

A photograph of a modern, white high-speed train stopped at a station platform. The train is sleek and aerodynamic, with a large front window. The platform has a clock and a sign with the letter 'C'. In the background, there is a large building with a glass facade. The image is overlaid with a blue arrow-shaped graphic on the left and a red text box in the center.

ΤΙΤΛΟΣ ΔΙΑΤΡΙΒΗΣ:

Μετατροπή της πετρελαιοκίνητης μηχανής ADtranz DE 2000 του ΟΣΕ σε ηλεκτροκίνητη με σκοπό την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των σιδηροδρομικών μεταφορών.



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**

Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών



**ΔΙΔΡΥΜΑΤΙΚΟ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΝΕΕΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΣΤΗ ΝΑΥΤΙΛΙΑ ΚΑΙ ΤΙΣ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Τίτλος Διατριβής:

Μετατροπή της πετρελαιοκίνητης μηχανής ADtranz DE 2000 του ΟΣΕ σε ηλεκτροκίνητη με σκοπό την μείωση του περιβαλλοντολογικού αποτυπώματος των σιδηροδρομικών μεταφορών.

Τίτλος Αγγλικά:

Convert OSE's diesel engine ADtranz DE 2000 to electrically powered to reduce the environmental footprint of rail transport.

Όνοματεπώνυμο Σπουδαστή:

ΚΑΡΑΜΑΝΗΣ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗΣ

Όνοματεπώνυμο Υπεύθυνου Καθηγητή:

ΔΡ. ΤΣΟΥΚΑΛΑΣ ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ

ΟΚΤΩΒΡΙΟΣ 2019

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	2-3
Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Ευχαριστίες.....	6

Κεφάλαιο 1 Ηλεκτροκίνητη Έλξη

1.1 Εισαγωγή.....	7	1.2
Πλεονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης.....	7	
1.3 Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης.....	8	
1.4 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα Συστήματος 25KV.....	8	
1.6 Υποσταθμός Έλξης.....	9	
1.7 Μετασχηματιστές Ισχύος.....	9	
1.8 Διακόπτης Φορτίου 25 KV.....	10	

Κεφάλαιο 2 Η/Α Siemens “Hellas Sprinter”

2.1 Περιγραφή Η/Α SIEMENS.....	12-14
2.2 Συστήματα Ηλεκτροκίνητης Έλξης.....	15
2.3 Συστήματα Συνεχούς Ρεύματος.....	16
2.4 Συστήματα Εναλλασσόμενου Ρεύματος.....	16
2.5 Διάταξη Ηλεκτροκινητήρων.....	17
2.6 Γενική περιγραφή.....	17
2.7 Συνθήκες περιβάλλοντος	18
2.8 Μηχανικό μέρος	19
2.9 Πλαίσιο φορείου.....	20-21
2.10 Μηχανική πέδη φορείου.....	22-24
2.11 Αμάξωμα.....	25
2.12 Διάταξη μηχανοστασίου.....	26
2.13 Κλιματισμός.....	27
2.14 Μετάδοση κίνησης.....	28
2.15 Κιβώτιο μετάδοσης κίνησης.....	29
2.16 Μετατροπέας έλξης.....	30-31
Ανορθωτής τεσσάρων τεταρτημόριων 4QS	32-33
Ενδιάμεσο κύκλωμα και σύστημα προστασίας.....	34
Μεταλλάκτης εύρους παλμών (PWR)	35
Διαμόρφωση κυματομορφής πολικής φάσης στον PWR.....	36
2.17 Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας έλξης.....	36-37
2.18 Καμπύλες Ισχύος	38
2.19 Μετασχηματιστής.....	39
2.20 Τεχνολογία των GTO (Gate Turn Off Thyristor)	40
2.21 Αρχή λειτουργίας ηλεκτροκίνητης έλξης Η/Α SIEMENS.....	41
2.22 Εξοπλισμός υψηλής τάσης.....	42

2.23 Παντογράφος.....	43
2.24 Πέδη.....	43
2.25 Αεροσυμπιεστής.....	44
2.26 Πυρόσβεση.....	45
2.27 Ασφαλιστικές διατάξεις Η/Α.....	45

Κεφάλαιο 3 ADtranz DE 2000 Bombardier

3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά ADtranz DE 2000.....	48-49
3.2 Αρχή λειτουργίας της έλξης στις Δ/Η ADtranz	50
3.3 Ανορθωτές.....	50
3.4 Μεταλλάκτης έλξης.....	50-51
3.5 Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας έλξης.....	52
3.6 Καμπύλες Ισχύος.....	53
3.7 Πετρελαιοκινητήρα MTU 12V396TC13.....	54
3.8 Γενικές προδιαγραφές.....	55-56
3.9 Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου.....	57
3.10 Σύστημα πέδης της Δ/Η Adtranz.....	58
3.11 Γεννήτρια.....	58
3.12 Φορεία.....	59
3.13 Άξονες-τροχοί	59
3.14 Πέδη στο φορείο.....	59

Κεφάλαιο 4 Μετατροπή Δ/Η Adtranz σε ηλεκτροκίνητη.

4.1 Διάταξη ηλεκτροκίνητης Adtranz.....	61
4.2 Μετατροπέας έλξης.....	61-63
4.3 Βοηθητικός μετατροπέας.....	64
4.4 Ανεμιστήρες ψύξης.....	65
4.5 Δεξαμενες αερα.....	65
4.6 Συσκευή ελέγχου ZSG.....	66
4.7 Μετασχηματιστής.....	67-68
4.8 Παντογράφος.....	69
4.9 Γενικός Διακόπτης.....	70
4.10 Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας.....	71-73
4.11 Συσσωρευτές.....	74

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα.....

Βιβλιογραφία.....



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**
Τμήμα Μηχανικών Βιομηχανικής
Σχεδίασης και Παραγωγής

&

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΑΙΓΑΙΟΥ**
Τμήμα Ναυτιλίας και
Επιχειρηματικών Υπηρεσιών



*Αφιερώνεται στη γυναίκα μου, τους γονείς μου
και στην αγέννητη κόρη μου.*

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία έχει ως σκοπό την μετατροπή της πετρελαιοκίνητης μηχανής Adtranz DE 2000 του ΟΣΕ σε ηλεκτροκίνητη με στόχο την μείωση του περιβαντολογικού αποτυπώματος των σιδηροδρομικών μεταφορών.

Οι μελέτες και τα τεχνικά χαρακτηριστικά στα οποία βασίζεται η ανάλυση μιας τέτοιας τροποποίησης προκύπτουν από βιβλιογραφία, τεχνικά εγχειρίδια του κατασκευαστή και ηλεκτρονικές πηγές.

Το παρών σύγγραμμα χωρίζεται σε 4 κύριες θεματικές ενότητες: τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης, την τεχνική περιγραφή της αμαξοστοιχίας Adtranz DE 2000, την τεχνική περιγραφή της αμαξοστοιχίας Siemens Hellas Spriter και τέλος την μελέτη για την μετατροπή της μηχανής Adtranz DE 2000 σε ηλεκτροκίνητη.

Το 1^ο μέρος δίνει έμφαση στα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης, τα πλεονεκτήματα του δικτύου ηλεκτροκίνησης 25 KV και την τεχνική περιγραφή του συστήματος.

Το 2^ο μέρος εστιάζει στην τεχνική περιγραφή της μηχανής Adtranz DE 2000 με πλήρη ανάλυση του τρόπου λειτουργίας αυτής

Το 3^ο μέρος αναφέρεται στην τεχνική περιγραφή της μηχανής Siemens Hellas Spriter επεξηγώντας επακριβώς τον τρόπο λειτουργίας αλλά και τις δυνατότητες της.

Το 4^ο μέρος επικεντρώνεται στην μετατροπή της μηχανής Adtranz DE 2000 σε ηλεκτροκίνητη με λεπτομερή αναφορά των βημάτων που θα πρέπει να ακολουθηθούν

Καταληκτικά ο επιλογος-συμπερασματα απαντά στο αρχικό μας ερώτημα του κατά ποσόν η πρόταση που έγινε μπορεί να είναι εφαρμόσιμη και λειτουργική, ενώ στην συνέχεια επιχειρείται να γίνει μια πρόβλεψη αναφορικά με το εάν η σιδηροδρομική τεχνολογία δικαιολογεί την απαιτούμενη επένδυση στα ελληνικά δεδομένα.

ABSTRACT

This thesis aims to convert the diesel engine ADtranz DE 2000 OSE in electrically with the aim of reducing environmental footprint of rail transport. Studies and technical data on which the analysis of such a modification resulting from literature, technical manuals and manufacturer of electronic sources.

The present book is divided into four main topics: the advantages and disadvantages of electric traction, the technical description of the train Adtranz DE 2000, the technical description of Siemens Hellas Spriter train and end the study for the conversion of Adtranz DE 2000 machine in electrically.

The first part emphasizes the advantages and disadvantages of electrification, the advantages of the electric network 25 KV and the technical description of the system.

The second part focuses on the Adtranz machine specification DE 2000 with full analysis of how this function

The third part relates to the technical description of the machine Siemens Hellas Spriter precisely explaining the mode of operation and capabilities.

The fourth part focuses on converting machine Adtranz DE 2000 in electrically detailing the steps that should be followed

Concluding the option conclusions answer to our original question of whether the proposal made can be viable and functional, and then attempted to make a prediction as to whether the railway technology justify the required investment in the greek data.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η διπλωματική εργασία « Μετατροπή της πετρελαιοκίνητης μηχανής ADtranz DE 2000 του ΟΣΕ σε ηλεκτροκίνητη με σκοπό την μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των σιδηροδρομικών μεταφορών » εκπονήθηκε στο πλαίσιο του μεταπτυχιακού προγράμματος σπουδών “Αυτοματισμοί και νέες τεχνολογίες στην ναυτιλία και τις μεταφορές”.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του προγράμματος για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν και ιδιαίτερα τον καθηγητή μου κ. Τσουκαλά Βασίλειο για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε αναλαμβάνοντας την επίβλεψη της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Τέλος, οφείλω θερμές ευχαριστίες στην γυναίκα μου και την οικογένεια μου για την ηθική στήριξη σε όλη τη διάρκεια του μεταπτυχιακού προγράμματος.

Κεφαλαίο 1 Ηλεκτροκίνητη Έλξη

1.1 Εισαγωγή

Ο σιδηρόδρομος είναι η μονή τεχνολογία που κατά την διάρκεια της εξελικτικής της πορείας γνώρισε αρχικά περίοδο μεγάλης ακμής, πέρασε στην συνέχεια μια περίοδο έντονης αμφισβήτησης και την τελευταία δεκαετία κατόρθωσε όχι μόνο να ανακάμψει αλλά να αποτελεί, για πολλές χώρες, τεχνολογία αιχμής.

Η ανάπτυξη και ο εκσυγχρονισμός του σιδηροδρομικού δικτύου με προτεραιότητα στο Διευρωπαϊκό Σιδηροδρομικό Δίκτυο υψηλής ταχύτητας, η συμπλήρωση των ασυνεχειών και η μεγιστοποίηση του βαθμού ασφάλειας των σιδηροδρομικών μεταφορών, καθώς και η ανάπτυξη των συνδυασμένων μεταφορών αποτελεί προτεραιότητα για την βελτίωση προσφερόμενων υπηρεσιών μέσω μείωσης του χρόνου διαδρομής.

Η ηλεκτροκίνηση θεωρείται αυτονόητο μέρος του μεγαλύτερου μέρους του σιδηροδρομικού δικτύου σχεδόν σε όλη την Ευρώπη. Τα πλεονεκτήματα του είναι πολλά: είναι περιβαλλοντικά φιλικό λόγω της χρήσης ηλεκτρισμού (που κάλλιστα μπορεί να είναι από ΑΠΕ), ενώ το κόστος του είναι μόλις το 1/10 του κόστους ενός πετρελαιοκίνητου τρένου.

Ο περιβαλλοντικά φιλικός χαρακτήρας της ηλεκτροκίνησης η δυναμική άνεση που παρέχει, το υψηλό επίπεδο εξυπηρέτησης που προσφέρει και οι μικροί χρόνοι διαδρομής που εξασφαλίζει, την έχουν καθιερώσει ως ένα αξιόπιστο μεταφορικό μέσο στη συνείδηση των πολιτών. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η εξέλιξη στον χώρο του σιδηροδρόμου να είναι τεράστια και συνεχώς να παρουσιάζονται νέες καινοτόμες εφαρμογές που κάνουν το τρένο ακόμα πιο επιθυμητό μέσο μεταφοράς.

1.2 Πλεονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης

- Μεγαλύτερη αξιοπιστία
- Μεγαλύτερη διαθεσιμότητα
- Συντήρηση κινητηρίων μονάδων σε πιο μεγάλα χρονικά διαστήματα
- Υψηλότερη σχέση ισχύος προς μάζα - δεν υπάρχει το σύστημα παραγωγής ενέργειας
- Χρησιμοποίηση εγχώριων ενεργειακών πόρων
- Οικονομία ενέργειας - παραγωγή ρεύματος στην πέδη, εξοικονόμηση ενέργειας για κλιματισμό, ή επιστροφή της στο δίκτυο
- Λιγότερη ρύπανση περιβάλλοντος

1.3 Μειονεκτήματα Ηλεκτροκίνησης

- Σημαντικό κόστος της επένδυσης σε υποδομές
- Σημαντικό κόστος συντήρησης υποδομών
- Σχέση οφέλους κόστους – Συμφέρουν μόνο σε κύριες γραμμές με μεγάλη κυκλοφορία

1.4 Πλεονεκτήματα μειονεκτήματα Συστήματος 25KV

Πλεονεκτήματα

- Το σύστημα 25KV εφαρμόζεται από το 1954 στη Γαλλία
- Οικονομία διατομής αγωγού, ελαχιστοποίηση εγκαταστάσεων, (υψηλότερη τάση - λιγότερες απώλειες)
- Μεγαλύτερη απόσταση μεταξύ υποσταθμών - λιγότερους υποσταθμούς.

Μειονεκτήματα

- Ανάγκη για αυστηρότερες προδιαγραφές
- Ανάγκη για αυστηρότερους κανόνες ασφάλειας

1.5 Τεχνική περιγραφή συστήματος

- Παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος στα Εργοστάσια
- Διανομή του στο σιδηροδρομικό δίκτυο μέσω υποσταθμών
- Μεταφορά του στην ηλεκτράμαξα μέσω μιας γραμμής μεταφοράς εναέριας ή μιας τρίτης σιδηροτροχιάς
- Επιστροφή του ρεύματος, μετά τους ηλεκτροκινητήρες από τις σιδηροτροχιές απαίτηση εξασφάλισης ηλεκτρικής συνέχειας

1.6 Υποσταθμός Έλξης



- Εγκατάσταση που μετασχηματίζει και προσαρμόζει την ηλεκτρική ενέργεια υψηλής τάσης στα απαιτούμενα χαρακτηριστικά της ηλεκτρικής έλξης μονοφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος 25 KV 50 Hz
- Μεταξύ τους απόσταση 40-50 χλμ
- Εδώ μπορεί να γίνεται και η καταγραφή της επιστρεφόμενης ηλεκτρικής ενέργειας στη ΔΕΗ από πεδήσεις (δεν ισχύει ακόμη)

1.7 Μετασχηματιστές Ισχύος



Μ/Σ Ισχύος 10ΜVA

- 150 KV / 25 KV
- Συνδέεται με τη γραμμή επαφής παρέχοντας 25 KV
- Και με την σιδηροτροχιά – γραμμή επιστροφής

1.8 Διακόπτης Φορτίου 25 KV

- Διακόπτης φορτίου 25 KV
- Τηλεχειριζόμενοι
- Ηλεκτρικοί
- Χειροκίνητοι



Κεφάλαιο 2 Η/Α Siemens “Hellas Sprinter”



RailPictures.Net - Image Copyright © Apostolos Anastasiadis



COPYRIGHT 2009 RAILCOLOR.NET

2.1 Περιγραφή Η/Α SIEMENS

Σειρά ΟΣΕ 120



Μηχανή σειράς 120 με επιβατικά βαγόνια στον Νέο Σιδηροδρομικό Σταθμό Θεσσαλονίκης το 2008

Πληροφορίες

Σε λειτουργία	1999 – σήμερα
Κατασκευαστής	Siemens (D)
Τόπος κατασκευής	Γερμανία (Siemens-Krauss Maffei)
Όνομα γενιάς	EuroSprinter
Χρόνος κατασκευής	1996, 2004-2005
Είσοδος σε λειτουργία	1999 Οι αρ. 007-030 παραδόθηκαν την περίοδο 2004-2005
Κατασκευάστηκαν	30
Αριθμός εκτός λειτουργίας	6
Σχεδιασμός	Μερικές φορές διπλή έλξη +Επιβατάμαξες Κιολεΐδη ή εμπορικά βαγόνια
Αριθμός συρμών	H.561-H.563, H.565-H.566 (Αρχικά, πρώτη παρτίδα), H.564 (Εκτός λειτουργίας), 120 001-120 003, 120 005-120 006 (Μετέπειτα, πρώτη παρτίδα), 120 007-120 030 (δεύτερη παρτίδα)

Διαχειριστής

ΤΡΑΙΝΟΣΕ

Αμαξοστάσια

Μενεμένη (1η παρτίδα)

Γραμμές	Εμπορεύματα, Αθήνα - Θεσσαλονίκη (τμήμα Παλαιοφάρσαλος - Θεσσαλονίκη) Θεσσαλονίκη - Ειδομένη
Διευκρινίσεις	
Μήκος συρμού	19,5 μ.
Βάση ροδών	9,9 μ.
Μέγιστη ταχύτητα	200 χλμ/ώρα.
Βάρος	80 τόνοι
Πρωτοστάτης	4 Ηλεκτροκινητήρες
Είδος μηχανής	4 Ηλεκτροκινητήρες
Ελκτική δύναμη	300 kN
Μετάδοση	Ηλεκτρική
Παροχή ενέργειας	Παντογράφος
Τρόπος συλλογής ρεύματος	25kV 50Hz AC
Συνομοταξία ρόδων	Bo 'Bo'
Εύρος	Κανονικό (1,4 μ.)

Η σειρά 120 του ΟΣΕ (Μοντέλο: Hellas Sprinter) είναι σειρά ηλεκτροκίνητων μηχανών έλξης που λειτουργεί η ΤΡΑΙΝΟΣΕ και αποτελεί στόλο του ΟΣΕ. Οι 6 πρώτες κατασκευάστηκαν το 1999 ως σειρά Η.561 και οι υπόλοιπες 24 μεταξύ 2004 και 2005 από την Siemens. Μερικές φορές, κυκλοφορούν συζευγμένες με άλλη μια ή περισσότερες μηχανές (καμιά φορά μπορεί να είναι σειράς 220), ενώ συνήθως έλκουν επιβατάμαξες Κιολεΐδη, καθώς και εμπορικά βαγόνια.

Συνολικά, υπάρχουν 30 τέτοιες μηχανές, με αρίθμηση 120 001-120 030, οι οποίες θα αντικαταστήσουν τις μηχανές DE2000 όταν ηλεκτροδοτηθεί η γραμμή Αθήνα-Θεσσαλονίκη πλήρως. Διαθέτουν 4x ηλεκτροκινητήρες που τροφοδοτούνται από σύστημα παντογράφου που εφάπτεται σε εναέρια καλώδια. Οι κινητήρες έχουν συνδυασμένη δύναμη των 5,000 kW, καθιστώντας τις μηχανές ικανές να φτάσουν ταχύτητες μέχρι 200 χιλιόμετρα την ώρα. Οι μονάδες της 1ης παρτίδας είναι υπό φύλαξη και βρίσκονται στο αμαξοστάσιο Μενεμένης.

Κατασκευή	Αλουμίνιο
Συνολικό μήκος	19580mm
Συνολικό ύψος	4300mm
Συνολικό πλάτος	3000mm
Μέγιστη ταχύτητα	200 km/h
Συνολικό βάρος	80t
Διάμετρος τροχού	1250mm
Ελκτική δύναμη	300kN
Ισχύς	5000kW/6500hp
Ηλεκτροκίνηση	25kV 50Hz / AC
Τρόπος συλλογής	Παντογράφος
Σύστημα φρένων	Αέρας - ρεύμα
Προμήθεια	6 Η/Α (1999)
Προμήθεια άλλων	24 Η/Α -(2006)
Κατασκ:	Krauss Maffei (Μόναχο-Γερμανία)
Συνολική Δύναμη:	30
Αρίθμηση	120.001-120.030

2.2 Συστήματα Ηλεκτροκίνητης Έλξης

Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, ανεξάρτητα από τη συνθετότητα τους, μπορούν να θεωρηθούν ως μια πηγή ενέργειας και μία αντίσταση. Το ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κύκλωμα εξαρτάται από το δυναμικό (ή τάση) της πηγής και το μέγεθος της αντίστασης, ενώ η καταναλισκόμενη ισχύς ισούται με την τάση επί το ηλεκτρικό ρεύμα. Στην απλούστερη περίπτωση, η ενέργεια θα αποδίδεται ως θέρμανση της αντίστασης. Η αντίσταση θα μπορούσε επίσης να είναι εξαιρετικά σύνθετο σύστημα. Στην ηλεκτροκίνηση, η ενέργεια χρησιμοποιείται για την κίνηση της μάζας και του φορτίου του τρένου.

