας εκκίνησης, οι ψήκτρες εφάπτονται στα δακτυλίδια σε όλη την διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα, με αποτέλεσμα την φθορά τους που απαιτεί συνεχή καθαρισμό του χώρου που επιτυγχάνεται μέσω απαγωγής του αέρα.

Ο κινητήρας στρέψης του MT8 έχει - 54 - ψήκτρες (18 τεμ. / φάση - δακτυλίδι) τύπου **CG 665** της **Carbone Lorraine**. Μέσω αυτών απάγεται το ρεύμα που δημιουργείται εξ επαγωγής στα τυλίγματα του ρότορα κατά την εκκίνηση του κινητήρα και οδηγείται προς κατανάλωση στον εκκινητή. Είναι πολύ σημαντική η επιλογή του κατάλληλου τύπου ψήκτρας που θα χρησιμοποιηθεί καθότι τόσο οι μηχανικές (σύσταση, σκληρότητα κ.λ.π.) όσο και οι ηλεκτρικές της ιδιότητες (αγωγιμότητα, πτώση τάσης κ.λ.π.), έχουν άμεση επίδραση στην καλή λειτουργία του κινητήρα.

Η ψύξη του κινητήρα επιτυγχάνεται με μία εσωτερική πτερωτή και ενός εξωτερικού ανεμιστήρα ο οποίος μέσω μιάς διάταξης αεραγωγών απομακρύνει από το εσωτερικό του κινητήρα την θερμότητα που αναπτύσσεται στον χώρο των τυλιγμάτων στάτη και ρότορα.



Ο εννέα τόνων ρότορας του κινητήρα εδράζεται σε δύο κατάλληλα κουζινέτα σχεδιασμένα με αξονικές ανοχές κατάλληλα να δεχτούν την επιμήκυνση του ρότορα λόγω αυξημένης θερμοκρασίας κατά την λειτουργία του .

γ. Εκκινητής κινητήρα στρέψης του Μύλου Τσιμέντου Νο 8

Το υψηλό ρεύμα που δημιουργείται εξ επαγωγής στα τυλίγματα του δρομέα κατά την εκκίνηση του κινητήρα όταν αυτός καλείται να υπερνικήσει την ροπή αδράνειας και το μεγάλο μηχανικό φορτίο που είναι εφαρμοσμένο στον άξονά του , μέσω των δακτυλιδιών → ψηκτρών → καλωδίων οδηγείται στον εκκινητή του κινητήρα ο οποίος μέσω της αντίστασης που διαθέτει επιτυγχάνει την σταδιακή μείωσή του παράλληλα με την ομαλή αύξηση στροφών του κινητήρα.

Ο εκκινητής του M.T.8 είναι εκκινητής υγρής αντίστασης (ανθρακικού νατρίου Na_2CO_3) με ονομαστικά και κατασκευαστικά στοιχεία :

P : 4800 KW

U : 2000 V

I : 1450 A

Σειράς : AFAP 81 / 1600 A

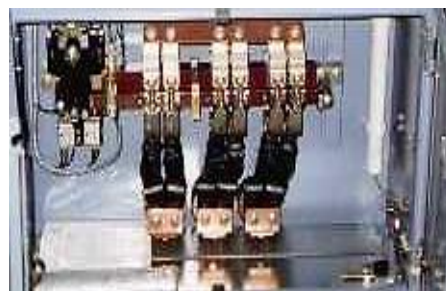
Starter Salt : Na_2CO_3 35 KG

Ηλεκτρόδια δακτυλίου : BEA

Οίκος κατασκευής : M.K.S. - Γερμανίας

Παρέχει υψηλή ικανότητα μεταφοράς ρεύματος και έχει άριστη συμπεριφορά όπου απαιτείται υψηλή αρχική ροπή .

Αποτελείται από το δοχείο του ηλεκτρολύτη (~ 3 τόνων) , τα σταθερά και κινητά ηλεκτρόδια, το σύστημα οδήγησης των κινητών ηλεκτροδίων , την αντλία ανακύκλωσης του ηλεκτρολύτη ,τον χώρο σύνδεσης των καλωδίων που έρχονται από τα δακτυλίδια του κινητήρα με τον μηχανικό βραχυκυκλωτή και τον πίνακα ελέγχου και προστασιών στον οποίο συγκεντρώνονται όλες οι προϋποθέσεις για την ορθή λειτουργία του εκκινητή .



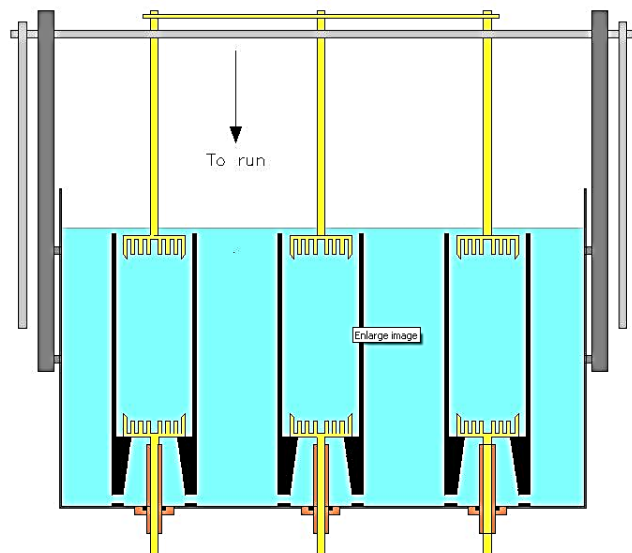
Το ρεύμα από σταθερές επαφές του ψηκτροφορέα (στον χώρο των δακτυλίων του δρομέα) μεταφέρεται στον πίνακα τροφοδοσίας του εκκινητή μέσω 9 καλωδίων (3 τεμ. / φάση) , από μονοπολικά καλώδια 400 mm² N2XSY - XLPE 10 KV .

Η λειτουργία του εκκινητή

Κατά την εκκίνηση του κινητήρα , ο εκκινητής βρίσκεται σε συγκεκριμένη θέση (που διασφαλίζεται μέσω επαφής τερματοδιακόπτη η οποία αποτελεί προϋπόθεση για το start του A/Δ τροφοδοσίας 6,6 kV στον στάτη του κινητήρα).

Στον εκκινητή η απόσταση μεταξύ του τριπολικού βραχυκυκλωτή (που φέρει τα κινητά ηλεκτρόδια) και των τριών πόλων (σταθερά ηλεκτρόδια στα οποία έρχεται το ρεύμα του ρότορα), είναι η μέγιστη και κατά συνέπεια και η αντίσταση που παρέχει το διάλυμα που παρεμβάλλεται μεταξύ των κινητών ηλεκτροδίων του βραχυκυκλωτή και των σταθερών ηλεκτροδίων , είναι η μέγιστη.

Με το ξεκίνημα του κινητήρα ξεκινά και η κίνηση του βραχυκυκλωτή , συγκλίνοντας προς τους σταθερούς πόλους .Η απόσταση τους μειώνεται παράλληλα με την μείωση της αντίστασης του διαλύματος και του ρεύματος εκκίνησης , ενώ αντίθετα οι στροφές του κινητήρα αυξάνονται σταδιακά .Στο τέλος αυτής της διαδικασίας (~ 25 sec) η απόσταση μεταξύ των κινητών ηλεκτροδίων του βραχυκυκλωτή και των σταθερών ηλεκτροδίων , η αντίσταση του διαλύματος και το ρεύμα εκκίνησης έχουν ελαχιστοποιηθεί , ο κινητήρας έχει αναπτύξει τις ονομαστικές του στροφές, ο βραχυκυκλωτής γεφυρώνει τους τρεις σταθερούς πόλους - ουσιαστικά τα τρία δακτυλίδια του ρότορα - , μετατρέποντας τον κινητήρα σε κινητήρα βραχυκυκλωμένου δρομέα .



Στην θέση αυτή ο εκκινητής θα παραμείνει σε όλη τη διάρκεια λειτουργίας του κινητήρα . Θα επανέλθει στην αρχική του θέση μόνο όταν ο A/Δ τροφοδοσίας των 6,6 kV στον στάτη του κινητήρα “ ανοίξει ” , αναμένοντας νέα εκκίνηση του κινητήρα .

**δ. Βλάβη στον κινητήρα M.T.8
(4800 KW – 6600 V – 494 A – 500 RPM)**

(Κυριακή 5/9/2010 , 22.30)

Εκκίνηση και άμεση πτώση του κινητήρα μύλου, έλεγχος οργάνου προστασίας στην κυψέλη του A/Δ κινητήρα κύριας κίνησης . Βρέθηκε σφάλμα υπερεντάσεως **16 X I_{ov}** σε μιά από τις τρεις φάσεις . Αποσύνδεση καλωδίων παροχής κινητήρα 3 X 1 X 400 mm² N2XSY - XLPE 10 kV από την έξοδο του A/Δ και από την πινακίδα του κινητήρα. Έγιναν οι ακόλουθες μετρήσεις :

A) μέτρηση καλωδίων : τάση δοκιμής 5000 V

	U-PE	V-PE	W-PE
30 sec	24,7 MΩ	23,8 MΩ	1,86 KΩ
60 sec	25,8 MΩ	24,7 MΩ	1,86 KΩ

Η αντίσταση μόνωσης στα καλώδια των φάσεων U + V ως προς γή είναι πολύ χαμηλή , στο καλώδιο της φάσης W , μη αποδεκτή (καλώδιο κατεστραμμένο).

B) μέτρηση στάτη : τάση δοκιμής 5000 V

Αδυναμία εφαρμογής της τάσης δοκιμής , ισχυρό βραχυκύκλωμα μεταξύ φάσεων, συμμετρική ένδειξη ~ 1,5 KΩ .

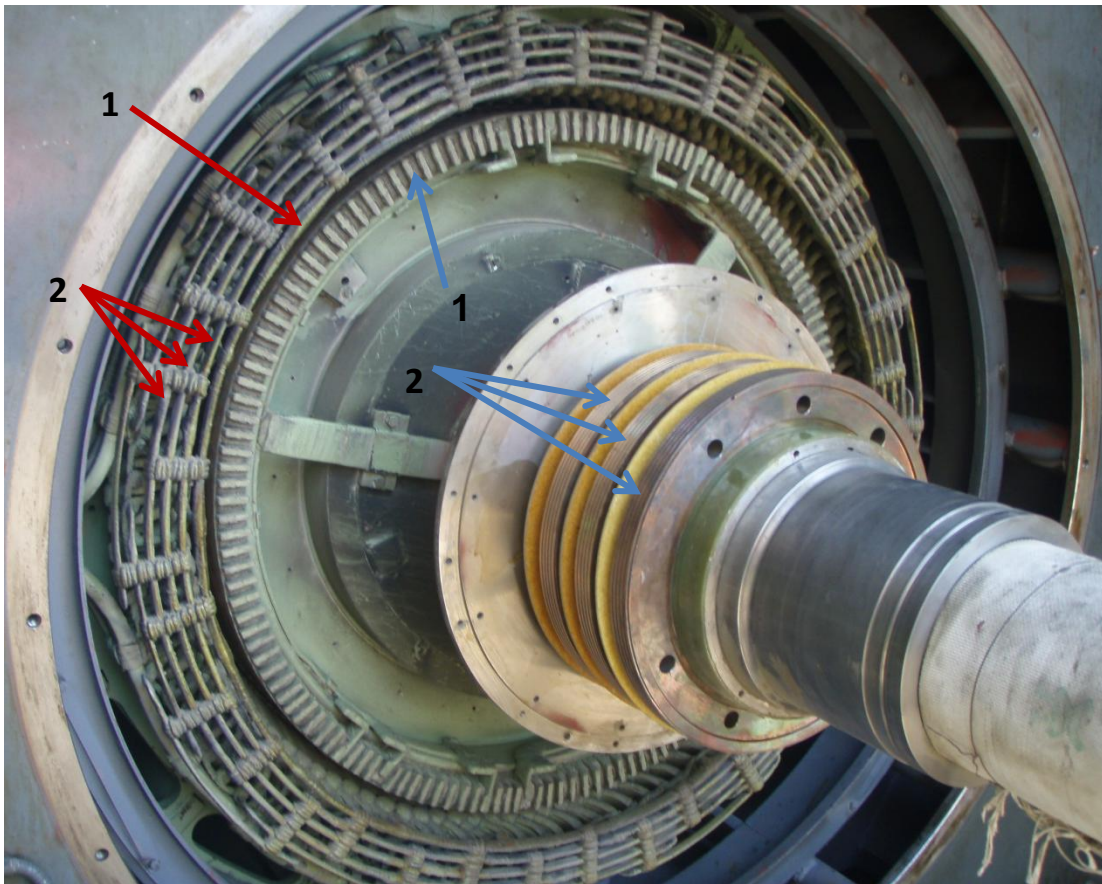
Γ) μέτρηση ρότορα : τάση δοκιμής 1000 V (ψήκτρες εκτός) , αντίστοιχα προς τον στάτη , πολύ χαμηλή αντίσταση μόνωσης στην περιέλιξη.

