

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

Σ.Τ.Ε.Φ.

ΤΜΗΜΑ: ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



ΜΕΛΕΤΗ ΗΛΕΚΤΡΙΚΟΥ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΥ
ΤΩΝ Η.Σ.Α.Π.

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΠΛΙΑΚΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΒΥΛΛΙΩΤΗΣ ΗΡΑΚΛΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ 2013

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ τον καθηγητή κο. Βυλλιώτη Ηρακλή για την εμπιστοσύνη που επέδειξε προς το πρόσωπό μου με την ανάθεση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Απ' τους ανθρώπους που συνέβαλαν στην άντληση πληροφοριών και εύρεση πηγών πληροφόρησης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον διευθυντή Δ.Ε.Α. Η.Σ.Α.Π. Χρήστο Γεωργίου, τον αρχιμηχανικό Δ.Ε.Α. Η.Σ.Α.Π. Χαράλαμπο Ζήση, τον Μηχανολόγο – Ηλεκτρολόγο Μηχανικό ΕΜΠ Αναστάσιο Γ. Γουδέλη, και την μηχανοδηγό Παυλίδη Χρυσούλα, που η συμβολή τους υπήρξε σημαντική στο ξεκίνημα της πτυχιακής μου εργασίας.

Πρόλογος

Μέσα από τρεις αλλαγές ονομασίας στα 130 χρόνια, η Α.Ε. Η.Σ.Α.Π. είναι, ίσως η παλαιότερη εν λειτουργία ελληνική επιχείρηση.

Το έτος 1869 έχουμε τα εγκαίνια του πρώτου σιδηροδρόμου, την πρώτη εμφάνιση κάνει η αγγλικής κατασκευής ατμομηχανή που έσυρε έξι οχήματα.

Το έτος 1898, ο τότε υπουργός εσωτερικών, Γ. Θεοτόκης και ο πρόεδρος της εταιρίας προεκτάσεως Ι. Βαλαωρίτης, υπογράφουν σύμβαση για την συγχώνευση των δυο εταιριών και την αντικατάσταση της ατμοκίνητης έλξης με ηλεκτρική. Επιλέγεται το σύστημα ισόγειας ρευματοληψίας με «τρίτη τροχιά» τοποθετημένη επί μονωτήρων και με συνεχές ρεύμα στα 550-600 volt, που σήμερα φτάνει στα 750 volt.

Ως προς την διεύθυνση των αμαξοστοιχιών εφαρμόστηκε το σύστημα των πολλαπλών μονάδων (multiple unit system) που πρώτος ο Sprague εισήγαγε στην ηλεκτρική έλξη (διεύθυνση πολλών αυτοκινήτων αμαξών εν συζεύξει μέσω των ρυθμιστικών συσκευών μιας εξ αυτών).

Ο ηλεκτρικός σιδηρόδρομος Αθηνών-Πειραιώς εφοδιάστηκε με το σύστημα «της εις τμήματα διαιρέσεως της γραμμής και του αποκλεισμού των τμημάτων τούτων δια σημάτων (block system)».

Στην αρχή, με ατμοκίνηση, ξύλινα, άβολα βαγόνια, στη συνέχεια και μέχρι σήμερα, με ηλεκτροκίνηση έχουμε τους συρμούς «11^{ης} παραλαβής». Συρμοί ADTRANZ-SIEMENS-ΕΛΛ. ΝΑΥΠΗΓΕΙΑ.

Σκοπός της παρούσας εργασίας, είναι η περιγραφή και λειτουργία των συρμών «11^{ης} παραλαβής».

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

I. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ)

1. Η σημερινή εικόνα του δικτύου.....	8
2. Η ηλεκτροδότηση του δικτύου.....	8
3. Τα οχήματα και τεχνικά χαρακτηριστικά τους.....	9

II. ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗ ΕΛΞΗ

1. Εισαγωγή.....	16
2. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα.....	17
3. Συστήματα Ηλεκτροκίνητης Έλξης.....	18
3.2 Συστήματα Συνεχούς Ρεύματος.....	18
3.3 Συστήματα Εναλλασσομένου Ρεύματος.....	19
4. Τεχνολογικές Βελτιώσεις Συστημάτων Ηλεκτροκίνησης με Εναλλασσόμενο Ρεύμα Βιομηχανικής Συχνότητας.....	20
5. Ο Ημιαγωγός Thyristor.....	21
6. Ηλεκτροκίνηση με Τριφασικούς Κινητήρες Εναλλασσομένου Ρεύματος.....	21
6.2 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκινητήρων Τριφασικού Εναλλασσομένου Ρεύματος.....	21
7. Διάταξη Ηλεκτροκινητήρων.....	22
8. Πολυρρευματικοί Συρμοί.....	23
9. Τεχνολογικές Εξελίξεις Εφαρμογής της Ηλεκτρονικής.....	23

III. ΣΥΡΜΟΣ 11ης ΠΑΡΑΛΑΒΗΣ

1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	25
2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	25
3. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ.....	27
3.1 Εξωτερικό μέρος οχήματος.....	27
3.2 Εσωτερικό μέρος οχήματος.....	28
3.3 Υποδαπέδιος εξοπλισμός.....	30
4. ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΛΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΕΛΗΣ.....	31

4.1. Κινητήριο κύκλωμα	31
4.2. Κύκλωμα τροφοδοσίας.....	32
4.3. Κύκλωμα εξομάλυνσης.....	33
4.4. Κύκλωμα προστασίας από υπέρταση.....	33
4.5. Κύκλωμα ηλεκτροπέδης.....	34
4.6. Αναστροφείς τάσεως.....	35
4.7. Κυκλώματα ιθνητηριακά και επιτηρίσεων.....	35
4.8. Βοηθητικός εξοπλισμός.....	37
4.8.1. Μετατροπέας.....	37
4.8.2. Συστοιχία συσσωρευτών.....	38
4.8.3. Αεροσυμπιεστής.....	39
4.9. Μονάδες επιτήρησης.....	39
4.10. Κύκλωμα φωτισμού.....	41
5. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ.....	<i>Error! Bookmark not defined.</i>42
5.1. Διαμέρισμα ηλεκτροδηγού.....	42
5.2. Διαμέρισμα επιβατών.....	43
6. ΠΟΡΤΕΣ.....	44
6.1. Διαμέρισμα ηλεκτροδηγού.....	44
6.2. Διαμέρισμα επιβατών.....	44
6.3. Κανονική λειτουργία θυρών επιβατών.....	46
6.4. Διάγνωση εμποδίων.....	47
7. ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ.....	48
7.1. Αυτόματη ένδειξη οθόνης "χρονικά περιορισμένα λειτουργικά μηνύματα".....	49
7.2. Αυτόματη ένδειξη "βλάβες με οδηφίες αποκατάστασης".....	50
8. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	51
8.1. Κινητήρια φορεία.....	52
8.2. Ρυμουλκούμενα φορεία.....	53
8.3. Πέδιλα λήψεως ρεύματος-βραχυκυκλωτήρας.....	53
9. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΔΗΣ.....	55
9.1. Συστήματα πεδήσεως.....	55

9.2. Μονάδα υδραυλικής αποπέδησης.....	56
9.3. Αμμοβολή.....	57
9.4. Επιτήρηση της πίεσης αέρα της αεροπέδης.....	57
9.5. Έλεγχος λειτουργίας βαλβίδας πέδης ανάγκης.....	58
10. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ.....	58
10.1. Αυτόματος σύνδεσμος.....	58
10.2. Μόνιμος σύνδεσμος.....	60
11. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣΚΑΙ ΕΝΔΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ.....	61
11.1 Συσσκευή ένδειξης προορισμού και αριθμού συρμού.....	61
11.2 Μονάδα ενδοεπικοινωνίας.....	62
11.3 Περιγραφή σήματος κινδύνου.....	63

I. Η ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΟΥ ΔΙΚΤΥΟΥ (ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ)

Το 1834 η Αθήνα έγινε πρωτεύουσα του Ελληνικού Κράτους και η επικοινωνία της με το λιμάνι του Πειραιά ήταν ζωτικής σημασίας για την ανάπτυξη της.

Η συγκοινωνία μεταξύ Αθήνας και Πειραιά γινόταν με άμαξες και παμπορεία. Ήδη από το 1835 ο Φρειδερίκος Φεράλδης πρότεινε στην Ελληνική Κυβέρνηση την κατασκευή σιδηροδρόμου. Την πρόταση αυτή επανέλαβε το 1843 ο Αλέξανδρος Ραγκαβής χωρίς όμως να υπάρξει ανταπόκριση.

Η ραγδαία, για τα μέτρα της εποχής εκείνης, αύξηση του πληθυσμού της Αθήνας σε 40.000 άτομα και του Πειραιά σε 6.500 άτομα, επανέφερε επιτακτικά το ζήτημα της δημιουργίας ενός ισχυρού συγκοινωνιακού μέσου για τη μεταφορά ανθρώπων και αγαθών μεταξύ τους.

Ετσι το Νοέμβριο του 1867 άρχισε η κατασκευή του έργου δημιουργίας σιδηροδρόμου μεταξύ Αθήνας και Πειραιά, από την εταιρία Σ.Α.Π. Α.Ε.

Το έργο ολοκληρώθηκε και έγιναν τα επίσημα εγκαίνια στις 27 Φεβρουαρίου 1869.

Το έργο περιλάμβανε μία μονή γραμμή μήκους 8 χιλιομέτρων που κάλυπτε τη διαδρομή από το Θησείο έως τον Πειραιά.

Σε αυτήν κυκλοφορούσε συρμός που περιλάμβανε μία ατμομηχανή και 10 βαγόνια.

Ο χρόνος της διαδρομής ήταν 19 περίπου λεπτά. Ήταν η πρώτη σιδηροδρομική γραμμή στην Ελλάδα και ο τρίτος μητροπολιτικός σιδηρόδρομος στην Ευρώπη.

Τα επόμενα χρόνια η Σ.Α.Π. προχώρησε στην κατασκευή διπλής γραμμής και στην επέκταση της παραπάνω διαδρομής μέχρι την πλατεία Ομονοίας με τη διάνοιξη σήραγγας από το Θησείο μέχρι την Ομόνοια. Το νέο τμήμα της διαδρομής εγκαινιάστηκε στις 17 Μαΐου του 1895.

Στις 16 Σεπτεμβρίου του 1904, αφού ολοκληρώθηκαν οι αναγκαίες εργασίες υποδομής και η παραλαβή ηλεκτροκίνητων οχημάτων πραγματοποιήθηκε η Ηλεκτροδότηση του σιδηροδρόμου. Ήταν τα πρώτα ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς στην ιστορία των συγκοινωνιών στις Ελλάδα.

Το 1926 οι ΣΑΠ, οι ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΟΙ ΑΤΤΙΚΗΣ, που εκμεταλλεύονταν τον ατμοκίνητο σιδηρόδρομο της Κηφισιάς, δηλαδή τη Γραμμή από Πλατεία Αττικής μέχρι Κηφισιά, με διακλάδωση από Ν. Ηράκλειο προς Λαύριο και οι ΤΡΟΧΙΟΔΡΟΜΟΙ ΑΘΗΝΩΝ-ΠΕΙΡΑΙΩΣ που εκμεταλλεύονταν τα ΤΡΑΜ, συνεργάστηκαν με τον Αγγλικόόμιλο ΠΑΟΥΕΡ.

Από τη συνεργασία αυτή προέκυψαν δύο εταιρίες: η ΗΕΜ (Ηλεκτρική Εταιρία Μεταφορών) που ανέλαβε την εκμετάλλευση των ΤΡΑΜ και της γραμμής της Κηφισιάς και οι ΕΗΣ (Ελληνικοί Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι) που ανέλαβαν την γραμμή ΠΕΙΡΑΙΑΣ - ΟΜΟΝΟΙΑ .

Τον Ιανουάριο του 1928 οι ΕΗΣ ξεκίνησαν τα έργα για τον υπόγειο σταθμό της ΟΜΟΝΟΙΑΣ ο οποίος εγκαινιάστηκε στις 21 Ιουλίου 1930.

Μετά τη λήξη του Β Παγκοσμίου Πολέμου ξανάρχισαν και τα έργα επέκτασης του

δικτύου και το Μάρτιο του 1948 άρχισε η εκμετάλλευση του σταθμού ΒΙΚΤΟΡΙΑ ενώ στις 30 Ιουνίου 1949 άρχισε η λειτουργία του σταθμού ΑΤΤΙΚΗ. Το 1954 οι ΕΗΣ άρχισαν τις εργασίες για την επέκταση της σιδηροδρομικής γραμμής από το σταθμό ΑΤΤΙΚΗ έως την ΚΗΦΙΣΙΑ και την ηλεκτροδότηση του τμήματος αυτού. Το έργο ολοκληρώθηκε σταδιακά τον Αύγουστο του 1957 και η γραμμή πήρε τη σημερινή της μορφή.

Παράλληλα με τα παραπάνω οι ΕΗΣ κατασκεύασαν και έθεσαν σε λειτουργία δύο ηλεκτροκίνητες γραμμές τραμ, το 1910 το TRAM ΤΗΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ και το 1936 το TRAM ΠΕΙΡΑΙΩΣ-ΠΕΡΑΜΑΤΟΣ, το οποίο καταργήθηκε το 1977. Την 1 Ιανουαρίου του 1976 οι ΕΗΣ περιήλθαν στο Δημόσιο και μετονομάστηκαν σε Η.Σ.Α.Π. Α.Ε. (Ηλεκτρικοί Σιδηρόδρομοι Αθηνών-Πειραιώς).

1. Η σημερινή εικόνα του δικτύου

Το σημερινό δίκτυο των ΗΣΑΠ αποτελείται από μία διπλή γραμμή μήκους 25,6 χλμ. ανά κατεύθυνση μεταξύ των σταθμών Πειραιά και Κηφισιάς καθώς και από 10,4 χλμ γραμμών εναπόθεσης κλπ. Το δίκτυο περιλαμβάνει επίσης 24 σταθμούς για την εξυπηρέτηση των επιβατών οι οποίοι ανακαινίσθηκαν πλήρως.

Καθημερινά εκτελούνται από τους συρμούς των ΗΣΑΠ περισσότερα από 600 δρομολόγια και μεταφέρονται περισσότεροι από 450.000 επιβάτες. Το 2004 τα διανυθέντα οχηματοχιλιόμετρα έφτασαν τις 23.966.813.

2. Η ηλεκτροδότηση του δικτύου

Από το 1904, οπότε άρχισε η ηλεκτροκίνηση των συρμών ένα ουσιαστικό στοιχείο του εξοπλισμού του δικτύου έγιναν οι διατάξεις μετατροπής της τάσης του δικτύου πόλης στην απαιτούμενη κάθε φορά τάση για την τροφοδοσία των κινητήρων των συρμών.

Σήμερα η απαιτούμενη τάση του ηλεκτρικού ρεύματος για την κίνηση των οχημάτων είναι 750 V DC. Η μετατροπή της τάσης 20 KV της ΔΕΗ σε 750 V DC γίνεται μέσω 18 Υποσταθμών ομοιόμορφα κατανεμημένων σε όλο το μήκος της γραμμής των ΗΣΑΠ. Κάθε υποσταθμός διαθέτει 2 μετασχηματιστές ρεύματος έλξεως, ισχύος 1800 KVA ο καθένας, που παραλαμβάνουν ρεύμα τάσεως 20 KV από τη ΔΕΗ και, σε συνδυασμό με ανορθωτική διάταξη για τη μετατροπή της παραγόμενης τάσης σε DC, αποδίδουν στο δίκτυο ρεύμα τάσεως 750 V DC. Το ρεύμα αυτό τροφοδοτεί τους συρμούς μέσω της ηλεκτροφόρου ράβδου που οδεύει παράλληλα στις γραμμές. Ανεξάρτητα από τα παραπάνω κάθε Υποσταθμός

περιλαμβάνει και μετασχηματιστή 20 KV/380 V, ισχύος 500 KVA για την κάλυψη των υπόλοιπων αναγκών των ΗΣΑΠ (φωτισμός, κλιματισμός – εξαερισμός, αντλίες κλπ)

ενώ το δίκτυο ηλεκτροδότησης περιλαμβάνει και 7 ακόμη υποσταθμούς με ένα μετασχηματιστή 20 KV/380 V 500 KVA ο καθένας για τις ανάγκες των σταθμών. Την εικόνα της εξέλιξης των ΗΣΑΠ στον τομέα αυτό μπορεί να τη δώσει καλύτερα από κάθε τι άλλο το γεγονός ότι μέχρι το 1983 οι ανάγκες των ΗΣΑΠ καλύπτονταν από 3 υποσταθμούς, την περίοδο 1983 - 1985 οι υποσταθμοί παραγωγής ρεύματος έλξης έγιναν 12, ενώ σήμερα έχουν φτάσει τους 18.