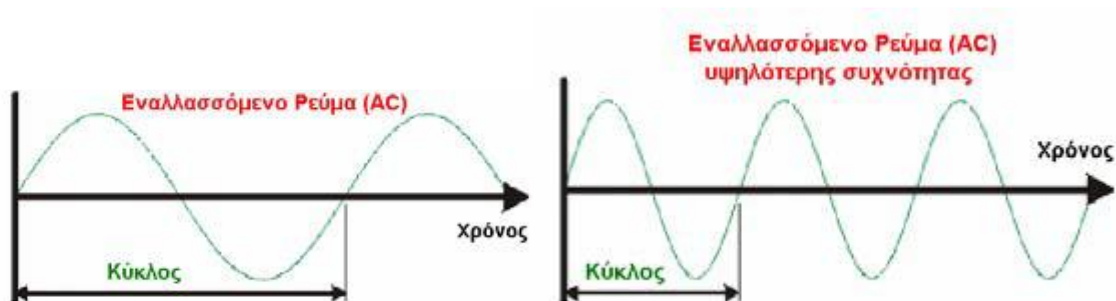
Επιπλέον, η ηλεκτρική πηγή μπορεί να ανήκει σε δύο εν γένει τύπους:

- συνεχούς ρεύματος (direct current-DC) ή
- εναλλασσόμενου ρεύματος (alternating current- AC).

Ηλεκτρική τάση συνεχούς (DC) ρεύματος είναι εκείνη που διατηρεί την πολικότητά της (όπως αυτή μιας μπαταρίας).

Η αντίστοιχη εναλλασσόμενου ρεύματος εναλλάσσει πολικότητα (όπως αυτή της οικιακής παροχής των 220 V).

Το παριστάμενο στο σχήμα κύμα εναλλασσόμενου ρεύματος είναι το συνηθέστερα χρησιμοποιούμενο, ημιτονοειδούς μορφής.



Το εναλλασσόμενο ρεύμα εισάγει επίσης μια νέα παράμετρο, αυτή της συχνότητας, που αποτελεί μέτρο του αριθμού των κύκλων ανά δευτερόλεπτο και μετράτε σε Hertz (Hz).

Στην εικόνα δείχνονται δύο τυπικά κύματα εναλλασσόμενου ρεύματος, εκ των οποίων το ένα έχει διπλάσια συχνότητα από το άλλο.

Τα συστήματα ηλεκτροκίνησης μπορούν εν γένει να διακριθούν σε εκείνα που χρησιμοποιούν εναλλασσόμενο ρεύμα και εκείνα που χρησιμοποιούν συνεχές ρεύμα.

2.3 Συστήματα Συνεχούς Ρεύματος

Στα συστήματα συνεχούς ρεύματος, οι συνηθέστερες ηλεκτρικές τάσεις για συστήματα τροφοδοσίας με εναέριο καλώδιο (overhead wire supply) είναι τα 1.500 και τα 3.000 Volt.

Τα συστήματα τροφοδοσίας με τρίτη σιδηροτροχιά (third-rail) χρησιμοποιούν συνεχές ρεύμα, τάσης της τάξης των 600-750 volt.

Μειονεκτήματα της ηλεκτροκίνησης με συνεχές ρεύμα είναι ότι:

- (α) απαιτείται η κατασκευή δαπανηρών υποσταθμών σε συχνά διαστήματα και
- (β) το εναέριο καλώδιο (ή η τρίτη σιδηροτροχιά) πρέπει να είναι σχετικά μεγάλο και βαρύ.

Ο ηλεκτροκινητήρας συνεχούς ρεύματος χαμηλής τάσης αποδείχτηκε κατάλληλος για τη σιδηροδρομική έλξη, επειδή παρείχε απλότητα κατασκευής και ευκολία ελέγχου.

Μέχρι τα τέλη του 20ού αιώνα χρησιμοποιούνταν παγκοσμίως σε ηλεκτροκίνητες ή ντίζελ-ηλεκτρικές κινητήριες μονάδες. Τα εν δυνάμει πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης εναλλασσόμενου ρεύματος, αντί για συνεχές, παρακίνησαν νωρίς πειράματα και εφαρμογές αυτού του συστήματος.

2.4 Συστήματα Εναλλασσόμενου Ρεύματος

Με το εναλλασσόμενο ρεύμα, ειδικότερα με σχετικά υψηλές τάσεις εναερίων καλωδίων τροφοδοσίας (10.000 volts ή μεγαλύτερες), απαιτούνται λιγότεροι υποσταθμοί.

Επίσης, η δυνατότητα χρήσης ελαφρότερου εναερίου καλωδίου τροφοδοσίας μειώνει το κόστος των κατασκευών που απαιτούνται για την υποστήριξή του, με αποτέλεσμα περαιτέρω ωφέλειες όσον αφορά το κόστος κεφαλαίου για την εγκατάσταση συστημάτων ηλεκτροκίνησης.

Τις πρώτες δεκαετίες της ηλεκτροκίνησης με εναλλασσόμενο ρεύμα υψηλής τάσης, οι διαθέσιμοι κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος δεν ήταν κατάλληλοι για λειτουργία με το εναλλασσόμενο ρεύμα της εμπορικής ή βιομηχανικής συχνότητας (50 hertz [κύκλοι ανά δευτερόλεπτο] στην Ευρώπη, 60 hertz στις ΗΠΑ και τμήματα της Ιαπωνίας). Οι κινητήρες αυτοί έπρεπε να χρησιμοποιούν ρεύμα χαμηλότερης συχνότητας (16 2/3 hertz στην Ευρώπη, 25 hertz στις ΗΠΑ). Αυτό με τη σειρά του απαιτούσε είτε ειδικά σιδηροδρομικά συστήματα ηλεκτρικής τροφοδοσίας ικανά να παράγουν εναλλασσόμενο ρεύμα στην απαιτούμενη συχνότητα, ή εξοπλισμό μετατροπής της συχνότητας, από την διαθέσιμη βιομηχανική στην απαιτούμενη σιδηροδρομική συχνότητα. Σε κάθε περίπτωση, συστήματα ηλεκτροκίνησης τροφοδοτούμενα με εναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας 16 2/3 hertz κατέστησαν τα κυρίαρχα σε μερικά Ευρωπαϊκά δίκτυα όπως στην Αυστρία, τη Γερμανία και τη Σουηδία, σε δίκτυα δηλαδή που

ηλεκτροκινήθηκαν πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Στις ανατολικές ΗΠΑ κατασκευάστηκαν μερικά συστήματα ηλεκτροκίνησης τροφοδοτούμενα με εναλλασσόμενο ρεύμα συχνότητας 25 hertz, κυριότερο από τα οποία είναι αυτό που λειτουργεί ακόμη στον Βορειοανατολικό διάδρομο Νέας Υόρκης – Ουάσιγκτον, τον οποίον εκμεταλλεύεται η κρατική σιδηροδρομική εταιρεία Amtrak.

Παρ' όλ' αυτά, το ενδιαφέρον για ηλεκτροκίνηση σιδηροδρόμων μέσω εναέριου καλωδίου, με εναλλασσόμενο ρεύμα βιομηχανικής συχνότητας παρέμενε ζωντανό.

Σχετικά πειράματα διεξάγονταν το 1933 στη Γερμανία και την Ουγγαρία. Πριν τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, οι Γερμανικοί Κρατικοί Σιδηρόδρομοι ηλεκτροκίνησαν την τοπική γραμμή Höllenthal με εναλλασσόμενο ρεύμα 20.000 volts, 50 hertz. Το 1945 ο Louis Armand, πρώην Πρόεδρος των Γαλλικών Σιδηροδρόμων, συνέχισε την περαιτέρω ανάπτυξη αυτού του συστήματος και έκανε τις απαραίτητες μετατροπές της γραμμής μεταξύ Aix-Les-Bains και La Roche-sur-Foron για τους πρώτους πρακτικούς πειραματισμούς. Οι πειραματισμοί αυτοί απέβησαν τόσο επιτυχείς, ώστε το σύστημα ηλεκτροκίνησης 25.000 Volt και 50 ή 60 Hertz να καταστεί πρότυπο για εφαρμογές ηλεκτροκίνησης σε βασικούς (main-line) σιδηροδρομικούς άξονες.

2.5 Διάταξη Ηλεκτροκινητήρων

Ένας ξεχωριστός κινητήρας έλξης εξυπηρετεί συνήθως κάθε άξονα, μέσω κατάλληλης διάταξης μετάδοσης. Για απλοποίηση της διάταξης ήταν για πολλά χρόνια συνήθης πρακτική η προσαρμογή των κινητήρων έλξης στους άξονες της ηλεκτράμαξας.

Με την αύξηση των ταχυτήτων των τρένων, η ανάγκη να περιοριστεί η επίδραση στη γραμμή των μη-αναρτημένων μαζών κατέστη σημαντική. Τώρα πλέον, οι κινητήρες έλξης είτε αναρτώνται στο εσωτερικό των φορέων της ηλεκτράμαξας, είτε, στην περίπτωση ορισμένων συρμών υψηλών ταχυτήτων, αναρτώνται από το αμάξωμα της ηλεκτράμαξας και συνδέονται με τα κιβώτια των αξόνων μέσω εύκαμπτων αξόνων μετάδοσης.

Τεχνολογία κινητήρων συνεχούς ρεύματος χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα τρένα υψηλών ταχυτήτων, τόσο στην Ιαπωνία (Shinkansen), όσο και στη Γαλλία (TGV γραμμής Παρίσι-Λυών). Όμως, από τις αρχές της δεκαετίας του 1990, η ηλεκτροκίνηση με

τριφασικούς κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος είχε υιοθετηθεί στα νέα Ιαπωνικά και Γαλλικά τρένα υψηλών ταχυτήτων.

2.6 Γενική περιγραφή

Οι ηλεκτράμαξες είναι τετραξονικές, μεγάλης ισχύος, πολλαπλής χρήσης, τύπου Βο' Βο', κατάλληλες για επιβατικές και εμπορικές αμαξοστοιχίες κανονικής γραμμής.

Οι ηλεκτράμαξες είναι εξοπλισμένες με μετατροπείς ισχύος σύγχρονης τεχνολογίας και υψηλής απόδοσης, με ασύγχρονους ηλεκτροκινητήρες έλξης που απαιτούν μικρής έκτασης συντήρηση, καθώς και με μικροεπεξεργαστές ελέγχου δοκιμασμένης τεχνολογίας. Είναι κατάλληλες για ταχύτητες μέχρι 200 km/h.

Οι ηλεκτράμαξες θα πληρούν τις παρακάτω ελάχιστες απαιτήσεις έλξης, οι οποίες χαρακτηρίζουν την ικανότητα απόδοσής τους :

α) Επιβατικές αμαξοστοιχίες βάρους 600 to (12 επιβατάμαξες) σε ανωφέρεια 4 ‰ με ταχύτητα 160 km/h και με περιθώριο επιτάχυνσης 5 ‰ (kg/ton).

β) Εμπορικές αμαξοστοιχίες βάρους 1.200 to (έμπορτες φορτάμαξες με κυλισιοτριβείς) σε ανωφέρεια 11 ‰ με ταχύτητα 80 km/h.

γ) Εμπορικές αμαξοστοιχίες βάρους 750 to (έμπορτες φορτάμαξες με κυλισιοτριβείς) σε ανωφέρεια 21 ‰ με ταχύτητα 50 km/h.

δ) Επιβατικές αμαξοστοιχίες βάρους 500 to (10 επιβατάμαξες) σε ανωφέρεια μέχρι 4 ‰ με ταχύτητα 200 km/h.

ε) Εμπορικές αμαξοστοιχίες βάρους 1.200 to (κενές φορτάμαξες). Εκκίνηση κάτω από όλες τις καιρικές συνθήκες σε ανωφέρεια 14 ‰ και σε ακτίνα καμπύλης 1.000 m.

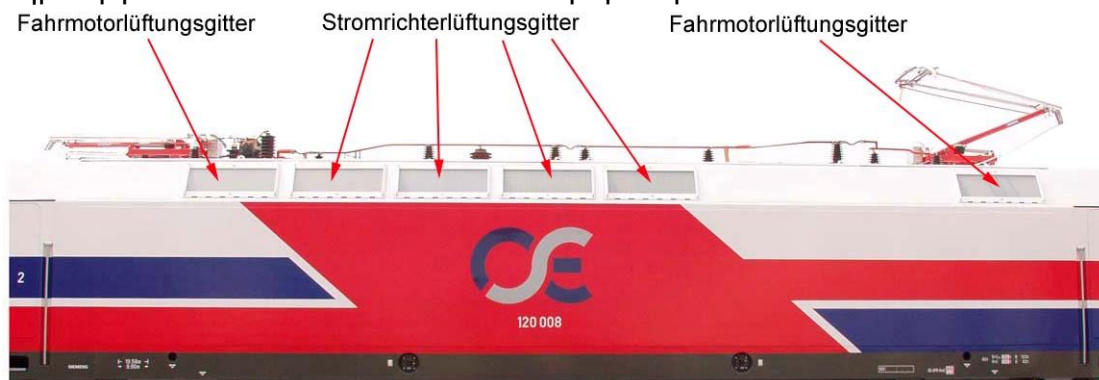
Οι παρακάτω αναφερόμενες αμαξοστοιχίες μπορούν να κινούνται με τη χρησιμοποίηση της πέδης ανάκτησης με σταθερή ταχύτητα :

1) Εμπορική αμαξοστοιχία βάρους 1.200 to σε κατωφέρεια 11 ‰, με σταθερή ταχύτητα 65 km/h.

2) Επιβατική αμαξοστοιχία βάρους 750 to σε κατωφέρεια 21 ‰, με σταθερή ταχύτητα 50 km/h.

2.7 Συνθήκες περιβάλλοντος

Οι εισοδοί του αέρα είναι τοποθετημένες στην πλευρική περιοχή της στέγης, δηλαδή απομακρυσμένες όσο είναι δυνατό από την περιοχή του εδάφους όπου δημιουργούνται **στροβιλισμοί** **σκόνης**.



Κύκλοι συντήρησης

Η ηλεκτράμαξα είναι κατασκευασμένη για διάρκεια λειτουργίας 30 ετών. Αυτό προϋποθέτει φυσικά μία σωστή προληπτική συντήρηση. Το πρόγραμμα συντήρησης έχει ως εξής :

ΒΑΘΜΙΔΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	ΧΛΜΕΤΡΙΚΗ ΔΙΑΝΥΣΗ	ΕΤΗ
I1	10.000 km	14 ημέρες
I2	100.000 km	4 μήνες
I3	300.000 km	1 έτος
I4	600.000 km	2 έτη
R1	900.000 km	3 έτη
R2	1.800.000 km	6 έτη
R3	4.500.000 km	15 έτη

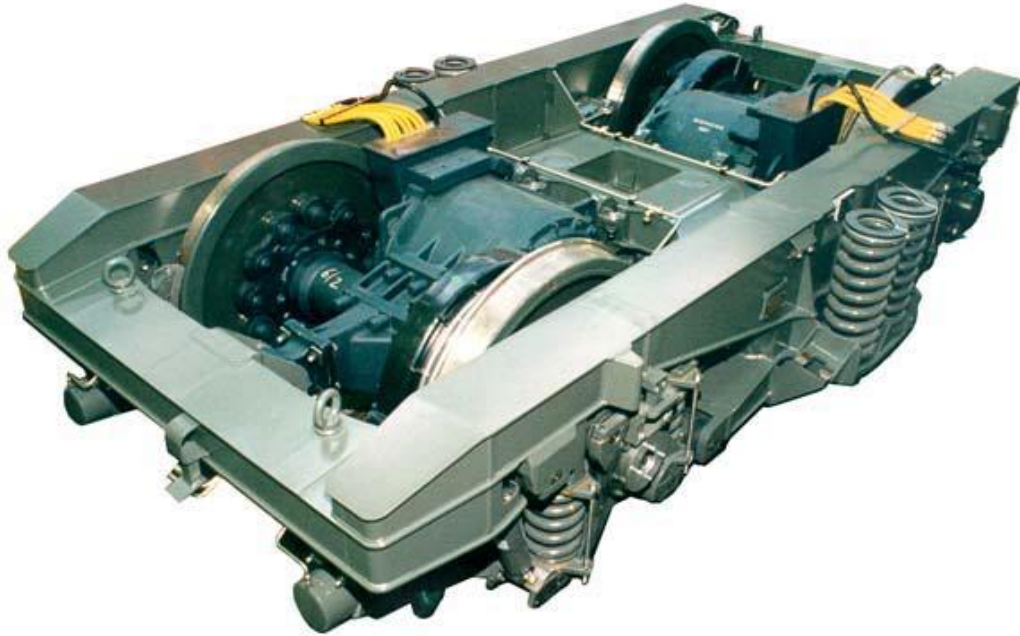
Οι ηλεκτράμαξες έχουν αξιοπιστία μεγαλύτερη από 250.000 km. Ως αξιοπιστία νοείται η χιλιομετρική διάνυση που θα πραγματοποιήσει μια ηλεκτράμαξα χωρίς να τεθεί εκτός λειτουργίας λόγω βλάβης.

2.8 Μηχανικό μέρος

Η ηλεκτράμαξα είναι ταυτόσημη με τις ηλεκτράμαξες της σειράς H561-566. Το σύνολο, που αποτελείται από τον ηλεκτροκινητήρα έλξεως και την μετάδοση κινήσεως, απομπλέκεται σε εγκάρσια κατεύθυνση από τον σκελετό του φορείου, με την βοήθεια ράβδων ταλάντωσης. Η οδήγηση μεταξύ αιώρας και φορείου γίνεται, μέσω πείρου περιστροφής (ομφαλού) και οδηγητικών ράβδων, που απομπλέκουν αρκετά τα φορεία από το αμάξωμα της ηλεκτράμαξας. Η διάταξη αυτή, σε συνεργασία με την εξελιχθείσα οδήγηση των τροχών με οδηγητικές ράβδους (LEMNISKATE), έχει ως αποτέλεσμα μικρές δυνάμεις μεταξύ τροχού και σιδηροτροχιάς.

ΦΟΡΕΙΟ

Το προβλεπόμενο διαξονικό φορείο είναι το ίδιο με αυτό στις ηλεκτράμαξες του ΟΣΕ H561-H566 και είναι κύρια ίδιο με το φορείο των S 252 των RENFE, που χρησιμοποιείται για την ταχεία κυκλοφορία στην κανονική γραμμή Μαδρίτης-Σεβίλλης και ανταποκρίνεται στο φορείο που χρησιμοποιείται αρχικά στις EURO SPRINTER.



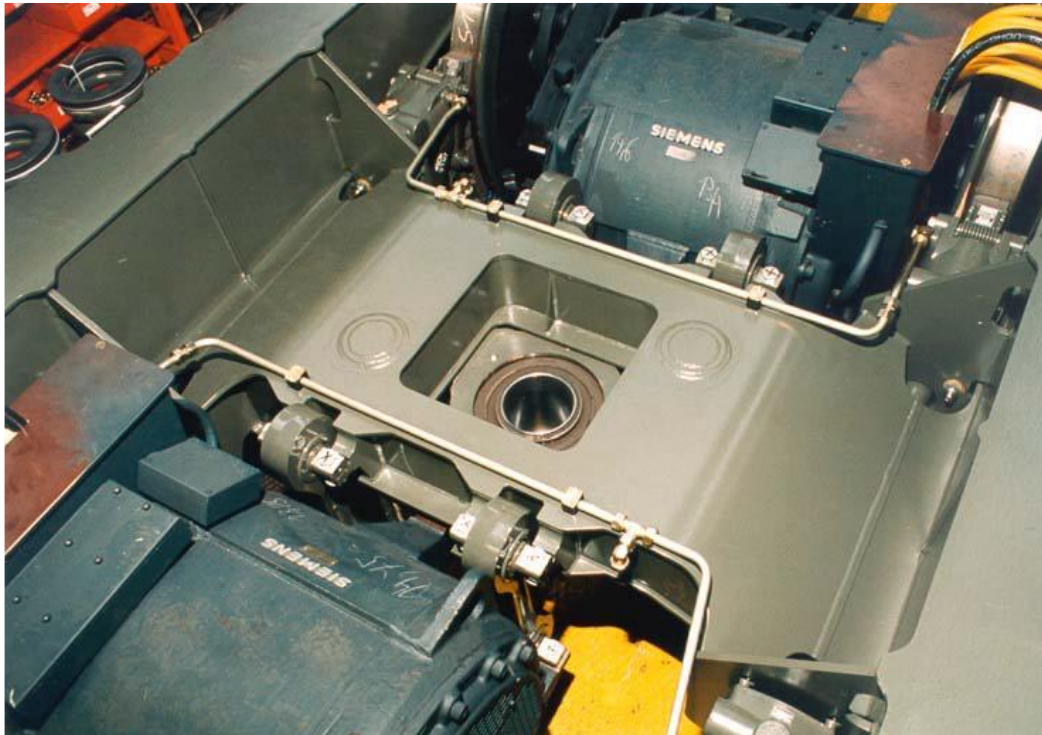
2.9 Πλαίσιο φορείου

Το πλαίσιο του φορείου είναι υπολογισμένο για διάρκεια ζωής 40 ετών ή χιλιομετρική διάνυση 20.000.000 km. Αποτελείται από τις διαμήκεις, εγκάρσιες και μετωπικές δοκούς, που όλες έχουν κατασκευαστεί από κλειστά προφίλ από συγκολλημένα μεμονωμένα ελάσματα. Ως υλικό χρησιμοποιείται χαλύβδινο έλασμα της ποιότητας S355. Τα σημεία τοποθέτησης των γλιστερών των λιποκιβωτίων είναι κατασκευασμένα από χυτοχάλυβα, είναι συγκολλημένα στο πλαίσιο και έχουν υποστεί μηχανική κατεργασία για την τοποθέτηση των οδηγητικών ράβδων των τροχοφόρων αξόνων. Πριν από τις διαμήκεις δοκούς, εδράζεται σε ένα πρόβολο, η δευτερεύουσα αιώρηση, πάνω από την οποία βρίσκεται η ελαστική εγκάρσια πλάκα πρόσκρουσης μεταξύ φορείου και αμαξώματος. Πέραν αυτών στη διαμήκη δοκό βρίσκονται όλα τα στηρίγματα για τους διάφορους αποσβεστήρες της δευτερεύουσας ανάρτησης.