Ένδειξη βραχυκυκλώματος της περιέλιξης με τον πυρήνα.

Αποφασίστηκε το κατέβασμα του κινητήρα και αποσυναρμολόγηση αυτού.

Έλεγχος των - 3 - καλωδίων παροχής του κινητήρα σε όλο το μήκος αυτών, τελικά βρέθηκε ισχυρό κλατάρισμα του καλωδίου της φάσης - W - στο σημείο επαφής του στο 2ο τσιγγέλι ανάρτησης στο υπόγειο κανάλι καλωδίων κάτω από το μηχανοστάσιο του μύλου . Λόγω του ότι η αντίσταση μόνωσης των καλωδίων και των δύο άλλων φάσεων είναι αρκετά χαμηλή αποφασίστηκε η αντικατάσταση των καλωδίων .

Η αντικατάστασή τους έγινε καθ' όλο το μήκος τους την περίοδο επισκευής του κινητήρα στο εξωτερικό .



Ο κινητήρας του Μ.Τ.8 κατά την διαδικασία αποσυναρμολόγησής του μετά από βλάβη στα τυλίγματα του δρομέα και του στάτη . Διακρίνονται :

- Στον στάτη :**
1. Η εσωτερική στεφάνη του ουδέτερου κόμβου.
 2. Οι τρεις στεφάνες γεφύρωσης των άκρων από τις ομάδες τυλιγμάτων της κάθε φάσης (U , V , W).
- Στον ρότορα :**
1. Οι μπάρες των τυλιγμάτων στις αυλακώσεις του δρομέα.
 2. Τα τρία δακτυλίδια στερεωμένα πάνω στον άξονα του δρομέα .

Σε αυτή την φάση αποσυναρμολόγησης (εξαγωγή κουζινέτων έδρασης δρομέα, ανοικτά τα καπάκια εμπρός και πίσω του κινητήρα , εξα-



γωγή του κιβωτίου ψηκτροφοφορέα / ψηκτροθηκών , εξαγωγή της εσωτερικής πτερωτής ψύξης), δεν εντοπίστηκε οποι-



οδήποτε σημείο αστοχίας και αποφασίστηκε η εξαγω-

γή του ρότορα για έλεγχο εσωτερικά .

Η εξαγωγή του ρότορα λόγω του βάρους του (~ 9 τόνοι) , απαιτεί χρήση γερανογέφυρας σε συνδυασμό με χρήση γερανού με δυνατότητα κινήσεων ακριβείας



Εξαγωγή του ρότορα μέσα από τον στάτη του κινητήρα

Με το τέλος της εξαγωγής του ρότορα από τον στάτη έγινε εντοπισμός της βλάβης :

A) **στάτης** : εκτεταμένη φθορά σε περιοχή 20 X 20cm. Σε πλάτος 5 συνεχόμενων σπειρών λειωμένες σπείρες και σημειακή καταστροφή των ελασμάτων του πυρήνα σε βάθος μεγαλύτερο των - 8 - cm που έχει επηρεάσει και την κάτω στρώση των σπειρών.



τω στρώση των σπειρών.

B) **ρότορας** : στην αντίστοιχη θέση ως προς τον στάτη , εκτεταμένη φθορά στις μπάρες της περιέλιξης και στα ελάσματα του πυρήνα.

Η βλάβη του ρότορα φαίνεται να προήλθε δευτερογενώς από υπερπήδηση του ρεύματος από την αντίστοιχη απέναντι αστοχία του στάτη και ενώ αυτός ευρίσκετο σε στάση κατά την εκκίνηση.

Ως αιτία της βλάβης του κινητήρα θεωρήθηκε η κάκιση αντίσταση μόνωσης των παροχικών καλωδίων 6,6 kV ,σε συνδυασμό με την γερασμένη μόνωση των τυλιγμάτων του στάτη .Η εγγύτητα του σημείου βραχυκυκλώματος του παροχικού καλωδίου στον κινητήρα (~15 μέτρα) και η μεγάλη του απόσταση (~ 200 μέτρα) από τον Α/Δ τροφοδοσίας (με τα όργανα προστασίας) ,πιθανότατα υπήρξε καθο-

ριστικής σημασίας για την έκταση της βλάβης που προκλήθηκε στον κινητήρα.

Αποφασίστηκε η κλήση εξωτερικών επισκευαστικών συνεργείων (A.B.B. , ROTEC , NAYTEX , ΝΤΑΝΑΚΑΣ) για εκτίμηση βλάβης . Κοινή εκτίμηση για ολική αναπεριέλιξη στάτη και ρότορα λόγω της έκτασης της βλάβης . Λόγω του μεγέθους του κινητήρα η επισκευή του θα γίνει σε επισκευαστικό κέντρο του εξωτερικού .

Ο κινητήρας συναρμολογήθηκε και με νταλικά μεταφέρθηκε σε επισκευαστικό κέντρο μεγάλων κινητήρων (Gena Electric) της **ELECTROPUTERE** στο Βουκουρέστι της Ρουμανίας, όπου παρέμεινε για ~ 90 ημέρες για πλήρη επισκευή . Στο τέλος της επισκευής , τεχνικοί της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ μετέβησαν στην Gena Electric προς διενέργεια σειράς δοκιμών και μετρήσεων πριν την επιστροφή του κινητήρα στην Ελλάδα.

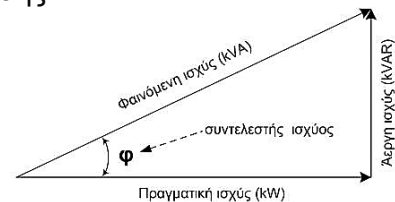
(Στο « ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ » , ακολουθούν αναφορές δοκιμών και μετρήσεων του κινητήρα , που εκτελέσθηκαν στο κέντρο ποιοτικού ελέγχου της Gena Electric).

4. Πυκνωτές Ισχύος

α. Στο εργοστάσιο είναι εγκατεστημένοι και λειτουργούν σήμερα περίπου 2.500 κινητήρες μέσης και χαμηλής τάσης με ισχύ από μερικά Watt έως ~ 5000 KW. Στα μεγάλα αυτά επαγωγικά φορτία για την δημιουργία και διατήρηση του μαγνητικού πεδίου απαιτείται ηλεκτρικό ρεύμα το οποίο πρέπει να παρασχεθεί από την ΔΕΗ.

Το ρεύμα αυτό μεταφέρει την « άεργη ισχύ » που χρησιμοποιείται στη δημιουργία των πεδίων και την « πραγματική ισχύ » που μετατρέπεται στο χρήσιμο έργο. Το διανυσματικό άθροισμα των δύο δημιουργεί την « φαινόμενη ισχύ », που αποτελεί το συνολικό απορροφούμενο ρεύμα μιας εγκατάστασης.

Οι σχέσεις που συνδέουν αυτές τις τρεις μορφές ισχύος είναι αυτές των πλευρών ενός ορθογωνίου τριγώνου .



Η έννοια της « αέργου » ισχύος έχει στην πραγματικότητα να κάνει με ποσά ενέργειας που παλινδρομούν μεταξύ πηγής (ΔΕΗ) και ηλεκτρικής εγκατάστασης. Τα μαγνητικά πεδία (επειδή το ρεύμα που τα δημιουργεί είναι εναλλασσόμενο) μεταβάλλονται και εναλλάσσονται συνεχώς, στη φάση της δημιουργίας ή αύξησης της έντασής τους απορροφούν ηλεκτρική ενέργεια από την πηγή (ΔΕΗ), κατά τη μείωση της έντασης ή την κατάρρευσή τους επιστρέφουν το ίδιο ποσό ενέργειας πίσω στην πηγή.

Σκοπός της αντιστάθμισης είναι η μείωση της αέργου ισχύος που απορροφά μια ηλεκτρική εγκατάσταση από τη ΔΕΗ, έτσι ώστε η πραγματική ισχύς να πλησιάσει όσο το δυνατόν την φαινόμενη και άρα ο συντελεστής ισχύος να πλησιάσει τη μονάδα.

Η αντιστάθμιση επιτυγχάνεται κυρίως με τη χρήση πυκνωτών, που τοποθετούνται παράλληλα με τα επαγωγικά φορτία, έτσι ώστε η ενέργεια που είναι απαραίτητη για τη δημιουργία των μαγνητικών τους πεδίων να μην παλινδρομεί μεταξύ ΔΕΗ και εγκατάστασης αλλά μεταξύ των πηνίων και των πυκνωτών της ίδιας της εγκατάστασης. Οι πυκνωτές δηλαδή παρέχουν στα πηνία την ενέργεια που χρειάζονται κατά τη φάση της δημιουργίας των μαγνητικών τους πεδίων και αποθηκεύουν την ενέργεια που επιστρέφουν τα πηνία , όταν τα πεδία τους καταρρέουν για να τους την δώσουν ξανά στον επόμενο κύκλο δημιουργίας – κατάρρευσης κ.ο.κ.

Στο εργοστάσιο ακολουθείται συνδυασμένος τρόπος αντιστάθμισης της αέργου ισχύος :

α . μεμονωμένη αντιστάθμιση με εφαρμογή σε μεγάλους κινητήρες με σταθερούς συντελεστές ισχύος και μεγάλους χρόνους εκκίνησης , έχοντας ως αποτέλεσμα την αποφόρτιση των αγωγών παροχής των κινητήρων .

β . ομαδική αντιστάθμιση με εφαρμογή σε ομάδες φορτίων (π.χ. σε Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης 500 V) ,προσδίδοντας το πλεονέκτημα μείωσης της πτώσης τάσης στις γραμμές τροφοδοσίας των μηχανημάτων της ομάδας .

Σύμφωνα με τα ανωτέρω , οι πυκνωτές στο εργοστάσιο είναι τοποθετημένοι :

- A. Παράλληλα με την είσοδο των Γενικών Πινάκων Αυτομάτων Διακοπών 6,6 KV των Υποσταθμών No 1 + No 2 150 / 6,6 kV .
- B. Παράλληλα με όλους (22) τους κινητήρες μέσης τάσης 6,6 kV .
- Γ. Παράλληλα με τα φορτία (τροφοδότηση ηλεκτρικών διανομών μηχανημάτων παραγωγικής διαδικασίας) στους κατά τόπους Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης 500 V .

β. ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΩΝ ΠΥΚΝΩΤΩΝ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟΥ

A. ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΤΟΥΣ ΓΕΝΙΚΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ Α/Δ 6,6 KV

Υποσταθμός No 1	150 / 6,6 KV	3 x 1200 KVAR	3600 KVAR
Υποσταθμός No 2	150 / 6,6 KV	3 x 1200 KVAR	3600 KVAR

B. ΕΓΚΑΤΕΣΤΗΜΕΝΟΙ ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΤΟΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΜΕΣΗΣ ΤΑΣΗΣ 6,6 KV

ΕΞΟΡΥΞΗ Α΄ ΥΛΩΝ (ΛΑΤΟΜΕΙΟ ΑΣΒΕΣΤΟΛΙΘΟΥ)

			ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	ΙΣΧΥΣ ΠΥΚΝΩΤΩΝ
ΚΙΝΗΣΗ ΠΡΩΤΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ ΘΡΑΥΣΗΣ			1120 KW	400 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΔΕΥΤΕΡΟΓΕΝΟΥΣ ΣΤΡΟΦΕΙΟΥ ΘΡΑΥΣΗΣ			1200 KW	400 KVAR

ΠΕΡΙΣΤΡΟΦΙΚΗ ΚΑΜΙΝΟΣ Νο 1 (Π.Κ.1) + ΜΥΛΟΣ ΦΑΡΙΝΑΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΛΙΝΚΕΡ)

	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	ΙΣΧΥΣ ΠΥΚΝΩΤΩΝ
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 1 ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (ESP)	3700 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 2 ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (ESP)	3700 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 1 ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (IDF)	3700 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡ Νο 2 ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ Π.Κ.1 (IDF)	3770 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΕΞΑΓΩΓΗΣ ΑΕΡΙΩΝ Η/Φ	540 KW	200 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ Νο 1	450 KW	180 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒ. Νο 1	360 KW	150 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ Νο 2	450 KW	180 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΑΣ ΕΛΚΥΣΜΟΥ ΑΕΡΙΩΝ ΜΥΛΟΥ ΚΑΡΒ. Νο 2	360 KW	150 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΤΡΑΠΕΖΑΣ ΑΛΕΞΕΩΣ ΜΥΛΟΥ ΦΑΡΙΝΑΣ Νο 1	3500 KW	1200 KVAR

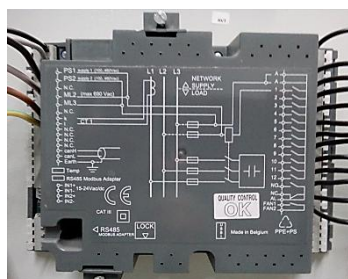
ΜΥΛΟΙ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ)

	ΙΣΧΥΣ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	ΙΣΧΥΣ ΠΥΚΝΩΤΩΝ
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 4	3530 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 4	315 KW	202 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 5	3530 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 5	315 KW	150 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 6	4600 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 6	500 KW	180 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 7	4600 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 7	500 KW	220 KVAR
ΚΙΝΗΣΗ ΜΥΛΟΥ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ Νο 8	4800 KW	1200 KVAR
ΑΝΕΜΙΣΤ. ΚΥΚΛΟΦ. ΑΕΡΙΩΝ ΔΙΑΧΩΡΙΣΤΗ ΜΥΛ.ΤΣΙΜ. Νο 8	630 KW	220 KVAR

Γ. ΕΓΚΑΤΕΣΤ. ΠΥΚΝΩΤΕΣ ΣΤΟΥΣ ΓΕΝΙΚΟΥΣ ΠΙΝΑΚΕΣ ΧΑΜΗΛΗΣ ΤΑΣΗΣ 500 V

1. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 1 Π.Κ.1 600 KVAR
2. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 2 Π.Κ.1 600 KVAR
3. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 3 Π.Κ.1 600 KVAR
4. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΚΑΡΒΟΥΝΟΥ 600 KVAR
5. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΔΟΛΟΜΙΤΗ 600 KVAR
6. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΜΥΛ.ΤΣ. 4-5 600 KVAR
7. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΜΥΛ.ΤΣ. 6-7 600 KVAR
8. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΜΥΛ.ΤΣ. 8 600 KVAR
9. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού ΤΕΦΡΩΝ 600 KVAR
10. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 1 ΣΑΚΚ. 600 KVAR
11. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 2 ΣΑΚΚ. 600 KVAR
12. Γεν. Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Υποσταθμού Νο 3 ΣΑΚΚ. 600 KVAR

Όπως προαναφέραμε στο κεφάλαιο παρουσίασης των Γενικών Πινάκων Χαμηλής Τάσης - 500 V - , όλοι οι πίνακες είναι καινούργιοι (στα πλαίσια του προγράμματος εκσυγχρονισμού ELECTRIC MASTER PLAN). Οι νέοι αυτοί πίνακες συνοδεύονται από ξεχωριστό ερμάριο στο οποίο βρίσκεται συστοιχία πυκνωτών η οποία τροφοδοτείται με 500 V από ξεχωριστή παροχή του Γ.Π.Χ.Τ. Η συστοιχία αυτή των πυκνωτών αποτελείται από 12 μονάδες , ισχύος 50 KVAR έκαστη . Στο ερμάριο των πυκνωτών υπάρχει συσκευή ελέγχου της τρέχουσας τιμής του συντελεστή ισχύος του συγκροτήματος μηχανημάτων που



τροφοδοτούνται από τον Γ.Π.Χ.Τ. Αναλόγως της εκάστοτε τιμής του συντελεστή ισχύος , σε συνδυασμό με την επιθυμητή τιμή που έχουμε ρυθμίσει εμείς την συσκευή ελέγχου , τίθενται ΕΝΤΟΣ ή ΕΚΤΟΣ μονάδες πυκνωτών , με στόχο να συγκλίνουν η επιθυμητή με την πραγματική τιμή, βελτιώνοντας τον συντελεστή ισχύος .

γ . Πλεονεκτήματα από τη βελτίωση της άεργου ισχύος.

Η αυξημένη τιμή ρεύματος λόγω της επαγωγικής φύσης των φορτίων έχει τα παρακάτω αποτελέσματα:

1. Αύξηση των απωλειών στις γραμμές μεταφοράς και των αγωγών τροφοδοσίας.
2. Υπερδιαστασιολόγηση των αγωγών μεταφοράς και τροφοδοσίας.
3. Μη ορθολογική χρήση της ηλεκτρικής ενέργειας.
4. Προβλήματα ευστάθειας στο ηλεκτρικό δίκτυο.

Οι επιχειρήσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και οι διαχειριστές του ηλεκτρικού δικτύου επιβάλλουν στους βιομηχανικούς καταναλωτές την βελτίωση του συντελεστή ισχύος τους .

Η βελτίωση του συντελεστή ισχύος (με στόχο την επίτευξη $\cos(\varphi) > 0.95$) , παρέχει τα παρακάτω πλεονεκτήματα τόσο στο δίκτυο μεταφοράς και διανομής (ΔΕΗ) , όσο και στους καταναλωτές :

Μείωση του ρεύματος που ρέει στους αγωγούς του συστήματος παραγωγής-διανομής της ΔΕΗ (μείωση ζήτησης) με αποτέλεσμα να αυξάνεται η ικανότητα απόκρισής του σε αυξημένα φορτία και τη σημαντική μείωση απωλειών ισχύος στα δίκτυα Μεταφοράς και Διανομής.

Μείωση της Χρεωστέας Μέγιστης Ζήτησης (Χ.Μ.Ζ.) που εμφανίζεται στα βιομηχανικά τιμολόγια πελατών μέσης τάσεως της ΔΕΗ (π.χ. Β2Β), με αποτέλεσμα μικρότερους μηνιαίους λογαριασμούς.

Μείωση των απωλειών ισχύος στα καλώδια παροχής μιας εγκατάστασης λόγω της μείωσης του απορροφούμενου ρεύματος.

Η εξοικονόμηση αυτή της ενέργειας οδηγεί ταυτόχρονα και στην ελάττωση της εκπομπής ρύπων προς το περιβάλλον γεγονός πολύ σημαντικό στις μέρες μας.

5. Ασφάλεια Εγκαταστάσεων και Ασφαλής Εργασία

Μεγάλη έμφαση δίνεται τα τελευταία χρόνια σε θέματα τήρησης διαδικασιών για ασφαλή εργασία, καθώς και στην υποχρεωτική παρουσία προτύπων ασφαλείας τόσο στην κατασκευή όσο και στην λειτουργία του σύγχρονου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού.

Προ της εγκατάστασης του σύγχρονου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού που έγινε τα τελευταία χρόνια στα πλαίσια του ELECTRIC MASTER PLAN και περιλαμβάνει:

- A. Τους γενικούς πίνακες κυψελών Αυτομάτων Διακοπών 6,6 kV των Υποσταθμών Νο 1 + Νο 2 150 / 6,6 kV.
- B. Τους μετασχηματιστές 6,6 / 0,5 kV όλων των τοπικών Υποσταθμών .
- Γ. Τους Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης 0,5 kV όλων των τοπικών Υποσταθμών 6,6 / 0,5 kV.
- Δ. Όλες τις Ηλεκτρικές Διανομές 0,5 kV , που τροφοδοτούνται από τους Γενικούς Πίνακες Χαμηλής Τάσης και τροφοδοτούν μηχανήματα της παραγωγικής διαδικασίας (η εργασία αυτή συνεχίζεται) ,

προηγήθηκε εκτεταμένη συλλογή στοιχείων σε όλα τα επίπεδα της ηλεκτρολογικής εγκατάστασης για να προσδιοριστούν :

- α. το επίπεδο ασφάλειας που θα πρέπει να παρέχει ο νέος εξοπλισμός (κυψέλες Αυτομάτων Διακοπών , Γενικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης , κ.λ.π. , στον χρήστη.
- β. το επίπεδο ασφαλείας που απαιτείται από τον χρήστη , για χειρισμό στον νέο εξοπλισμό .

Ο προσδιορισμός των δύο ως άνω παραμέτρων, οδήγησε :

- α. Στην αγορά του κατάλληλου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού .
- β. Στην αγορά των κατάλληλων Μέσων Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.) , που απαιτούνται για ασφαλή χειρισμό του νέου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού .

Η ανάθεση αυτής της εργασίας εδόθη στην εταιρία SCHNEIDER , η οποία με το κατάλληλο προσωπικό και σε συνεργασία με τεχνικούς της ΑΓΕΤ , προχώρησε στην κατάρτιση της “ ΜΕΛΕΤΗΣ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΤΟΞΟΥ ” - ARC FLASH STUDY - Σε αυτήν θα αναφερθούμε περιληπτικά :

α . Μελέτη εκτίμησης επικινδυνότητας ηλεκτρικού τόξου (Arc Flash Study)

Μετριάσμός του arc flash

Στόχος της μελέτης είναι η ασφάλεια του προσωπικού της ΑΓΕΤ ΗΡΑΚΛΗΣ κατά τη διάρκεια εργασιών στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό. Η εκπόνηση μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας ηλεκτρικού τόξου (Arc Flash Study), βασίζεται στις προδιαγραφές που ορίζει το πρότυπο **IEEE 1584** και περιλαμβάνει διάφορα στάδια, όπου αναλύονται τα αποτελέσματα καταγραφής του εξοπλισμού έτσι ώστε να δοθούν οι κατάλληλες προτάσεις ως προς τα απαραίτητα μέτρα ατομικής προστασίας για την ασφάλεια στην εκάστοτε εγκατάσταση. Αυτή η μελέτη, η οποία προσφέρει σημαντικά πορίσματα, μπορεί να σώσει ανθρώπινες ζωές αλλά και να υποστηρίξει την άρτια λειτουργία της εγκατάστασης.