Το μονογραμμικό διάγραμμα ενός τυπικού Υποσταθμού Ελξης των ΗΣΑΠ φαίνεται στο σκαρίφημα ΣΚ-1 που ακολουθεί :

3. Τα οχήματα και τεχνικά χαρακτηριστικά τους

Τα πρώτα ηλεκτροκίνητα οχήματα της γραμμής των ΗΣΑΠ τέθηκαν σε κυκλοφορία το 1904. Κυκλοφορούσαν σε συρμούς έως 6 οχημάτων, οι οποίοι μπορούσαν να μεταφέρουν έως 714 επιβάτες. Τα οχήματα αυτά καταστράφηκαν κατά τον Β Παγκόσμιο Πόλεμο στους βομβαρδισμούς του Πειραιά.

Αμέσως μετά την απελευθέρωση άρχισε η ανακατασκευή τους στο εργοστάσιο των ΗΣΑΠ στον Πειραιά και πολύ γρήγορα οι ανακατασκευασμένοι συρμοί τέθηκαν σε κυκλοφορία. Η εκμετάλλευσή τους διήρκεσε 40 περίπου χρόνια και οι συρμοί αυτοί αποσύρθηκαν οριστικά από την κυκλοφορία το 1985, πλην ενός που διατηρείται και κυκλοφορεί στα πλαίσια επετειακών εκδηλώσεων.

Από το 1952 άρχισε η παραλαβή νέων οχημάτων σύγχρονης, για την εποχή εκείνη, τεχνολογίας, κατασκευής SIEMENS – MAN. Νεότερες εκδόσεις των οχημάτων αυτών παραλήφθηκαν και τέθηκαν σε κυκλοφορία το 1958 και το 1968. Οι συρμοί αυτοί αποσύρθηκαν περί το 2000.

Το 1985 έγινε η παραλαβή 50 οχημάτων κατασκευής LEW. Τα οχήματα αυτά ήταν όλα κινητήρια και κυκλοφόρησαν σε συρμούς 6 οχημάτων. Οι συρμοί αυτοί αποσύρθηκαν περί το 2000.

Το 1985 έγινε η παραλαβή 75 οχημάτων κατασκευής SIEMENS – MAN. Το 1995 παραλήφθηκαν 50 ακόμη συρμοί κατασκευής SIEMENS – AEG – ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΝΑΥΠΗΓΕΙΩΝ ΣΚΑΡΑΜΑΓΚΑ.

Τα οχήματα αυτά είναι της αυτής τεχνολογίας.

Διαθέτουν κινητήρες συνεχούς ρεύματος 750 V ελεγχόμενους από διάταξη CHOPPER. Κατά την πέδηση των κινητήριων οχημάτων με ηλεκτροπέδη γίνεται επανάκτηση μέρους της ενέργειας πέδησης. Ο έλεγχος της λειτουργίας των οχημάτων και η καταγραφή των βλαβών τους γίνεται μέσω μικροπροσέσορα (CPU) που στα παλαιότερα λειτουργεί μέσω αναλογικών σημάτων και στα νεότερα μέσω ψηφιακών.. Τα οχήματα αυτά κυκλοφορούν σε συρμούς των 5 οχημάτων και σήμερα είναι σε

χρήση.

Το 2000 έγινε η παραλαβή 120 οχημάτων κατασκευής SIEMENS – BOMBARDIER – ΕΛΛΗΝΙΚΩΝ ΝΑΥΠΗΓΕΙΩΝ ΣΚΑΡΑΜΑΓΚΑ. Τα οχήματα αυτά διαθέτουν κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος (ασύγχρονους κινητήρες) 380 V ελεγχόμενους μέσω διάταξης INVERTER. Η μετατροπή της τάσης του δικτύου 750 V DC σε 380 V AC για την τροφοδοσία των κινητήρων έλξης γίνεται μέσω ηλεκτρονικής διάταξης (HBU) που περιλαμβάνεται στον εξοπλισμό των οχημάτων αυτών. Κατά την πέδηση των κινητήριων οχημάτων με ηλεκτροπέδη γίνεται επανάκτηση μέρους της ενέργειας Πέδησης.

Ο έλεγχος της λειτουργίας των οχημάτων και η καταγραφή των βλαβών τους γίνεται μέσω μικροπρoσσέσορα (CPU) που λειτουργεί μέσω ψηφιακών σημάτων τα οποία μεταφέρονται με αγωγούς τύπου bus. Τα οχήματα αυτά κυκλοφορούν σε συρμούς των 6 οχημάτων και σήμερα είναι σε χρήση.

Γενικές πληροφορίες για τα οχήματα των ΗΣΑΠ, τόσο για εκείνα που έχουν αποσυρθεί όσο και για εκείνα που κυκλοφορούν ακόμη, φαίνονται στις σελίδες που ακολουθούν.



ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 1904
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΩΝ: 1
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: 6 ΟΧΗΜΑΤΩΝ
ΘΥΡΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: 2 ΑΝΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ: 216 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
498 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ
714 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ : ΤΡΕΙΣ ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 2 ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΕΚΑΣΤΟΣ
ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΟΙ
3 ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. + 3 ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ.
ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΙΟ+ΚΙΟ+ΙΟ+ΚΙΟ+ΙΟ+ΚΙΟ ΚΗΦΙΣΙΑ

ΜΗΚΟΣ ΣΥΡΜΟΥ : 75.63 m
ΠΛΑΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ : 2.7 m
ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ : 3.66m
ΒΑΡΟΣ ΣΥΡΜΟΥ : 150 tons ΑΦΟΡΤΟΣ
192 tons ΠΛΗΡΩΣ ΦΟΡΤΩΜΕΝΟΥ
ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ: 1435 mm
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 0 720 Volts DC.
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΞΕΩΣ : 4 ΤΩΝ 95 KW ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ: ΠΡΟΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΜΕΣΩ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ : ΑΕΡΟΠΕΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΠΕΔΗΣ
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ: 0.8 m/s²
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ: 0.7 m/s²
ΜΕΠΣΤΗ ΔΥΝΑΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ : 70 km/h
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ: ΞΥΛΟ



ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 1958-1968

ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΩΝ: 12 (4 οχ.), 8 (5οχ.)

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: 4 ή 5 ΟΧΗΜΑΤΩΝ

ΘΥΡΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: 3 ΑΝΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ 4 ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 220 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
472 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ / m²),
696 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ 5 ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 280 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
590 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ / m²),
870 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: ΔΥΟ ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 2 ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΕΚΑΣΤΟΣ ή ΕΝΑΣ ΤΩΝ 2 οχ.
ΚΑΙ ΕΝΑΣ ΤΩΝ 3 οχ. ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΟΙ
2 ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. + 2 ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. (4 οχ.)
3 ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. + 2 ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. (5 οχ.)

ΜΗΚΟΣ ΣΥΡΜΟΥ: 70.520 m (4 οχ.) 88.150 m (5 οχ.)

ΠΛΑΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 2.82 m

ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 3.60m

ΒΑΡΟΣ ΣΥΡΜΟΥ: 126 tons ΑΦΟΡΤΟΣ (4 οχ.), 163.2 tons (5 οχ.)
171 tons ΠΛΗΡΩΣ ΦΟΡΤΩΜΕΝΟΥ, 220 tons (5 οχ.)

ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ: 1435 mm

ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 720 Volts DC.

ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΞΕΩΣ: 4 ΤΩΝ 120 KW ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ: ΠΡΟΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΜΕΣΩ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ: ΑΕΡΟΠΕΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΠΕΔΗΣ ΚΑΙ ΗΛΕΚΤΡΟΠΕΔΗ

ΜΕΣΗ ΜΕΠΙΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ: 0.8 m/s²

ΜΕΣΗ ΜΕΠΙΣΤΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ: 0.7 m/s²

ΜΕΠΙΣΤΗ ΔΥΝΑΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ: 80 km/h ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ 70 km/h

ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ: ΧΑΛΥΒΑΣ



ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 1983
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΩΝ: 8
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: 6 ΟΧΗΜΑΤΑ
ΘΥΡΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: 3 ΑΝΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ: 189 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
619 ΟΡΘΟΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ / m²)
808 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
ΑΝΕΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: 3 ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 2 ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΟΙ
ΤΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΘΥΝΗΡΙΑ ΟΧ. + ΤΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ ΟΧ.
ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΚΙΟ+ΙΟ+ΚΙΟ+ΙΟ+ΙΟ+ΚΙΟ ΚΗΦΙΣΙΑ

ΜΗΚΟΣ ΣΥΡΜΟΥ : 88.7 m
ΠΛΑΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 2.8 m
ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 3.57m
ΒΑΡΟΣ ΣΥΡΜΟΥ : 130.8 tons ΑΦΟΡΤΟΣ - 193 tons ΠΛΗΡΩΣ ΦΟΡΤΩΜΕΝΟΣ
ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ: 1435 mm
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 720 Volts d.c.
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΞΕΩΣ: 4 ΤΩΝ 120 KW ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ: ΠΡΟΑΝΤΙΣΤΑΣΕΙΣ ΕΚΚΙΝΗΣΕΩΣ
ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΕΣ ΜΕΣΩ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΥ & ΜΟΝΑΔΑΣ TTL

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ: ΗΛΕΚΤΡΟΠΕΔΗ ΚΙΝΗΤΗΡΩΝ, ΑΕΡΟΠΕΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΠΕΔΗΣ
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ: 0.8 m/s²
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ: 0.9 m/s² ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ 1.2 m/s² ΚΙΝΔΥΝΟΥ
ΜΕΠΣΤΗ ΔΥΝΑΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ: 70 km/h
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ: ΑΛΟΥΜΙΝΙΟ



ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ: 1985 - 1995
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΩΝ: 25
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: 5 ΟΧΗΜΑΤΑ
ΘΥΡΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: 4 ΑΝΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ: 174 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
656 ΟΡΘΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ / m²)
830 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ

ΑΝΕΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ: ΠΛΗΡΗΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ
2 ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ
- ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ
- ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: ΔΥΟ ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 2 & 3 ΟΧ. ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΟΙ
ΤΡΙΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΟΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. + ΕΝΑ ΡΥΜΟΥΛΚΟΥΜΕΝΟ.
ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΚΙΟ+ΡΟ+ΚΙΟ+ΙΟ+ΚΙΟ ΚΗΦΙΣΙΑ

ΜΗΚΟΣ ΣΥΡΜΟΥ: 89.12 m
ΠΛΑΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 2.78 m
ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ: 3.62m
ΒΑΡΟΣ ΣΥΡΜΟΥ: 145 tons ΑΦΟΡΤΟΣ - 199 tons ΠΛΗΡΩΣ ΦΟΡΤΩΜΕΝΟΣ
ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ: 1435 mm
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ: 720 Volts DC.
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΞΕΩΣ: 4 ΤΩΝ 140 KW ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ DC chopper / ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΜΕ
ΜΙΚΡΟΠΡΟΣΣΕΣΟΡΑ (CPU)

ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ ΗΛΕΚΤΡΟΠΕΔΗ ΜΕ ΕΠΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ
ΚΑΙ ΠΛΗΡΗ ΑΕΡΟΠΕΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΜΕ ΕΛΑΤΗΡΙΑ
ΜΕΣΗ ΜΕΠΙΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ 0.8 m/s²
ΜΕΣΗ ΜΕΠΙΣΤΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ 1.1 m/s² ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ 1.2 m/s²
ΜΕΠΙΣΤΗ ΔΥΝΑΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ 80 km/h ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ 70 km/h
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ: ΧΑΛΥΒΑΣ ΕΠΕΝΔΕΔΥΜΕΝΟΣ ΜΕ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΗ

ΛΑΜΑΡΙΝΑ



ΠΑΡΑΛΑΒΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ:	2000
ΑΡΙΘΜΟΣ ΣΥΡΜΩΝ:	20
ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ:	6 ΟΧΗΜΑΤΑ
ΘΥΡΕΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ:	4 ΑΝΑ ΠΛΕΥΡΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ
ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑ ΣΥΡΜΩΝ:	216 ΚΑΘΙΣΜΑΤΑ ΕΠΙΒΑΤΩΝ 786 ΟΡΘΟΙΟΙ ΕΠΙΒΑΤΕΣ (5 ΑΤΟΜΑ / m ²) 1002 ΣΥΝΟΛΟ ΕΠΙΒΑΤΩΝ
ΑΝΕΣΕΙΣ ΕΠΙΒΑΤΩΝ:	- ΠΛΗΡΗΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΜΕΣΩ ΑΝΕΜΙΣΤΗΡΩΝ 2 ΤΑΧΥΤΗΤΩΝ - ΦΥΣΙΚΟΣ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ ΜΕΣΩ ΠΑΡΑΘΥΡΩΝ - ΑΥΤΟΜΑΤΗ ΕΝΔΕΙΞΗ ΔΡΟΜΟΛΟΓΙΟΥ

ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΡΜΟΥ: ΔΥΟ ΗΜΙΣΥΡΜΟΙ 3 ΟΧΗΜΑΤΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΑ ΣΥΖΕΥΓΜΕΝΟΙ
ΤΕΣΣΕΡΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΑ - ΙΘΥΝΤΗΡΙΑ ΟΧ. + ΔΥΟ ΡΥΜΟΥΛΚΟΥΜΕΝΑ.
ΠΕΙΡΑΙΑΣ ΚΙΟ+ΡΟ+ΚΙΟ+ΚΙΟ+ΡΟ+ΚΙΟ ΚΗΦΙΣΙΑ

ΜΗΚΟΣ ΣΥΡΜΟΥ:	89.12 m
ΠΛΑΤΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ:	2.78 m
ΥΨΟΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ:	3.62m
ΒΑΡΟΣ ΣΥΡΜΟΥ:	145 tons ΑΦΟΡΤΟΣ - 199 tons ΠΛΗΡΩΣ ΦΟΡΤΩΜΕΝΟΣ
ΠΛΑΤΟΣ ΓΡΑΜΜΗΣ:	1435 mm
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ:	720 Volts DC μετατρέπόμενη σε 380 Volts AC
ΚΙΝΗΤΗΡΕΣ ΕΛΞΕΩΣ:	4 ΤΩΝ 140 KW ΑΝΑ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟ ΟΧΗΜΑ
ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΙΝΗΤΗΡΙΟΥ:	AC Inverter / ΕΛΕΓΧΟΜΕΝΟ ΜΕ ΜΙΚΡΟΠΡΟΣΣΕΣΟΡΑ (CPU)
ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΕΔΗΣ:	ΗΛΕΚΤΡΟΠΕΔΗ ΜΕ ΕΠΑΝΑΚΤΗΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΙ ΠΛΗΡΗ ΑΕΡΟΠΕΔΗ ΚΥΛΙΝΔΡΩΝ ΜΕ ΕΛΑΤΗΡΙΑ
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ:	0.8 m/s ²
ΜΕΣΗ ΜΕΠΣΤΗ ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΣΗ:	1.1 m/s ² ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΗ 1.2 m/s ²
ΜΕΠΣΤΗ ΔΥΝΑΤΗ ΤΑΧΥΤΗΤΑ:	80 km/h ΕΠΙΤΡΕΠΟΜΕΝΗ 70 km/h
ΥΛΙΚΟ ΑΜΑΞΩΜΑΤΟΣ:	ΧΑΛΥΒΑΣ ΕΠΕΝΔΕΛΥΜΕΝΟΣ ΜΕ ΑΝΟΞΕΙΔΩΤΗ ΛΑΜΑΡΙΝΑ

II ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΤΗ ΕΛΞΗ

1.Εισαγωγή

Προσπάθειες για την προώθηση σιδηροδρομικών οχημάτων με τη χρήση μπαταριών (συσσωρευτών) ξεκίνησαν από το 1835. Η πρώτη πετυχημένη εφαρμογή της ηλεκτροκίνητης έλξης ήταν το 1879, όταν μια ηλεκτράμαξα κινήθηκε κατά τη διάρκεια μιας έκθεσης στο Βερολίνο. Οι πρώτες εμπορικές εφαρμογές της ηλεκτροκίνησης έγιναν στους προαστιακούς και αστικούς σιδηροδρόμους. Μια από τις παλαιότερες ήταν αυτή του 1895, όταν οι σιδηρόδρομοι Βαλτιμόρης και Οχάιο ηλεκτροκίνησαν ένα τμήμα γραμμής στη Βαλτιμόρη, για να ξεπεράσουν προβλήματα καπνού και θορύβου σε σήραγγες. Από τις πρώτες χώρες που χρησιμοποίησαν ηλεκτροκίνηση σε βασικές (main-line) σιδηροδρομικές γραμμές ήταν η Ιταλία, όπου ένα τέτοιο σύστημα εγκαινιάστηκε το 1902.