Σε κάθε πλευρά του φορείου είναι τοποθετημένα για τη δευτερεύουσα αιώρηση δύο ελατήρια τύπου FLEXICOIL. Επίσης προβλέπονται μεταξύ αμαξώματος και πλαισίου φορείων κάθετοι, οριζόντιοι και πλευρικοί αποσβεστήρες. Μεταξύ αμαξώματος της ηλεκτράμαξας και του φορείου προβλέπεται ελεύθερη εγκάρσια διαδρομή τουλάχιστον ± 35 mm, 5 mm επιπλέον παρέχονται από την ελατηρίωση των ελαστικών πλακών πρόσκρουσης. Για την κατακόρυφη διαδρομή των ελατηρίων διατίθενται ± 25 mm, και επιπλέον 5 mm από ελατηρίωση.

Η εγκάρσια δοκός συνδέει αμφότερες τις διαμήκεις δοκούς. Στο μέσον της βρίσκεται ένα άνοιγμα, μέσα στο οποίο βυθίζεται ο πείρος περιστροφής. Εκτός αυτών στην εγκάρσια δοκό βρίσκονται η αιωρούμενη ανάρτηση των ηλεκτροκινητήρων έλξης καθώς επίσης και οι επιφάνειες πάνω στις οποίες

βιδώνονται οι ελαστικές πλάκες πρόσκρουσης που περιορίζουν την εγκάρσια κίνηση των ηλεκτροκινητήρων έλξης. Στην διαμήκη δοκό, παράλληλα προς την εγκάρσια δοκό, είναι συγκολλημένες οι βάσεις, πάνω στις οποίες βιδώνονται οι εσωτερικοί μηχανισμοί της πέδης.





Ο τροχοφόρος άξονας είναι κατασκευασμένος από σφυρήλατο χάλυβα 25 Cr Mo 4 με δύο ολόσωμους τροχούς υλικού R8T αρχικής διαμέτρου 1.250 mm με όριο κυκλοφορίας 1170 mm.

Κάθε τροχοφόρος άξονας έχει μία επαφή γείωσης και δότη παλμών για την ακριβή μέτρηση του αριθμού των στροφών του.

Στατικό αξονικό φορτίο 22 tn.

Το σύνολο που αποτελείται από τον ηλεκτροκινητήρα έλξης και τη μετάδοση κίνησης είναι αναρτημένο σε τρία σημεία πάνω στο πλαίσιο του φορείου. Η μέγιστη διαδρομή αιώρησης ανέρχεται σε 15 mm και αποσβένονται από ελαστομερή στοιχεία πρόσκρουσης. Μεταξύ ηλεκτροκινητήρων έλξης και πλαισίου φορείου είναι τοποθετημένος ένας υδραυλικός εγκάρσιος αποσβεστήρας κραδασμών. Η επιλεγείσα ανάρτηση του ηλεκτροκινητήρα έλξης επιτρέπει την εξαρμολόγηση από το κάτω μέρος κάθε μεμονωμένου τροχοφόρου άξονα με τον Η/Κ έλξης και τη μετάδοση ή κάθε μεμονωμένου Η/Κ χωρίς να χρειάζεται να ανυψωθεί το αμάξωμα της Η/Α από το φορείο.

Όλοι οι προβλεπόμενοι αποσβεστήρες κραδασμών (τροχοφόροι άξονες, φορείο, αμάξωμα, Η/Κ) είναι υδραυλικού τύπου.

2.10 Μηχανική πέδη φορείου

Σε κάθε τροχό προβλέπονται δύο σύνολα πέδης τροχοπεδηήλου τύπου KNORR με μεταλλικά τροχοπέδιλα σύντηξης, πεδούμενος κι από τις δύο πλευρές του.

Η Η/Α είναι σε θέση σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής πέδης να διατηρήσει το απαιτούμενο μήκος πέδησης και έτσι την ασφάλεια.

Σε υψηλές ταχύτητες δεν πρέπει να χρησιμοποιείται συνέχεια η μηχανική πέδη επειδή οι θερμικές επιπτώσεις είναι σοβαρές για τους τροχούς. Για το λόγο αυτό θα πρέπει να εφαρμοστεί η προδιαγραφή ότι σε περίπτωση μη λειτουργίας της ηλεκτρικής πέδης η ταχύτητα πρέπει να περιοριστεί σε 160 km/h.

Παρελκόμενα του φορείου

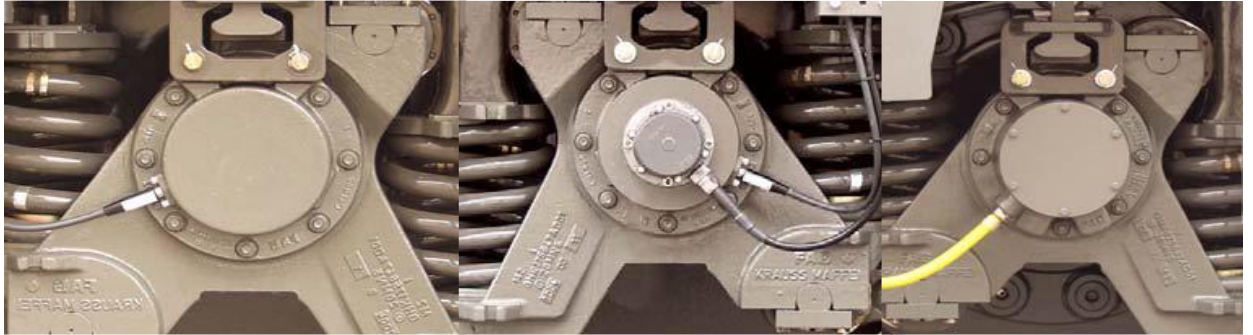
- Διάταξη εκτόξευσης άμμου στον εκάστοτε οδηγό (πρώτο) τροχοφόρο άξονα του φορείου.



- Διάταξη λίπανσης ονύχων για τους τροχοφόρους άξονες 1 και 4.



- Ηλεκτρικός δότης και επαφές γείωσης (μία ανά τροχοφόρο άξονα).



Διατάξεις έλξης και κρούσης

Προβλέπονται συνδετήρες ζεύξης και προσκρουστήρες με δυναμική απορρόφηση έργου τουλάχιστον 70 KJ.

Επι του φορέα των προσκρουστήρων είναι τοποθετημένα :

- Ρευματοδότης για τον αγωγό ηλεκτρικής θέρμανσης
- Ημισύνδεσμοι αέρος 5 και 10 atm
- Σκαλοπάτι για τον ελιγμοδηγό



2.11 Αμάξωμα



Το αμάξωμα του οχήματος με τα βασικά μέρη της βάσης (πλαίσιο, Θ.Ο., πλευρικά τοιχώματα μηχανοστασίου) αποτελεί μία αυτοφερόμενη κατασκευή πλήρως ηλεκτροσυγκολλητή.

Το μηχανοστάσιο είναι από πάνω ανοιχτό για τη συναρμολόγηση των μηχανισμών.

Το αμάξωμα του οχήματος μπορεί να δεχτεί καταπονήσεις χωρίς παραμόρφωση (UIC 567-1).

2.12 Διάταξη μηχανοστασίου

Ο ευθύγραμμος διάδρομος με πλάτος 600 mm και ύψος 1800 mm παρέχει στο προσωπικό δρόμο διαφυγής χωρίς εμπόδια. Οι συσκευές και τα ερμάρια βρίσκονται διατεταγμένα στις δύο πλευρές του. Τα καλώδια και οι σωληνώσεις πεπιεσμένου αέρα είναι τοποθετημένα πάνω στο πάτωμα του μηχανοστασίου έτσι ώστε να είναι προσιτά από πάνω.

Ο ενδιάμεσος διάδρομος είναι σκεπασμένος με αφαιρούμενα ελάσματα από ελαφρύ μέταλλο.

Ο μετασχηματιστής είναι τοποθετημένος υποδαπέδια μεταξύ των φορείων, σε θέση ώστε να αποκλείεται με ασφάλεια η επικάθιση του σε περίπτωση εκτροχίασης.

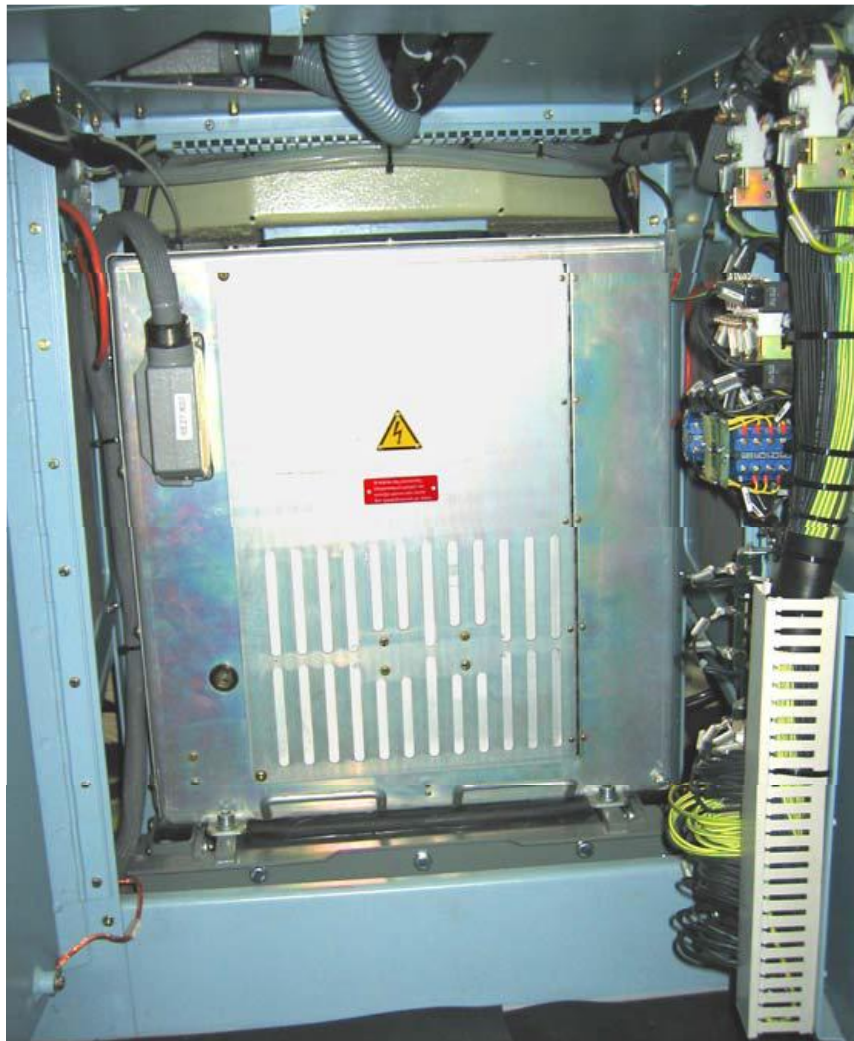
Στη μεσαία περιοχή του μηχανοστασίου βρίσκονται οι δύο μετατροπείς και αμέσως κοντά τα ψυγεία για την ψύξη του υγρού του μετασχηματιστή. Πάνω από κάθε φορείο βρίσκονται δύο ανεμιστήρες των Η/Κ έλξης καθώς επίσης πάνω από το πρώτο φορείο ο μετατροπέας των βοηθητικών λειτουργιών. Πάνω από το δεύτερο φορείο είναι τοποθετημένη η εγκατάσταση για τον πεπιεσμένο αέρα.

2.13 Κλιματισμός

Οι θάλαμοι οδήγησης διαθέτουν κλιματισμό και προστατεύονται έναντι υπερπίεσης.

Η κλιματιστική εγκατάσταση είναι σε θέση να διατηρεί μία εσωτερική θερμοκρασία κατά 8 °C χαμηλότερη από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος 45 °C. Το σύστημα κλιματισμού και αερισμού παρέχει μία ποσότητα φρέσκου αέρα 60 m³/h στο θάλαμο οδήγησης υπό όλες τις συνθήκες εργασίας.

Ο κλιματισμός γίνεται με συμπαγή κλιματιστική συσκευή που είναι τοποθετημένη μεταξύ των εσοχών για τα πόδια του μηχανοδηγού και του συνοδού κάτω από την τράπεζα οδήγησης.



Ο κρύος αέρας αναρροφάται μέσω ενός καναλιού από την κάτω περιοχή του πλαισίου της Η/Α. Ο δε φρέσκος αέρας αναρροφάται μέσω του ανεμιστήρα υψηλής πίεσης.

Η κλιματιστική συσκευή αναλαμβάνει επίσης ένα μέρος της θέρμανσης του θαλάμου οδήγησης. Προβλέπονται θέρμανση δαπέδου, θέρμανση εσοχών και θέρμανση παραθύρων.

2.14 Μετάδοση κίνησης

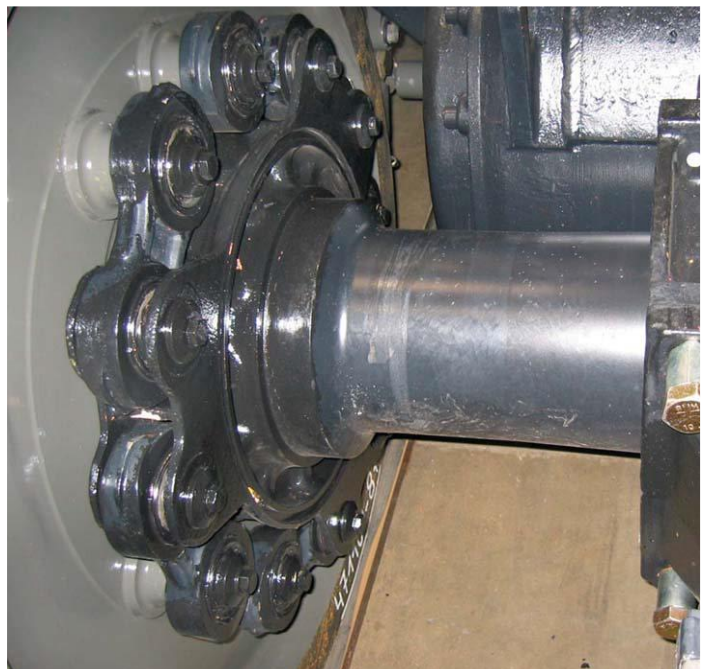
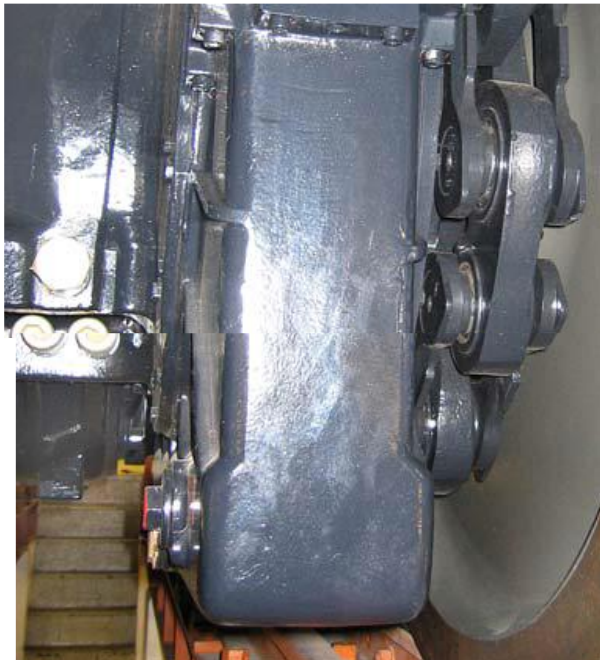
Τοποθετείται μετάδοση κίνησης αρθρωτών αξόνων με ελαστικούς συνδέσμους ικανοποιώντας όλες τις απαιτήσεις ενός μοντέρνου συστήματος μετάδοσης κίνησης που χρησιμοποιείται σε Η/Α μεγάλων ταχυτήτων. Υπογραμμίζεται η χρησιμοποίηση κοίλου άξονα για τη μετάδοση κίνησης με πλήρη ελατηριωτή ανάρτηση. Η μετάδοση κίνησης μεταφέρει τη ροπή στρέψης από τον Η/Κ στους κινητήριους τροχούς και συγχρόνως εξισορροπεί τις κάθετες και οριζόντιες ταλαντώσεις του τροχοφόρου άξονα σε σχέση με το φορείο.

Η μετάδοση κίνησης είναι κατασκευασμένη για ταχύτητες μεγαλύτερες των 200 km.

Η ροπή στρέψης μεταδίδεται από τον μικρό οδοντωτό τροχό του άξονα του Η/Κ έλξης δια μέσου του μεγάλου οδοντωτού τροχού στο σώμα του αστέρα του μεγάλου οδοντωτού τροχού. Από εκεί μεταδίδεται δια μέσου αρθρωτά εδρασμένων βραχιόνων στον αστέρα του κοίλου άξονα και στη συνέχεια μέσω του κοίλου άξονα στον αστέρα του δίχαλου. Ο περονωτός αστέρας είναι συνδεδεμένος άμεσα με τον κινητήριο τροχό μέσω ενός συνόλου οδηγών βραχιόνων και αρθρωτά εδρασμένων πείρων. Ο άλλος τροχός παίρνει κίνηση μέσω του τροχοφόρου άξονα.

2.15 Κιβώτιο μετάδοσης κίνησης

Έχει οδόντωση διπλής λοξότητας. Ο μικρός οδοντωτός τροχός είναι ελεύθερα εδρασμένος πάνω στον άξονα του Η/Κ. Το σώμα του μεγάλου οδοντωτού τροχού μαζί με την εν θερμώ συσφιγμένη πάνω σε αυτό οδοντωτή στεφάνη είναι εδρασμένο πάνω στο κέλυφος του κοίλου άξονα. Οι οδοντωτοί τροχοί λιπαίνονται με τη μέθοδο της εμβάπτισης με λιπαντικό (ορυκτό λάδι με πρόσθετα υψηλής πίεσης).



2.16 Μετατροπείας έλξης

Ο Μετατροπείας έλξης των Ηλεκτραμαξών SIEMENS είναι η σπουδαιότερη μονάδα λειτουργίας των οχημάτων αυτών. Τα ηλεκτρονικά ισχύος του είναι κατασκευασμένα με τεχνολογία GTO και εξασφαλίζουν, σε συνεργασία με τους 4 τριφασικούς ασύγχρονους ηλεκτροκινητήρες έλξης, την απαιτούμενη ισχύ λειτουργίας του οχήματος. Η ισχύς αυτή εξασφαλίζεται από δύο μετατροπείς (συμπαγή module ισχύος).

Στην Ηλεκτράμαξα SIEMENS ο μετατροπείας έλξης αποτελείται από τα εξής:

- x 3 ανορθωτές τεσσάρων τεταρτημόριων (4QS)
- 2 ενδιάμεσα κυκλώματα με ένα πυκνωτή και προστατευτικό module το καθένα
- 4 μεταλλάκτες εύρους παλμών (PWR)



Ανά τρεις οι ανορθωτές τεσσάρων τεταρτημόριων 4QS τροφοδοτούν κατά τη διάρκεια της πορεία του οχήματος, ένα ενδιάμεσο κύκλωμα με ενέργεια από το δίκτυο. Κατά την πέδηση οι 4QS επαναφέρουν την ενέργεια πέδησης στο δίκτυο έτσι ώστε η ανάγκη σε ενέργεια της Ηλεκτράμαξας να μειώνεται αισθητά.

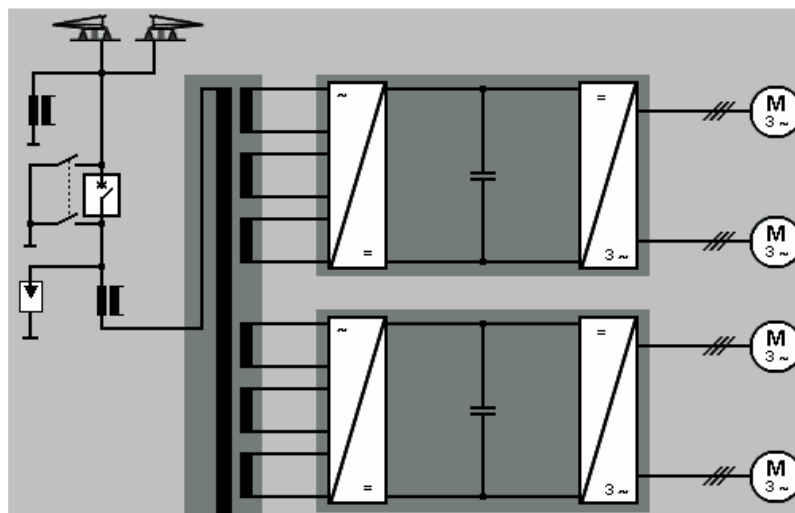
Με την κατάλληλη κατασκευή της αυτεπαγωγής σκέδασης των τυλιγμάτων έλξης του κύριου μετασχηματιστή εξοικονομούνται τα αναγκαία στραγγαλιστικά πηνία για τη λειτουργία του ανορθωτικού συστήματος.

Επίσης, με μια συνδεσμολογία φίλτρου τοποθετημένη στο πρωτεύον μέρος του κύριου μετασχηματιστή, μειώνονται οι αρμονικές υψηλών συχνοτήτων της κρίσιμης περιοχής συχνότητας του ρεύματος του δικτύου κάτω των επιτρεπόμενων οριακών τιμών.