Περίληψη των κυριότερων σημείων

Η δημιουργία ηλεκτρικού τόξου μπορεί να οδηγήσει σε σοβαρό τραυματισμό εργαζομένων, συμπεριλαμβανομένων σοβαρών κακώσεων καύσης (εγκαυμάτων). Τα πιο αποτελεσματικά προγράμματα ασφάλειας ηλεκτρικού τόξου δεν είναι εκείνα που βασίζονται στην κατάρτιση των εργαζομένων, στα προειδοποιητικά σήματα και στον (Προσωπικό Προστατευτικό Εξοπλισμό – Μέσα Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.), αλλά εκείνα που έχουν ενσωματώσει την "**ασφάλεια από το σχεδιασμό**". Αυτή η εργασία εξετάζει αυτές τις επιλογές σχεδιασμού και μηχανικών ελέγχων που συμβάλλουν στην ελαχιστοποίηση του κινδύνου ενός ηλεκτρικού τόξου.

Εισαγωγή

Ο κίνδυνος ανάφλεξης ηλεκτρικού τόξου ορίζεται ως " μια επικίνδυνη κατάσταση που σχετίζεται με την πιθανή απελευθέρωση της ενέργειας που προκαλείται από ένα ηλεκτρικό τόξο. Ένα σφάλμα (ή βραχυκύκλωμα) είναι εκείνη η κατάσταση κατά την οποία το ηλεκτρικό ρεύμα ρέει μέσω του αέρα και όχι σε μια σταθερή σύνδεση μεταξύ φάσεων, ή από φάση στη γείωση. Λόγω του υψηλών επιπέδων ρεύματος και των σχετικά υψηλών τάσεων που συνδέονται τυπικά με συστήματα διανομής ηλεκτρικής ενέργειας, αυτά τα arcing flash μεταφέρουν υψηλά επίπεδα ενέργειας, απελευθερώνοντας μεγάλη ποσότητα θερμότητας και πίεσης στο περιβάλλον. Θεωρούμε τα αποτελέσματα

ενός arc flash ως μία ηλεκτρική έκρηξη . Τα arc flash μπορεί να προκύψουν από ακούσια επαφή με ενεργειακά εξαρτήματα , αστοχία εξοπλισμού ή μια σειρά άλλων αιτίων. Το προκύπτον κύμα θερμότητας και πίεσης μπορεί να προκαλέσει σοβαρούς τραυματισμούς στους εργαζόμενους συμπεριλαμβανομένων σοβαρών κακώσεων καύσης - εγκαύματα. Στις χειρότερες περιπτώσεις , οι τραυματισμοί είναι θανατηφόροι. Η θερμότητα και η πίεση μπορούν επίσης να προκαλέσουν σημαντική ζημιά στον εξοπλισμό εντός του οποίου προκύπτουν σφάλματα τόξου. Μεγάλες εγκαταστάσεις με δυνατότητα παροχής υψηλών επιπέδων ενέργειας , όπως αυτά που υπάρχουν στα πεδία χειρισμού υποσταθμών Υψηλής Τάσης (150 kV) και στους ηλεκτρικούς υποσταθμούς Μέσης Τάσης (6,6 kV) αποτελούν επικίνδυνες περιοχές δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου .

Η ευαισθητοποίηση του κλάδου για τους κινδύνους του ηλεκτρικού τόξου έδωσε περισσότερη προσοχή στα πρότυπα ασφαλείας.

Το **NFPA 70E - 2012** , το πρότυπο για την ηλεκτρική ασφάλεια στο χώρο εργασίας , είναι ο κύριος κλάδος συναινετικού προτύπου στις ΗΠΑ που αντιμετωπίζει την ασφάλεια του τόξου . Περιέχει εκτεταμένες πληροφορίες σχετικά με τις πρακτικές ασφαλούς εργασίας, διαδικασίες ανάλυσης , απαιτήσεις για τεκμηρίωση και την επισήμανση του εξοπλισμού και τις αρχές επιλογής Μ.Α.Π. που προορίζονται να επιτρέψουν στους εργαζομένους να είναι κατάλληλα προστατευμένοι από τους κινδύνους ηλεκτρικού τόξου . Το Πρότυπο **IEEE 1584-2002** , αποτελεί τον οδηγό για εκτέλεση υπολογισμών κινδύνου πυρκαγιάς από ηλεκτρικό τόξο , περιέχει ένα εμπειρικό μοντέλο υπολογισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση των επιπέδων κινδύνου αναφλέξεως από ηλεκτρικό τόξο σε συστήματα ισχύος που λειτουργούν από 208 V - 15 kV.

Το **NFPA 70E-2012** , δεν απαιτεί απαραίτητως από τον πελάτη να εκτελεί υπολογισμούς ηλεκτρικού τόξου χρησιμοποιώντας τις μεθόδους υπολογισμού του **IEEE 1584-2002** , αλλά δεδομένου ότι κάνει μια τέτοια μελέτη , είναι ο μόνος τρόπος με τον οποίο μπορεί να αξιολογηθεί η δυνητική επίδραση των λύσεων μετριασμού του ηλεκτρικού τόξου και είναι η συνιστώμενη επιλογή.

Η αυξημένη συνειδητοποίηση των κινδύνων του τόξου και των ετών έρευνας του φαινομένου οδήγησε σε αυστηρότερους κανονισμούς στα τέλη της δεκαετίας του 1990 και στις αρχές της δεκαετίας του 2000. Στη παρούσα δεκαετία η κατανόηση και η ευαισθητοποίηση σχετικά με το ηλεκτρικό τόξο και τους συναφείς κινδύνους έχει αυξηθεί μεταξύ των ηλεκτρολόγων, των μηχανικών και του προσωπικού ασφαλείας. Αλλά ενώ μεγάλη προσοχή έχει επικεντρωθεί στην ανάγκη για ανάλυση του συστήματος και την επιλογή των κατάλληλων

προσωπικών Μέσων Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.), η εφαρμογή λύσεων , προϊόντων ή σχεδιασμού που αποσκοπούν στη μείωση του επιπέδου κινδύνου ή το μετριασμό του κινδύνου δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου έχουν λάβει σχετικά μικρή προσοχή.

Αυτή η μελέτη παρέχει πληροφορίες σχετικά με μεθόδους μετριασμού των επιπτώσεων του ηλεκτρικού τόξου .

Ανάλυση και σήμανση

Το πρότυπο **NFPA 70E-2012** απαιτεί από έναν πελάτη να εκτελεί ανάλυση ηλεκτρικών κινδύνων , συμπεριλαμβανομένης της εκτίμησης κινδύνου από ηλεκτρικό τόξο , όταν οι εργαζόμενοι πρόκειται να εκτεθούν σε ενεργοποιημένο εξοπλισμό που λειτουργεί σε 50V ή περισσότερο. Το ως άνω πρότυπο επιτρέπει την επιλογή του κατάλληλου Μ.Α.Π. έναντι ηλεκτρικού τόξου με βάση είτε μια ανάλυση του επιπέδου ηλεκτρικής ενέργειας (π.χ. μελέτη που γίνεται σύμφωνα με το **IEEE 1584-2002**), ή με τη χρήση πινάκων στο NFPA 70E που καθορίζουν τις ελάχιστες απαιτήσεις Μ.Α.Π. που βασίζονται σε συγκεκριμένες εργασίες που εκτελούνται για εξοπλισμό διάφορων κατηγοριών.

Το **IEEE 1584** καθιερώνει μια διαδικασία **εννέα** βημάτων για τη συλλογή πληροφοριών και τον υπολογισμό των κινδύνων του ηλεκτρικού τόξου .

Τα βήματα αυτά είναι :

1. Συλλογή δεδομένων ηλεκτρ. συστήματος

Η συλλογή των δεδομένων μιάς εγκατάστασης είναι το πιο δύσκολο και χρονοβόρο βήμα για την πραγματοποίηση μιας ανάλυσης επικινδυνότητας ηλεκτρικού τόξου , αλλά οι ακριβείς πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για τον σωστό υπολογισμό των ορίων του τόξου. Ένα σχετικά μικρό σφάλμα σε αυτό το σημείο μπορεί να ακυρώσει όλους τους υπολογισμούς ηλεκτρικού τόξου. Ένας κατάλογος παραθέτει τις ελάχιστες πληροφορίες που πρέπει να συγκεντρωθούν , όπως φαίνεται στον πίνακα στα δεξιά.

Οι πληροφορίες που συλλέγονται πρέπει να

Εξοπλισμός	Απαιτούμενη Πληροφ.
Χρησιμότητα	SC συνεισφορά Αρχική Τάση X/R 3-phase
<u>Μετασχηματιστές</u>	Ονομαστικά kVA Τάση Πρωτεύοντος Τάση Δευτερεύοντος % Z Αντίσταση
Αγωγοί	Μέγεθος (A W G) Μήκος αγωγών Αριθμός ανά φάση Υλικό κατασκευής αγωγού Υλικό κατασκευής της μόνωσης του αγωγού
Αυτόματοι Διακόπτες	Μοντέλο <u>Αυτ. Διακόπτη</u> Όριο Πτώσης A/Δ ή στοιχεία ρύθμισης A/Δ Οι ακόλουθες <u>πληροφορίες</u> είναι αυτές που ισχύουν για τον συγκεκριμένο διακόπτη: Plug, LTPU, LTD, STPU, STD, INST
Ασφάλειες	Μοντέλο Όριο τήξης
Κινητήρες	Ονομαστικοί HP

καταγράφονται σε ένα μονοδιάστατο διάγραμμα του ηλεκτρικού συστήματος της εγκατάστασης. Αυτό το διάγραμμα πρέπει να ενημερώνεται κάθε φορά που γίνονται τροποποιήσεις στο σύστημα.

2. Προσδιορισμός του τρόπου λειτουργίας

Πολλά ηλεκτρικά συστήματα, ειδικά σε μικρότερες εγκαταστάσεις, διαθέτουν μόνο έναν τρόπο λειτουργίας. Σε μεγάλες εγκαταστάσεις, ωστόσο, είναι κοινός ο εντοπισμός πολλών τρόπων λειτουργίας, συμπεριλαμβανομένων ενδεχομένως: τρόπων έκτακτης ανάγκης στους οποίους εφεδρικές γεννήτριες παρέχουν ισχύ.

Και κινητήρες ή τμήματα του συστήματος που μπορεί να ξεκινήσουν ή να σταματήσουν τη λειτουργία τους. Όλοι αυτοί οι διαφορετικοί τρόποι λειτουργίας προκαλούν αλλαγές στο ρεύμα σε διάφορα σημεία του συστήματος, μεταβάλλοντας την προσπίπτουσα ενέργεια και τα όρια του ηλεκτρικού τόξου.

3. Προσδιορισμός του μέγιστου ρεύματος βραχυκύκλωσης

Το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης είναι το ρεύμα που θα ρέει μέσω βραχυκυκλώματος αποτελούμενου από δύο αγωγούς σε πλήρη επαφή μεταξύ τους. Είναι το μέγιστο διαθέσιμο ρεύμα για ροή μέσω βραχυκυκλώματος. Αυτές οι πληροφορίες χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό των ρευμάτων σφάλματος ηλεκτρικού τόξου. Πρέπει να καθοριστούν τα μέγιστα ρεύματα βραχυκύκλωσης για κάθε τμήμα του εξοπλισμού που ενδέχεται να απαιτεί συντήρηση ή έλεγχο ενώ είναι ενεργοποιημένο.