Πριν τον Α' Παγκόσμιο Πόλεμο, ένας αριθμός ηλεκτροκίνητων γραμμών λειτουργούσε τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ΗΠΑ. Μεγάλα προγράμματα ηλεκτροκίνησης ξεκίνησαν μετά τον πόλεμο αυτόν σε χώρες όπως η Σουηδία, η Ελβετία, η Νορβηγία, η Γερμανία και η Αυστρία.

Περί το τέλος της δεκαετίας του 1920 σχεδόν κάθε Ευρωπαϊκή χώρα είχε τουλάχιστον ένα μικρό ποσοστό ηλεκτροκίνητου σιδηροδρομικού δικτύου.

Η ηλεκτροκίνηση εφαρμόστηκε επίσης στην Αυστραλία (1921), τη Νέα Ζηλανδία (1923), την Ινδία (1925), την Ινδονησία (1925) και τη Νότια Αφρική (1926).

Στις ΗΠΑ, μεταξύ των ετών 1900 και 1938 ηλεκτροκινήθηκε ένας αριθμός μητροπολιτικών επιβατικών σταθμών και προαστιακών υπηρεσιών, καθώς και μερικές βασικές (main-line) γραμμές.

Στις ΗΠΑ, μετά το 1938, η ανάπτυξη της ντηζελοκίνητης έλξης αποθάρρυνε την περαιτέρω ηλεκτροκίνηση βασικών σιδηροδρομικών αξόνων.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, η ηλεκτροκίνηση βασικών αξόνων προχώρησε ραγδαία σε άλλες χώρες. Στις αρχές της δεκαετίας του 1990 οι ηλεκτροκινούμενες γραμμές αποτελούσαν σημαντικό ποσοστό του συνολικού μήκους του εθνικού σιδηροδρομικού δικτύου, σε χώρες όπως:

η Ελβετία (99,6 %),
η Ολλανδία (69 %),
το Βέλγιο (62 %),
η Σουηδία (62 %),
η Νορβηγία (60 %),

η Ιταλία (59 %),
η Αυστρία (57 %),
η Ιαπωνία (56 %),
η Γαλλία (37 %) και
η Βρετανία (30 %).

Αντίθετα, στις ΗΠΑ την ίδια περίοδο οι ηλεκτροκίνητες γραμμές αποτελούσαν λιγότερο από το 1% του συνολικού εθνικού σιδηροδρομικού δικτύου. Το δεύτερο μισό του 20ού αιώνα χαρακτηρίστηκε επίσης διεθνώς από την κατασκευή νέων (ή επέκταση υφισταμένων) ηλεκτροκίνητων αστικών σιδηροδρομικών συστημάτων.

2. Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα

Η ηλεκτροκίνηση θεωρείται γενικώς ως ο οικονομικότερος και αποτελεσματικότερος τρόπος λειτουργίας ενός σιδηροδρομικού δικτύου, υπό τον όρο ότι:

- Υπάρχει διαθέσιμη φτηνή ηλεκτρική ενέργεια και
- Η πυκνότητα της σιδηροδρομικής κυκλοφορίας δικαιολογεί την απαιτούμενη επένδυση.

Σε αντιθεση με τις ατμάμαξες και τις ντηζελάμαξες, οι ηλεκτράμαξες, όντας απλώς Μηχανέςμετατροπής και όχι παραγωγήςενέργειας, έχουν πλεονεκτήματα:

- Προκειμένου να εκκινήσουν την έλξη ενός βαρέως συρμού ή να ανέβουν μια έντονη κλίση με μεγάλη ταχύτητα, μπορούν να καταφύγουν στους πόρους του δικτύου ηλεκτροκίνησης, ώστε να αναπτύξουν ισχύ πολύ μεγαλύτερη από την ονομαστική τους. Μια τυπική σύγχρονη ηλεκτράμαξα ονομαστικής ισχύος 6.000HP έχει παρατηρηθεί να αναπτύσσει για μικρή περίοδο ισχύ μέχρι 10.000 HP, κάτω από συνθήκες αντίστοιχες με τις προαναφερθείσες.
- Επιπλέον, οι ηλεκτράμαξες είναι πιοαθόρυβες κατά τη λειτουργία τους από άλλους τύπους κινητηρίων μονάδων καιδεν παράγουν καπνό ή καυσαέρια.
- Οι ηλεκτράμαξες χρειάζονται λιγότεροχρόνο στο μηχανοστάσιο για συντήρηση, το κόστος συντήρησής τους είναι χαμηλόκαι έχουν μεγαλύτερη ωφέλιμη ζωή από τις ντηζελάμαξες.

Τα μεγαλύτερα προβλήματα της ηλεκτροκίνητης σιδηροδρομικής λειτουργίας συνδέονται με:

- (α) τις μεγάλες δαπάνες κατασκευής και συντήρησης των μόνιμων εγκαταστάσεων της ηλεκτροκίνησης, όπως η εναέρια γραμμή επαφής, οι κατασκευές ανάρτησης της καλωδίωσης και οι υποσταθμοί έλξης και
- (β) τις δαπανηρές αλλαγές που απαιτούνται συνήθως στα συστήματα σηματοδότησης, ώστε να μονωθούντα κυκλώματά τους έναντι παρεμβολών από τα καλώδια υψηλής τάσης και να προσαρμοστεί η απόδοσή τους στιςμεγαλύτερες επιταχύνσεις και ταχύτητες κυκλοφορίας, που επιτυγχάνονται μετην υιοθέτηση της ηλεκτροκίνησης.

3. Συστήματα Ηλεκτροκίνητης Έλξης

Όλα τα ηλεκτρικά κυκλώματα, ανεξάρτητα από τη συνθετότητά 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 εναλλασσόμενο ρεύμα εισάγει επίσης μια νέα παράμετρο, αυτή της συχνότητας, που αποτελεί μέτρο του αριθμού των κύκλων ανά δευτερόλεπτο και μετράται σε Hertz (Hz).

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

3.1 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 ντιζελο-ηλεκτρικές κινητήριες μονάδες. Τα εν δυνάμει πλεονεκτήματα της χρησιμοποίησης εναλλασσόμενου ρεύματος, αντί για συνεχές, παρακίνησαν νωρίς πειράματα και εφαρμογές αυτού του συστήματος.

3.2 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 ήσαν κατάλληλοι για λειτουργία με το εναλλασσόμενο ρεύμα της εμπορικής ή βιομηχανικής συχνότητας (50hertz[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 εναερίου καλωδίου, με εναλλασσόμενο ρεύμα βιομηχανικής συχνότητας παρέμενε ζωνφό. 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 25.000Volt και 50 ή 60 Hertz να καταστεί πρότυπο για εφαρμογές ηλεκτροκίνησης σε βασικούς (main-line) σιδηροδρομικούς άξονες.

4. Τεχνολογικές Βελτιώσεις Συστημάτων Ηλεκτροκίνησης με Εναλλασσόμενο Ρεύμα Βιομηχανικής Συχνότητας

Στα συστήματα εναλλασσομένου ρεύματος βιομηχανικής συχνότητας υπάρχουν δύο πρακτικώς τρόποι μεταβίβασης της ισχύος στους κινητήριους τροχούς της ηλεκτράμαξας:

(1) Μέσω περιστροφικού μεταλλάκτη (rotary converter)

ή στατικού ανορθωτή (rectifier) επί της ηλεκτράμαξας, ο οποίος μετατρέπει την παροχή εναλλασσομένου ρεύματος σε συνεχές ρεύμα χαμηλής τάσης, που τροφοδοτεί ηλεκτροκινητήρες συνεχούς ρεύματος.

(2) Μέσω συστήματος μεταλλακτών που παράγουν ρεύμα μεταβλητής συχνότητας, που τροφοδοτεί ηλεκτροκινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος.

Η πρώτη μέθοδος, που χρησιμοποιεί μη-μηχανικούς ανορθωτές, αποτελούσε κοινή πρακτική μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1970.

Στην εποχή μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο έχει σημαντικά βελτιωθεί η σχέση ισχύος προς βάρος των ηλεκτράμαξών. Η μείωση του μεγάλου μέρους των ηλεκτρικών συσκευών και κινητήρων επί της μονάδας, μαζί με την ταυτόχρονη αύξηση της απόδοσης σε ισχύ, επέτρεψε το 1944 στην Ελβετία την κατασκευή για τους σιδηροδρόμους Bern-Lötschberg-Simplon ηλεκτράμαξας ισχύος 4.000 ίππων και βάρους μόνο 72 τόνων.

Οι τέσσερις άξονες της ηλεκτράμαξας ήσαν όλοι κινητήριοι.

Δεν υπήρχε πλέον ανάγκη για μη-κινητήριους άξονες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για να διατηρούν το βάρος κάθε ζεύγους τροχών εντός των επιτρεπομένων από άποψη γραμμής ορίων.

Περί το 1960, η ηλεκτρική βιομηχανία παρήγαγε σύνολα μετασχηματιστών και ανορθωτών τόσο λεπτά σε πάχος, που μπορούσαν να προσαρμοστούν κάτω από το πλαίσιο του κινητηρίου οχήματος ενός συρμού αστικών επιβατικών μεταφορών, αφήνοντας ολόκληρο τον χώρο του αμαξώματος διαθέσιμο για την τοποθέτηση καθισμάτων επιβατών.

Με τον τρόπο αυτόν επιταχύνθηκε και επεκτάθηκε η ηλεκτροκίνηση

των μητροπολιτικών σιδηροδρομικών δικτύων των βιομηχανικά ανεπτυγμένων χωρών, με τη λειτουργία αυτοκινούμενων συρμών, στους οποίους όλα ή μερικά από τα οχήματα είναι κινητήρια.

Με τον τρόπο αυτόν, οι συνθέσεις προσαρμόζονται καλύτερα στις ανάγκες της ώρας αιχμής. Με τη σύζευξη δύο ή περισσότερων συνθέσεων, η απαιτούμενη επιπλέον ισχύς παρέχεται από τις προστιθέμενες συνθέσεις.

Τόσο με την νηξελοκίνητη έλξη όσο και με την ηλεκτροκίνηση, είναι εύκολο να διασυνδεθούν ηλεκτρικά οι έλεγχοι ισχύος και πέδησης όλων των συνθέσεων, έτσι ώστε ο συρμός τον οποίο συγκροτούν να μπορεί να οδηγηθεί από ένα θάλαμο μηχανοδήγησης.

Λόγω της ευκολίας αυτής, τέτοιες συνθέσεις είναι γνωστές ως πολλαπλές μονάδες (multiple-units).

Οι σύγχρονες πολλαπλές μονάδες είναι εφοδιασμένες με αυτόματους συζευκτήρες (couplers), που εξασφαλίζουν τη σύνδεση όλων των κυκλωμάτων ελέγχου έλξης,

πέδησης κλπ. μεταξύ των δύο συνθέσεων. Αυτό επιτυγχάνεται με την αυτόματη σύνδεση, όταν οι συζευκτικές ενώνονται, των ηλεκτρικών επαφών που βρίσκονται στην κεφαλή κάθε συζευκτήρα.

5. Ο Ημιαγωγός Thyristor

Περίπου από το 1960, η μεγάλη πρόοδος στην τεχνολογία της ηλεκτροκίνητης έλξης προήλθε από τις εφαρμογές της Ηλεκτρονικής.

Ιδιαίτερα σημαντική ήταν η τελειοποίηση του ημιαγωγού thyristor, ή chopper, για τον έλεγχο της τροφοδοσίας των κινητήρων με ηλεκτρικό ρεύμα.

Ο thyristor, ένας διακόπτης ταχύτατης λειτουργίας και μεγάλης ισχύος, με τον οποίο οι περίοδοι "on" και "off" κάθε κύκλου μπορούν να μεταβάλλονται κλασματικά, εξυπηρέτησε την ομαλά διαβαθμισμένη εφαρμογή ηλεκτρικής τάσης στους κινητήρες έλξης.

Πέραν της εξαφάνισης των επικινδύνων για φθορές τμημάτων ενός ηλεκτροκινητήρα και της μεγάλης βελτίωσης της συμπαγούς απόδοσης της κινητήριας μονάδας, ο έλεγχος μέσω thyristor μείωσε επίσης και την κατανάλωση ηλεκτρικού ρεύματος.

6. Ηλεκτροκίνηση με Τριφασικούς Κινητήρες Εναλλασσομένου Ρεύματος

Η ηλεκτροκίνηση με τριφασικούς κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος κατέστη πρακτική δεκαετία του 1980.

Με τη βοήθεια της Ηλεκτρονικής κατέστη δυνατό να συμπίεστεί σε διαχειρίσιμο βάρος και μέγεθος ο σύνθετος εξοπλισμός που απαιτείτο για να μετασχηματιστεί το εναέριο καλώδιο τροφοδοσίας ή η τρίτη σιδηροτροχιά σε παροχή μεταβλητής τάσης και συχνότητας, κατάλληλη να τροφοδοτήσει τους τριφασικούς κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος.

6.1 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα Ηλεκτροκινητήρων Τριφασικού Εναλλασσομένου Ρεύματος

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

- Ο κινητήρας εναλλασσομένου 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 εναλλασσομένου ρεύματος μεγαλώνει με την ταχύτητα, ενώ αντιθέτως, ενός κινητήρα συνεχούς ρεύματος, είναι αρχικώς υψηλή και πέφτει όσο αυξάνεται η ταχύτητα. Συνεπώς, ο κινητήρας εναλλασσομένου ρεύματος προσφέρει καλύτερη πρόσφυση για την επιτάχυνση βαρέων σιδηροδρομικών φορτίων.
 - Τέλος, ο κινητήρας εναλλασσομένου ρεύματος μεταπίπτει ευκολότερα σε λειτουργία γεννήτριας, δρώντας δυναμικά (ρεοστατικά) ή σαν γεννήτρια πέδης. Στη δυναμική πέδη το ρεύμα που δημιουργείται για να αντισταθεί στην ορμή του συρμού σπαταλάται (διαχέεται) μέσω αντιστάσεων επί του τρένου. Στην αναγεννητική (regenerative) πέδη, που υιοθετείται σε ορεινές γραμμές ή αστικές γραμμές μεγάλης πυκνότητας κυκλοφορίας, όπου το πλεονάζον ρεύμα μπορεί αμέσως να παραληφθεί από άλλα τρένα, το ρεύμα επανατροφοδοτείται στην εναέρια γραμμή επαφής ή την τρίτη σιδηροτροχιά.
- Τα μειονεκτήματα της έλξης με τριφασικό εναλλασσόμενο ρεύμα είναι:
- Η περιπλοκότητα του ηλεκτρικού εξοπλισμού επί του τρένου, που απαιτείται για τη μετατροπή της τροφοδοσίας ρεύματος, πριν αυτό φτάσει στους κινητήρες και
 - Στις αρχές της δεκαετίας του 1990, το μεγαλύτερο κόστος κεφαλαίου σε σύγκριση με συστήματα κινητήρων συνεχούς ρεύματος.