Για τη λειτουργία με ένα φορείο, αυξάνεται η παλμοδότηση των 4QS που παρέμειναν σε λειτουργία, ώστε και στην περίπτωση αυτή να τηρηθούν οι οριακές τιμές.

Για κάθε ηλεκτροκινητήρα έλξης υπάρχει ένας ανεξάρτητος μεταλλάκτης εύρους παλμών (PWR) ως μετατροπέας εξόδου που παράγει από το

κύκλωμα ενδιάμεσης τάσης τριφασική εναλλασσόμενη τάση μεταβαλλόμενου εύρους και συχνότητας. Με αυτόν τον τρόπο η ισχύς εξόδου παρέχεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο άξονας του κάθε φορείου να μπορεί να ελέγχεται μεμονωμένα.



ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑ ΕΛΞΗΣ ΓΙΑ ΕΝΑ ΦΟΡΕΙΟ ΗΛΕΚΤΡΑΜΑΞΑΣ SIEMENS ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	
Αρχή λειτουργίας	3 παράλληλα εργαζόμενοι 4QS
Ονομαστική τάση εισόδου	1300V / 50 Hz / 1~
Ισχύς εξόδου	3 x 950 kW
Συχνότητα παλμοδότησης των GTO θυρίστορ	250 Hz (350 Hz)
Αριθμός παλμών	5 (7)
ΕΝΔΙΑΜΕΣΟ ΚΥΚΛΩΜΑ	
Τάση	2400 ... 2600V
Πυκνωτής ενδιάμεσου κυκλώματος CZK	2x4,8 mF / 2800V
Πυκνωτής κυκλώματος απόσβεσης CSK	3 mF / 3400V
Module προστασίας	1
ΜΕΤΑΤΡΟΠΕΑΣ ΕΞΟΔΟΥ	
Αρχή λειτουργίας	2 Μεταλλάκτες εύρους παλμών
Ισχύς εξόδου	2 x 1350 kW
Max ρεύμα εξόδου (ενεργό)	2 x 790 A
Max Συχνότητα παλμοδότησης των GTO	260 Hz
Τάση εξόδου (μεταξύ φάσεων)	2 x 0 ...2028V / 3~
Συχνότητα εξόδου (μεταβαλλόμενη)	2 x 0 ...135 Hz
Θερμοκρασία περιβάλλοντος	-20 οC ... +45οC

Ανορθωτής τεσσάρων τεταρτημόριων 4QS

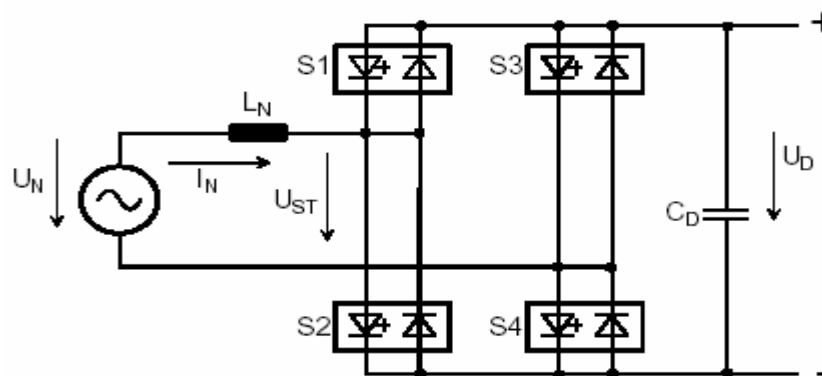
Ο ανορθωτής τεσσάρων τεταρτημόριων 4QS ανορθώνει την εναλλασσόμενη μονοφασική τάση τροφοδοσίας σε συνεχή τάση του ενδιάμεσου κυκλώματος και χρησιμοποιείται ως μετατροπέας εισόδου, κατάλληλος για τροφοδότηση από το δίκτυο με $\cos\phi=1$ και συντελεστή ισχύος $\lambda \approx 1$ σε υψηλές ισχύς.

Με την μετατοπισμένη παλμοδότηση των 6 4QS που υπάρχουν συνολικά στην Ηλεκτράμαξα επιτυγχάνεται μια πολύ περιορισμένη περιεκτικότητα αρμονικών στο ρεύμα του δικτύου. Πιο συγκεκριμένα τα σήματα παλμοδότησης των τριών 4QS είναι μεταξύ τους μετατοπισμένα κατά TP/3. Με κατάλληλο συγχρονισμό των μετατροπέων των δύο φορείων, η διαφορά φάσης του σήματος παλμοδότησης και των έξι εργαζομένων στο δίκτυο 4QS γίνεται TP/6. Σε σχέση με την υψηλή συχνότητα παλμοδότησης στο ρεύμα του δικτύου της Ηλεκτράμαξας προκύπτουν πολύ χαμηλές αρμονικές.

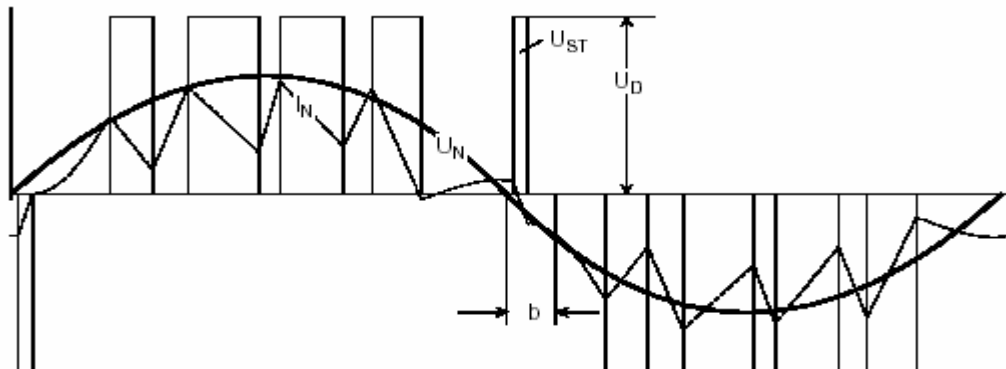
Στο δίκτυο των 25 kV, οι 4QS παλμοδοτούνται 5-πλά (Σχήμα 7), πράγμα που σημαίνει ότι κάθε μισή ταλάντωση του δικτύου αναλύεται σε 5 παλμούς. Ταυτόχρονα προκύπτει, σε σχέση με το δίκτυο, μια μέση συχνότητα ανάδρασης 500 Hz ανά 4QS η οποία είναι και η διακοπτική συχνότητα των GTO- θυρίστορ ($f_p = 2 \times 5 \times f_N = 500 \text{ Hz}$).

Ο 4QS ως μετατροπέας εισόδου κάνει επίσης δυνατή την αντίστροφη τροφοδότηση της ενέργειας πέδησης στο δίκτυο.

Αρχή λειτουργίας του 4QS



Κυματομορφή τάσης και ρεύματος στο 4QS



Ενδιάμεσο κύκλωμα και σύστημα προστασίας

Για τη διατήρηση της αναγκαίας συνεχούς τάσης στην είσοδο των Μεταλλακτών εύρους παλμών (PWR), μεριμνά το κύκλωμα ενδιάμεσης τάσης με τους πυκνωτές εξομάλυνσης. Η μέγιστη ενδιάμεση τάση είναι 2600V.

Στο ενδιάμεσο κύκλωμα υπάρχει ένα κύκλωμα εξομάλυνσης με κατάλληλο συντονισμό έτσι ώστε να απαλείφεται η κυμάτωση της ισχύος που προέρχεται από το μονοφασικό δίκτυο. Ο πυκνωτής του ενδιάμεσου κυκλώματος ενεργεί ως στοιχείο αποθήκευσης ενέργειας που αποσβένει την ανισορροπία μεταξύ της ενεργειακής παραγωγής και της κατανάλωσης ενέργειας

Η τάση του ενδιάμεσου κυκλώματος, στην περιοχή των χαμηλών στροφών ελαττώνεται για τον περιορισμό των απωλειών που εξαρτώνται από την τάση στα module του μετατροπέα και τις απώλειες των αρμονικών στους ηλεκτροκινητήρες έλξης.

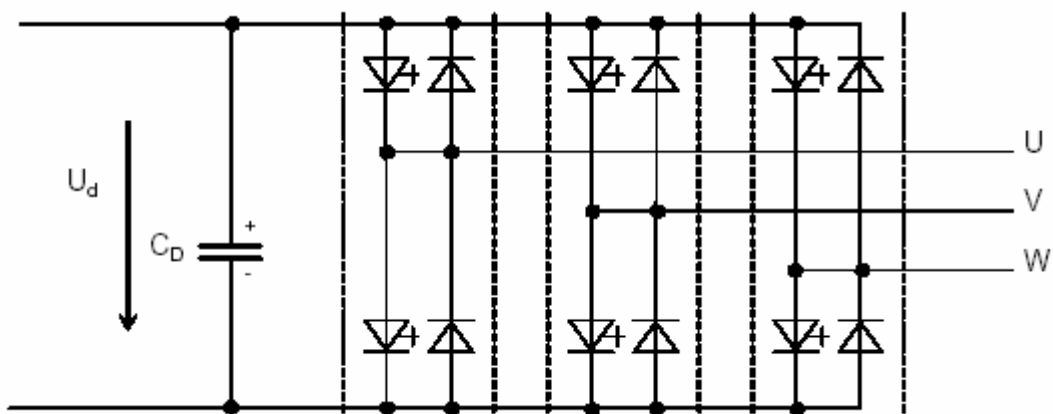
Οι λειτουργικές υπερτάσεις στο ενδιάμεσο κύκλωμα αντιμετωπίζονται χωρίς αρνητικές επιπτώσεις για τη λειτουργία της ηλεκτράμαξας. Με το module προστασίας εξασφαλίζεται η απάλειψη των δυναμικών υπερτάσεων ως κάτωθι: Η προστασία για υπέρταση αποτελείται από ένα θυρίστορ, το οποίο μπορεί να εκφορτίσει το ενδιάμεσο κύκλωμα μέσω ενός στραγγαλιστικού πηνίου. Εάν η τάση του ενδιάμεσου κυκλώματος υπερβεί μια ορισμένη τιμή, τότε η λειτουργία του μετατροπέα διακόπτεται με εντολή απομόνωσης της παλμοδότησής του. Εάν η τάση του ενδιάμεσου κυκλώματος αυξηθεί ακόμη περισσότερο, τότε με το άναμμα του θυρίστορ, το ενδιάμεσο κύκλωμα εκφορτίζεται μέσω του στραγγαλιστικού πηνίου. Ταυτόχρονα τίθεται εκτός ο γενικός διακόπτης. Εάν και αυτή η προστατευτική λειτουργία δεν λειτουργήσει, τότε το στοιχείο BOD(BreakOver Diode) ξεκινάει μια διαδικασία προστασίας.

Το σύστημα προστασίας προβλέπει επιτήρηση των ρευμάτων του 4QS και των ρευμάτων του ηλεκτροκινητήρα έλξης. Εάν ξεπεραστούν οι οριακές τιμές, τότε τίθεται εκτός κυκλώματος η αντίστοιχη φάση του εναλλάκτη ή το συνολικό τμήμα του κυκλώματος (4QS ή PWR).

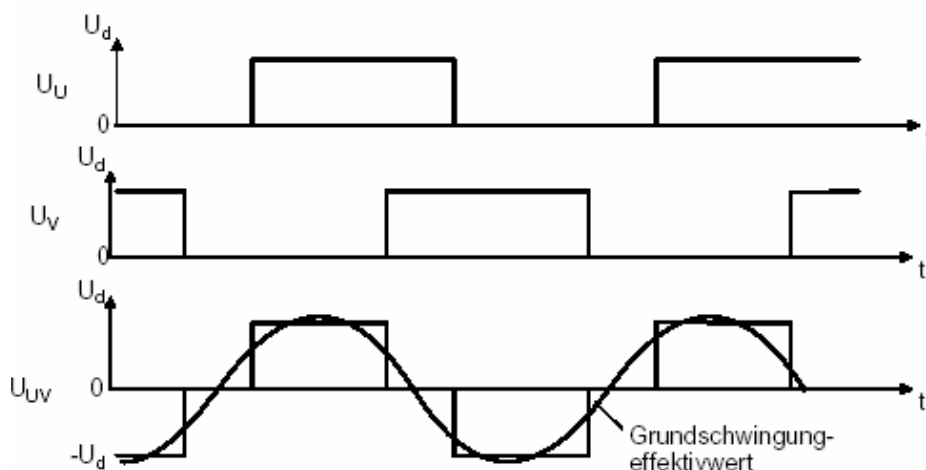
Μεταλλάκτης εύρους παλμών (PWR)

Οι Μεταλλάκτες εύρους παλμών των Ηλεκτραμαξών (Σχήμα 9) παράγουν, το μεταβαλλόμενη συχνότητα και τάσης τριφασικό σύστημα εναλλασσόμενης τάσης, που είναι αναγκαίο για τη λειτουργία των τριφασικών ασύγχρονων ηλεκτροκινητήρων έλξης. Το ρεύμα εξόδου του PWR παρουσιάζει με εφαρμογή της διαμόρφωσης κατά πλάτος παλμού (PWM), μια προσεγγιστική ημιτονοειδή μορφή. Η μέγιστη συχνότητα παλμοδότησης του PWR ανέρχεται σε 260 Hz.

Αρχή λειτουργίας του PWR Ηλεκτραμαξών



Διαμόρφωση κυματομορφής πολικής φάσης στον PWR



2.17 Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας έλξης

Η απλότητα κατασκευής και στιβαρότητα, η κατάληψη μικρού χώρου και το μικρό βάρος, η υψηλή αποδοτικότητα, οι πολύ μικρές φθορές, η χαμηλή συντήρηση και το χαμηλό αρχικό του κόστος είναι ένας συνδυασμός χαρακτηριστικών γνωρισμάτων που κάνει τον ασύγχρονο τριφασικό ηλεκτροκινητήρα σχεδόν ιδανικό για τις εφαρμογές έλξης.

Ο σχεδιασμός του μετατροπέα έλξης δίνει πρόσθετα τη δυνατότητα στον ασύγχρονο τριφασικό ηλεκτροκινητήρα να χρησιμοποιηθεί σαν κινητήρας έλξεως και πέδησης

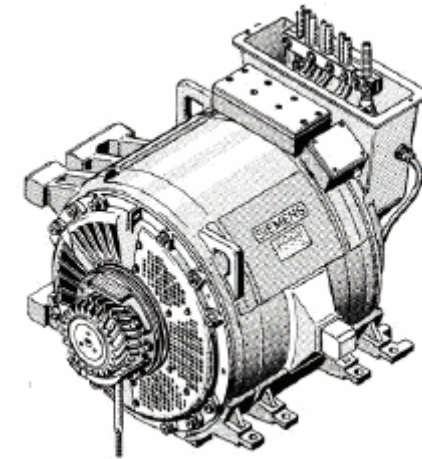
Ο εγκάρσια τοποθετημένος τριφασικός ασύγχρονος Η/Κ έλξης για εγκάρσια λειτουργία με μονόπλευρη μετάδοση κίνησης είναι κατασκευασμένος χωρίς κέλυφος, έχει βραχυκυκλωμένο δρομέα με εξαναγκασμένη ψύξη και είναι κατάλληλος για λειτουργία με μετατροπέα.

Για τη σιδηροδρομική έλξη, ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος είναι από πολλές απόψεις προτιμότερος από τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος.

- Ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος είναι επαγωγικός κινητήρας, δεν έχει διακόπτες αναστροφής (commutators) ή ψήκτρες, ούτε μηχανικά τμήματα επαφής εκτός από ένσφαιρους τριβείς (ρουλεμάν). Η συντήρησή του είναι λοιπόν πολύ απλούστερη και είναι περισσότερο αξιόπιστος.
- Είναι επίσης περισσότερο συμπαγής από τον κινητήρα συνεχούς ρεύματος, με αποτέλεσμα να διατίθεται περισσότερη ισχύς από ένα συγκεκριμένο βάρος και μέγεθος κινητήρα.
- Η ροπή στρέψεως (torque) ενός κινητήρα εναλλασσόμενου ρεύματος μεγαλώνει με την ταχύτητα, ενώ αντιθέτως, ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος, είναι αρχικώς υψηλή και πέφτει όσο αυξάνεται η ταχύτητα. Συνεπώς, ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος προσφέρει καλύτερη πρόσφυση για την επιτάχυνση βαρέων σιδηροδρομικών φορτίων.
- Τέλος, ο κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος μεταπίπτει ευκολότερα σε λειτουργία γεννήτριας, δρώντας δυναμικά (ρεοστατικά) ή σαν γεννήτρια πέδης.

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ
ΗΛΕΚΤΡΑΜΑΞΑΣ SIEMENS

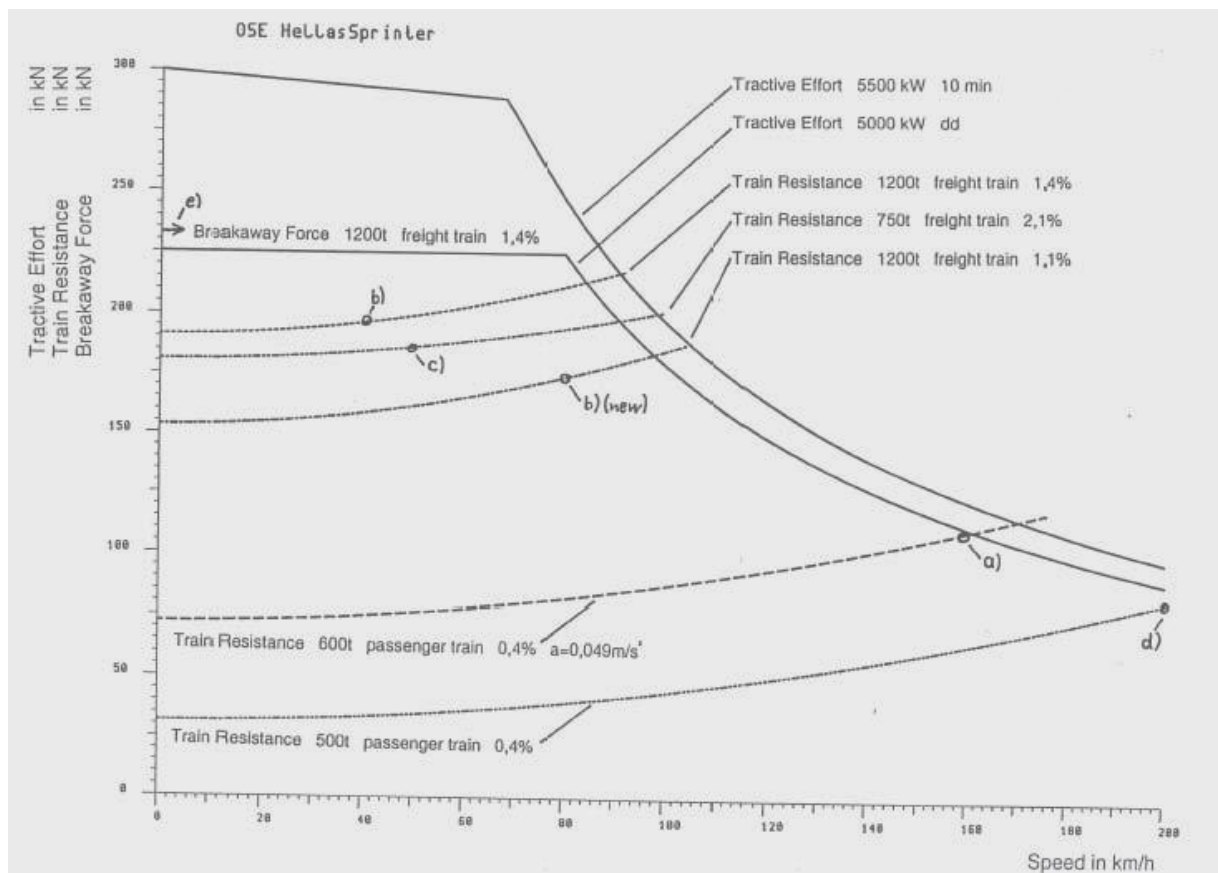
ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ	
Ισχύς	1403 kW
Τάση	1871 V
Ρεύμα	521 A
Συχνότητα	50 Hz
Αριθμός στροφών	1488 /min
Βαθμός απόδοσης	96,1%
Συντελεστής ισχύς $\cos\phi$	0,86
Συνδεσμολογία	Υ



Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας έλξης Ηλεκτράμαξας

2.18 Καμπύλες Ισχύος

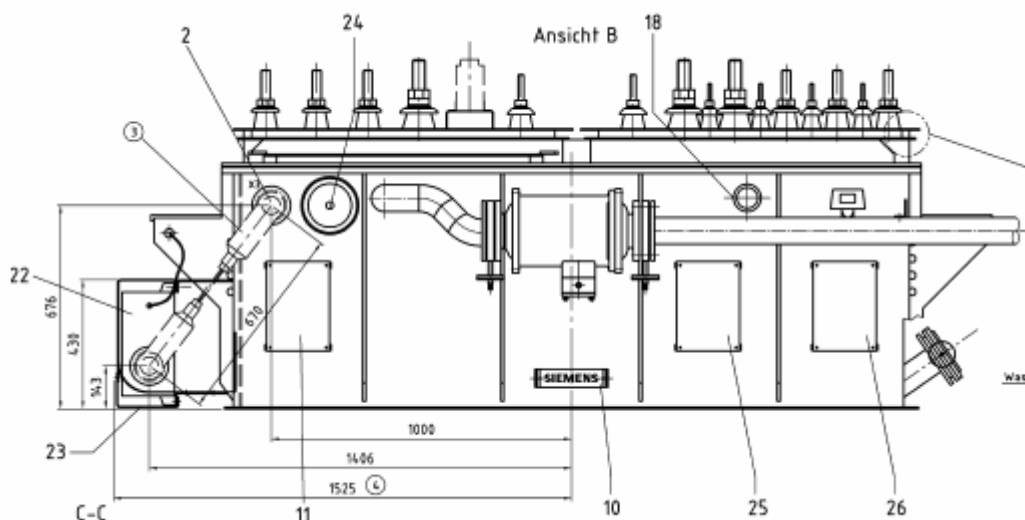
Οι χαρακτηριστικές καμπύλες της δύναμης έλξης και της αντίστασης κύλισης της Ηλεκτράμαξας φαίνονται στο σχήμα.