4. Προσδιορισμός του ρεύματος ηλεκτρικού τόξου

Το ρεύμα που ρέει μέσω σφάλματος ηλεκτρικού τόξου είναι συνήθως σημαντικά μικρότερο από το μέγιστο ρεύμα βραχυκύκλωσης λόγω μεγαλύτερης αντίστασης. Οι υπολογισμοί ρεύματος σφάλματος ηλεκτρικού τόξου βασίζονται στην τάση, τον τύπο του διακόπτη που αστόχησε, την απόσταση του αγωγού και άλλους παράγοντες. Το IEEE 1584 παρουσιάζει δύο τύπους για τον υπολογισμό ρευμάτων σφάλματος ηλεκτρικού τόξου, ένας για χρήση με συστήματα 0.208 - 1 kV και ο άλλος για συστήματα μεταξύ 1 και 15 kV. :

Για συστήματα μεταξύ 0.208 έως 1 kV:

$$\lg I_a = K + 0.662 (\lg I_{bf}) + 0.0966 (V) + 0.000526 (G) + 0.5588 (V) (\lg I_{bf}) - 0.00304 (G) (\lg I_{bf})$$

Για συστήματα μεταξύ 1 έως 15 kV:

$$\lg I_a = 0.00402 + 0.983(\lg I_{bf})$$

όπου I_a : σφάλμα ηλεκτρικού τόξου σε KA

K : - 0,153 για " ανοικτά " τόξα (στον αέρα)

- 0,097 για " κλειστά " τόξα (εντός εξοπλισμού)

I_{bf} : μέγιστο τριφασικό βραχυκύκλωμα σε KA

V : τάση σε kV

G : απόσταση μεταξύ των αγωγών σε mm

5. Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών των οργάνων προστασίας και της διάρκειας των ηλεκτρικών τόξων

Οι καμπύλες χρόνου – ρεύματος των επικεφαλής οργάνων προστασίας αποτελούν τον κύριο παράγοντα για τον καθορισμό του χρόνου που θα διαρκέσει ένα ηλεκτρικό τόξο .Θα πρέπει να καταβληθεί προσπάθεια για τον προσδιορισμό των πραγματικών ρυθμίσεων και όχι για τις τυπικές τιμές , καθώς αυτές μπορεί να προκαλέσουν μεγάλη διαφοροποίηση της προσπίπτουσας ενέργειας.

Μια άλλη σκέψη κατά την ανάλυση των οργάνων προστασίας είναι ότι η προσπίπτουσα ενέργεια εξαρτάται από το ρεύμα βραχυκυκλώματος και το χρόνο .Επειδή τα όργανα προστασίας αντιδρούν πιο "αργά " στα χαμηλότερα ρεύματα , τα " μικρά " ρεύματα βραχυκύκλωσης συχνά δημιουργούν το σενάριο του ηλεκτρικού τόξου χειρότερης περίπτωσης.

6. Καθορισμός της απόστασης εργασίας

Η απόσταση εργασίας είναι η απόσταση από μια πιθανή πηγή δημιουργίας ηλεκτρικού τόξου στο πρόσωπο και το στήθος του εργαζομένου. Είναι μια κρίσιμη ποσότητα για τον καθορισμό του ορίου επικινδυνότητας ,καθώς ακόμη και μια αύξηση των μερικών ιντσών σε απόσταση εργασίας μπορεί να προκαλέσει σημαντική πτώση της προσπίπτουσας ενέργειας . Οι 18 ίντσες είναι

Κατηγορία Εξοπλισμού	Απόσταση Εργασίας
Διακόπτης X.T.	24"
Διακόπτης 5kV / 15 kV	36"
Ηλεκτρικές Διανομές και Πίνακες X.T.	18"
Καλώδια	18"

η απόσταση εργασίας που συνηθίζεται συνήθως στους υπολογισμούς ,αλλά πρέπει να καταβληθούν προσπάθειες για τον προσδιορισμό των πραγματικών αποστάσεων εργασίας. Ορισμένες συνήθειες αποστάσεις εργασίας εμφανίζονται στον πίνακα δεξιά.

7. Προσδιορισμός τάσεων και κατηγοριοποίηση εξοπλισμού

Η τάση λειτουργίας και η κατηγορία του εξοπλισμού καθορίζουν ποια εξίσωση θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση του ορίου του ηλεκτρικού τόξου , καθώς και τις αποστάσεις των αγωγών που απαιτούνται από τις εξισώσεις . Τα συστήματα που λειτουργούν σε < 1 kV χρησιμοποιούν διαφορετική εξίσωση από αυτά που λειτουργούν μεταξύ 1 kV και 15 kV .Επιπλέον, το IEEE 1584 αναγνωρίζει έξι κατηγορίες εξοπλισμού, όπως φαίνεται στον πίνακα στα δεξιά. Οι αποστάσεις γραμμών χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του σφάλματος ηλεκτρικού τόξου.

Κατηγορία Εξοπλισμού	Τυπικές αποστάσεις γραμμής σε mm
Ανοικτό κύκλωμα	10-40
Διακόπτης X.T.	32
Διακόπτης 15 kv	152
Διακόπτης 5 kv	104
Ηλεκτρικές Διασύνδεσες και Πίνακες X.T.	25
Καλώδια	13

8. Προσδιορισμός της προσπίπτουσας ενέργειας

Η προσπίπτουσα ενέργεια ορίζεται στο **NFPA 70E** ως " η ποσότητα ενέργειας που έχει επιβληθεί σε μια επιφάνεια ,σε κάποια απόσταση από την πηγή, που παράγεται κατά τη διάρκεια ενός ηλεκτρικού τόξου " . Σε μια μελέτη υπολογισμού ενός ηλεκτρικού τόξου , η " επιφάνεια " είναι το σώμα του εργαζόμενου στην υποτιθέμενη απόσταση εργασίας. Η ενέργεια των περιστατικών εκφράζεται σε θερμίδες / cm². Το IEEE 1584 χρησιμοποιεί τους ακόλουθους τύπους:

$$(1) \quad E = 4.184 (C_f) (E_n) (t/0.2) (610^x/D^x)$$

Όπου : E = προσπίπτουσα ενέργεια σε joules / cm²

C_f = συντελεστής υπολογισμού :

1,0 για τάσεις άνω του 1 kV

1,5 για τάσεις κάτω του 1 kV

E_n = κανονική προσπίπτουσα ενέργεια (προκύπτει από την εξίσωση (2) που φαίνεται παρακάτω

T = διάρκεια του ηλεκτρικού τόξου σε sec

D = απόσταση από το τόξο σε mm

x = εκθέτης απόστασης (βλ. πίνακα παρακάτω)

Τύπος Εξοπλισμού	D (Απόσταση Έκθεσης)
Ανοικτό κύκλωμα	2.0
Διακόπτης Χ.Τ. (.208 - 1 kV)	1.473
Διακόπτης Υ.Τ. (1 - 15 kV)	0.973
Ηλεκτρικές Διανομές και Πίνακες Χ.Τ.	1.641
Καλώδια	2.0

$$(2) \quad I_g E_n = K_1 + K_2 + 1.081 (\lg I_a) + 0.0011 (G)$$

Όπου : E_n = ενέργεια κανονικοποιημένη για απόσταση
610 mm και διάρκεια τόξου 0,2 sec σε
Joules / cm²

K_1 = - 0.792 για ανοιχτά τόξα και
- 0.555 για κλειστά τόξα

K_2 = 0 για αγείωτα συστήματα υψηλού Z και
- 0.113 για γειωμένα συστήματα

G = arc gap σε mm

I_a = υπολογιζόμενο 3 φασικό ηλεκτρικό τόξο σε KA

9. Προσδιορισμός της απόστασης ασφαλείας από το ηλεκτρικό τόξο Flash Protection Boundary (FPB)

Το FPB είναι η απόσταση στην οποία η προσπίπτουσα ενέργεια είναι 1,2 cal / cm², η οποία είναι η ποσότητα θερμότητας που απαιτείται για να προκαλέσει εγκαύματα δευτέρου βαθμού. Ο τύπος IEEE για τον υπολογισμό του FPB είναι :

$$DB = [4.184 (Cf) (E_n) (t / 0.2) (610\chi / EB)]^{1/x}$$

Όπου : EB είναι η επιθυμητή προσπίπτουσα ενέργεια στο όριο (συνήθως 1,2 cal / cm², αλλά περιστασιακά ρυθμισμένη σε τιμή που ταιριάζει με την προτεινόμενη ονομασία PPE), ενώ άλλες μεταβλητές ορίζονται για τις εξισώσεις προσπίπτουσας ενέργειας παραπάνω .

Ενώ η χρήση των πινάκων φαίνεται να είναι απλή, οι υπολογιστικές απαιτήσεις είναι σχεδόν εξίσου χρονοβόρες με την ανάλυση και καταγραφή της ενέργειας κατά περιοχή . Οι υποσημειώσεις που καθορίζουν τις εφαρμοζόμενες κλίμακες για το ρεύμα σφάλματος και τον χρόνο απόσβεσης του ηλεκτρικού τόξου πρέπει να αξιολογούνται σε κάθε κομμάτι εξοπλισμού ώστε να εξασφαλίζεται ότι εμπίπτει στα μέγιστα όρια του πίνακα .

Ο προσδιορισμός αυτών των παραμέτρων απαιτεί συλλογή μεγάλων πληροφοριών σχετικά με το σύστημα, συμπεριλαμβανομένων των μεγεθών και των μήκους των καλωδίων, των δεδομένων του μετασχηματιστή και των πινακίδων μοτέρ κλπ. Ακόμη και για εγκαταστάσεις με ενημερωμένα διαγράμματα μιας γραμμής, αυτό μπορεί να είναι χρονοβόρο έργο. Μόλις όμως συγκεντρωθούν τα δεδομένα εισάγονται σε ένα υπολογιστικό μοντέλο του συστήματος ισχύος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον υπολογισμό των επιπέδων επικινδυνότητας για το ηλεκτρικό τόξο σε διάφορα σημεία του συστήματος και για την αξιολόγηση των επιπτώσεων των ενδεχόμενων μεταβολών του συστήματος (π.χ. αναβάθμιση του εξοπλισμού προστασίας) στα υπολογιζόμενα επίπεδα κινδύνου .

Τα επίπεδα ισχύος ενός ηλεκτρικού τόξου γενικά μετρούνται σε θερμίδες ανά τετραγωνικό εκατοστό (cal / cm^2) και υπολογίζονται σε μια ορισμένη απόσταση από ένα κομμάτι εξοπλισμού, καθώς το επίπεδο κινδύνου ποικίλλει με την απόσταση. Τα επίπεδα ενεργειακών περιστατικών που υπερβαίνουν τα $1,2 \text{ cal} / \text{cm}^2$ θεωρούνται επαρκή για την πρόκληση εγκαυμάτων 2ου βαθμού στο εκτεθειμένο δέρμα. Τα πιστοποιημένα Μ.Α.Π. για προστασία έναντι του ηλεκτρικού τόξου στην αγορά είναι διαθέσιμα μέχρι $140 \text{ cal} / \text{cm}^2$. Τα ενδύματα είναι συνήθως είτε βαμβακερά επεξεργασμένα (πιο κοινά για χαμηλότερα επίπεδα προστασίας), είτε συνθετικά υφάσματα με σήμανση τόξου (π.χ. Nomex).

Ανεξάρτητα από την επιλεγείσα μέθοδο ανάλυσης, το NFPA 70E-2012 **απαιτεί την επισήμανση του εξοπλισμού** ώστε να ενημερώνεται το προσωπικό σχετικά με τις πληροφορίες που επαρκούν για την επιλογή των Μ.Α.Π. που είναι κατάλληλα για κάθε χώρο εργασίας ,συμπεριλαμβανομένου είτε του απαιτούμενου επιπέδου Μ.Α.Π. ή του διαθέσιμου επιπέδου ενέργειας κατά περιοχή .