7. 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-ανηρτημένων μαζών κατέστη σημαντική.

Τώρα πλέον, οι κινητήρες έλξης είτε αναρτώνται στο εσωτερικό των φορείων 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 μετριφασικούς κινητήρες εναλλασσομένου ρεύματος είχε υιοθετηθεί στα νέα Ιαπωνικά και Γαλλικά τρένα υψηλών ταχυτήτων.

8. Πολυρρευματικοί Συρμοί

Στην Ευρώπη, η κυκλοφορία διεθνών τρένων χωρίς αλλαγή κινητήριας μονάδας στα σύνορα αποτελεί σύνθετο πρόβλημα, επειδή τα διάφορα εθνικά σιδηροδρομικά δίκτυα έχουν ιστορικά υιοθετήσει διαφορετικά συστήματα ηλεκτροκίνησης, όπως:

- Συνεχές ρεύμα 1.500 V.
- Συνεχές ρεύμα 3.000 V.
- Εναλλασσόμενο ρεύμα 25.000 V, 50 Hz
- Εναλλασσόμενο ρεύμα 15.000 V, 162/3Hz.

Οι Γαλλικής τεχνολογίας συρμοί υψηλών ταχυτήτων Eurostar, που κυκλοφορούν μεταξύ Λονδίνου - Παρισιού και Λονδίνου - Βρυξελλών μέσω της σήραγγας της Μάγχης, έχουν τη δυνατότητα να λειτουργούν:

- στη Γαλλία με ενάερια τροφοδοσία εναλλασσομένου ρεύματος 25.000 Volt,
- στο Βέλγιο με ενάερια τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος 3.000 Volt και
- στη Βρετανία με τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος 750 Volt μέσω τρίτης σιδηροτροχιάς.

Αμέσως μετά τη στρατηγική επιλογή τους να υιοθετήσουν την ηλεκτροκίνηση με εναλλασσόμενο ρεύμα τάσης 25.000 Volt σε νέες γραμμές ή σε γραμμές που δεν είχαν ηλεκτροκινηθεί προηγουμένως με ενάερια τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος 1.500 Volt, οι Γάλλοι τελειοποίησαν την τεχνολογία των πολυρρευματικών ηλεκτρικών κινητηρίων μονάδων.

9. Τεχνολογικές Εξελίξεις Εφαρμογής της Ηλεκτρονικής

Μετά το 1980, οι επιδόσεις και η οικονομικότητα τόσο των νηζελ αμαξών όσο και των ηλεκτραμαξών έχει βελτιωθεί σημαντικά, με την παρεμβολή μικροϋπολογιστών μεταξύ των χειριστηρίων μηχανοδήγησης και των ζωτικών τμημάτων των κινητήρων

Οι μικροϋπολογιστές αυτοί εξασφαλίζουν ότι οι επιμέρους συνιστώσες αντιδρούν με τη μέγιστη αποδοτικότητα και ότι δεν επιβαρύνονται απερίσκεπτα.

Ένα άλλο προϊόν της εφαρμογής της Ηλεκτρονικής στα συστήματα ελέγχου είναι ότι στη σύγχρονη ηλεκτράμαξα, ο μηχανοδηγός μπορεί να προσδιορίσει την ταχύτητα του τρένου, που θέλει να πετύχει ή να διατηρήσει, και ο εξοπλισμός έλξης θα εφαρμόσει ή τροποποιήσει αυτόματα την απαιτούμενη από τους ηλεκτροκινητήρες ισχύ, παίρνοντας υπόψη το βάρος του τρένου και την κατά μήκος κλίση της γραμμής. Οι μικροεπεξεργαστές παρέχουν επίσης και διαγνωστικές υπηρεσίες, εποπτεύοντας συνεχώς την κατάσταση των υπό έλεγχο συστημάτων για ενδείξεις αρχόμενου ή

επισυμβάντος σφάλματος. Οι μικροεπεξεργαστές είναι συνδεδεμένοι με τον κύριο υπολογιστή επί του τρένου, ο οποίος αναφέρει αμέσως τη φύση και τη θέση οποιασδήποτε δυσλειτουργίας σε οπτική ένδειξη στο θάλαμο μηχανοδήγησης, εν γένει με συμβουλές προς το πλήρωμα της αμαξοστοιχίας, για τον τρόπο διόρθωσης ή προσωρινής άρσης των επιπτώσεων.

Οι ίδιες ενδείξεις αναφέρουν επίσης τα αποτελέσματα των διορθωτικών δράσεων που αναλήφθηκαν. Ο υπολογιστής αποθηκεύει αυτομάτως τις πληροφορίες αυτές, είτε για χρήση από το προσωπικό συντήρησης μετά το τέλος του ταξιδιού, ή, σε σιδηροδρόμους εφοδιασμένους με συστήματα επικοινωνίας με την επισκευαστική βάση, για άμεση μετάδοση στο μηχανοστάσιο, ώστε οι προετοιμασίες για την αποκατάσταση της βλάβης να έχουν ολοκληρωθεί με την άφιξη της μονάδας.

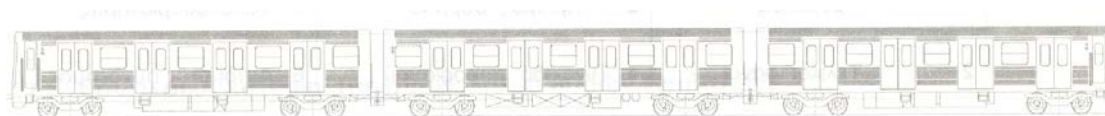
III ΣΥΡΜΟΣ 11^{ης} ΠΑΡΑΛΛΑΒΗΣ

1. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Ο συρμός αποτελείται από δυο ημισυρμούς των τριών οχημάτων (3Σ).

Η μικρότερη λειτουργική μονάδα με δυνατότητα αυτόνομης κίνησης των τριών οχημάτων αποτελούνται από δυο Κινητήρια - Ιθυνήρια Οχήματα (**ΚΙΟ**) με χειριστήριο και ένα Ρυμουλκούμενο όχημα (**ΡΟ**), και οι δυο ημισυρμοί μπορούν να κινηθούν αυτόνομα και προς τις δυο κατευθύνσεις.

Για την ζεύξη (σύνδεση) των ημισυρμών προβλέπονται αυτόματοι σύνδεσμοι στα μέτωπα των οχημάτων που έχουν χειριστήριο οδήγησης, ενώ για τη ζεύξη μεταξύ των οχημάτων κάθε ημισυρμού προβλέπονται βραχυσύνδεσμοι που ζευγνύονται και αποζευγνύονται με επέμβαση τεχνιτών. Με τους αυτομάτους συνδέσμους καθώς και με τους βραχυσύνδεσμους (μόνιμοι σύνδεσμοι), συνδέονται τα οχήματα *μηχανικά, πνευματικά και ηλεκτρικά*.



2. ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Σύνθεση συρμού:	3Σ (ΚΙΟ+ΡΟ+ΚΙΟ) + 3Σ(ΚΙΟ+ΡΟ+ΚΙΟ)
Διάταξη αξόνων φορέιων:	Bo'Bo'+2'2'+ Bo'Bo'+2'2'+ Bo'Bo'
Πλάτος γραμμής	1435mm
Μήκος συρμού 6Σ με συνδέσεις:	16120mm
Μήκος οχήματος ΚΙΟ, ΡΟ:	17000mm
Πλάτος οχήματος ΚΙΟ, ΡΟ:	2780mm
Ύψος οχήματος ΚΙΟ, ΡΟ:	3620mm(από σιδηροτροχιά, άφορτο)
Μέγιστη δύναμη ταχύτητα συρμών:	80km/h

Μέγιστη επιτρεπόμενη ταχύτητα δικτύου Η.Σ.Α.Π.:	70km/h
Μέγιστη επιτάχυνση (μέση τιμή):	$a=0,8m/s^2$
Μέγιστη επιβράδυνση (μέση τιμή):	$b=1,1m/s^2$
Μέγιστη χωρητικότητα οχημάτων:	5ατομα/m ² =1004 άτομα
Ονομαστική τάση ηλεκτροφόρου:	750Vdc(+20%...-30%) (εν κενώ)
Ισχύς κινητήρων έλξεως (ονομαστική):	140KW,750V/2, 420 A,2130rpm 2240 KW (6Σ)
Ονομαστική τάση βοηθητικών δικτύων:	110 Vdc(+20%...-30%) -συσσωρευτές 220V/380V/50Hz -Vac μετατροπέας (Converter)
Ηλεκτρικός εξοπλισμός:	-ηλεκτρονικός ρυθμιστής έντασης (Chopper) (μόνιμη εξασθένιση πεδίου στην πορεία και ηλεκτροπέδη)
Φρένα:	-ηλεκτροδυναμική πέδη ανακτήσεως και ρεοστατική για τα ΚΙΟ -αεροπέδη ελατηρίων για τα ΡΟ και ως δευτερεύουσα για τα ΚΙΟ
Βάρος συρμού:	200t, με 4 άτομα m ²
Απόβαρο συρμού:	3Σ 88t/143t (κατ' εκτίμηση)
Κατασκευαστής:	ADTRANZ - SIEMENS-ΕΛΛ. ΝΑΥΠΙΗΓΕΙΑ

3. ΓΕΝΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

3.1 Εξωτερικό μέρος οχήματος

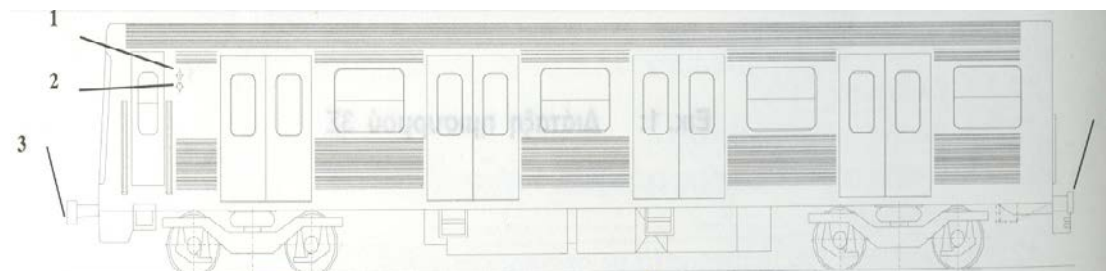
Τα διαμερίσματα ηλεκτροδηγών (χειριστήρια) ευρίσκονται στα μέτωπα των ημισυρμών. Στα φορεία των ΚΙΟ και από τις δυο πλευρές, ευρίσκονται τα πέδιλα λήψεως ρεύματος. Οι ηλεκτρονικές μονάδες των ιθνητηριακών κυκλωμάτων είναι εγκατεστημένες εντός του διαμερίσματος ηλεκτροδηγού σε ερμάριο ασφαλισμένο με ειδικό κλείθρο. Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός του κινητηρίου κυκλώματος είναι υποδαπέδιος.

Τα μέτωπα των ημισυρμών εξωτερικά έχουν τις παρακάτω διατάξεις:

- **Πινακίδα προορισμού και αριθμού συρμού:** πρόκειται για φωτιζόμενη πινακίδα ηλεκτροκίνητη και τηλεχειριζόμενη από το χειριστήριο.
- **Υαλοκαθαριστήρας:** υπάρχει ένας ηλεκτροκίνητος υαλοκαθαριστήρας χειριζόμενος από το χειριστήριο.
- **Προβολείς, τελικοί φανοί:** υπάρχουν δυο προβολείς αλογόνου μικρής και μεγάλης σκάλας, που ανάβουν αυτόματα με το φωτισμό επιβατών και το μοχλό κατεύθυνσης του επανδρωμένου χειριστηρίου. Οι δυο κόκκινοι τελικοί φανοί ανάβουν αυτόματα επίσης με το φωτισμό επιβατών. Σε περίπτωση εναπόθεσης του συρμού, ανάβει με διακόπτη ο δεξιός μόνο φανός(σταθμεύσεως).
- **Αυτόματος σύνδεσμος:** πρόκειται για αυτόματο ζευκτήρα, μηχανικής, πνευματικής και ηλεκτρικής ζεύξεως. Ο χειρισμός του γίνεται αυτόματα με το κλειδί του χειριστηρίου και χειροκίνητα από το συρματόσχοινο του συνδέσμου.
- **Ενδεικτικός λαμπτήρας βλάβης:** βρίσκετε και στις δυο εξωτερικές πλευρές του οχήματος και ανάβει στο αντίστοιχο όχημα όταν:
 - το σύστημα αποθήκευσης και αξιολόγησης βλαβών καταγράφει μια τουλάχιστον βλάβη Α, Β, ή Γ κατηγορίας
 - το όχημα έχει αποπεδηθεί υδραυλικά
 - ενεργοποιήθηκε ένα τουλάχιστον σήμα κινδύνου από επιβάτη.
- **Ενδεικτικός λαμπτήρας ελέγχου θυρών:** ευρίσκετε και στις δυο εξωτερικές πλευρές του οχήματος κάτω από τον λαμπτήρα βλάβης. Ανάβει όταν έστω και ένα φύλλο πόρτας δεν έχει μανδαλωθεί (δεν έχει ασφαλιστεί μηχανικά).

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την πλάγια όψη ενός ΚΙΟ:

1. Ενδεικτικός λαμπτήρας βλάβης
2. Ενδεικτικός λαμπτήρας ελέγχου θυρών
3. Αυτόματος σύνδεσμος
4. βραχυσύνδεσμος



3.2 Εσωτερικό μέρος οχήματος

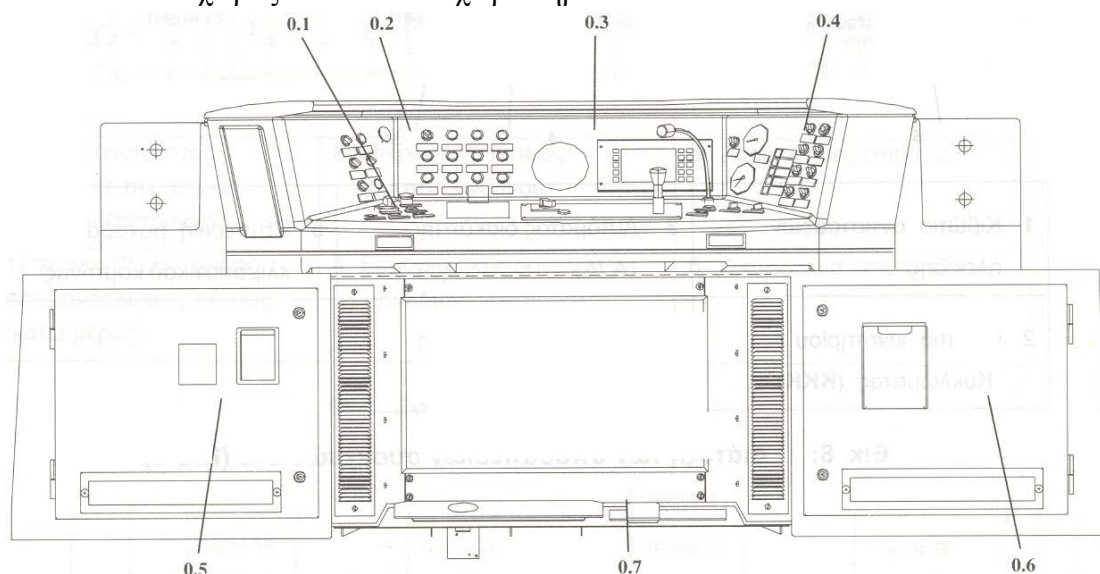
- **διαμέρισμα επιβατών:** έχουμε τις πόρτες επιβατών που χειρίζονται με τους φωτοκομβιοδιακόπτες ‘άνοιγμα θυρών’ και ‘κλείσιμο θυρών’, που βρίσκονται στο χειριστήριο του ηλεκτροδηγού και πλευρικά δίπλα από τις πόρτες εισόδου του διαμερίσματος ηλεκτροδηγού, σε συνδυασμό με τον διακόπτη επιλογής της πλευράς του συρμού. Ανά πλευρά οχήματος έχουμε τέσσερις (4) δίφυλλες πόρτες, που η λειτουργία τους είναι ηλεκτρική.