2.19 Μετασχηματιστής

Ο κύριος μετασχηματιστής των Ηλεκτραμαξών SIEMENS είναι ένας μονοφασικός μετασχηματιστής για 25 kV / 50Hz και είναι τοποθετημένος κάτω από το δάπεδο στο μέσον της Ηλεκτράμαξας. Ο τετράγωνος πυρήνας του είναι κατασκευασμένος με δύο στήλες, η κάθε μία εκ των οποίων είναι χωρισμένη ηλεκτρικά σε τρία τμήματα, έτσι ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν συμμετρικά, έξι δευτερεύοντα τυλίγματα και ομοκεντρικά πάνω από αυτά, έξι παράλληλα συνδεδεμένα τυλίγματα υψηλής τάσης. Εντελώς εξωτερικά βρίσκονται τα τυλίγματα τροφοδότησης του αγωγού θέρμανσης του συρμού καθώς και τα τυλίγματα βοηθητικών λειτουργιών. Η τροφοδότηση των 25 kV οδηγείται μέσω καταλλήλων διατάξεων και ενός καλωδίου υψηλής τάσης στον μετασχηματιστή. Η ψύξη του πραγματοποιείται με υγρό SILIKON το οποίο μέσω δύο αντλιών ανακύκλωσης οδηγείται σε δύο ξεχωριστές εγκαταστάσεις ψύξης οι οποίες αποτελούνται από ένα μεταλλάκτη θερμότητας υγρού – αέρα και έναν ανεμιστήρα. Ο μετασχηματιστής προστατεύεται από διατάξεις προστασίας και επιτήρησης :

- Ηλεκτρονόμο Bucholz
- Μετρητές ροής στον αγωγό του ψυκτικού μέσου
- Αφυγραντήρες και γυάλινα ενδεικτικά της στάθμης του ψυκτικού υγρού
- Αισθητήρια θερμοκρασίας τύπου PT 100



ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΥΡΙΩΣ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ ΗΛΕΚΤΡΑΜΑΞΑΣ SIEMENS

ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΜΕΤΑΣΧΗΜΑΤΙΣΤΗ	
<i>ΠΡΩΤΕΥΟΝ ΤΥΛΙΓΜΑ (OS)</i>	
Όνομαστική Ισχύς	6212 kVA
Όνομαστική Τάση Εισόδου	25 KV
Όνομαστικό Ρεύμα	248 A
Συχνότητα	50 Hz
<i>ΔΕΥΤΕΡΕΥΟΝ (US)</i>	
6 ΠΕΡΙΕΛΙΞΕΙΣ ΙΣΧΥΟΣ	
Όνομαστική Ισχύς	6 x 867 kVA
Όνομαστική Τάση	6 x 1300 V
Όνομαστικό Ρεύμα	6 x 667 A
1 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ ΘΕΡΜΑΝΣΗΣ	
Όνομαστική Ισχύς	810 kVA σε 12 °C 610 kVA σε 45 °C
Όνομαστική Τάση	1512 V
Όνομαστικό Ρεύμα	535 A
1 ΠΕΡΙΕΛΙΞΗ ΒΟΗΘΗΤΙΚΩΝ	
Όνομαστική Ισχύς	200 kVA
Όνομαστική Τάση	886 V
Όνομαστικό Ρεύμα	226 A
Απώλειες βραχυκύκλωσης	198 kW
Απώλειες λειτουργίας εν κενώ	2,7 kW
Ισχύς ψύξης (σε υπερθέρμανση του SILIKON 90K)	425 kW

2.20 Τεχνολογία των GTO (Gate Turn Off Thyristor)

Τα ημιαγωγικά στοιχεία GTO (Gate Turn Off) θυρίστορ (Σχήμα 4), είναι ένα είδος θυρίστορ του οποίου η σβέση ή η αποκοπή επιτυγχάνεται μέσω της πύλης του (Gate) [1]. Οι ιδιότητες ήτοι τα χαρακτηριστικά ισχύος και ταχύτητας των GTO αποτελούν ενδιάμεση κατηγορία μεταξύ αυτών των θυρίστορ και αυτών των τρανζίστορ. Οι εφαρμογές ισχύος μεταξύ 3 και 10 MW αποτελούν το πεδίο χρήσης του GTO ως ημιαγωγικού διακόπτη. Η διακοπτική του ταχύτητα φθάνει έως τα 10KHz.

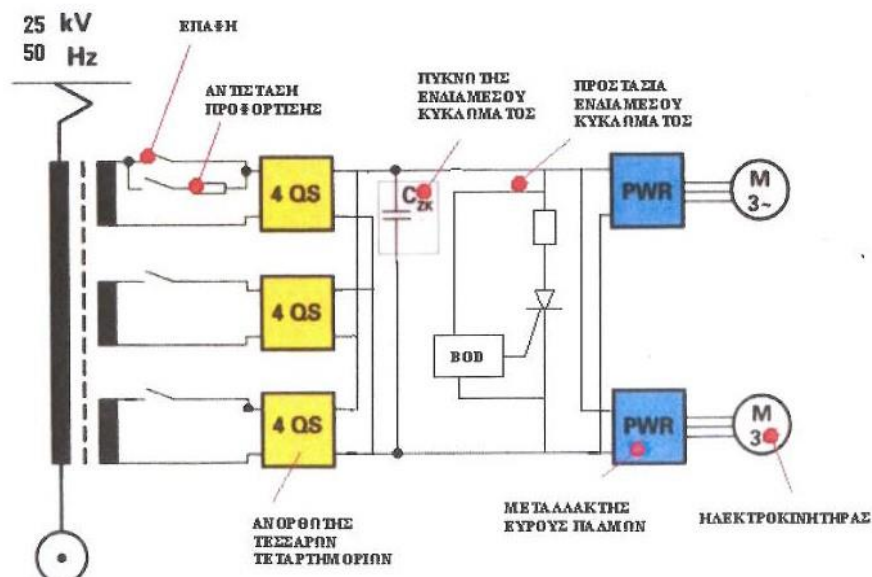
Το GTO μεταβαίνει σε κατάσταση αγωγής όταν μια θετική τάση εφαρμοστεί μεταξύ πύλης και καθόδου δημιουργώντας έτσι ένα θετικό ρεύμα έναυσης στην πύλη του. Το GTO μεταβαίνει από την κατάσταση αγωγής στην κατάσταση αποκοπής με την εφαρμογή μιας αρνητικής τάσης μεταξύ της πύλης και της καθόδου του. Τονίζεται ότι το αρνητικό ρεύμα που

δημιουργείται στην πύλη του λόγω της εφαρμογής της αρνητικής τάσης είναι αυτό που δίνει την εντολή της σβέσης του.

Τυπικές εφαρμογές τους είναι οι μετατροπείς DC-DC, οι μεταλλάκτες (αντιστροφείς) και οι ανορθωτές. Χρησιμοποιούνται επίσης στον έλεγχο ταχύτητας περιστροφής ηλεκτρικών μηχανών, UPS, αντιστάθμιση αέργου ισχύος και επαγωγική θέρμανση

2.21 Αρχή λειτουργίας ηλεκτροκίνητης έλξης H/A SIEMENS

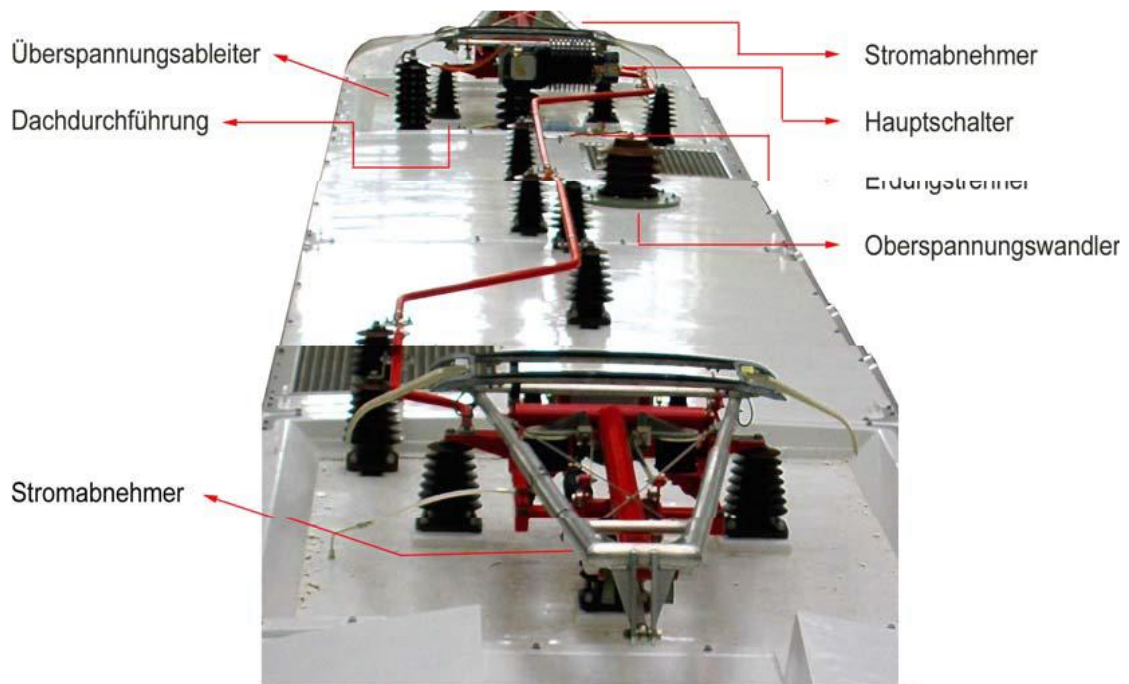
Η τάση του αγωγού επαφής (25 KV, 50 Hz) οδηγείται στον κύριο μετασχηματιστή μέσω του παντογράφου που είναι τοποθετημένος στην οροφή του οχήματος. Ο κύριος μετασχηματιστής διαθέτει 6 περιελίξεις έλξης, που μετατρέπουν την τάση του αγωγού επαφής σε μια τάση προσαρμοσμένη στον μετατροπέα. Ο ανορθωτής 4QS μετατρέπει τη εναλλασσόμενη μονοφασική τάση σε συνεχή τάση η οποία μέσω του ενδιαμέσου κυκλώματος οδηγείται στον μεταλλάκτη και μετατρέπεται σε τριφασική τάση με μεταβλητό πλάτος και συχνότητα. Η τάση αυτή τροφοδοτεί τους ασύγχρονους ηλεκτροκινητήρες έλξης που δίνουν κίνηση στο συρμό.



2.22 Εξοπλισμός υψηλής τάσης

Η εγκατάσταση της υψηλής τάσης καθιστά δυνατή μία ασφαλή μεταφορά ενέργειας στο όχημα. Όλα τα στοιχεία είναι υπολογισμένα για ονομαστική τάση 25 kV / 50Hz. Η εγκατάσταση της υψηλής τάσης είναι τοποθετημένη κυρίως στην οροφή της Η/Α και πληροί τον κανονισμό UIC 606. Αποτελείται από:

- Δύο παντογράφους ημιψαλιδωτού τύπου
- Μονωτήρες με αγωγό οροφής
- Μονωτήρες με ακίδες σπινθήρων για προστασία από κεραυνούς
- Διακόπτη ισχύος κενού
- Αποζεύκτη γείωσης
- Μετασχηματιστή μέτρησης υψηλής τάσης
- Γειωτή υπέρτασης
- Μονωτήρα διέλευσης στέγης



2.23 Παντογράφος

Αποτελεί τη συνδετήρια μονάδα μεταξύ της εγκατάστασης ηλεκτροκίνησης και τον ηλεκτροκινούμενο συρμό. Από εδώ γίνεται η αρχική λήψη του ρεύματος που χρειάζεται για την κίνηση της αμαξοστοιχίας. Κατά την κίνηση του συρμού η μονάδα αυτή βρίσκεται υπό έκταση υπό την επίδραση δύο ελατηρίων αέρος και σε διαρκή επαφή με τον αγωγό επαφής.

Ο παντογράφος επηρεάζει όπως ήταν φυσικό και τη δυναμική κατάσταση της γραμμής επαφής. Η πίεση που ασκεί ο παντογράφος πάνω στον αγωγό επαφής έχει τιμές από 60-90 N με μια φυσιολογική τιμή κοντά στα 75 N. Η δύναμη που ασκεί ο παντογράφος στον αγωγό επαφής αυξάνεται όσο μεγαλώνει η ταχύτητα κυκλοφορίας. Αυτό αναλογεί και σε μία ανύψωση του αγωγού επαφής της τάξης των 2-4 cm για ταχύτητα 120 km/h και φτάνει έως 10-12 cm σε ταχύτητα 200 km/h.

Στην αμαξοστοιχία υπάρχουν πάντα δύο παντογράφοι για λόγους εφεδρείας σε περίπτωση βλάβης του ενός από τους δύο ή κακή επαφή λόγω μόλυνσης του αγωγού ή καταπόνηση του ενός σε περίπτωση μεγάλων φορτίων.

Κατά την πορεία της αμαξοστοιχίας εν λειτουργία ευρίσκεται ο δεύτερος παντογράφος κατά την φορά της αμαξοστοιχίας για λόγους ασφαλείας έναντι ζημιάς στην οροφή.

Ανοιχτός παντογράφος σε πλήρη ανάπτυξη προσμετράται σε 2700 mm και σε συνθήκες λειτουργίας 2200 mm.

2.24 Πέδη

Η Η/Α είναι εξοπλισμένη με τα ακόλουθα συστήματα πέδης:

- Ηλεκτρική πέδη ανάκτησης
- Άμεση και ρυθμιζόμενη πέδη πεπιεσμένου αέρα
- Πέδη στάθμευσης (πέδη συσπειρωμένου ελατηρίου)

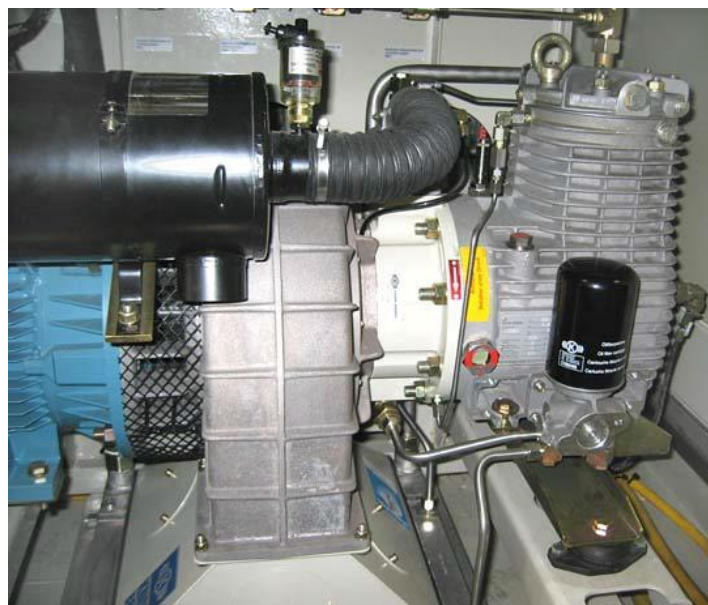
Η πέδη ανάκτησης είναι η πέδη λειτουργίας της Η/Α με μέγιστη δύναμη πέδησης 160 Κn. Σε περίπτωση διακοπής της ηλεκτρικής πέδης τότε λειτουργεί αυτόματα η μηχανική πέδη της Η/Α.

Η Η/Α είναι εξοπλισμένη με πέδη πεπιεσμένου αέρα Knorr, αυτόματη με συσκευή χειριστηρίου πέδης HSM. Η πίεση πέδησης παραμένει σε αδράνεια στην Η/Α εφόσον υπάρχει η δυνατότητα ηλεκτρικής πέδησης. Σε περίπτωση μερικής ηλεκτρικής πέδης τότε η δύναμη πέδης που υπολείπεται συμπληρώνεται από την πνευματική πέδη. Το χειριστήριο για την αποκλειστική λειτουργία της ηλεκτρικής πέδης συνδυάζεται με το χειριστήριο πορείας. Σε περίπτωση σφάλματος πέδησης αναγγέλλεται στο μηχανοδηγό διά του display. Ο έλεγχος της πέδης στάθμευσης γίνεται ηλεκτροπνευματικά.

2.25 Αεροσυμπιεστής

Κοχλιωτός αεροσυμπιεστής τύπου Knorr με εγκατάσταση στη συνέχεια συσκευής αφύγρανσης του αέρα. Φροντίζει για την ποσότητα παροχής 2.400 lt/min αέρα στο κύκλωμα του πεπιεσμένου αέρα.

Προβλέπεται ένας βοηθητικός αεροσυμπιεστής για τη λειτουργία του παντογράφου μέσω των συσσωρευτών.



2.26 Πυρόσβεση

Η Η/Α διαθέτει ένα αυτόματο σύστημα αναγγελίας πυρκαγιάς και πυρόσβεσης. Το προς χρήση υλικό είναι το Deugen αποθηκευμένο σε τέσσερα δοχεία υλικού πυρόσβεσης χωρητικότητας 10 λίτρων το καθένα. Ενεργοποιείται αυτόματα το ένα από τα δύο σετ πυροσβεστήρων με την αναγγελία της πυρκαγιάς ενώ το δεύτερο το ενεργοποιεί ο μηχανοδηγός.

2.27 Ασφαλιστικές διατάξεις

Ένα πλήρες μελετημένο σύστημα μανδαλώματος εμποδίζει το άνοιγμα των ερμαρίων του μετατροπέα και τη δυνατότητα πρόσβασης στο φορτισμένο ενδιάμεσο κύκλωμα εφόσον ο παντογράφος δεν έχει κατέβει και ο κεντρικός διακόπτης δεν είναι ανοιχτός.

Όλα τα κλειδιά των θυρών επικοινωνίας με τις εγκαταστάσεις υψηλής τάσης είναι κλειδωμένα μέσα στο κουτί φύλαξης των κλειδιών ώστε να μη μπορεί κανείς να αφαιρέσει ένα οποιοδήποτε κλειδί από αυτό το κουτί. Το κουτί φύλαξης των κλειδιών είναι τοποθετημένο στο μηχανοστάσιο της Η/Α.



Κεφάλαιο 3 ADtranz DE 2000 Bombardier





COPYRIGHT 2013 RAILCOLOR.NET

by Michele Sacco for RAILCOLOR

3.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά ADtranz DE 2000

Ισχύς:	2100KW (2816HP)
Μεγ ταχ:	160 χλμ/ω
Χωρητ. Δεξ. καυσίμου:	3500 λίτρα

A.ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ

Συνολικό Μήκος	1940mm
Συνολικό Ύψος	4260mm
Συνολικό πλάτος	2950mm

B. Χαρακτηριστικά άξονα

Διάμετρος τροχού νέα	1100mm
Διάμετρος τροχού παλιά	1010mm
Βάση τροχού	2650mm
Βάση φορείου	11400mm
Συμφωνία αξόνων	Bo
Μέτρηση μεταξύ τροχιάς	1435

Γ. Βάρος

Συνολικό βάρος	80 ton
Φορτίο ανά άξονα	20 ton

Δ. Απόδοση έλξης

Ανώτατη ταχύτητα	160 Km/h
Αρχική προσπάθεια έλξης	260 K/N
Συνεχής προσπάθεια έλξης	160 K/N

E. Χαρακτηριστικά προώθησης

Χωρητικότητα δοχείου καυσίμου	3500 l
Αριθμός ηλεκτροκινητήρων	4
Κατασκευαστής ντιζελοκινητήρων	MTU
Αριθμός ντιζελοκινητήρων	2
Ισχύς	2100 KW (2x1050KW)
Αριθμοί κυλίνδρων	12
Ηλεκτρική μετάδοση	AC

Προμήθεια

Προμήθεια άλλων 10 (2004)	26 Δ/Η (1998)
Κατασκευή:	Adtranz/Bombardier (Γερμανία)
Συνολική Δύναμη:	36
Νέα αρίθμηση	220.001-220.036
Παλιά αρίθμηση	A 471-A 496

Οι Δ/Η Adtraz προορίζονται για την έλξη επιβατικών και εμπορικών αμαξοστοιχιών στο δρομολόγιο Αθήνα – Θεσσαλονίκη.

Έτσι είναι κατασκευασμένες ώστε να δίνετε όταν αποφασιστεί στο μέλλον να μετατραπούν σε ηλεκτράμαξες

Μέγιστη ταχύτητα 160 Km

Οι απαιτήσεις έλξης είναι

1. 6 Ε/Α βάρους 250 ton
2. 8 Ε/Α βάρους 340 ton
3. Εμπορική αμαξοστοιχία βάρους 800 ton με ταχύτητα 25 Km/h

Τεχνικά χαρακτηριστικά

Συνολικό βάρος	80 ton
Βάρος ανά άξονα	20 ton
Μέγιστη ταχύτητα	200 Km/h
Ταχύτητα κυκλοφορίας	160 Km/h
D τροχών	1100mm
Ισχύς διαθέσιμη για θέρμανση	400 kW
Τάση συσσωρευτών	24 V

- Οι ντιζελάμαξες Adtranz δύνανται να λειτουργούν σε διπλή ζεύξη με όλα τα σήματα και ενέργειες προστασίας να μεταφέρονται στην πρώτη, ώστε να μην απαιτείτε προσωπικό συνοδείας στη δεύτερη
- Η κατασκευή της Adtranz είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει πορεία με χαμηλή ταχύτητα 5 Km/h σε γραμμές καλυμμένη από νερά ύψους μέχρι 1000mm της άνω κεφαλής της σιδηροτροχιάς.