Για τον λόγο αυτό σε κάθε πίνακα όπου βρίσκεται διακοπτικό υλικό Μέσης ή Χαμηλής Τάσης και στο οποίο από εξειδικευμένο προσωπικό γίνονται χειρισμοί ζεύξης ή απόζευξης υπάρχει σήμανση (όπως αυτή που φαίνεται παρακάτω) και στην οποία εμφανίζονται όλα τα απαραίτητα στοιχεία που πρέπει να γνωρίζει ο χειριστής για να επιλέξει τα κατάλληλα Μ.Α.Π., πριν εργασθεί στο χώρο.



Γενικός Πίνακας Χαμηλής Τάσης (500 V) Μύλων Τσιμέντου 4 + 5 με την σήμανση στοιχείων απαιτούμενων Μ.Α.Π.

WARNING

Arc-Flash and Shock Hazard
Appropriate PPE Required

Flash Protection Boundary 1284 mm Available Fault Current -
Hazard Risk Category Cat. I System Voltage 500 Volts
Incident Energy at 18" (cal/cm²) 3.6

REQUIRED PPE

<input checked="" type="checkbox"/> Hard Hat	<input type="checkbox"/> Flash Hood	<input checked="" type="checkbox"/> Voltage Rated Gloves	<input checked="" type="checkbox"/> FR Pants
<input type="checkbox"/> Safety Glasses	<input type="checkbox"/> Ear Protection	<input type="checkbox"/> Leather Gloves	<input type="checkbox"/> FR coverall
<input type="checkbox"/> Safety Goggles	<input type="checkbox"/> T-shirt	<input checked="" type="checkbox"/> Cotton Underwear	<input type="checkbox"/> Flash Suit
<input checked="" type="checkbox"/> Face Shield	<input type="checkbox"/> Long Sleeve Shirt	<input type="checkbox"/> Long Pants	<input checked="" type="checkbox"/> Leather Shoes
<input checked="" type="checkbox"/> FR Shirt			

SHOCK HAZARD APPROACH BOUNDARIES

Limited 1284 mm Restricted - Prohibited -

Equipment ID: Υ/Σ ΜΥΛΩΝ ΜΤ4,5 Date: 01/2018

Πινακίδα με στοιχεία για ασφαλή εργασία έναντι πιθανού ηλεκτρικού τόξου και κινδύνου ηλεκτροπληξίας στην οποία αναφέρονται και τα απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας :

Ελάχιστη Απόσταση από ενεργό εξοπλισμό για ασφαλή εργασία έναντι ηλεκτρικού τόξου : 1284 χιλιοστά

Κατηγορία Επικινδυνότητας : 1 (από αυτή απορρέουν τα κατάλληλα Μ.Α.Π.)

Προσπίπτουσα Ενέργεια στις 18 ίντσες (~ 45 εκατ.) : 3,6 cal / cm²

Τάση Εξοπλισμού : 500 V

Απαιτούμενα Μέσα Ατομικής Προστασίας

Ηλεκτρολογικό Κράνος με προστατευτικό ασπίδιο προσώπου

Πουκάμισο και Παντελόνι με αντίσταση στην καύση

Βαμβακερά και στεγνά εσώρουχα

Βαθμονομημένα Γάντια Ηλεκτρολογικών Εργασιών

Δερμάτινα Παπούτσια με σήμανση χρήσης σε Ηλεκτρολογικές Εργασίες

β . Μέσα Ατομικής Προστασίας Ηλεκτρολόγου



Ως « Μέσα Ατομικής Προστασίας » νοείται κάθε εξοπλισμός τον οποίο ο εργαζόμενος πρέπει να φορά ή να φέρει κατά την εργασία για να προστατεύεται από έναν ή περισσότερους κινδύνους για την ασφάλεια και την υγεία του.

Κάθε Μ.Α.Π. πρέπει να είναι κατάλληλο για τους σχετικούς κινδύνους και πρέπει να ανταποκρίνεται στις συνθήκες που επικρατούν στο χώρο εργασίας και να ταιριάζει σωστά στο χρήστη .

ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΜΕΣΩΝ ΑΤΟΜΙΚΗΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

ΤΑ Μ.Α.Π. πρέπει :

1. Να είναι σύμφωνα με τις εκάστοτε ισχύουσες διατάξεις σχετικά με το σχεδιασμό και την κατασκευή τους από πλευράς ασφάλειας και υγείας.
2. Να είναι κατάλληλα για τους κινδύνους που πρέπει να προλαμβάνονται και η χρήση τους να μη συνεπάγεται νέους κινδύνους.
3. Να επιλέγονται με βάση τις συγκεκριμένες κάθε φορά συνθήκες και ανάγκες.
4. Να προσαρμόζονται στο χρήστη.
5. Να χρησιμοποιούνται μόνο για τις προβλεπόμενες χρήσεις και σύμφωνα με τις οδηγίες του κατασκευαστή.
6. Να συνοδεύονται με σαφείς οδηγίες χρήσης στην ελληνική γλώσσα.
7. Να συντηρούνται , να επισκευάζονται και να καθαρίζονται τακτικά.
8. Να αντικαθίστανται όταν παρουσιάζουν εμφανή φθορά ή έχει λήξει ο επιτρεπόμενος χρόνος χρήσης τους.

9. Να φυλάσσονται σε ειδικές θέσεις ή χώρους με καλές συνθήκες καθαριότητας και υγιεινής.
10. Τα Μ.Α.Π. που προορίζονται για χρήση σε ηλεκτρολογικούς χώρους πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται έτσι ώστε να παρουσιάζουν αντίσταση σε πιθανή δημιουργία ηλεκτρικού τόξου , με κλιμακούμενο δείκτη προστασίας , ανάλογο με το επίπεδο επικινδυνότητας του χώρου εργασίας .
11. Να προορίζονται για προσωπική χρήση .
12. Τα Μ.Α.Π. που διατίθενται στην αγορά απαιτείται να φέρουν τη σήμανση CE επ' αυτών και στη συσκευασία τους με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι ορατή και ευανάγνωστη και να παραμένει ανεξίτηλη κατά την αναμενόμενη διάρκεια ζωής των μέσων ατομικής προστασίας.
14. Για κάθε μέσο ατομικής προστασίας που διατίθεται στην αγορά , ο κατασκευαστής υποχρεωτικά συντάσσει και παραδίνει ενημερωτικό σημείωμα στην ελληνική γλώσσα που περιέχει χρήσιμα στοιχεία για τα μέσα ατομικής προστασίας , όπως :
 - Τα στοιχεία του κατασκευαστή του μέσου ατομικής προστασίας.
 - Τις οδηγίες χρήσης , αποθήκευσης , συντήρησης , καθαρισμού , επιθεώρησης , απολύμανσης.
 - Τις επιδόσεις που επιτεύχθηκαν από τις τεχνικές δοκιμές για τον προσδιορισμό, το επίπεδο ή την κατηγορία προστασίας των μέσων ατομικής προστασίας.
 - Τα πρόσθετα εξαρτήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν.
 - Τις διάφορες κατηγορίες προστασίας συναρτήσει του επιπέδου κινδύνων και τα όρια εκτός των οποίων αντενδείκνυται η χρησιμοποίηση των μέσων ατομικής προστασίας .
 - Την ημερομηνία ή χρονική διάρκεια απόσυρσης των μέσων ατομικής προστασίας .
 - Τη συσκευασία της ασφαλούς μεταφοράς .
 - Τη σημασία της σήμανσης που υπάρχει .

γ. Ασφαλιστικές διατάξεις σε χώρους Υποσταθμών και Ηλεκτρικών Διανομών

Εκτός του απαραίτητου εξοπλισμού (Μ.Α.Π.) που πρέπει να φέρει ο εξειδικευμένος χειριστής του διακοπτικού εξοπλισμού , στον χώρο των υποσταθμών και των ηλεκτρικών διανομών υπάρχουν τα κατάλληλα μέσα που θα απαιτηθούν για να αντιμετωπιστεί οποιαδήποτε έκτακτη κατάσταση δημιουργηθεί .

Έτσι έχουμε :


1. Διαδικασία απόρριψης τροφοδοσίας του εξοπλισμού οποιουδήποτε Υποσταθμού ή Ηλεκτρικής Διανομής εάν διαγνωσθεί στον χώρο φωτιά , καπνός , υψηλή θερμοκρασία κ.λ.π. τα οποία ανιχνεύονται μέσω καμερών χώρου , αισθητήρων φωτιάς και καπνού , ειδικών καλωδίων πυρανίχνευσης εντός των πινάκων στα οποία μεταβάλλεται η εσωτερική τους αντίσταση με την αύξηση της θερμοκρασίας του χώρου , κ.λ.π.
2. Αυτόματη ενεργοποίηση κατάλληλων κατασβεστικών μέσων (Inergen , CO2 ,) - αφού ολοκληρωθεί η διαδικασία της παραγρ. 1 .
3. Εξοπλισμό παροχής α΄ βοηθειών σε άτομο που υπέστη ηλεκτροπληξία , στον οποίο συμπεριλαμβάνονται μάσκες τεχνητής αναπνοής και φορητή συσκευή καρδιακής ανάνηψης (απινιδωτής) .
4. Εκτενείς οδηγίες εκτέλεσης τεχνητής αναπνοής *
* Σε όλο το προσωπικό που έχει το δικαίωμα εισόδου σε χώρους ηλεκτρολογικού εξοπλισμού γίνονται δύο φορές τον χρόνο σεμινάρια εκπαίδευσης πρώτων βοηθειών .





Η ολοκλήρωση της μελέτης εκτίμησης επικινδυνότητας καθώς και η έμπρακτη υλοποίηση των αποτελεσμάτων της (βάσει των οποίων έγινε η προμήθεια του νέου ηλεκτρολογικού εξοπλισμού και των κατάλληλων μέσων ατομικής προστασίας) , καθιστά το εργοστάσιο του Βόλου μία από τις λίγες επιχειρήσεις στην Ελλάδα που ακολουθεί τις διεθνείς βέλτιστες πρακτικές στον τομέα της ασφάλειας στην εργασία .


Παράρτημα

α. Έκθεση μετρήσεων και ελέγχων του επισκευασμένου
δακτυλιοφόρου κινητήρα 4,8 MW / 6,6 KV (από σελ. 78)





Gena Electric S.R.L.



IBAN: RO64 DARO 0001 0002 9923 RO01
BANCA C.R. FIRENZE ROMANIA – S.M. București
R.C. : J 40 / 17940 / 09.07.1992
C.I.F : RO391766
Sediu : Str. Turmu Măgurele nr.1 bloc C3,ap.3, sect 4 -București

Atelier :
Sos. Berceni 104, sector 4, Bucuresti
Tel: 0040.213.193.970
Fax: 0040.213.137.887

During period 10-14.01.2011, the following tests were made on stator and rotor windings of 4.8MW motor:

I. Stator

I.1) Measuring the insulation resistance of the entire winding before and after the high potential test (9.2kV, 50Hz, 1min), at a applied voltage of 2500Vcc:

(a) Before high potential test:

$R_{i215''} = 1750M\Omega$; $R_{i260''} = 3570M\Omega$; absorbtion coefficient $k_{abs} = 2.04 > 1.3$

Result: corresponds.

(b) Performing high potential test (9.2kV, 50Hz, 1min) on the entire winding :

The voltage level was determined with the following formula $U_i = 0.65(2U_n + 1)[kV]$ - applied for preventive tests.

Result: corresponds.

(c) After high potential test:

$R_{i215''} = 1580M\Omega$; $R_{i260''} = 3160M\Omega$; absorbtion coefficient $k_{abs} = 2.0 > 1.3$

Result: corresponds.

(d) Measurement of the absorption / resorption currents

Absorption/resorption currents were measured.

After processing and analyzing their variation curves for the corresponding load current component extracting spatial component dependent on the degree of aging of the insulation system, it could be concluded that isolation was not seriously affected by the surges occurred. We can therefore conclude that isolation don't have any internal defects and can be characterized as adequate in all respects.

Result: corresponds.