Έχουμε επίσης το *ερμάριο ηλεκτρονικών μονάδων*, το *ερμάριο διακοπών και μικροαυτόματων* (θερμικά) και τους *ανεμιστήρες επιβατών*

- **διαμέρισμα ηλεκτροδηγού:** σε κάθε διαμέρισμα ηλεκτροδηγού προβλέπονται δυο εξωτερικές πλευρικές πόρτες με κλείθρα ασφαλείας. Κάθε πόρτα έχει ένα ημιανοιγμένο παράθυρο που ασφαλίζει με ειδικό τετράκλειδο. Πίσω από το κάθισμα του ηλεκτροδηγού υπάρχει μια εσωτερική πόρτα επικοινωνίας με το διαμέρισμα επιβατών. Στο διαμέρισμα ηλεκτροδηγού είναι το χειριστήριο οδήγησης του συρμού και τα ερμάρια συσκευών και οργάνων καθώς και μια εγκατεστημένη κλιματιστική συσκευή τύπου split (διαιρούμενη) για ψύξη και θέρμανση.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την γενική όψη του χειριστηρίου ηλεκτροδηγού:

1. επίπεδο χειρισμού 1
2. επίπεδο χειρισμού 2
3. επίπεδο χειρισμού 3
4. επίπεδο χειρισμού 4
5. ερμάριο αριστερό
6. ερμάριο δεξί
7. χώρος κάτω από το χειριστήριο

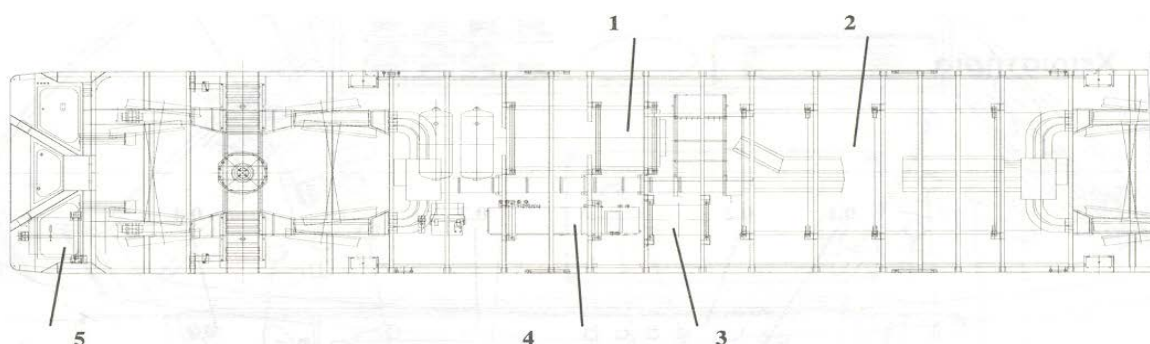


- **σύστημα αερισμού επιβατών:** Το σύστημα αερισμού επιβατών συμπεριλαμβάνεται στην κατασκευή της οροφής του διαμερίσματος των επιβατών. Οι δυο ανεμιστήρες που είναι εγκατεστημένοι στην πλάτη του οχήματος στην πλευρά του βραχυσυνδέσμου, απορροφάνε τον αέρα από το εσωτερικό του οχήματος μέσω της διάτρητης οροφής του και το εξάγουν στο περιβάλλον. Ο εξαερισμός γίνεται από τα ημιανοιγόμενα παράθυρα επιβατών καθώς και από τις πόρτες του οχήματος. Οι ανεμιστήρες τροφοδοτούνται από τον μετατροπέα και λειτουργούν σε κάθε όχημα ο ένας, ή και οι δυο μαζί ανάλογα με τη θέση του αντίστοιχου διακόπτη.

3.3 Υποδαπέδιος εξοπλισμός

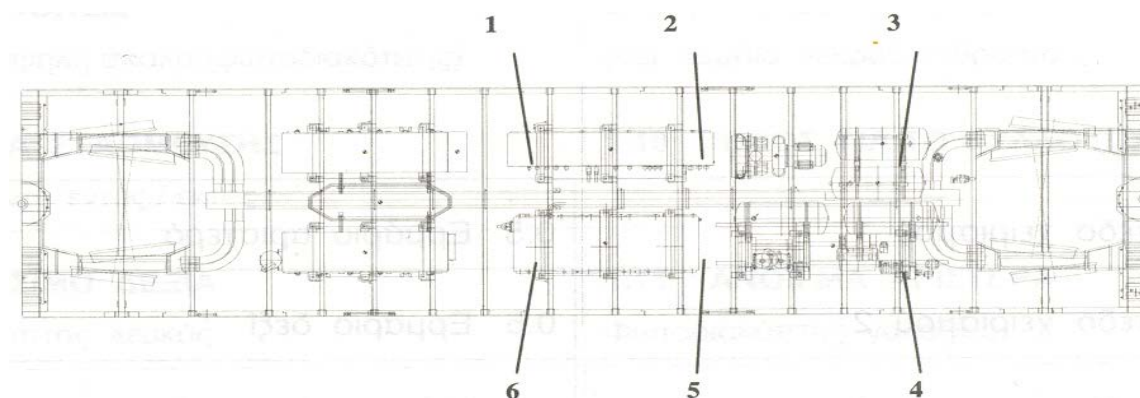
- **διάταξη των υποδαπέδιων συσκευών στο ΚΙΟ:**

1. κιβώτιο αντιστάσεων ηλεκτροπέδης
2. κιβώτιο κινητηρίου κυκλώματος (κκκ)
3. αυτόματος διακόπτης
4. κιβώτιο συσκευών 1
5. εξωτερική μονάδα κλιματιστικού καμπίνας



- **διάταξη των υποδαπέδιων συσκευών στο ΡΟ:**

1. κιβώτιο συσσωρευτών 1
2. κιβώτιο συσκευών 2
3. αεροσυμπιεστής
4. συσκευή ξήρανσης
5. μετατροπέας
6. κιβώτιο συσσωρευτών 2



1. ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΥ ΕΛΞΕΩΣ ΚΑΙ ΠΕΛΗΣ

Ηλεκτρικός εξοπλισμός

Ο ηλεκτρικός εξοπλισμός ανάλογα με την τάση λειτουργίας του διακρίνεται σε:

-Εξοπλισμό κινητηρίου κυκλώματος	DC 750V
-Εξοπλισμό βοηθητικών κυκλωμάτων	3 AC 400 V, AC 230V
-Εξοπλισμό βοηθητικών κυκλωμάτων	DC 110 V
-Εξοπλισμό ηλεκτρονικών κυκλωμάτων	DC 24 V

4.1 Κινητήριο κύκλωμα

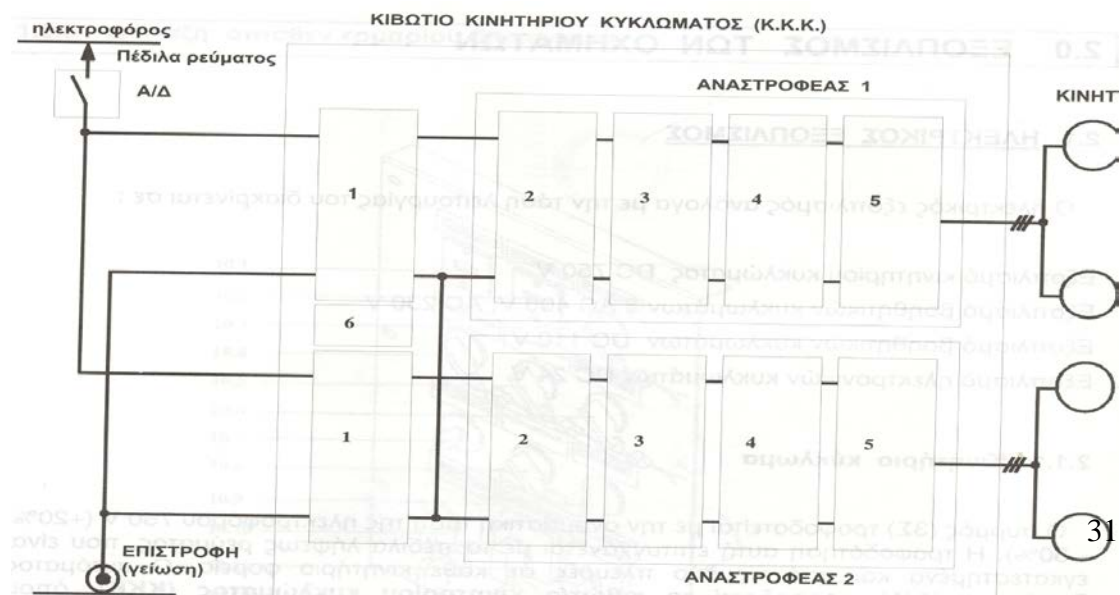
Ο συρμός 3Σ τροφοδοτείται με την ονομαστική τάση ηλεκτροφόρου 750 V (+20%,30%).η τροφοδότηση αυτή επιτυγχάνεται με τα πέδιλα λήψεως ρεύματος, που είναι εγκατεστημένα και από τις δυο πλευρές σε κάθε κινητήριο φορείο. Ο αυτόματος διακόπτης (Α/Δ), τροφοδοτεί το κιβώτιο κινητηρίου κυκλώματος (ΚΚΚ), όπου βρίσκονται οι αναστροφείς τάσεως (inverter), οι οποίοι με τη σειρά τους θέτουν υπό τάση 400Vac τους κινητήρες έλξεως. Οι κινητήρες έλξεως, είναι κινητήρες ασύγχρονοι τριφασικοί βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Το ΚΚΚ περιλαμβάνει εκτός των άλλων δυο ακριβώς όμοιους αναστροφείς τάσεως ,έναν για κάθε ζεύγος κινητήρων έλξεως, καθώς και την Ι.Μ.Ο.

Στο ΚΚΚ είναι εγκατεστημένες οι παρακάτω βασικές μονάδες:

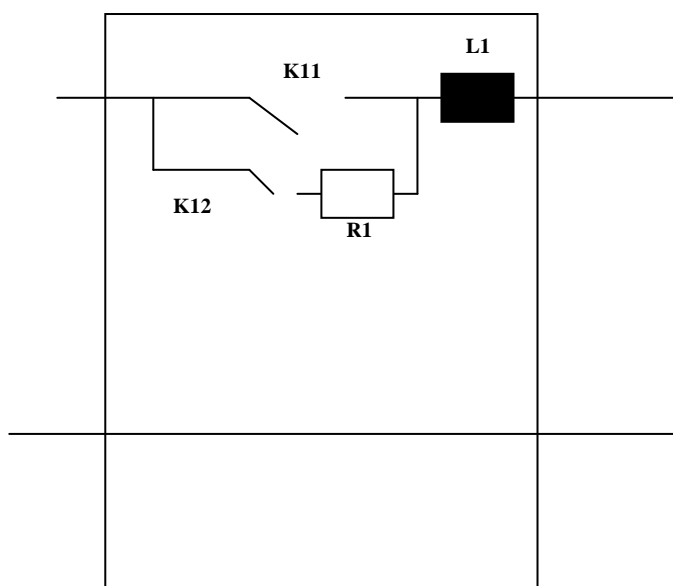
1. κύκλωμα τροφοδότησης 750Vdc
2. κύκλωμα εξομάλυνσης της τάσης τροφοδότησης
3. κύκλωμα προστασίας από υπερτάσεις
4. κύκλωμα ηλεκτροπέδης
5. αναστροφείς τάσεως
6. κύκλωμα ιθνητηριακά και επιτηρήσεων.

Στην παρακάτω εικόνα έχουμε ένα σχηματικό διάγραμμα του ΚΚΚ όπου εμφανίζονται τα παραπάνω.



4.2 Κύκλωμα τροφοδότησης

Το κύκλωμα τροφοδότησης αποτελείται από τον εραπτήρα δικτύου (K11), ένα κύκλωμα προφόρτισης πυκνωτών ισχύος (εραπτήρας και αντίσταση προφόρτισης K12,R1 αντίστοιχα) και ένα πηνίο εξομάλυνσης L1.



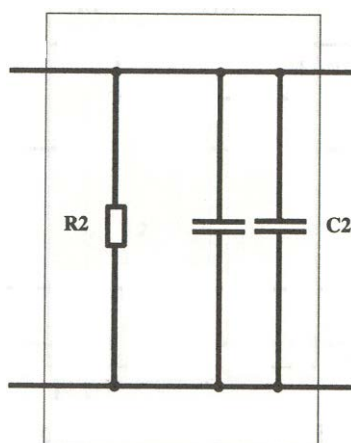
σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος τροφοδότησης

Η γενική λειτουργία του κυκλώματος συνίσταται:

Στη φόρτιση των πυκνωτών του κυκλώματος εξομάλυνσεως, μέσω του κυκλώματος προφόρτισης με άνοιγμα του εραπτήρα δικτύου K11. Στην τιμή του 90% της τάσης τροφοδότησης των πυκνωτών εξομάλυνσης, ανοίγει ο εραπτήρας προφόρτισης K12 και κλείνει ο εραπτήρας δικτύου K11. Στην κανονική λειτουργία του κινητηρίου κυκλώματος, όταν δηλαδή έχει τελειώσει η φάση προφόρτισης (ο K12 είναι ανοιχτός), απομονώνεται το κύκλωμα εξομάλυνσης με άνοιγμα του εραπτήρα δικτύου K11. Σε περίπτωση βραχυκυκλώματος στο δίκτυο ή στους αναστροφείς, περιορίζεται η ανύψωση του ρεύματος από το πηνίο εξομάλυνσης L1. Το πηνίο L1, μαζί με τους πυκνωτές του κυκλώματος εξομάλυνσεως C2, συνιστούν το φίλτρο του κυκλώματος τροφοδότησης. Το φίλτρο αυτό αποσβένει υψηλές διακυμάνσεις ρευμάτων από και προς το κύκλωμα τροφοδότησης και προστατεύει τους αναστροφείς από υπερτάσεις.

4.3 Κύκλωμα εξομάλυνσης

Το κύκλωμα εξομάλυνσης αποτελείται από την συστοιχία πυκνωτών C2 και την αντίσταση R2. Η λειτουργία του κυκλώματος συνίσταται: στην σταθεροποίηση της τάσεως τροφοδοτήσεως, στην τροφοδότηση με την τάση αυτή του κυκλώματος του εναλλασσομένου ρεύματος, στην λειτουργία του φίλτρου του κυκλώματος τροφοδότησης (μαζί με το πηνίο L1) και στην αποφόρτιση της συστοιχίας των πυκνωτών C2 στην αντίσταση R2, μετά την διακοπή του κυκλώματος τροφοδότησης.



σχηματικό διάγραμμα του κυκλώματος εξομάλυνσης

4.4 Κύκλωμα προστασίας από υπέρταση

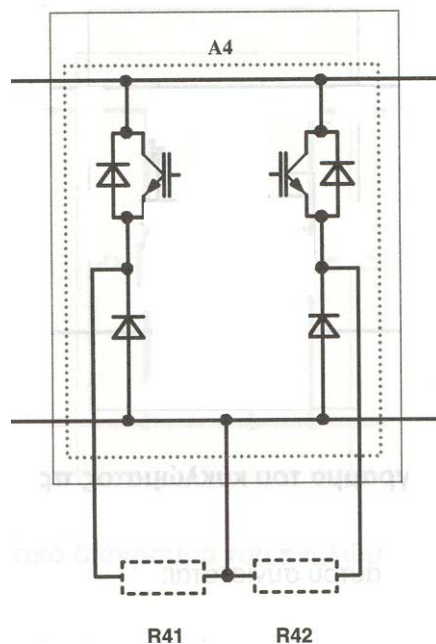
Το κύκλωμα αυτό αποτελείται από το θυρίστορ βραχυκυκλώσεως, ένα πηνίο αποσβεσης βραχυκυκλώματος και μια ηλεκτρονική μονάδα έναυσης – σβέσης και επιτήρησης του θυρίστορ.