3.2 Αρχή λειτουργίας της έλξης στις Δ/Η ADtranz

Οι στροφές των Δ/Κ είναι ηλεκτρονικά ελεγχόμενες και εξαρτώνται από την συνολική απαιτούμενη ισχύ. Σε κάθε Δ/Κ συνδέεται μια σύγχρονη γεννήτρια με ενσωματωμένη διέγερση. Η παραγόμενη έξοδος, που ρυθμίζεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού ρυθμιστή, είναι ένα 3 φασικό εναλλασσόμενο ρεύμα ημιτονοειδούς μορφής (AC). Η παραγόμενη τάση ανορθώνεται από τους ανορθωτές και ομαλοποιείται από τον πυκνωτή του ενδιάμεσου κυκλώματος, ο οποίος ενεργεί και ως στοιχείο αποθήκευσης ενέργειας. Ο μεταλλάκτης έλξης που συνδέεται με το ενδιάμεσο κύκλωμα μετατρέπει την συνεχή τάση (DC) σε εναλλασσόμενη 3-φασική (AC) τάση με μεταβλητή συχνότητα και πλάτος για την τροφοδότηση 4 ασύγχρονων ηλεκτροκινητήρων έλξης

3.3 Ανορθωτές

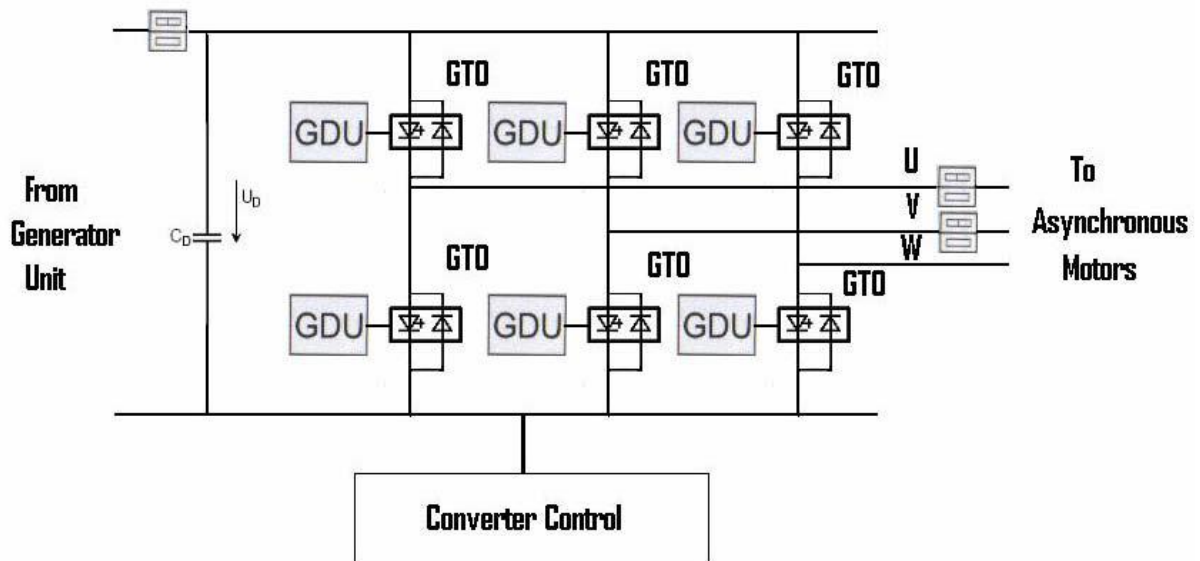
Η τριφασική εναλλασσόμενη τάση των γεννητριών στις Δ/Η ADtranz μετατρέπεται σε συνεχή τάση με μέγιστη τιμή 2800 V με τη βοήθεια δύο ανορθωτών των οποίων τα χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΟΡΘΩΤΗ Δ/Η ADTRANZ	
Τύπος	13 NW 06
Συνδεσμολογία	Τριφασική γέφυρα Β6 με μία δίοδο ανά κλάδο
Ονομαστική τάση εισόδου	2180 V
Ρεύμα εξόδου	< 400 A
Προστασία	IP 00
Ψύξη	Λάδι μετασχηματιστή

3.4 Μεταλλάκτης έλξης

Ο Μεταλλάκτης έλξης των Δ/Η ADtranz είναι κατασκευασμένος με την τεχνολογία των GTO και έχει ψύξη με λάδι μετασχηματιστή. Αποτελείται από:

- Το module των ημιαγωγών συμπεριλαμβανομένων και των Gate Units
- Το τροφοδοτικό των Gate Units
- Τους πυκνωτές εξομάλυνσης του ενδιάμεσου κυκλώματος
- Την προστασία του ενδιάμεσου κυκλώματος



Ο Μεταλλάκτης έλξης μετατρέπει την συνεχή τάση του ενδιαμέσου κυκλώματος σε εναλλασσόμενη 3-φασική τάση με μεταβλητή συχνότητα και πλάτος για την τροφοδότηση των ηλεκτροκινητήρων έλξης. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του module του μεταλλάκτη φαίνονται στον Πίνακα

ΤΕΧΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ MODULE ΜΕΤΑΛΛΑΚΤΗ Δ/Η	
ADTRANZ	
Τύπος	13 BH 06
Μέγιστη ονομαστική ισχύς	4000 KVA
Τάση εισόδου	2800 V
Συχνότητα παλμοδότησης	250 Hz
Gate Unit	Έλεγχος μέσω οπτικών αγωγών
Ημιαγωγοί ισχύος	6 GTO θυρίστορς, 6 δίοδοι
Ψύξη	Λάδι μετασχηματιστών

Στο module αυτό συμπεριλαμβάνονται επίσης οι διατάξεις ελέγχου των Gate Units καθώς και οι συσκευές επιτήρησης και μέτρησης των τάσεων και ρευμάτων για την προστασία από υπερεντάσεις.

3.5 Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας έλξης

Οι Ασύγχρονοι τριφασικοί ηλεκτροκινητήρες έλξης των Δ/Η Adtranz έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με τους κινητήρες που παρουσιάστηκαν στους ηλεκτροκίνητους συρμούς. Τα ονομαστικά στοιχεία αυτών φαίνονται στον Πίνακα

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ Δ/Η Adtranz

ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΣΥΓΧΡΟΝΟΥ ΤΡΙΦΑΣΙΚΟΥ ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗΡΑ Δ/Η Adtranz ΟΝΟΜΑΣΤΙΚΑ ΗΛΕΚΤΡΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΑ Δ/Η Adtranz	
Ισχύς	246 kW
Τάση	1422 V
Ρεύμα	132 A
Αριθμός στροφών	594 /min
Βαθμός απόδοσης	90,9%
Συντελεστής ισχύος $\cos\phi$	0,831
T	3949Nm
Ud	2800 V
Συνδεσμολογία	Υ

Οι ηλεκτροκινητήρες έλξης λειτουργούν ένας ανά τροχοφόρο άξονα. Είναι τριφασικοί, ασύγχρονοι με δυνατότητα αλλαγής της συνδεσμολογίας για χρήση σε ηλεκτράμαξα.

Ψύχονται ανά Ζεύγος από ανεμιστήρες από ανεμιστήρες που βρίσκονται στον χώρο των ντιζελοκινητήρων.

Κατά την εφαρμογή της δυναμικής πέδης αντιστρέφεται η λειτουργία των ηλεκτροκινητήρων και μετατρέπονται σε ηλεκτρογεννήτριες. Το ρεύμα που παράγεται καταναλώνεται στις αντιστάσεις πέδης.

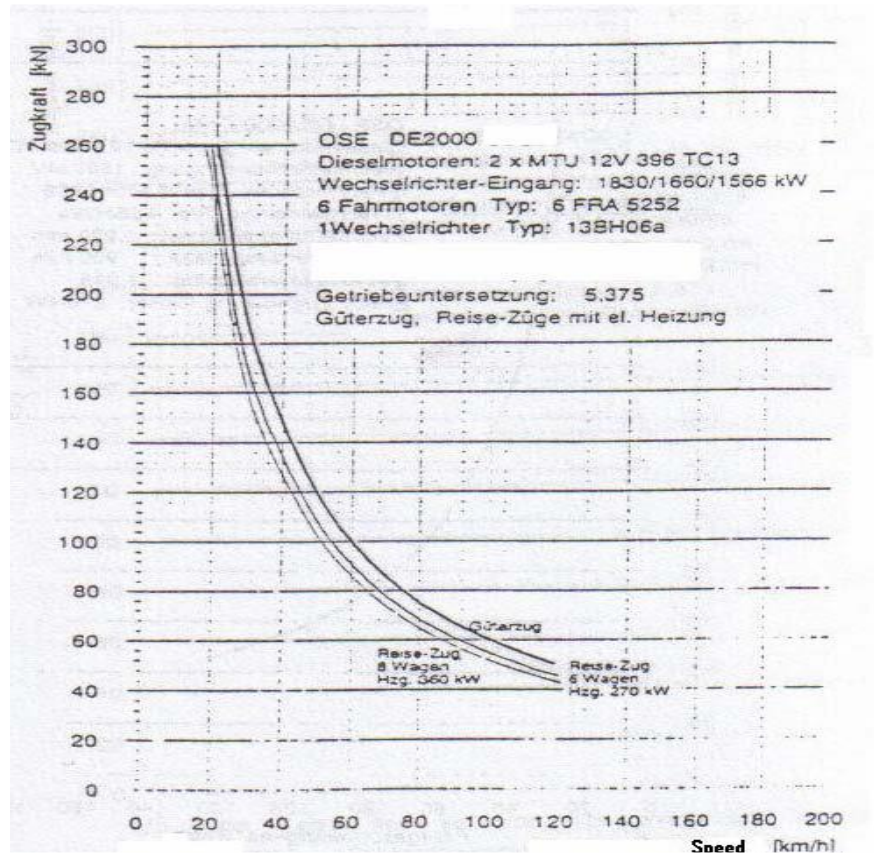
Κάθε ηλεκτροκινητήρας φέρει έναν δότη στροφών μέσω του οποίου ελέγχεται η ταχύτητα περιστροφής καθώς επίσης και δυο αισθητήρια θερμοκρασίας PT100.

Όταν ο Η/Κ υπερθερμανθεί τότε γίνονται οι εξής ενέργειες

1. Δίδεται προειδοποιητικό σήμα
2. Στην συνέχεια περιορίζεται η ισχύς
3. Σε ακραία περίπτωση ακινητοποιείται το σύστημα μετάδοσης κίνησης.

Καμπύλες Ισχύος

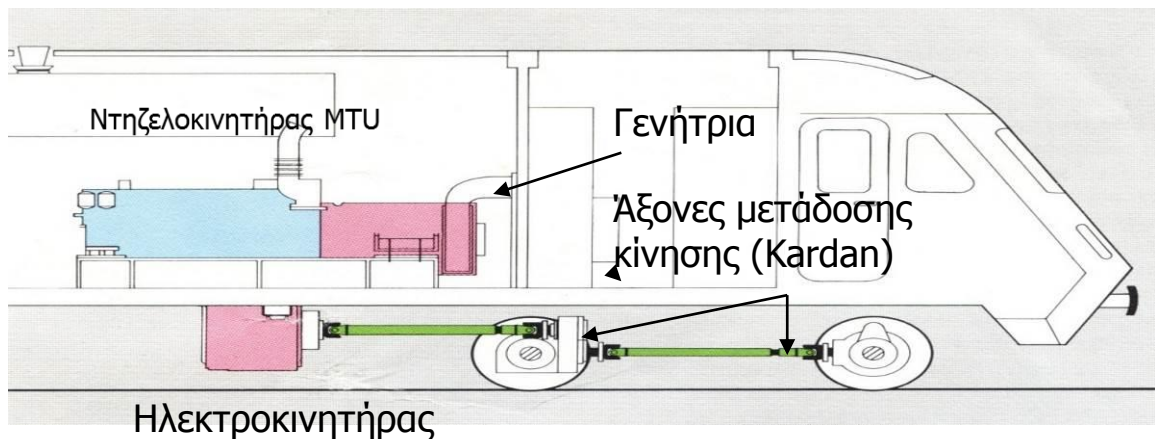
Οι χαρακτηριστικές καμπύλες της δύναμης έλξης με Δ/Η Adtranz φαίνονται στο σχήμα.



3.7 Πετρελαιοκινητήρα MTU 12V396TC13

Κλειδί στο συμβολισμό του Μοντέλου Πετρελαιοκινητήρα 12V396TC13

- 12 = αριθμός κυλίνδρων.
- V = Διαμόρφωση V.
- 396 = Σειρά πετρελαιοκινητήρα : 100 φορές η μετατόπιση του ενός κυλίνδρου σε λίτρα.
- T = εξαγωγή με υπερτροφοδότη.
- C = Εσωτερική ψύξη αέρος πληρώσεως με το ψυκτικό, με ψύξη των εμβόλων.



3.8 Γενικές προδιαγραφές

Ισχύς πετρελαιοκινητήρα Συνεχής Ισχύς: 1000 KW στις 1800 R.P.M.

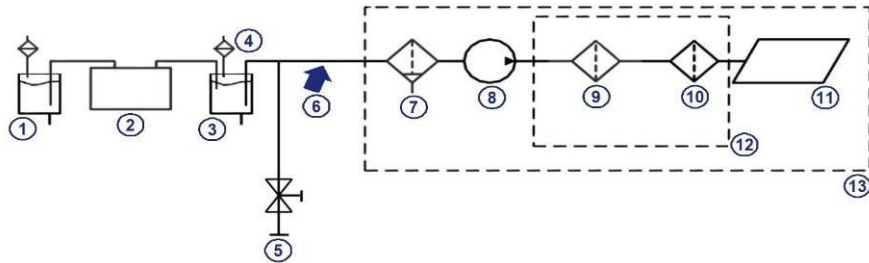
Συνθήκες αναφοράς: —

- Θερμοκρασία αέρος εισόδου 40 ° C
- Τρόπος λειτουργίας: Τετράχρονος, απλής ενέργειας Τροχοφόροι άξονες
- Μέθοδος καύσεως: Απ' ευθείας έγχυση
- Τρόπος υπερτροφοδότησης: Υπερτροφοδότηση εκτονώσεως
- Τρόπος ψύξης: Ψύξη δια ψυκτικού υγρού

- Διάταξη κυλίνδρων: V 90°
 - Διάμετρος: 165 mm
 - Διαδρομή: 185 mm
 - Μετατόπιση κυλίνδρου: 3,96
 - Αριθμός κυλίνδρων: 12
 - Ολική μετατόπιση: 47,5
 - Λόγος συμπίεσης: 12:1
-
- ✓ Ψυγείο αέρα καύσεως : Πρόκειται για το ψυγείο μέσα στο οποίο ψύχεται ο αέρας κατά την εισαγωγή του. Με την ψύξη του αέρα επιτυγχάνουμε την μείωση του όγκου του επομένως αύξηση της πυκνότητάς του ώστε να επιτυγχάνω μεγαλύτερο θερμοδυναμικό έργο.
 - ✓ Ψυγείο αέρα καύσεως : Πρόκειται για το ψυγείο μέσα στο οποίο ψύχεται ο αέρας κατά την εισαγωγή του. Με την ψύξη του αέρα επιτυγχάνουμε την μείωση του όγκου του επομένως αύξηση της πυκνότητάς του ώστε να επιτυγχάνω μεγαλύτερο θερμοδυναμικό έργο.
 - ✓ Αγωγός εισαγωγής γλυκού ύδατος ψύξεως : Γίνεται η εισαγωγή του γλυκού ύδατος το οποίο ψύχει τα σταθερά σημεία της μηχανής και το ψυγείο λαδιού της μηχανής.
 - ✓ Φίλτρα πετρελαίου : Τα φίλτρα τα οποία καθαρίζουν το εισαγόμενο πετρέλαια από σκουπιδάκια που πιθανόν να έχει.
 - ✓ Αγωγός εισαγωγής αέρα καύσεως : Πρόκειται για τον αγωγό μέσω του οποίου εισάγεται ο αέρας μέσα στον κύλινδρο (διαμέσου της βαλβίδας εισαγωγής) προκειμένου να γίνει η καύση
 - ✓ Engine Housing : Πρόκειται το σταθερό σώμα της μηχανής.
 - ✓ Φίλτρο λαδιού : Φίλτρα τα οποία κρατούν τα σωματίδια του λαδιού

- ✓ Κάρτερ λαδιού: Ελαιολεκάνη στην οποία μαζεύονται τα λάδια που χρειάζονται για τη ψύξη και τη λίπανση της μηχανής.
- ✓ Κιβώτιο εκκεντροφόρων : Γρανάζια και μηχανισμοί οι οποίοι δίνουν κίνηση στους εκκεντροφόρους μηχανισμούς.
- ✓ Κυλινδροκεφαλή : Πρόκειται για το καπάκι του κυλίνδρου μεταξύ του οποίου και του εμβόλου γίνεται η καύση
- ✓ Καυστήρας : Συσκευή που περιέχεται στην κυλινδροκεφαλή και ψεκάζει το καύσιμο μέσα στο χιτώνιο
- ✓ Στροφαλοφόρος άξονας ο οποίος διατρέχει τη μηχανή κατά το διάμηκες και μετατρέπει τη παλινδρομική κίνηση των διωστήρων σε περιστροφική
- ✓ Οδηγός αντλίας λαδιού : Παίρνει κίνηση από το στροφαλοφόρο άξονα και επανακυκλοφορεί το λάδι του κάρτερ στη μηχανή.
- ✓ Ρυθμιστής στροφών : Διάταξη η οποία ανάλογα με τις στροφές της μηχανής προστατεύει από την υπερτάγχυνση και κανονίζει τις στροφές της μηχανής ανάλογα με τη ποσότητα του πετρελαίου που διαχέεται στο χιτώνιο.
- ✓ Χιτώνιο : Ο μεταλλικός κύλινδρος μέσα στον οποίο παλινδρομεί το έμβολο.
- ✓ Έμβολο : Δίσκος από ισχυρό μέταλλο ο οποίος είναι στο διωστήρα για να αντέχει τα αέρια της καύσης

3.9 Σύστημα τροφοδοσίας καυσίμου



00002433

1. Ρεζερβουάρ καυσίμου
2. Επεξεργασία καυσίμου
3. Τελευταίο ρεζερβουάρ πριν από τον κινητήρα
4. Φίλτρο πλήρωσης ρεζερβουάρ
5. Δειγματοληψία
6. Σημείο σύνδεσης για προ- διαγραφή καυσίμου
7. Προφίλτρο καυσίμου με νεροπαγίδα (προαιρετικά)
8. Αντλία χαμηλής πίεσης καυσίμου
9. Ενδιάμεσο φίλτρο (προαιρετικά)
10. Κύριο φίλτρο
11. Σύστημα ψεκασμού
12. Φίλτρο κινητήρα
13. Περιοχή κινητήρα

3.10 Σύστημα πέδης της Δ/Η Adtranz

Η Δ/Η ADTRANZ είναι εξοπλισμένες με τα ακόλουθα συστήματα πέδης.

1. Ηλεκτροδυναμική πέδη
2. Πνευματική πέδη
3. Πέδη parking

Ο χειρισμός της ηλεκτροδυναμικής πέδης και της πέδης συρμού είναι δυνατόν να γίνεται δια μέσου τι ίδιου χειριστηρίου (Bleding Brake) ή χωριστά.

Ηλεκτροδυναμική πέδη

Είναι σχεδιασμένη για συνεχή χρήση ως κύρια πέδη της αμαξοστοιχίας με μέγιστη δύναμη πέδησης 160KN.

Οι διαδικασίες θέσεως (εντός, εκτός) της ηλεκτροδυναμικής πέδης διενεργούνται ομαλά έτσι ώστε να μην εμφανίζονται κραδασμοί στην αμαξοστοιχία.

Σε περίπτωση θέσεως εκτός λειτουργίας της ηλεκτροδυναμικής πέδης ενεργοποιείται αυτόματα η πέδη αέρος.

Η ισχύς πέδησης είναι 2200KW ενώ το μέγιστο της ισχύος χρησιμοποιείται για την ηλεκτρική θέρμανση καθώς και για τις βοηθητικές λειτουργίες της μηχανής.

3.11 Γεννήτρια

Κάθε Δ/Η Adtranz φέρει δυο γεννήτριες με ενσωματωμένη διέγερση και περιστρεφόμενη γέφυρα ανόρθωσης.

Η Γεννήτρια είναι τριφασική, αυτόψυκτη με παροχή αέρα 1,2m³/sec. Η είσοδος του αέρα ψύξης βρίσκεται στην αντίθετη από αυτήν της μετάδοσης κίνησης.

Σε περίπτωση βλάβης του μεταλλάκτη της ηλεκτρικής θέρμανσης πρέπει η κάθε ηλεκτρογεννήτρια να δύναται να καθιστά δυνατή της θέρμανσης.

3.12 Φορεία

Τα φορεία είναι κατασκευασμένα από συγκολλητούς δοκούς κατά UIC 897-13 με δυο διαμήκεις δοκούς και δυο εγκάρσιους τερματικούς δοκούς ποιότητας υλικού st 52-3.

Τα ελατήρια πρωτεύουσας αιώρησης επί των λιποκιβωτίων έχουν συνοδεία μικρών αποσβεστήρων.