I.2) Measuring the ohmical resistance :

Temperature of the enviroment :4°C.

$$R_{DR-S} = 93.4 \text{ m}\Omega; R_{DS-T} = 93.4 \text{ m}\Omega; R_{DT-R} = 93.4 \text{ m}\Omega,$$

Note : connection – star.

Result: corresponds.

I.3) Supplying the winding in three phase current :

Phase R-S: U = 288.2V; I = 88A.

Phase S-T: U = 290.1V; I = 88A.

Phase R-T: U = 288.9V; I = 88A.

Result: corresponds, the values of currents, at the same applied voltage, are perfectly balanced.

I.4) Check the Insulation between turns

The voltage level was determined with the following formula $U_i = (4U_n + 5) / 2 [kV]$.

The impuls voltage was applied on each two phases.

The test was performed on the entire winding.

Result: corresponds.

I.5) Performing tgδ test:

This test was performed for applied voltage starting from (0.2... 1)U_n, in steps of 0.2U_n.

$$C_e = 1000 \text{ pF}; \quad M = 100; \quad C_x/C_e = A \times M .$$

Acceptance criteria : $0.2 U_n \text{ tg}(\delta) \leq 3\%$.
 $[\text{tg}(\delta) (0.6 U_n) - \text{tg}(\delta) (0.2 U_n)] / 2 \leq 0,0025$
 $\Delta \text{tg}(\delta) \text{ (for steps of } 0.2 U_n) \leq 0,006$

% U _n	U	tg(δ) Initial (Dec. 2010)			tg(δ) (Jan. 2011)
		Phase R	Phase S	Phase T	R-S-T
1,2	7.92	0.01623	0.01698	0.01646	0.02713
1	6.60	0.01467	0.01503	0.01459	0.02561
0,8	5.28	0.01415	0.01427	0.01409	0.02483
0,6	3.96	0.01377	0.01360	0.01368	0.02279
0,4	2.64	0.01320	0.01311	0.01331	0.02024
0,2	1.32	0.01283	0.01302	0.01322	0.02016

Result: corresponds.

Note: There is an increase of absolute values of $\tan(\delta)$ from the initially measured values, which is understandable because the insulation was subjected to a impulse voltage. Note however that the values are appropriate, both in absolute value $\tan(\delta)$ and as a function of voltage variation. It is clear that insulation don't have any internal defects and can be characterized as adequate in all respects. Although, as was shown in a completely and totally undesirable manner, the insulation is a very good in terms of quality, but it is recommended that in future to avoid subjecting it to such tests.

II. Rotor

II.1) Measuring the insulation resistance of the entire winding before and after the high potential test (3.2kV, 50Hz, 1min), at a applied voltage of 1000Vcc:

(a) Before high potential test:

$$R_{z15'} = 870\text{M}\Omega; R_{z60'} = 1640\text{M}\Omega; R_{z300'} = 6396\text{M}\Omega$$

$$\text{Absorbition coefficient } k_{z24} = 1.8 > 1.3$$

$$\text{Polarization index : } I_p = 3,89$$

Result: corresponds.

(b) Performing high potential test (3.2kV, 50Hz, 1min) on the entire winding :

The voltage level was determined with the following formula $U/t = 0.65(2U/t + 1)[kV]$ - applied for preventive tests.

Result: corresponds.

(c) After high potential test:

$$R_{z15'} = 740\text{M}\Omega; R_{z60'} = 1430\text{M}\Omega; R_{z300'} = 5490\text{M}\Omega$$

$$\text{Absorbition coefficient } k_{z24} = 1.9 > 1.3$$

$$\text{Polarization index : } I_p = 3,83$$

Result: corresponds.

(d) Measurement of the absorption / resorption currents

Absorption/resorption currents were measured.

After processing and analyzing their variation curves for the corresponding load current component extracting spatial component dependent on the degree of aging of the insulation system, it could be concluded that isolation was not seriously affected by the surges occurred.

We can therefore conclude that isolation don't have any internal defects and can be characterized as adequate in all respects.

Result: corresponds.

II.2) Measuring the ohmical resistance :

Temperature of the enviroment : 4°C.

$$R_{Q-R-S} = 9.16 \text{ m}\Omega; R_{Q-S-T} = 9.17 \text{ m}\Omega; R_{Q-T-R} = 9.16 \text{ m}\Omega.$$

Note : connection – triangle.

Result: corresponds.

II.3) Supplying the winding in three phase current :

$$\text{Phase R-S: } U = 23.7\text{V}; I = 67\text{A.}$$

$$\text{Phase S-T: } U = 23.7\text{V}; I = 67\text{A.}$$

$$\text{Phase R-T: } U = 23.7\text{V}; I = 67\text{A.}$$

Result: corresponds, the values of currents, at the same applied voltage, are perfectly balanced.

Bulletin of tests and measurements after atypical start up of the motor – P=4800 MW , Heracle Agel Volos Plant, Lafarge Group, -Greece

CHAPTER I - Introduction

The tests and measurements were made on site, in Heracle Agel Volos Plant.
The product that makes the subject of present is motor 4,8 MW, property of Lafarge Group Company, placed in function...after rehabilitation in year 2010.

The product characteristics are presented below

Type CEM
Serial 75N9403-OB/BB
 $P_n = 4800$ kW;
 $\cos \phi = 0,8$;
 $n_s = 500$ rpm;
 $f_n = 50$ Hz;
 $U_n = 6600$ V;
 $I_n = 494,5$ A;
Number of phases: 3;
Connection of phases: Y (star).

Before and during making all the tests and measurements presented in this bulletin, all the work safety prescriptions were respected according to client instructions.

CHAPTER II – Definitions

$R_{i15''}$ – insulation resistance measured at 15 seconds;
 $R_{i60''}$ – insulation resistance measured at 60 seconds;
 R_{oh} – ohmical resistance;
 k_{abs} – absorption coefficient;

CHAPTER III – Tests and measurements

1. Measuring the insulation resistance of the stator winding

Measuring apparatus: Megohmmeter
Test voltage: 2500 Vcc
Winding temperature: 35 °C.

1.1 Insulation resistance winding to ground

Winding	$R_{i15''}$ [MO]	$R_{i60''}$ [MO]	k_{abs}
A,B,C-0	190	512	2,7

Acceptance criteria: $R_i > 10$ MO, $k_{abs} > 1,3$

2. Measuring the ohmical resistance on two phase of the stator winding

Measuring apparatus: Microohmmeter
Winding temperature: 35 °C.

Phase	R_{oh} [mΩ]
A-B	99
B-C	99,1
C-A	99

Acceptance criteria: The ohmic resistances must not differ with more than 5%. The difference must be calculated between the smallest and the biggest value of the measured ohmic resistance.

3. Measuring the insulation resistance of the rotor winding

Measuring apparatus: Megohmmeter
Test voltage: 500 Vcc
Winding temperature: 35 °C.

winding	$R_{iz 15''}$ [MO]	$R_{iz 60''}$ [MO]	k_{abs}
A ₁ ,B,C-0	37	52	1,4

Acceptance criteria: $R_{iz} > 10 \text{ MO}$ $k_{abs} > 1,3$.

4. Measuring the ohmical resistance on each phase of the rotor winding

Measuring apparatus: Microohmmeter
Winding temperature: 35 °C.

Phase	R_{oh} [mΩ]
A-B	10
B-C	10
C-A	10

Acceptance criteria: The ohmic resistances must not differ with more than 5%. The difference must be calculated between the smallest and the biggest value of the measured ohmic resistance.

5. Measuring the voltage rotor

Stator winding is apply 508 V . The slipring is open. In this conditions measuring the voltage between rings.

$$R-S = 158,4 \text{ V}$$

$$R-T = 158,5 \text{ V}$$

$$S-T = 158,2 \text{ V}$$

All measurement confirming the motor is in according with the technical prescriptions from standards.

Report for no load and short-circuit tests of the motor – P=4800 kW, 6.6 kV, 495 rpm

1. Motor Characteristics

Type CEM
 Serial no. IN 33580
 P_n= 4800 kW
 cos φ = 0,88
 n=495 rpm
 f= 50 Hz
 U=6600 V
 I= 494,5 A
 Number of phases: 3

2. Test method and used devices

The tests were performed on the test stand of Gena Electric-General Turbo factory. The power supply, used for tests, was a synchronous generator with rated power P= 14 MW and rated voltage U = 6 kV. The supply voltage for the motor tests was increased step by step. The measurements were made with control panel analogical devices and values were compared with the ones obtained with a digital device. The oil installation characteristics used for the test:
 The inlet pressure for both bearings = 1 bar
 The rate flow for each bearing = 8 l/min
 The ambient temperature = 8 ° C

3. Motor no-load test

No.	P ₀ [kW]	I [A]	U [V]	cos φ
1	122,36	50	2500	0,45
2	132,33	65	3020	0,4
3	156,94	76	3600	0,35
4	216,79	88	4250	0,3
5	260,68	106	5100	0,23
6	305,9	137	5970	0,2
7	337,82	163	6760	0,19

where : P₀ [kW] – active power (losses)