Η λειτουργία του κυκλώματος αυτού συνίσταται στην επιτήρηση υπερτάσεων του κυκλώματος εξομάλυνσης και στην έναυση του θυρίστορ βραχυκυκλώσεως σε περίπτωση υπερτάσεων και επομένως στην προστασία των αναστροφών.

4.5 Κύκλωμα ηλεκτροπέδης

Το κύκλωμα ηλεκτροπέδης αποτελείται από το κύκλωμα των τρανζίστορ ισχύος (IGBT) με τις διόδους ηλεκτροπέδης A4 και την αντίσταση ηλεκτροπέδης (δύο συνδεσμολογίες R14/R42 εγκατεστημένες σε ξεχωριστό από το ΚΚΚ κιβώτιο).

Η λειτουργία του κυκλώματος αυτού συνίσταται στη λειτουργία της ηλεκτροπέδης, όπου ο κινητήρας έλξεως λειτουργεί ως γεννήτρια, μετατρέποντας την κινητική ενέργεια του οχήματος σε ηλεκτρική. Εφόσον η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια μπορεί να διατεθεί στο δίκτυο τροφοδότησης, πραγματοποιείται η μεταφορά αυτή. Στην περίπτωση που το δίκτυο τροφοδότησης δεν μπορεί να παραλάβει την ενέργεια αυτή, τα τρανζίστορ ισχύος πάλλονται και καταναλώνεται αυτή, στις αντιστάσεις υπό μορφή θερμότητας.

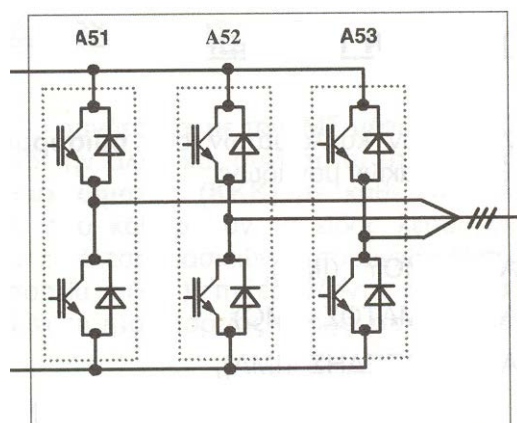


σηματικό διάγραμμα του κύκλωμα ηλεκτροπέδης

4.6 Αναστροφείς τάσεως (inverters)

Ο αναστροφέας τάσεως αποτελείται από τα φασικά κυκλώματα των τρανζίστορ ισχύος IGBT με διόδους, τα A51, A52 και τα A53 (φάσεις R,S,T). Στους ακροδέκτες του αναστροφέα λαμβάνεται μια εναλλασσόμενη τάση μεταβλητής συχνότητας και μεγέθους, για την γραμμική μεταβολή της ταχύτητας περιστροφής και ροπής των ασύγχρονων κινητήρων έλξεως βραχυκυκλωμένου δρομέα.

Οι βασικές λειτουργίες του αναστροφέα είναι η λειτουργία κίνησης (κινητήρας) και η λειτουργία πέδης (ηλεκτροπέδη).



σχηματικό διάγραμμα του αναστροφέα τάσεως

4.7 Κύκλωμα ιθυνηριακά και επιτηρήσεων.

Για επιτήρηση και λειτουργία των αναστροφέων έχει εγκατασταθεί η I.M.O.. Η ηλεκτρονική μονάδα αυτή επιτηρεί και εφαρμόζει τις πραγματικές τιμές των ρευμάτων, των τάσεων και των θερμοκρασιών σε όλο το κινητήριο κύκλωμα.

Λειτουργία ιθυνηριακών μονάδων

Η λειτουργία των ιθυνηριακών κυκλωμάτων στον ημισυρμό, προκύπτει από την σύνδεση των παρακάτω ιθυνηριακών μονάδων:

- ΙΘΥΝΤΗΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΡΜΟΥ (ΙΜΣ)
- ΙΘΥΝΤΗΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΟΧΗΜΑΤΟΣ (ΙΜΟ)
- ΙΘΥΝΤΗΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΑΕΡΟΠΕΔΗΣ (ΙΜΑ)
- ΜΟΝΑΔΕΣ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΣΗΜΑΤΩΝ (ΜΣΣ) και ΜΟΝΑΔΑ ΣΥΝΔΕΣΗΣ ΧΕΙΡΙΣΤΗΡΙΟΥ (ΜΣΧ)
- ΙΘΥΝΤΗΡΙΑΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ ΟΘΟΝΗΣ (ΙΜΕΟ)

Όλα τα βασικά ιθυνηριακά σήματα λειτουργιών και επιτηρήσεων στον ημισυρμό συνδέονται μέσω του γενικού ιθυνηριακού αγωγού (ΙΑΗ : ιθυνηριακός αγωγός ημισυρμού).ο ΙΑΗ εξασφαλίζει την επικοινωνία σημάτων μεταξύ των ιθυνηριακών μονάδων ΙΜΣ, ΜΣΧ, ΜΣΣ, ΙΜΟ, ΙΜΑ, μετατροπέα, ΙΜΘ (ιθυνηριακή μονάδα θυρών) και ΙΜΕΟ. Στο συρμό 6Σ οι ΙΑΗ των 3Σ συνδέονται μεταξύ τους μέσω του ιθυνηριακού αγωγού συρμού (ΙΑΣ).

Ιθυνηριακή μονάδα συρμού (ΙΜΣ)

Η ΙΜΣ αποτελεί την κεντρική μονάδα του ημισυρμού, όπου επεξεργάζονται όλα τα σήματα αυτοματισμού, καθώς και τα διαγνωστικά επιτηρήσεων τους. Η ΙΜΣ «διαβάζει» σήματα εντολών και αγγελιών από τις περιφερειακές μονάδες και εξαρτήματα και διαβιβάζει σε αυτά ανάλογα ιθυνηριακά σήματα. Η ΙΜΣ συνδέεται μέσω των ΙΑΗ και ΙΑΣ με τις υπόλοιπες μονάδες του ημισυρμού 3Σ και του συρμού 6Σ. διευκρινίζεται ότι οι δυο ΙΜΣ σε 6Σ δεν «συνεργάζονται» μεταξύ τους και λειτουργούν ανεξάρτητα για τον ημισυρμό που ανήκουν

Ιθυνηριακή μονάδα οχήματος (ΙΜΟ)

Οι ΙΜΟ (δυο σε κάθε 3Σ) συνδέονται με την ΙΜΣ μέσω ΙΑΗ. Η λειτουργία τους είναι ανεξάρτητη της μιας από την άλλη και συνίσταται στην επιτήρηση και λειτουργία του κιβωτίου κινητηρίου κυκλώματος (ΚΚΚ) σε κάθε ΚΙΟ. Από την ΙΜΣ λαμβάνουν σήματα μέσω του ΙΑΗ, που καθορίζουν το είδος λειτουργίας του συρμού.

Επίσης αναγγέλλει στην ΙΜΣ την εκτέλεση βασικών λειτουργιών (όπως πορεία, ηλεκ/πέδη κλπ). Βασικά σήματα επεξεργάζονται επιπρόσθετα απ' ευθείας από την ΙΜΟ, με σκοπό την δυνατότητα πορείας-πέδης σε περιπτώσεις βλαβών.

Ιθυνηριακή μονάδα αεροπέδης (ΙΜΑ)

Οι ΙΜΑ (μια σε κάθε όχημα) λειτουργεί ανεξάρτητα σε κανονικές λειτουργικές συνθήκες και συνδέονται επίσης με τον ΙΑΗ. Η βασική λειτουργία της ΙΜΑ είναι η εκτέλεση της πνευματικής πέδης (αεροπέδη) στα οχήματα, καθώς και η λειτουργία της αντιολισθητικής διάταξης. Οι ΙΜΑ (όπως και οι ΙΜΟ) λαμβάνουν και αντίστοιχα στέλνουν στην ΙΜΣ, μέσω του ΙΑΗ, λειτουργικά σήματα πέδης.

Μονάδες σύνδεσης σημάτων (ΜΣΣ) και μονάδα σύνδεσης χειριστηρίου (ΜΣΧ)

Για τον περιορισμό των καλωδιώσεων στα οχήματα, τα σήματα εισόδου-εξόδου στην ΙΜΣ δεν συνδέονται σ' αυτήν απ' ευθείας. Τρεις ΜΣΣ και δυο ΜΣΧ είναι εγκατεστημένες σε κάθε 3Σ για τον σκοπό αυτό. Οι μονάδες αυτές συνδέονται με τον ΙΑΗ και δέχονται σαν εισόδους όλα τα ιθυνηριακά των συνδεδεμένων με τον ΙΑΗ μονάδων, για την μετέπειτα διανομή τους. Τα σήματα εξόδου όλων των μονάδων που συνδέονται με τον ΙΑΗ διανέμονται μέσω των ΜΣΣ στους αποδεκτές των.

Ιθυνηριακή μονάδα ενδείξεων οθόνης (ΙΜΕΟ)

Με την ΙΜΕΟ, πληροφορείται ο ηλεκτροδηγός στο χειριστήριό του τα βασικά λειτουργικά σήματα, καθώς και τις παρουσιαζόμενες βλάβες με τις ανάλογες οδηγίες χειρισμού, για όλο τον λειτουργούμενο συρμό. Η λειτουργία της ΙΜΕΟ, επιτηρείται από την συνδεδεμένη, μέσω του ΙΑΗ, ΙΜΣ.

4.8 Βοηθητικός εξοπλισμός

Για παροχή τάσεως λειτουργίας του βοηθητικού εξοπλισμού, στο ρυμουλκούμενο όχημα (ΡΟ) είναι εγκατεστημένα:

- μετατροπέας τάσεως 750 Vdc /400 V ac, 50 Hz
- συστοιχία συσσωρευτών 110V dc
- αεροσυμπιεστής

4.8.1 Μετατροπέας τάσεως (inverter)

Ως μετατροπέας τάσεως χρησιμοποιείται ένας στατός μετατροπέας τεχνολογίας IGBT (τρανζίστορ ισχύος), με ονομαστική ισχύ 40 kVA (50Hz)/15kW(DC).Ο στατός αυτός μετατροπέας τροφοδοτείται από το κύκλωμα των DC 750 V και τροφοδοτεί με :

Εναλλασσόμενο 3Φ, AC 400 V (50Hz) τα:

- Ανεμιστήρα ΚΚΚ
- Αεροσυμπιεστή
- Ανεμιστήρα κιβωτίου αντιστάσεων ηλεκ/δης
- Ανεμιστήρες εξαερισμού επιβατών
- Ανεμιστήρα ερμαρίου ηλεκτρονικών μονάδων
- Κλιματιστικά καμπίνων

Εναλλασσόμενο 1Φ, AC 230 V (50Hz) τα:

- Κυκλώματα πριζών

Συνεχές DC 110 V τα:

- Τα ιθυνηριακά κυκλώματα των βασικών μονάδων κίνησης, καθώς και τα αντίστοιχα των βοηθητικών μονάδων
- Τα κυκλώματα φωτισμού
- Τις ηλεκτρικές πόρτες επιβατών και τα ιθυνηριακά τους κυκλώματα
- Τον εξοπλισμό ακουστικών και οπτικών σημάτων
- Τον εξοπλισμό ασφαλείας
- Τις μονάδες επικοινωνίας
- Τις μονάδες προορισμού και αριθμού συρμού
- Όλες τις ηλεκτρονικές μονάδες λειτουργίας στον συρμό
- Φόρτιση των συσσωρευτών

Για την αποφυγή υπερφόρτισης του μετατροπέα, εμποδίζεται από την ΙΜΣ η ταυτόχρονη θέση σε λειτουργία όλων των καταναλωτών. Μετά την εκκίνηση του ανεμιστήρα ΚΚΚ, οι υπόλοιποι καταναλωτές έχουν λάβει την εντολή εκκίνησης από την ΙΜΣ.

4.8.2 Συστοιχία συσσωρευτών

Οι συστοιχία συσσωρευτών αποτελείται από 80 Nickel-Cadmium στοιχεία, τύπου FNC 142 LR, ονομαστική τάσεως ανά στοιχείο 1.2 V. Η ονομαστική χωρητικότητα ανέρχεται σε 100 Ah.

4.8.3 Αεροσυμπιεστής

Στο ΡΟ είναι εγκατεστημένος ένας εμβολοφόρος αεροσυμπιεστής, δυο βαθμίδων συμπίεσεως, τριών κυλίνδρων, συνεζευγμένος με ηλεκτροκινητήρα τριφασικό ασύγχρονο εναλλασσομένου ρεύματος (3Φ, AC 400 V)

Η μηχανική ζεύξη κινητήρα και συμπιεστή επιτυγχάνεται με ειδική φλάντζα (κόμπλερ). Στα οχήματα παράγεται πεπιεσμένος αέρας μέγιστης πίεσης 8 bar. Η εγκατάσταση παροχής αέρα εκτός από τις σωληνώσεις, περιλαμβάνει την συσκευή καθαρισμού και ξηράνσεως του παραγόμενου αέρα, καθώς και τα δυο κεντρικά αεριοφυλάκια 100 lt, που είναι εγκατεστημένα κάτω από το δάπεδο των ΡΟ.

4.9 Μονάδες επιτηρήσεως

Φραγή πορείας induci

Κατά την διέλευση του συστήματος induci από τα σήματα σηματοδότησεως, μεταφέρονται πληροφορίες από την γραμμή στο συρμό. Με τις πληροφορίες αυτές πραγματοποιείται η διέλευση του συρμού από το σήμα ή και τη στάθμευσή του. Το σύστημα induci ενεργοποιώντας την εξαναγκασμένη πέδηση στον συρμό, εξασφαλίζει την μη δημιουργία ατυχημάτων ή επικίνδυνων καταστάσεων, όταν ο ηλεκτροδηγός του συρμού δεν αντιδράσει σε κλειστά σήματα στάσεως ή υπερβεί όρια ταχύτητας.

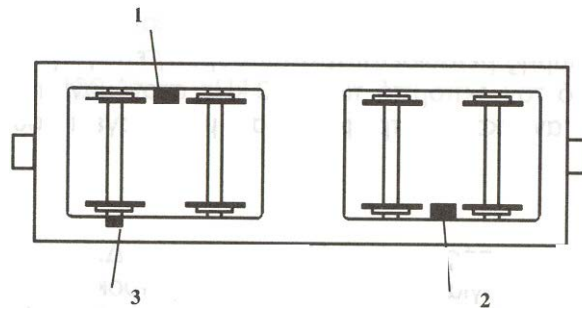
Το σύστημα αποτελείται από την μονάδα οχήματος και την μονάδα γραμμής. Η μονάδα induci στο ΡΟ συνδέεται με τους εγκατεστημένους στο σασί αμαξώματος μαγνήτες, που ενεργοποιούνται ανάλογα με την κατεύθυνση κίνησης του συρμού. Οι μαγνήτες αυτοί του οχήματος, λαμβάνουν τις πληροφορίες που στέλνουν οι αντίστοιχοι μαγνήτες γραμμής. Ο παλμοδότης, τον άξονα του ΡΟ πληροφορεί την μονάδα οχήματος με την τιμή της πραγματικής ταχύτητας κινήσεως του συρμού και με το μήκος της ακούσιας όπισθεν πορείας

Για λόγους ασφάλειας και αξιοπιστίας το σύστημα μεταφοράς πληροφοριών αποτελείται από δυο κανάλια μετάδοσης. Λειτουργούν δυο ξεχωριστοί εκπομποί στη μονάδα του οχήματος (ο ένας για το κανάλι δεδομένων και ο άλλος για το κανάλι επιτηρήσεων λειτουργιών). Η μεταφερόμενη πληροφορία άμεσα λαμβάνετε από την μονάδα του σήματος.