Η δευτερεύουσα αιώρηση γίνεται με σπειροειδή ελατήρια μεταξύ φορείου και αμαξώματος με την συνοδεία οριζοντίου αποσβέστηρα για απορρόφηση των πλευρικών εγκάρσιων κραδασμών

3.13 Αξονες-τροχοί

Υλικό άξονα: 25CrMo4-Κοίλος άξονας.

Τροχός ολόσωμος ποιότητας R8: Δαρχικό 1100mm

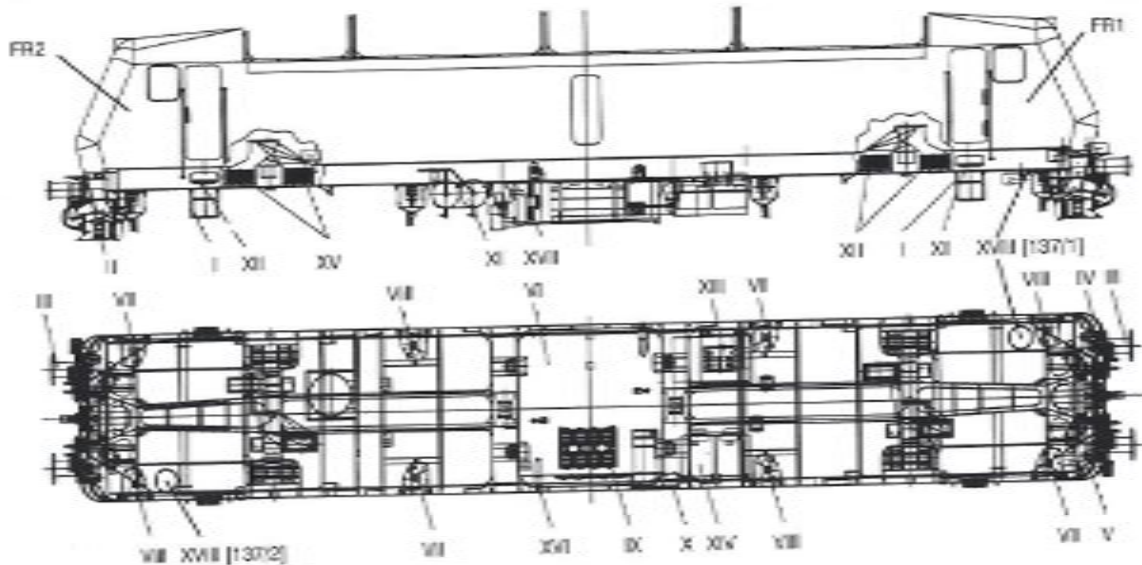
Δτελικό 1010mm



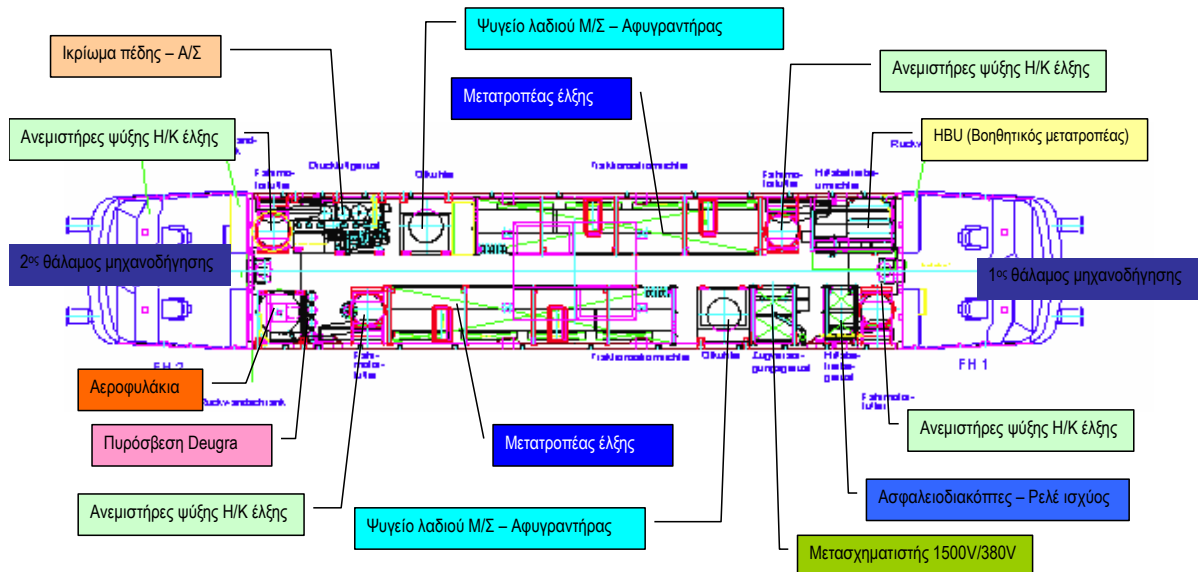
3.14 Πέδη στο φορείο

Η μηχανική πέδη έχει δισκόπλακες δίπλες αεριζόμενες, 2 ανά άξονα, διαιρούμενες για εύκολη αντικατάσταση. Οι κύλινδροι πέδης βρίσκονται σε κάθε τροχοφόρο άξονα. Διαθέτουν σύστημα εναποθήκευσης ενέργειας μέσω ελατήριου (parking break). Ανά τροχό είναι τοποθετημένη μια μονάδα τροχοπέδου για καθαρισμό της επιφάνειας του τροχού. Τέλος η επαφή γείωσης ανά τροχοφόρο άξονα είναι εφοδιασμένη με ανθρακόψυκτες

Κεφαλαίο 4 Μετατροπή Δ/Η Adtranz σε ηλεκτροκίνητο.



- I. Σκαλοπάτια
- II. Πετροδιώκτης
- III. Προσκρουστήρες
- IV. Δεξιά ποδιά
- V. Αριστερή ποδιά
- VI. Δεξαμενή καυσίμου
- VII. Αμμουδερά δεξιά
- VIII. Αμμουδιερα αριστερά
- IX. Συστοιχία μπαταριών
- X. Ερμάριο ασφαλειών
- XI. Κύρια δεξαμενή αέρα
- XII. Χειρολαβή
- XIII. Μετασχηματιστής
- XIV. Φορτιστής μπαταριών
- XV. Κομπρεσέρ αέρα
- XVI. Στόμιο πλήρωσης καυσίμου
- XVII. Δείκτης στάθμης δεξαμενής καυσίμου



Κάτοψη ηλεκτροκίνησης Adtranz

4.1 Διάταξη ηλεκτροκίνησης Adtranz

Στην Ηλεκτροκίνητη Adtranz θα πρέπει υπάρχει ένας μετασχηματιστής υποδαπέδιος που τροφοδοτεί μέσω έξι τυλιγμάτων έλξης τους μετατροπείς έλξης των δύο φορείων οι οποίοι είναι τοποθετημένοι στο εσωτερικό του οχήματος σε δύο όμοια κεντρικά ικριώματα. Οι μετατροπείς έλξης τροφοδοτούν ο καθένας από δύο ασύγχρονους τριφασικούς ηλεκτροκινητήρες που βρίσκονται σε κάθε κινητήριο φορείο του οχήματος.

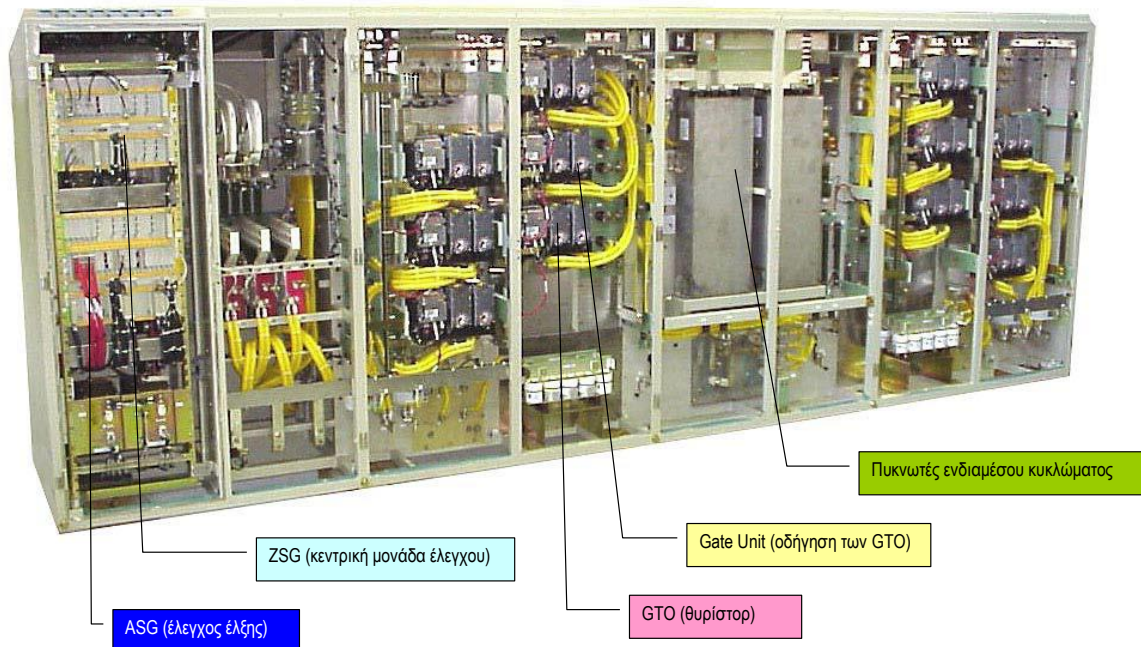
Τα βήματα που θα πρέπει να ακολουθηθούν για την μετατροπή της Adtranz σε ηλεκτράμαξα είναι τα ακόλουθα:

Αρχικά θα πρέπει να αφαιρεθούν οι δυο πετρελαιοκινητήρες MTU οι οποίοι μαζί με τις ηλεκτρογεννήτριες αποτελούν τα ηλεκτροπαραγωγά ζεύγη τις Ντιζελομηχανής. Στην θέση τους θα τοποθετήσουμε τους δυο μετατροπείς έλξης.

4.2 Μετατροπέας έλξης

Ο μετατροπέας έλξης μετατρέπει την παρεχόμενη από τον Μ/Σ ισχύ (επιμερισμός ισχύος, ρύθμιση τάσης και συχνότητας) και την στέλνει στους ηλεκτροκινητήρες έλξης. Κάθε μετατροπέας ελέγχει την ταχύτητα περιστροφής αλλά και την δυναμική πέδη τον δυο από τους τέσσερις ηλεκτροκινητήρες έλξης. Με αυτόν τον τρόπο η ισχύς εξόδου παρέχεται με τέτοιο τρόπο ώστε ο άξονας του κάθε φορείου να μπορεί να ελέγχεται μεμονωμένα.

Ερμάριο μετατροπέα έλξης



Τοποθετούμε τους δυο μετατροπείς βοηθητικών λειτουργιών. Ο βοηθητικός μετατροπέας (HBU) είναι η συσκευή η οποία διαμορφώνει την (παρεχόμενη από τον μετασχηματιστή) τάση για την τροφοδοσία του βοηθητικού εξοπλισμού π.χ κλιματισμός, ανεμιστήρες (μετασχηματιστή, κύριου και βοηθητικού μετατροπέα κλπ.), αεροσυμπιεστές, συσσωρευτές, αντλία ελαίου μετασχηματιστή κλπ. Η μετατροπή γίνεται ηλεκτρονικά (κατά τρόπο παρόμοιο με αυτόν των μετατροπέων έλξης) και υπάρχουν δυο (2) έξοδοι:

- Έξοδος τριφασικού εναλλασσόμενου 400V, 50 Hz, Μεταλλάκτης παλμών (PWR)
- Έξοδος συνεχούς DC 24V για τροφοδοσία συσσωρευτών, Φορτιστής συσσωρευτών (BLG)

Σε κάθε βοηθητικό μετατροπέα το ρεύμα μετατρέπεται από μονοφασικό εναλλασσόμενο σε συνεχές (ενδιάμεσο κύκλωμα) και τροφοδοτεί τον φορτιστή μπαταριών (BLG) και τον μετατροπέα παλμών – συχνότητας (PWR).

- Το PWR μέσω ηλεκτρονικών διατάξεων διαμορφώνει την τριφασική εναλλασσόμενη τάση των 400V.
- Το BLG διαμορφώνει τη τάση των 24V.

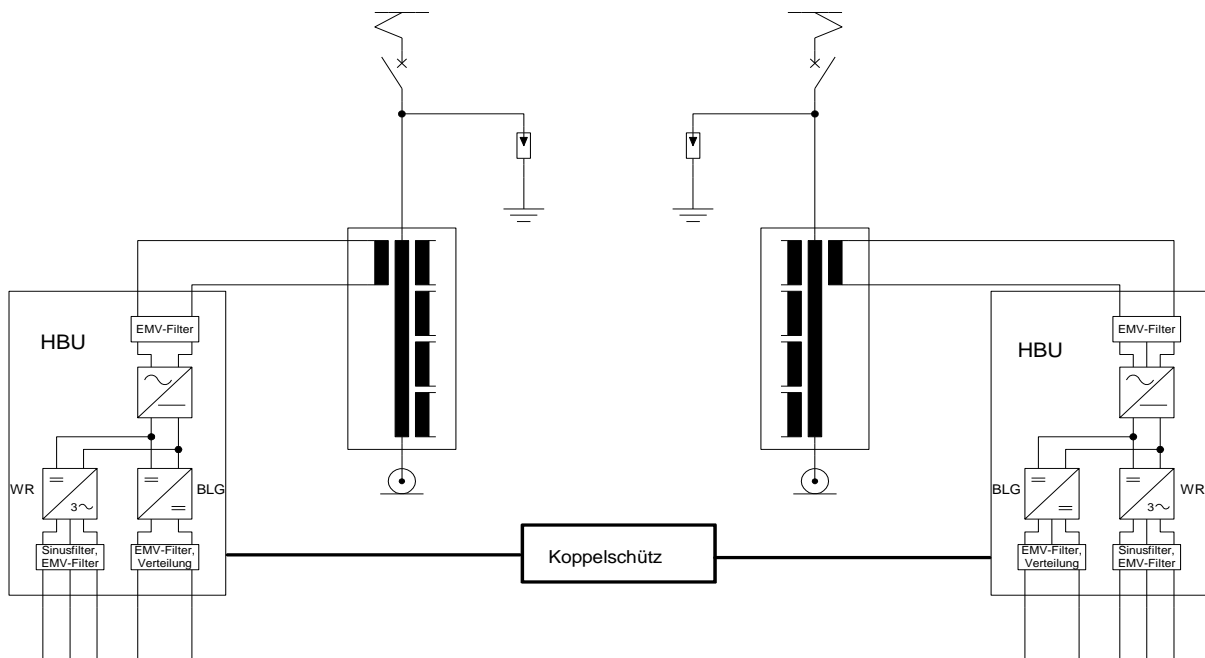
Λειτουργία ανάγκης

Σε περίπτωση βλάβης του ενός HBU το σύστημα αυτομάτως κάνει διασύνδεση δηλαδή ο κάλος μετατροπέας αναλαμβάνει να καλύψει τα φορτία του βεβλαμένου.

Είσοδος	
Ονομαστική τάση	350 V
Ονομαστική συχνότητα	50 Hz
Ονομαστική ισχύς	250 kVA
Εξοδος 1	
Ονομαστική ισχύς	210 kVA
Ονομαστική τάση	400 V 3φασικο
Εξοδος 2	
Ονομαστική ισχύς	12 KW
Ονομαστική τάση	24 V DC

4.3 Βοηθητικός μετατροπέας

Διάταξη κυκλωμάτων βοηθητικού μετατροπέα



4.4 Ανεμιστήρες ψύξης

Εν συνεχεία εγκαθιστούμε τους δυο ανεμιστήρες ψύξης του μετατροπέα έλξης. Το αναγκαίο ρεύμα αέρα ψύξης εξασφαλίζεται με ειδικούς ανεμιστήρες στις κυψέλες του οχήματος με τη βοήθεια κατάλληλων ανοιγμάτων αναρρόφησης.



4.5 Δεξαμενες αερα

Θα πρέπει να προβλέψουμε και την εγκατάσταση δυο δεξαμενών αέρα. Η πρώτη θα είναι η κύρια στην οποία θα αποθηκεύεται η πεπιεσμένος αέρας που θα παράγεται από τον κύριο αεροσυμπιεστή και θα φροντίζει για την ποσότητα παροχής 2.400 lt/min αέρα στο κύκλωμα του πεπιεσμένου αέρα. Με αυτόν τον τρόπο εξασφαλίζουμε την πέδη της αμαξοστοιχίας με δισκόπλακες δίχως την χρήση της ηλεκτροδυναμικής πέδης και χωρίς να δημιουργηθεί κάποιο πρόβλημα στους τροχούς. Σε κανονική λειτουργία η πέδη αέρα της Adtranz χρησιμοποιείται και συμπληρώνει εκείνη που υπολείπεται του επιθυμητού της ηλεκτροδυναμικής πέδης. Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να τονίσουμε ότι η ηλεκτροδυναμική πέδη θα πρέπει να είναι σχεδιασμένη ως η κύρια πέδη της αμαξοστοιχίας με μέγιστη δύναμη πέδησης τα 160 kN. Τέλος οι διαδικασίες θέσεως (εντος-εκτος) της ηλεκτροδυναμικής πέδης θα πρέπει να διενεργούνται ομαλά έτσι ώστε να μην εμφανίζονται κραδασμοί στην αμαξοστοιχία.

Στην βοηθητική δεξαμενή θα αποθηκεύεται ο πεπιεσμένος αέρας του βοηθητικού αεροσυμπιεστή μέσω του οποίου θα λειτουργούν η σειρήνα (κόρνα), η λίπανση των ονύχων των τροχών ,η ρίψη άμμου καθώς επίσης και η λειτουργία του παντογράφου.

4.6 Συσσκευή ελέγχου ZSG

Εγκατάσταση δυο ερμαριών στα οποία θα είναι ενσωματωμένη η κεντρική συσκευή ελέγχου ZSG η οποία θα εξυπηρετεί των άμεσο έλεγχο όλων των κυρίων λειτουργιών του συρμού αλλά και της αμαξοστοιχίας.



4.7 Μετασχηματιστής

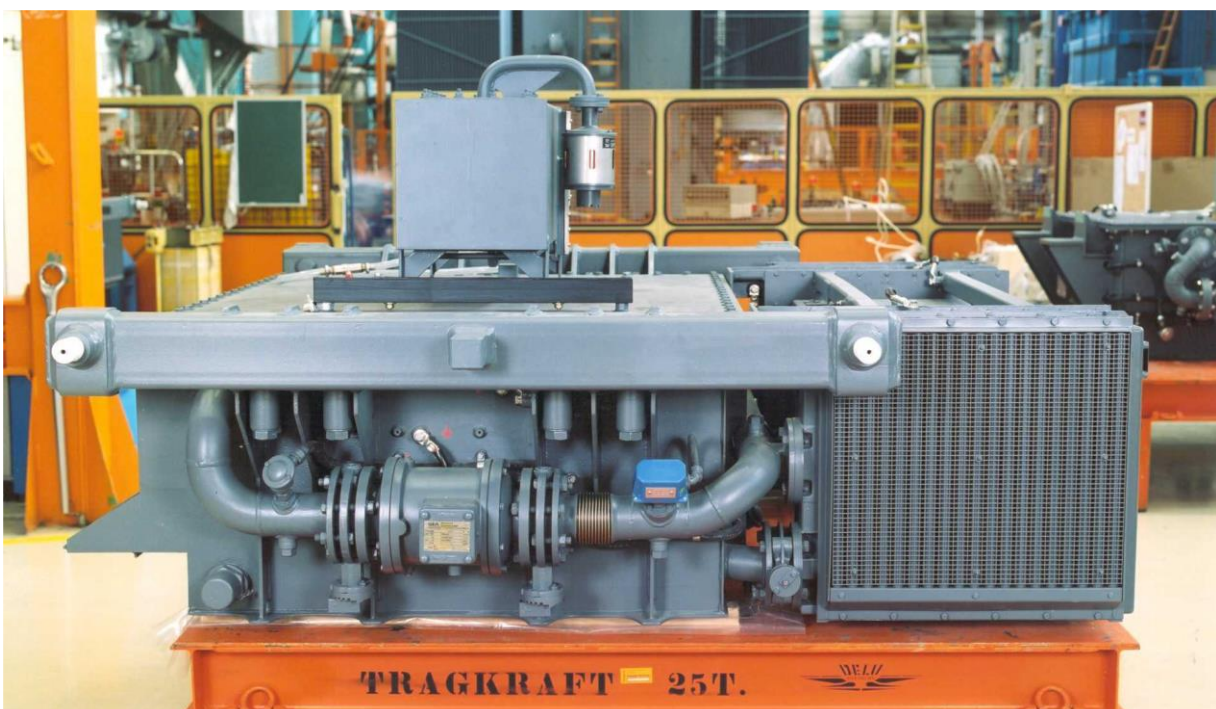
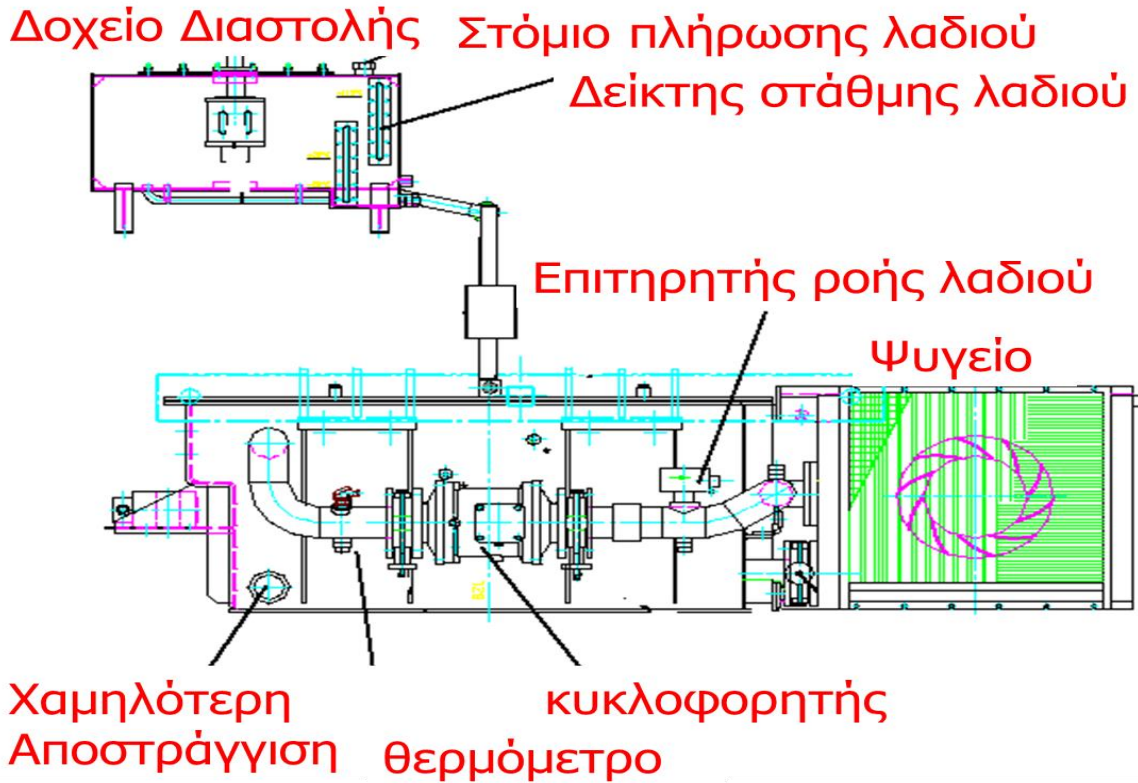
Σε αυτό το σημείο θα πρέπει να ασχοληθούμε με την αντικατάσταση του ήδη υπάρχον Μετασχηματιστή με έναν νέο μονοφασικό κατάλληλο για χρήση σε δίκτυο τάσης 25 kV / 50Hz και θα είναι τοποθετημένος κάτω από το δάπεδο στο μέσον της Ηλεκτράμαξας. Ο μετασχηματιστής θα αποτελείται από ένα τύλιγμα υψηλής τάσης 25 KV. Τέσσερα τυλίγματα για τους μετατροπής έλξης (εξόδιο) και ένα τύλιγμα για τον βοηθητικό μετατροπέα.