I [A] – stator current

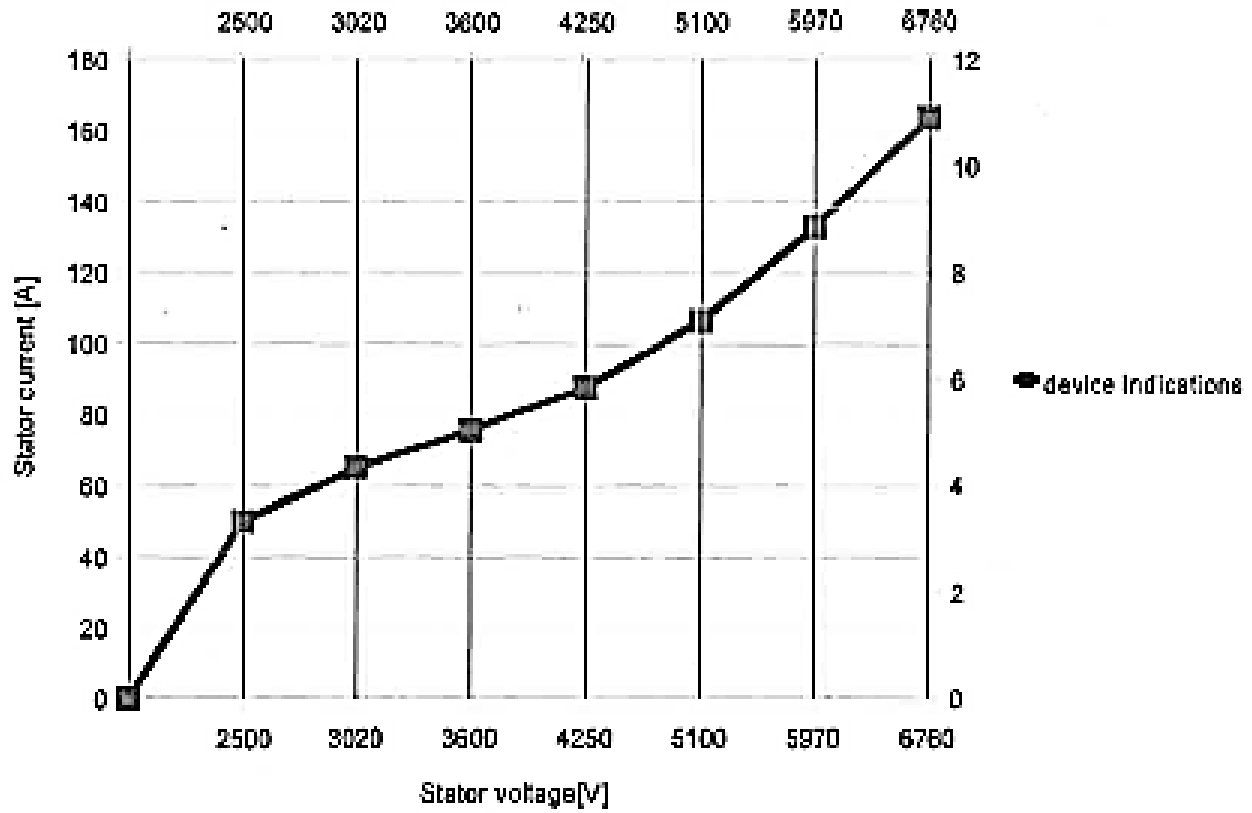
U[V] – stator voltage

cos φ – power factor

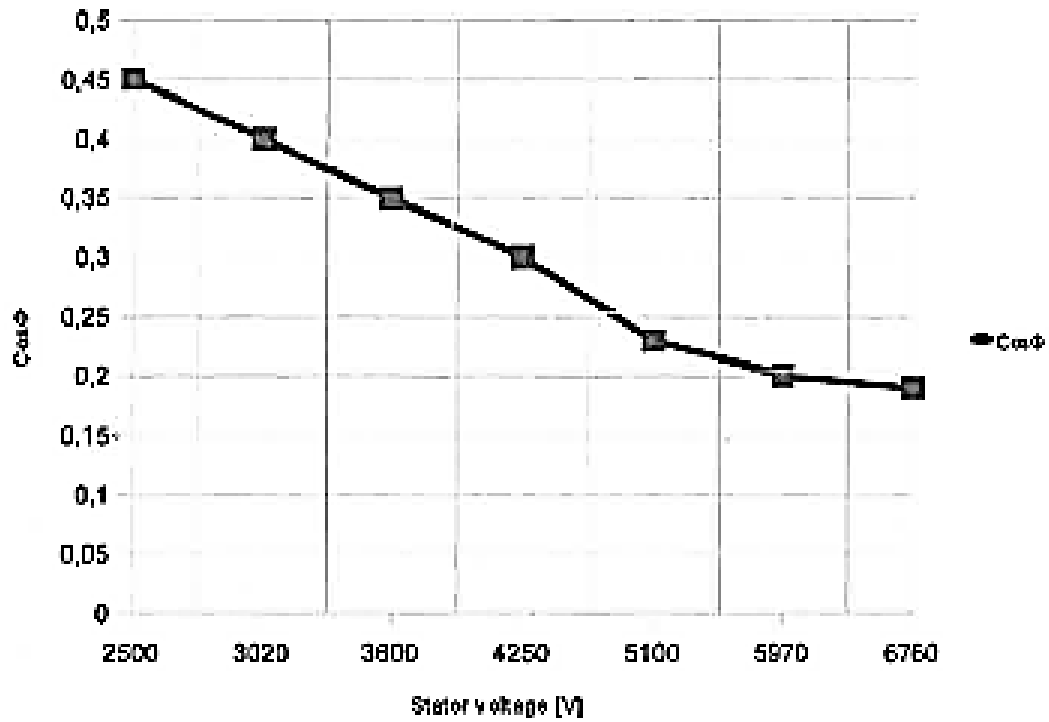
Rated speed during the no-load test was 499 rpm.

	Vibration level [mm/s]	
	Slip rings bearing	Coupling bearing
Horizontal	0,14	0,14
Vertical	0,13	0,12
Axial	0,11	0,11

No load curve

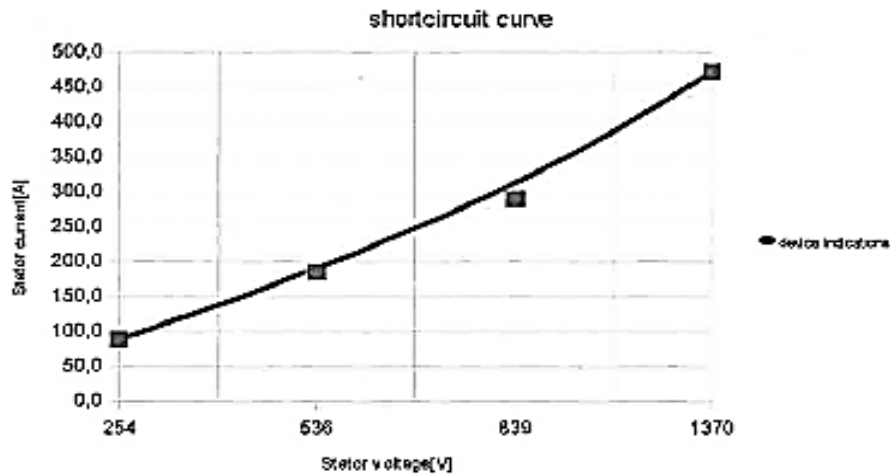


$\cos\phi = f(U)$



4. Motor short-circuit test

No.	I [A]	U [V]
1	89,0	254
2	185,0	536
3	280,0	839
4	472,0	1370



Verification of transformation ratio :

- stator supply voltage : $U_s = 800 \text{ V}$.
- rotor measured voltage between slip-rings : $U_r = 240 \text{ V}$
- $k = U_s/U_r = 3,3$

5. Measurements performed after tests

Insulation resistance of the stator winding measured with 2500 V dc, at winding temp. of 30° C :

$R_{in15''} = 363 \text{ M}\Omega$

$R_{in60''} = 725 \text{ M}\Omega$

$k_{abs} = 1,99$

Winding resistance at 30° C :

$R_{R-S} = R_{R-T} = R_{T-S} = 100 \text{ m}\Omega$

Insulation resistance of the rotor winding measured with 1000 V dc, at winding temp. of 30° C :

$R_{in15''} = 1280 \text{ M}\Omega$

$R_{in60''} = 2730 \text{ M}\Omega$

$k_{abs} = 2,13$

Winding resistance at 30° C :

$R_{R-S} = 11,96 \text{ m}\Omega$

$R_{R-T} = 11,98 \text{ m}\Omega$

$R_{T-S} = 11,81 \text{ m}\Omega$

β. Έπεξήγηση Προτύπων

NFPA 70E-2012 : Πρότυπο για την ηλεκτρική ασφάλεια στο χώρο εργασίας . Περιέχει εκτεταμένες πληροφορίες σχετικά με τις πρακτικές ασφαλούς εργασίας , διαδικασίες ανάλυσης , απαιτήσεις για τεκμηρίωση και την επισήμανση του εξοπλισμού , καθώς και τον τρόπο επιλογής των Μέσων Ατομικής Προστασίας (Μ.Α.Π.) που προορίζονται να επιτρέψουν στους εργαζομένους να είναι κατάλληλα προστατευμένοι από τους κινδύνους ηλεκτρικού τόξου . ([σελ. 86](#))

Το Πρότυπο **IEEE 1584-2002** , αποτελεί τον οδηγό για εκτέλεση υπολογισμών κινδύνου από ηλεκτρικό τόξο , περιέχει ένα εμπειρικό μοντέλο υπολογισμού που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ποσοτικοποίηση των επιπέδων κινδύνου αναφλέξεως από ηλεκτρικό τόξο σε συστήματα ισχύος που λειτουργούν από 208 V - 15 kV. ([σελ. 86](#))

Τα πρότυπα **ISO 11612** και **ISO 11611** καθορίζουν τις απαιτήσεις απόδοσης για προστατευτικές ενδυμασίες από κατάλληλα υλικά, τα οποία έχουν σχεδιαστεί για να προστατεύουν το σώμα του χρήστη από τη θερμότητα και τη φλόγα , αποσκοπούν στην προστασία του ατόμου από την ακτινοβολούμενη θερμότητα από ένα ηλεκτρικό τόξο , ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα ηλεκτροπληξίας από βραχυκύκλωμα εξ αιτίας επαφής με ενεργούς ηλεκτρικούς αγωγούς. ([σελ. 94](#))

Το πρότυπο **IEC 60076** καθορίζει τις απαιτήσεις μόνωσης και τις αντίστοιχες δοκιμές μόνωσης αναφορικά με συγκεκριμένες περιελίξεις στους μετασχηματιστές ισχύος . Συνιστά επίσης τις ελάχιστες εξωτερικές αποστάσεις στον αέρα , παρέχει λεπτομέρειες σχετικά με τις εφαρμοστέες δοκιμές διηλεκτρικού και τα ελάχιστα επίπεδα διηλεκτρικών δοκιμών. ([σελ. 60](#))

Το πρότυπο **IEC 60502** καθορίζει τις κατασκευές, τις διαστάσεις και τις απαιτήσεις δοκιμών των καλωδίων ισχύος με θωράκιση στερεάς μόνωσης από 6 kV έως 30 kV για σταθερές εγκαταστάσεις όπως δίκτυα διανομής ή βιομηχανικές εγκαταστάσεις. ([σελ. 44](#))

Το πρότυπο **IEC - 60233** καθορίζει δοκιμές σε κοίλους μονωτήρες για χρήση σε ηλεκτρικό εξοπλισμό. Ισχύει για τους μονωτήρες και τις μονωτικές μονάδες από κεραμικό υλικό για εξωτερική χρήση σε ηλεκτρικές εγκαταστάσεις ή εξοπλισμό που λειτουργεί με εναλλασσόμενο ρεύμα με ονομαστική τάση μεγαλύτερη από 1.000 V. ([σελ. 30](#))

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Την κύρια πηγή πληροφοριών για την κατάρτιση αυτής της πτυχιακής εργασίας αποτέλεσαν κατά βάση τα τεχνικά εγχειρίδια που υπάρχουν στην τεχνική βιβλιοθήκη του εργοστασίου, καθώς και η πλούσια, ιστορική (έντυπη και ηλεκτρονική) τράπεζα πληροφοριών που έχει δημιουργηθεί από την μακρόχρονη δραστηριότητα της εταιρίας. Ενδεικτικά να αναφέρω :

- A. Χημεία και Τεχνολογία Τσιμέντου *Dr. Γ. Κ. Πάρισσάκη καθηγ. Ε.Μ.Π.*
- B. Κινητήρες Μέσης Τάσης *(C.E.M.) Cie Electro – Mecanique Nancy / France*
- Γ. Πίνακες Κυψελών Αυτομάτων Διακοπών 6,6 kV *Schneider Circuit Breakers*
- Δ. Γενικοί Πίνακες Χαμηλής Τάσης Υποσταθμών 0,5 kV *(A.B.B) Asea Brown Boveri*
- E. Μετασχηματιστές Υποβιβασμού Τάσης 150 kV / 6,6 kV *Electroputere Power Transformers*
- Z. Μετασχηματιστές Υποβιβασμού Τάσης 6,6 kV / 0,5 kV *Siemens Transformers*
- H. Αυτόματι Διακόπτες Υψηλής Τάσης 150 kV *H.V. Circuit Brakers A.E.G.*
- Θ. Αποζεύκτες Υψηλής Τάσης 150 kV *H.V. Disconnectors Areva (Alstom)*
- I. Αποζεύκτες Υψηλής Τάσης 150 kV *H.V. Disconnectors Magrini S.p.A.*
- K. Απαγωγείς Υπερτάσεων Γραμμής 150 kV *H.V. Surge Arresters Magrini S.p.A.*
- Λ. Μετασχηματιστές Τάσης 150 kV (μέτρησης) *Voltage measurement Transformer H.V. Magrini S.p.A.*
- M. Μετασχηματιστές Έντασης 150 kV (μέτρησης) *Current measurement Transformer H.V. Magrini S.p.A.*
- N. Οργανα Ελέγχου και Προστασιών *Control and Protection Devices Schneider*
- Ξ. Οργανα Ελέγχου και Προστασιών *Control and Protection Devices Siemens*
- O. Εκκινητές Κινητήρων Μέσης Τάσης *Electrolytic starters for M.V. motors – M.K.S*