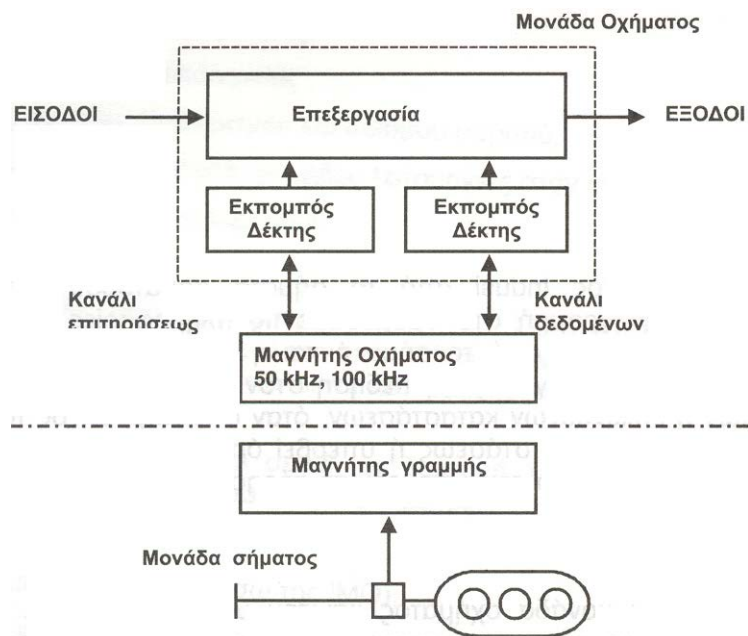
Κατά τη διέλευση από τον μαγνήτη γραμμής μεταδίδεται η απαιτούμενη επαγωγική ενέργεια για την μεταφορά δεδομένων από τον εκπομπό των 100 kHz στον μαγνήτη αυτόν. Κατά τον τρόπο αυτό δεν είναι αναγκαία η τροφοδότηση με ενέργεια του μαγνήτη γραμμής από την γραμμή.

Ο εξοπλισμός οχήματος του συστήματος induci φαίνεται παρακάτω (στο ΡΟ):

1. μαγνήτης οχήματος κατεύθυνσης 1
2. μαγνήτης οχήματος κατεύθυνσης 2
3. παλμοδότης



Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γενική διάταξη του συστήματος induci



Επιτηρητής 50Hz

Ο αναστροφέας εναλλασσόμενης τάσεως (inverter), μπορεί να παράγει ρεύματα επιστροφής στην ηλεκτροφόρο συχνότητα 50Hz. Για να μην παράγονται τα ρεύματα αυτά από τις μονάδες αναστροφέων του ΚΚΚ και μετατροπέα, οι μονάδες αυτές επιτηρούνται. Ο Επιτηρητής 50Hz είναι εγκατεστημένος σε κάθε ΚΙΟ και επιτηρεί το διερχόμενο από τα πέδιλα ρεύματος, ρεύμα. Όταν λοιπόν διαπιστώσει ρεύμα συχνότητας 50Hz, αποδιεγείρεται για μικρό χρονικό διάστημα το κινητήριο κύκλωμα. Όταν σε μικρό χρονικό διάστημα παρουσιαστούν πολλά ρεύματα με την συχνότητα αυτή, τότε παραμένει σε αποδιέγερση το κινητήριο κύκλωμα του ΚΙΟ αυτού και εμφανίζεται στην οθόνη η ένδειξη «50Hz». Εάν ακολουθήσουν και άλλες τέτοιες περιπτώσεις, τότε τίθεται και ο μετατροπέας στη θέση εκτός.

4.10 Κύκλωμα φωτισμού

Το φωτοκύτταρο είναι εγκατεστημένο στο πάνω από το χειριστήριο ερμάριο, όπου βρίσκεται η πινακίδα προορισμού. Σε συνθήκες σκότους θέτει αυτό αυτόματα εντός λειτουργίας συγκεκριμένα κυκλώματα φωτισμού.

Αυτά είναι οι προβολείς μετώπου, ο φωτισμός πινακίδας προορισμού και αριθμού συρμού, ο φωτισμός χειριστηρίου και οργάνων χειριστηρίου και ο φωτισμός διαμερίσματος επιβατών.

Διαμέρισμα επιβατών

Ο εσωτερικός φωτισμός του διαμερίσματος επιβατών σε κάθε όχημα ενεργοποιείται είτε αυτόματα από το φωτοκύτταρο ή χειροκίνητα από τον ηλεκτροδηγό. Το κύκλωμα αυτό του φωτισμού αποτελείται από εγκατεστημένα φωτιστικά φθορισμού κατά μήκος των δυο πλευρών κάθε οχήματος. Τέσσερα φωτιστικά σώματα, σε κάθε όχημα, που βρίσκονται πάνω από τις αντίστοιχες πόρτες αποτελούν τον λεγόμενο «φωτισμό ανάγκης» του οχήματος.

Σε σχέση με τον αυτοματισμό αυτού του κυκλώματος φωτισμού ισχύουν τα παρακάτω:

1. Σε περίπτωση «πτώσης» ενός οποιουδήποτε θερμικού διακόπτη (μικροδιακόπτης) σε κάποιο ΚΙΟ μετώπου συρμού, τότε ανάβει αυτόματα ο πλήρης φωτισμός σε όλα τα οχήματα του συρμού. Εάν δεν έχουμε φόρτιση συσσωρευτών, τότε ανάβει ο φωτισμός κινδύνου.

2. Η εντολή σβησίματος του εσωτερικού φωτισμού στα οχήματα ενός συρμού, εκτελείται μόνο όταν και τα δυο φωτοκύτταρα (ένα σε κάθε μέτωπο του συρμού), διαπιστώσουν ανάγκη σβέσης (π.χ. φως). Σε περίπτωση που ήταν αναμμένος ο φωτισμός και μετά τα δυο φωτοκύτταρα έδωσαν εντολή σβέσης, η εντολή αυτή καθυστερεί να εκτελεστεί 60sec, δηλαδή παραμένει φωτισμός αναμμένος για 1 λεπτό ακόμα.

3. Σε περίπτωση που σε συρμό αποδιεγερθεί το χειριστήριο (βγάλει κλειδί). Χωρίς να τεθούν «εκτός» οι μετατροπείς του συρμού και υπάρχουν συνθήκες αφής του φωτισμού των οχημάτων, τότε ο φωτισμός παραμένει ή ανάβει για 20 λεπτά από τη στιγμή που βγήκε το κλειδί. Μετά το χρόνο αυτό και εφόσον δεν ενεργοποιηθεί το χειριστήριο, ο φωτισμός σβήνει. Το ίδιο ισχύει και για το φωτισμό ανάγκης.

5. ΚΛΙΜΑΤΙΣΜΟΣ ΚΑΙ ΕΞΑΕΡΙΣΜΟΣ

5.1 Διαμέρισμα ηλεκτροδηγού

Η κλιματιστική μονάδα του χειριστηρίου αποτελείται από την εσωτερική μονάδα αερισμού εγκατεστημένη στο μέσον αυτού και την εξωτερική μονάδα που αποτελείται από το ζεύγος συμπιεστή-συμπυκνωτή και είναι εγκατεστημένο κάτω από το αμάξωμα. Οι μονάδες αυτές συνδέονται μεταξύ τους με flexible σωλήνες.

Ο αέρας απορροφάται μέσω ενός φίλτρου από το κάτω μέρος του χειριστηρίου. Μέσω ενός επιλεκτικού ακροφυσίου, μπορεί ο κλιματιζόμενος αέρας να εξέλθει είτε στην περιοχή των ποδιών του ηλεκτροδηγού, είτε στην επάνω περιοχή του μετωπικού υαλοπίνακα της καμπίνας. Για να μην περιπλεχθεί ο κλιματιζόμενος εξερχόμενος αέρας στο αλεξήλιο υπάρχει εγκατεστημένος ένας οδηγός κατεύθυνσης ροής.

5.2 Διαμέρισμα επιβατών

Για την προσαγωγή εξωτερικού αέρα στο διαμέρισμα επιβατών, σε κάθε όχημα είναι εγκατεστημένο σύστημα εξαερισμού, που αποτελείται από το τμήμα προσαγωγής και το τμήμα απαγωγής.

Το τμήμα προσαγωγής περιλαμβάνει τα παρακάτω μέρη:

- χώρος αναρροφήσεως (ανεμιστήρες)
- δίκτυο διανομής του αναρροφούμενου αέρα
- δίκτυο προσαγωγής του αέρα στο χώρο των επιβατών, μέσω ακροφυσίων στην ψευδοροφή του οχήματος.

Το τμήμα απαγωγής απαρτίζεται από τον πλευρικό χώρο της οροφής και τους εξαεριστήρες που είναι εγκατεστημένοι στην οροφή του οχήματος. Επιπρόσθετα μπορεί να θεωρηθεί ως τμήμα απαγωγής το διάκενο των παραθύρων επιβατών.

Τμήμα προσαγωγής

Ο χώρος των ανεμιστήρων αναρροφήσεως εξωτερικού αέρα βρίσκονται στις «πλάτες» των ΚΙΟ (περιοχή βραχυσυνδέσμου) και στην αντίστοιχη του βραχυσυνδέσμου του ΡΟ. Ο χώρος αυτός διαχωρίζεται από το διαμέρισμα επιβατών.

Δυο 3Φ ανεμιστήρες σε κάθε όχημα αναρροφούν εξωτερικό αέρα μέσω περσίδων και φίλτρων και τον προσάγουν στο δίκτυο διανομής. Μέσω αεραγωγών(καναλιών) οδηγούνται τα δυο ρεύματα αέρα στην περιοχή της ψευδοροφής του βαγονιού. Από εκεί μέσω ειδικών περσίδων που είναι εγκατεστημένες κατά μήκος και των δυο πλευρών στην ψευδοροφή των βαγονιών, εξέρχεται στο χώρο των επιβατών.

Τμήμα απαγωγής

Ο απαγόμενος αέρας (χρησιμοποιημένος αέρας), οδεύετε μέσω οπών που υπάρχουν στα διαχωριστικά πάνελ (στο κάτω μέρος) των καθισμάτων των επιβατών, στο πλευρικό διάκενο των θυρών, καθώς επίσης και μέσω των διακένων που υπάρχουν στη ψευδοροφή, στο χώρο ανάμεσα οροφής και ψευδοροφής. Στατικής λειτουργίας εξαεριστήρες που είναι εγκατεστημένοι στην οροφή των οχημάτων (κατά μήκος των δυο πλευρών), απάγουν τον αέρα αυτόν στο περιβάλλον.

6. ΠΟΡΤΕΣ

6.1 Διαμέρισμα ηλεκτροδηγού

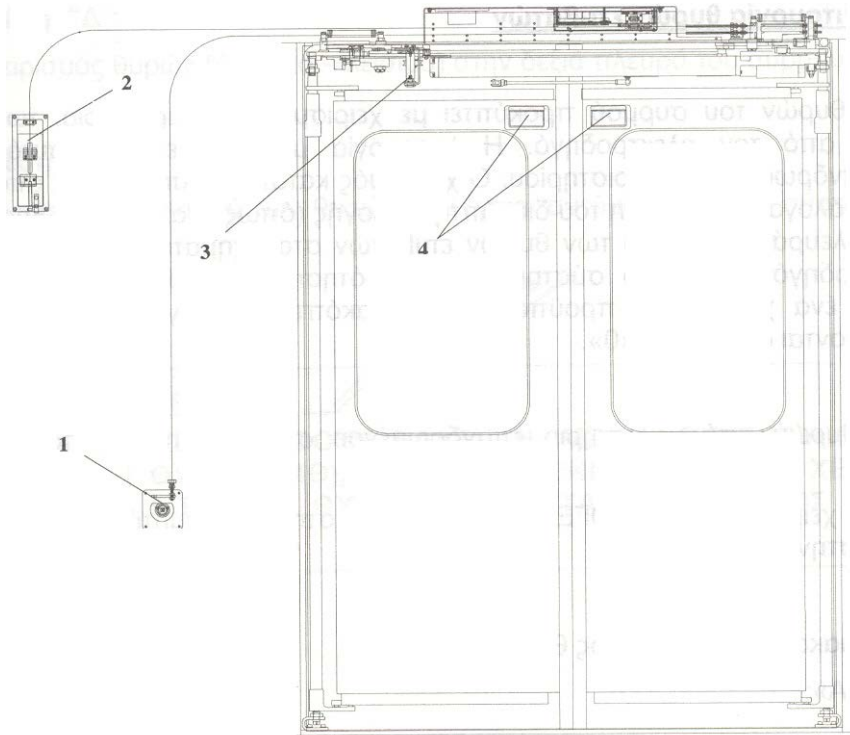
Σε κάθε ΚΙΟ υπάρχει ένα διαμέρισμα ηλεκ/γού, όπου βρίσκεται εγκατεστημένο το χειριστήριο. Στο διαμέρισμα αυτό υπάρχουν οι δυο πόρτες (αριστερά και δεξιά) για την είσοδο / έξοδο προς τον εξωτερικό του συρμού χώρο και μια ενδιάμεση (ξύλινη) πόρτα για την είσοδο από το διαμέρισμα ηλεκ/γού στο διαμέρισμα επιβατών, όλες οι πόρτες αυτές είναι εξοπλισμένες με κλειδαριές ασφαλείας.

6.2 Διαμέρισμα επιβατών

Ο χώρος των επιβατών με τέσσερις ανά πλευρά οχήματος (σύνολο 8) ηλεκτρικής λειτουργίας ολισθαίνουσες – περιστρεφόμενες πόρτες. Στην κλειστή τους θέση ευθυγραμμίζονται πλήρως με την πλευρική επιφάνεια των οχημάτων. Το άνοιγμα και το κλείσιμο θυρών προκύπτει από ηλεκτροκινητήρα 110 Vdc. Ο μηχανισμός και το ιθνητηριακό σύστημα κίνησης είναι εγκατεστημένα στο ερμάριο πάνω από την πόρτα. Το ιθνητηριακό σύστημα επιτηρεί την σωστή λειτουργία κάθε πόρτας. Μια πόρτα με βλάβη στην λειτουργία της μπορεί να απομονωθεί μέσω μηχανισμού μανδαλώσεως με τρίκλειδο από τον ηλεκ/γό.

Στο αριστερό κάθετο ερμάριο σε κάθε πόρτα είναι εγκατεστημένο το σύστημα ελευθέρωσης (σφραγισμένη πετούγια) από τους επιβάτες, σε περίπτωση κινδύνου. Σε τέσσερις πόρτες σε κάθε όχημα (δυο σε κάθε πλευρά) και στο δεξί κάθετο ερμάριο είναι εγκατεστημένο το σύστημα του σήματος κινδύνου με το μικρόφωνο ομιλίας του επιβάτη με τον ηλεκτροδηγό του συρμού.

Σε κάθε πλευρά οχήματος και από την εξωτερική πλευρά στο ύψος της αποβάθρας υπάρχει σε μια πόρτα ο μηχανισμός του τρίκλειδου για την εξωτερική απομανδάλωσή της.



1. τρίκλειδο εξωτερικής απομανδάλωσης
2. μοχλός (πετούγια) ελευθέρωσης της πόρτας από τους επιβάτες
3. μηχανική μανδάλωση μέσω τρίκλειδου
4. χειρολαβές για την χειροκίνητη λειτουργία της πόρτας.



εσωτερική όψη της πόρτας των επιβατών

6.3 Κανονική λειτουργία θυρών επιβατών

Η λειτουργία των θυρών του συρμού προκύπτει με χειρισμό στο χειριστήριο, των ανάλογων κομβίων από τον ηλεκτροδηγό. Η λειτουργία με τον χειρισμό αυτόν προϋποθέτει την επάνδρωση ενός χειριστηρίου. Ο χειρισμός κατόπιν είναι δυνατός από όλα τα χειριστήρια ανάλογα με τη θέση του διακόπτη επιλογής. Η επιλογή πλευράς χειρισμού των θυρών επιβατών στα οχήματα του συρμού γίνεται ή από τον οδηγό ή από το σύστημα σηματοδότησης ATP. Η δυνατότητα χειρισμού των από ένα χειριστήριο προϋποθέτει οι διακόπτες επιλογής στα αλλά χειριστήρια να είναι στη θέση «0».