Όσον αφορά την ψύξη του μετασχηματιστή αυτή θα πραγματοποιείται με το λαδί του μετασχηματιστή. Θα υπάρχουν δυο ανάλλακτες θερμότητας ελαίου/αέρα και δυο ανεμιστήρες ψύξης. Η αφύγρανση του αέρα θα ισοσταθμείται μέσω του silica gel

Τέλος θα πρέπει να προστατεύεται από τις ακόλουθες διατάξεις προστασίας:

- Ηλεκτρονόμο Bucholz.
- Μετρητές ροής στον αγωγό του ψυκτικού μέσου.
- Αφυγρανήρες και γυάλινα ενδεικτικά της στάθμης του ψυκτικού υγρού.
- Αισθητήρια θερμοκρασίας τύπου PT 100. (είσοδος

Μετασχηματιστής Γενική Διάταξη



4.8 Παντογράφος



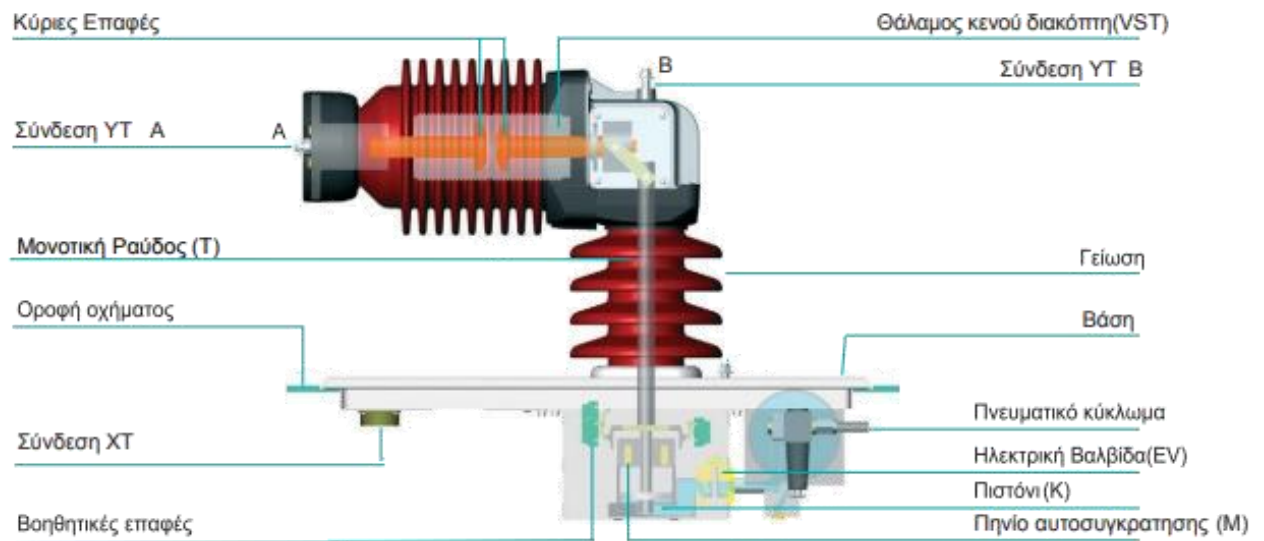
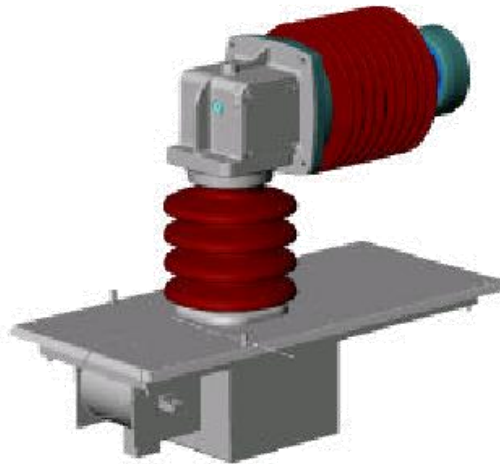
Κάθε αμαξοστοιχία θα πρέπει να φέρει δυο παντογράφους για λόγους εφεδρείας σε περίπτωση βλάβης του ενός από τους δύο ή κακή επαφή λόγω μόλυνσης του αγωγού ή καταπόνηση του ενός σε περίπτωση μεγάλων φορτίων. Κατά την πορεία της αμαξοστοιχίας εν λειτουργία ευρίσκεται ο δεύτερος παντογράφος κατά την φορά της αμαξοστοιχίας για λόγους ασφαλείας.

Ο χρόνος ανύψωσης θα πρέπει να οριστεί στα 6-10 sec ενώ ο χρόνος καθόδου σε λιγότερο από 6 sec.

Η πνευματική ανύψωση του παντογράφου θα επιτυγχάνεται μέσω του βοηθητικού αεροσυμπιεστή. Όταν επιτευχθεί ονομαστική πίεση λειτουργίας 5.5 bar με μέγιστη τα 8 bar τότε θα γίνει η ανύψωση. Μόλις έρθει σε επαφή με την γραμμή ο παντογράφος θα μπορέσει να εκκινήσει την λειτουργία του κύριου αεροσυμπιεστή και εν συνέχεια ο εφοδιασμός του πνευματικού κυκλώματος θα γίνεται από αυτόν. Έτσι η λειτουργία του βοηθητικού Α/Σ παύει.

4.9 Γενικός Διακόπτης

Γενικός Διακόπτης



Κάθε παντογράφος θα πρέπει να φέρει έναν γενικό διακόπτη ο οποίος θα είναι επιβαρυμένος με τις εξής λειτουργίες.

- Θα προστατεύει το κύκλωμα από υπερτάσεις.
- Θα προστατεύει το κύκλωμα από βραχυκυκλώματα ενώ θα διακόπτει το ρεύμα για να μην έχουμε σπινθήρα μεταξύ παντογράφου και γραμμής επαφής.

Για τον σκοπό αυτό η ανύψωση του παντογράφου συμβαίνει πριν από την σύνδεση του κυρίου διακόπτη, καθώς αυτός διαθέτει διάταξη κενού η οποία αποτρέπει την δημιουργία τόξου (Arc).

Απομόνωση Κεντρικού Διακόπτη – Γείωση



Με τη μετακίνηση του μαχαιρωτού διακόπτη στην θέση γείωσης επιτυγχάνεται η αποφόρτιση του κυκλώματος Υψηλής Τάσης

4.10 .Ασύγχρονος τριφασικός ηλεκτροκινητήρας

Στην ηλεκτροκίνητη Adtranz θα έχουμε 4 ασύγχρονους τριφασικούς ηλεκτροκινητήρες βραχυκυκλωμένου δρομέα ελεγχόμενους από τάση αλλά και συχνότητα από τους μετατροπείς έλξης. Οι ήδη υπάρχων ηλεκτροκινητήρες της Adtranz είναι κατάλληλοι για χρήση και σε ηλεκτροκίνητη αμαξοστοιχία διότι έχουν παρόμοια χαρακτηριστικά με αυτούς που εμφανίστηκαν στους ηλεκτροκίνητους συρμούς.

Κινητήρια φορεία

Το αμάξωμα στηρίζεται μέσω μιας δευτερεύουσας ανάρτησης στο φορείο. Το πλαίσιο του φορείου το ίδιο μεταφέρεται μέσω της πρωτεύουσας αιώρησης των αξόνων.

Η πρωτεύουσα αιώρηση έχει το σκοπό να συγκρατεί το πλαίσιο του φορείου έναντι των αξόνων και έτσι επιτυγχάνει μικρότερη καταπόνηση του πλαισίου του φορείου.

Η δευτερεύουσα αιώρηση κρατάει το αμάξωμα έναντι του φορείου.

Τα κάθετα αμορτισέρ αποσβένουν τις εμφανιζόμενες κινήσεις του αμαξώματος στην δευτερεύουσα αιώρηση.

Το εγκάρσιο αμορτισέρ αποσβένει την εγκάρσια επιτάχυνση του φορείου έναντι του αμαξώματος. Ισορροπεί διάφορες φορτίσεις εξαιτίας της ασυμμετρικής θέσης κέντρου βάρους του αμαξώματος και της δυναμικής ταλάντωσης του αμαξώματος στις στροφές .

Κάθε άξονας είναι εφοδιασμένος με δύο σετ δικό φρένα.

Οι κύλινδροι πέδης είναι στερεωμένοι μέσω των κονσόλων στο πλαίσιο του φορείου. Το κινητήριο φορείο είναι εφοδιασμένο με δυο διαγώνιους κυλίνδρους πέδης (Parking) πάρκινγκ.

Υπάρχουν ασφάλειες οι οποίες εμποδίζουν το χαλάρωμα του φορείου από το αμάξωμα. Η ροπή που προέρχεται από τον ηλεκτροκινητήρα μεταδίδεται μέσω μίας οδοντωτής σχέσης σε ένα δυβάθμιο κιβώτιο.

Ο μεγάλος οδοντωτός τροχός μεταδίδει την κίνηση μέσω της οδόντωσης του κιβωτίου την ροπή.

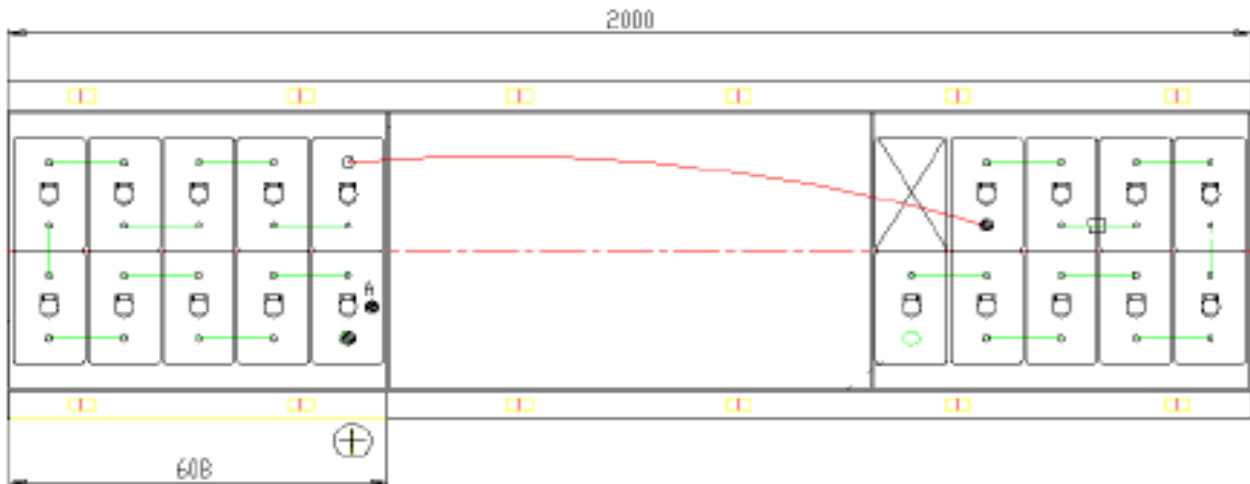
Πάνω στο κινητήριο φορείο είναι τοποθετημένοι οι πετροδιώκτες.

Οι τελικοί άξονες φέρουν αυτόματο σύστημα λίπανσης ονύχων το οποίο εργάζεται σε τακτά χρονικά διαστήματα.

Στον εμπρός τροχό υπάρχει εγκατάσταση ρήψης άμμου

4.11 Συσσωρευτές

Οι συσσωρευτές του συρμού θα τροφοδοτούν με τάση 24V όλα τα συστήματα ελέγχου του συρμού ZSG, BSG κλπ. Επίσης θα τροφοδοτούν με ισχύ τον βοηθητικό Α/Σ για την ανύψωση των παντογράφων. Επίσης σε περίπτωση σφάλματος του κυρίου μετατροπέα θα λειτουργούν ως πηγή ισχύος για όλα τα κρίσιμα συστήματα του συρμού (π.χ. ZSG, φωτισμός, λειτουργία θυρών κλπ.) Κάθε συρμός διαθέτει δυο (2) συστοιχίες 19 συσσωρευτών οι οποίες θα είναι τοποθετημένες στις ήδη υπάρχουσες μπαταριοθήκες της αμαξοστοιχίας.



Η ηλεκτράμαξα θα είναι κατασκευασμένη για οδήγηση από ένα άτομο. Ο μηχανοδηγός κάθεται στη δεξιά πλευρά και στην αριστερή πλευρά θα προβλέπεται θέση συνοδηγού.

Η τράπεζα οδήγησης θα αποτελείται από ένα επίπεδο ενδείξεων και ένα επίπεδο χειρισμών. Τα όργανα χειρισμού και ένδειξης είναι διατεταγμένα εργονομικά.

Κεφάλαιο 5 Συμπεράσματα

Οι ηλεκτρονικοί μετατροπείς ισχύος αποτελούν σήμερα το πιο σημαντικό κομμάτι του συστήματος έλξης των σύγχρονων σιδηροδρομικών οχημάτων της ΤΡΑΙΝΟΣΕ

Τα βασικά πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών μετατροπών έλξης των τριών τύπων οχημάτων μπορούν να αποτυπωθούν ως εξής:

- Ελάχιστη συντήρηση των ηλεκτροκινητήρων (επισκευή μετά από 1.800.000 km)
- Μέγιστος βαθμός απόδοσης της ελκτικής ισχύος
- Μικρή κατανάλωση ενέργειας στα ηλεκτροκίνητα οχήματα (ανάκτηση ενέργειας) αφενός λόγω τροφοδοσίας των βοηθητικών κυκλωμάτων και αφετέρου λόγω επιστροφής ενέργειας στο δίκτυο κατά την πέδηση.

Επιπρόσθετα πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών μετατροπών έλξης:

- Μικρό κόστος, βάρος και όγκος
- Μικρότερες ροπές αιώρησης των ηλεκτροκινητήρων έλξης
- Αύξηση του βαθμού άνεσης λόγω λιγότερων θορύβων και καλύτερης ρύθμισης της έλξης
- Μείωση των αρμονικών στο ρεύμα του δικτύου
- Ρύθμιση του συντελεστή απόδοσης ($\cos\phi \approx 1$) με συνέπεια την περιορισμένη ανάγκη σε άεργη ισχύ κατά την πορεία και την πέδηση
- Οικονομία στη συντήρηση λόγω χρήσης ενιαίων module

Γίνεται λοιπόν σαφές ότι η χρήση των ηλεκτρονικών μετατροπών ισχύος μειώνει το κόστος συντήρησης και λειτουργίας σιδηροδρομικών οχημάτων κάνοντας ταυτόχρονα πιο άνετο το ταξίδι των επιβατών.

Αυτό έχει σαν συνέπεια την εξοικονόμηση κόστους για την ΤΡΑΙΝΟΣΕ και ταυτόχρονα την καλύτερη εξυπηρέτηση του επιβατικού κοινού.

Η ηλεκτροκίνηση θεωρείται αυτονόητο μέρος του μεγαλύτερου μέρους του σιδηροδρομικού δικτύου σχεδόν σε όλη την Ευρώπη. Τα πλεονεκτήματα του είναι πολλά: είναι περιβαλλοντικά φιλικό λόγω της χρήσης ηλεκτρισμού (που

κάλλιστα μπορεί να είναι από ΑΠΕ), ενώ το κόστος του είναι μόλις το 1/10 του κόστους ενός πετρελαιοκίνητου τρένου.

Η εξοικονόμηση για την TRAINOSE θα είναι τεράστια και τα ευεργετικά αποτελέσματα θα μπορέσουν να φάνουν άμεσα με την μετατροπή των δρομολογίων σε κερδοφόρα άρα και με μεγαλύτερη πυκνότητα.

Οι ηλεκτράμαξες χρειάζονται λιγότερο χρόνο στο μηχανοστάσιο για συντήρηση, το κόστος συντήρησής τους είναι χαμηλό και έχουν μμεγαλύτερη ωφέλιμη ζωή από τις ντιζελάμαξες.

Επιπλέον, οι ηλεκτράμαξες είναι πιο αθόρυβες κατά τη λειτουργία τους από άλλους τύπους κινητηρίων μονάδων και δεν παράγουν καπνό ή καυσαέρια.

Προκειμένου να εκκινήσουν την έλξη ενός βαθέως συρμού ή να ανέβουν μια έντονη κλίση με μεγάλη ταχύτητα, μπορθούν να καταφύγουν στους πόρους του δικτύου ηλεκτροκίνησης, ώστε να αναπτύξουν ισχύ πολύ μμεγαλύτερη από την ονομαστική τους. Μια τυπική σύγχρονη ηλεκτράμαξα ονομαστικής ισχύος 6.000 HP έχει παρατηρηθεί να αναπτύσσει για μικρή περίοδο ισχύ μέχρι 10.000 HP, κάτω από συνθήκες αντίστοιχες με τις προαναφερθείσες.

Τέλος η πυκνότητα της σιδηροδρομικής τεχνολογίας δικαιολογεί την απαιτούμενη επένδυση από την στιγμή που υπάρχει φθηνή ηλεκτρική ενέργεια.

Βιβλιογραφία

1. Στέφανος Ν. Μανίας, "Ηλεκτρονικά Ισχύος", Εκδόσεις Συμεών, 2000
2. Ε.Μητρονίκας, Π.Ι.Παπαδόπουλος, Α.Ν.Σαφάκας, Π.Δ.Λαδακάκος, Μ.Γ.Ιωαννίδου, " Σύγχρονα Ηλεκτρονικά Στοιχεία και Διατάξεις Ισχύος για Βιομηχανική Χρήση", Δελτίο Πανελληνίου Συλλόγου Διπλωματούχων Μηχανολόγων Ηλεκτρολόγων, 341, Ιούνιος 2001, σελ.57-66
3. Ο.Σ.Ε.ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ 33 α (ΠΣ 33 α) ΣΥΜΒΑΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ 33 α (ΣΔ 33 α) ", ΤΟΜΟΣ Α, ΝΟΕΜΒΡΙΟΣ 1999
4. Ο.Σ.Ε.ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΚΗ ΣΥΜΦΩΝΙΑ 39 (ΠΣ 39) ΣΥΜΒΑΣΗ ΔΙΑΡΚΕΙΑΣ 39 (ΣΔ 39) "
5. SIEMENS, "Haupttransformator EZAT 6844", Ver. 1.0, August 2004
6. SIEMENS, "Berechnungen und Nachweise", Ver. 1.0, Dezember 2004
7. SIEMENS, "Stromrichtereinheit mit Siedebadkühlung", Ver. 1.0, Dezember 2004
8. SIEMENS, "Fahrmotor 1TB2824-1GA02", Ver. 1.0, Dezember 2004
9. SIEMENS, "Haupttransformator für DESIRO OSE", Ver. 1.0, July 2001
10. SIEMENS, Traktionscontainer SIBAC -TRC DESIRO OSE", Ver. 1.0, May 2004
11. SIEMENS, "Bahnmotor 1TB2016-0GB02", Ver. 2.0, August 2003