Άνοιγμα θυρών

Με χειρισμό των αντίστοιχων φωτοκομβιοδιακοπών «άνοιγμα αριστερά» ή «άνοιγμα δεξιά», ο σταθερός γαλάζιος φωτισμός των κομβίων αυτών γίνεται διακοπτόμενος (φλασάρουν) και οι αντίστοιχοι φωτοκομβιοδιακόπτες κλεισίματος «κλείσιμο αριστερά», «κλείσιμο δεξιά», από σβηστοί που ήταν φωτίζονται με σταθερό λευκό φως. Επιπρόσθετα ανάβουν οι κόκκινες εξωτερικές ενδεικτικές λυχνίες στις αντίστοιχες πλευρές των οχημάτων. Πριν εκτελεστεί η εντολή ανοίγματος από τις ΙΜΘ, ακούγεται για 2sec ένας βομβητής σε όλα τα χειριστήρια.

Κλείσιμο θυρών

Με χειρισμό των αντίστοιχων φωτοκομβιοδιακοπών «κλείσιμο αριστερά» ή «κλείσιμο δεξιά» όλες οι πόρτες του συρμού αρχίζουν την λειτουργία κλεισίματος. Με την ολοκλήρωση της λειτουργίας αυτής, ο σταθερός λευκός φωτισμός των κομβίων αυτών σβήνει, ενώ ο διακοπτόμενος γαλάζιος φωτισμός των αντίστοιχων κομβίων «άνοιγμα αριστερά», «άνοιγμα δεξιά», γίνεται σταθερός. Με την ακολουθούμενη εκκίνηση του συρμού και μόλις αυτός περάσει τα 7Km/h, σβήνει τελικά και ο γαλάζιος φωτισμός των κομβίων. Επιπρόσθετα σβήνουν οι κόκκινες εξωτερικές ενδεικτικές λυχνίες στις αντίστοιχες πλευρές των οχημάτων. Πριν εκτελεστεί η εντολή κλεισίματος από τις ΙΜΘ, ακούγεται για 3 sec ένας βομβητής σε όλα τα χειριστήρια.

6.4 Διάγνωση εμποδίων

Κατά το κλείσιμο ή το άνοιγμα των θυρών επιβατών, μπορεί να δημιουργηθούν προβλήματα στην λειτουργία τους, από τις παρακάτω συνθήκες:

-*Επιτήρηση του ρεύματος του κινητήρα θυρών (ηλεκτροκινητήρας 110 Vdc):* Το κανονικό ρεύμα που απαιτεί ο κινητήρας για το κλείσιμο της πόρτας αποθηκεύεται από κάθε ΙΜΘ. Η υπέρβαση της τιμής του ρεύματος αυτού γνωστοποιείται από το σύστημα επιτήρησης.

-*Επιτήρηση κινητικότητας:* Η κίνηση της πόρτας (άνοιγμα – κλείσιμο) επιτηρείται μέσω ενός αισθητήρα και συγκρίνεται ο χρόνος κανονικής λειτουργίας με τον πραγματικό.

Στο κλείσιμο

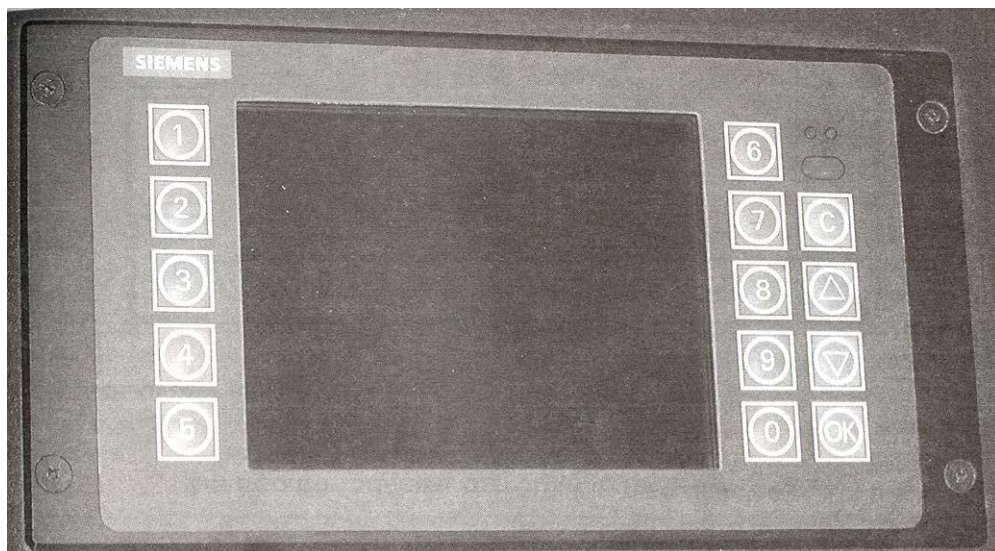
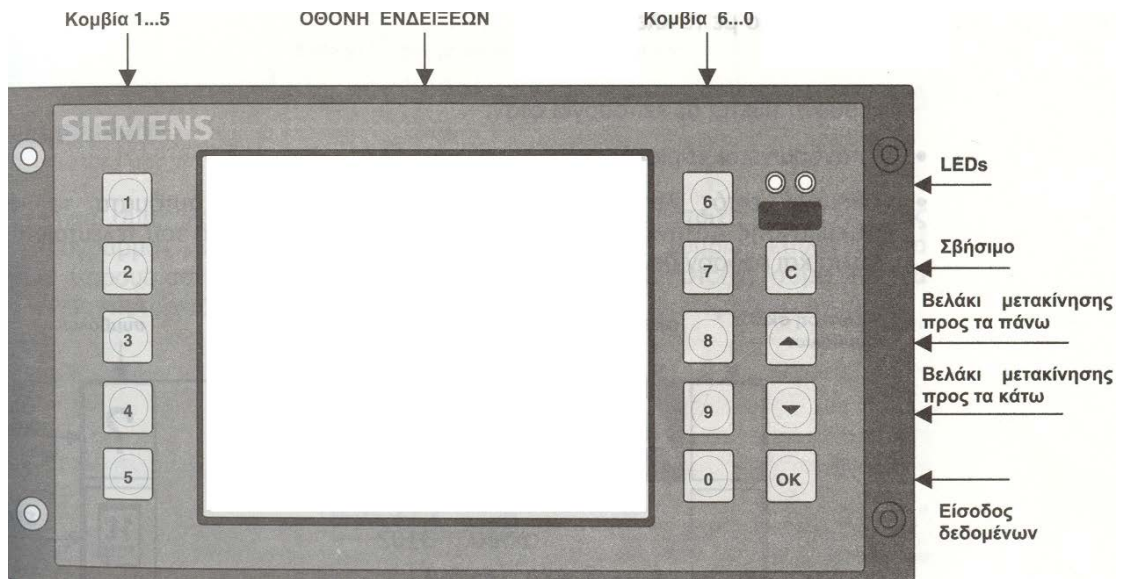
Εάν κατά την διαδικασία κλεισίματος αποκριθεί μια από τις παραπάνω επιτηρήσεις, τότε ανοίγει η πόρτα (τα δυο φύλλα) περί τα 10 cm από τη θέση που έλαβε στο κλείσιμο όταν παρουσιάστηκε η βλάβη και ακινητοποιείται εκεί. Μετά την παρέλευση 3 sec, η συγκεκριμένη πόρτα αυτόματα (χωρίς την επέμβαση του ηλεκτροδηγού) «προσπαθεί» να κλείσει με τη μέγιστη δύναμη της. Εάν και πάλι δεν μπορέσει να κλείσει πλήρως, αποδιεγείρετε ο κινητήρας της και παραμένει στην θέση αυτή. Τα παραπάνω ισχύουν για κάθε μια πόρτα κατά την διαδικασία κλεισίματος, εφόσον δηλαδή έχει δοθεί από το χειριστήριο μια φορά η εντολή κλεισίματος. Εάν επακολουθεί και δεύτερη φορά η εντολή κλεισίματος, θα επαναληφθεί η παραπάνω διαδικασία. Η διαδικασία αυτή δεν εμφανίζεται ή δεν επαναλαμβάνεται, εάν η πόρτα κλείσει κανονικά.

Στο άνοιγμα

Εάν κατά την διαδικασία ανοίγματος της πόρτας υπάρξει κάποιο εμπόδιο, η πόρτα σταματά στην θέση αυτή. Μετά την παρέλευση 2 sec επαναλαμβάνεται αυτόματα η διαδικασία ανοίγματος. Η επανάληψη αυτή γίνεται άλλες δυο φορές. Εάν κατά την τρίτη φορά εμποδιστεί και πάλι η πόρτα να ανοίξει, τότε σταματά η διαδικασία ανοίγματος και παραμένει η πόρτα ανοιχτή. Εάν η πόρτα ανοίξει κανονικά σταματά η διαδικασία αυτή.

7. ΣΥΣΚΕΥΗ ΕΝΔΕΙΞΕΩΝ (I.M.E.O.)

Για την πληροφόρηση του ηλεκτροδηγού έχει εγκατασταθεί στο χειριστήριο μια οθόνη ενδείξεων λειτουργικών μεγεθών καθώς και συστημάτων. Ο χειρισμός των ενδείξεων στην οθόνη γίνεται από τα πλευρικά κομβία που υπάρχουν στις πλευρές της.



εμπρόσθια όψη της οθόνης χειριστηρίου

Η οθόνη εμφανίζει τις λειτουργικές καταστάσεις, καθώς και τις βλάβες των σημάτων σε όλο το συρμό, μαζί με οδηγίες χειρισμού. Η λειτουργία της οθόνης προκύπτει και επιτηρείται από την ΙΜΣ. Η ΙΜΣ θέτει σε λειτουργία την οθόνη στο επανδρωμένο χειριστήριο (ο χρόνος που απαιτείται για την εμφάνιση του προγράμματος είναι της τάξεως των 30-40sec). Για τον περιορισμό του χρόνου εκκίνησης λειτουργίας της οθόνης, όταν γίνεται αλλαγή χειριστηρίου με την εξαγωγή κλειδιού από το ένα, ταυτόχρονα τίθεται σε εκκίνηση του αλλού μετώπου η αντίστοιχη οθόνη. Μετά την παρέλευση 30 min, εάν δεν επανδρωθεί το άλλο χειριστήριο, τίθεται εκτός λειτουργίας και αυτή. Στην περίπτωση που γίνεται, αλλαγή ηλεκτροδηγού ή reset λειτουργίας στο ίδιο χειριστήριο, η οθόνη που παραμένει σε ετοιμότητα για άλλα 5 min από το σβήσιμο με κλειδί.

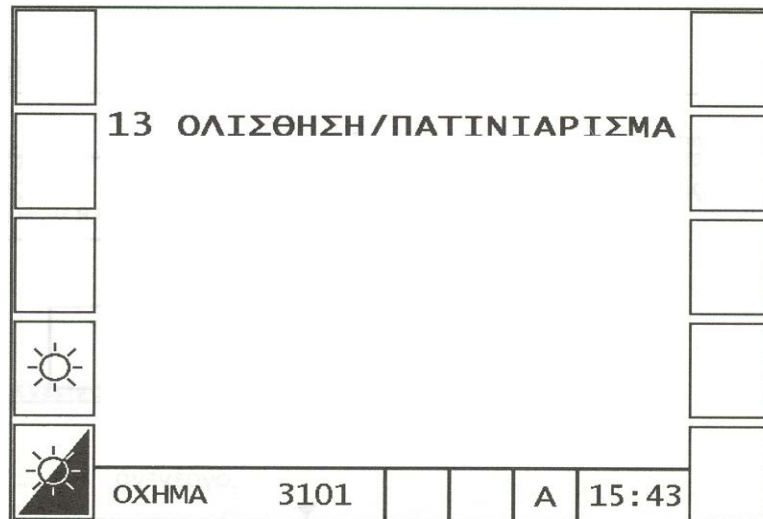
Η οθόνη έχει τη δυνατότητα επιπρόσθετα να εμφανίζει αυτόματα (χωρίς επιλογή) εικόνες με πληροφορίες για τον ηλεκτροδηγό άμεσης προτεραιότητας, όπως:

- μια προσωρινή λειτουργία στον συρμό
- μια παρουσιαζόμενη βλάβη με οδηγίες αποκατάστασης.

7.1 Αυτόματη ένδειξη οθόνης «χρονικά περιορισμένα λειτουργικά μηνύματα»

Τα χρονικά περιορισμένα λειτουργικά μηνύματα έχουν τον πρώτο βαθμό προτεραιότητας ένδειξης στην οθόνη. Εμφανίζονται δηλαδή διακόπτοντας την οποιαδήποτε ένδειξη είχε η οθόνη και φεύγουν όταν σταματήσουν να υπάρχουν. Με την εξαφάνισή τους η οθόνη ξαναγυρίζει στην προηγούμενη λειτουργική της κατάσταση. Οι ενδείξεις των μηνυμάτων αυτών δεν μπορούν να επιλεγούν από τον ηλεκ/γό, δηλαδή εμφανίζονται αυτόματα.

Εάν κατά τον χρόνο της εμφάνισης μιας χρονικά περιορισμένης λειτουργικής ένδειξης παρουσιαστεί μια βλάβη, τότε θα εμφανιστεί η βλάβη αυτή στην οθόνη αφού φύγει πρώτα η λειτουργική ένδειξη.



«Χρονικά περιορισμένη λειτουργική ένδειξη»

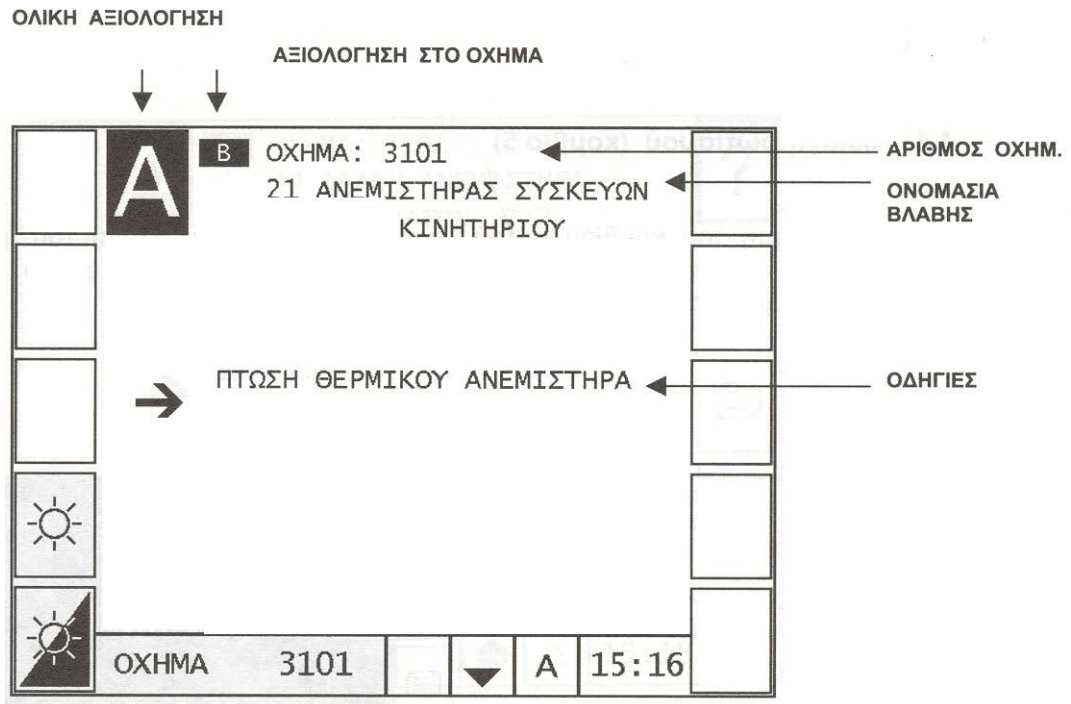
7.2 Αυτόματη ένδειξη « βλάβες με οδηγίες αποκατάστασης»

Διαπιστώνοντας η ΙΜΣ μια βλάβη, την εμφανίζει αυτόματα στην οθόνη με οδηγίες αποκατάστασής της. Η ένδειξη της βλάβης αναβοσβήνει και ταυτόχρονα ακούγεται ένα ηχητικό σήμα.

Η ένδειξη της βλάβης συνοδεύεται από την Γενική και μεμονωμένη αξιολόγηση, τον αριθμό του οχήματος που εμφανίστηκε η βλάβη και τις οδηγίες αποκατάστασης.

Με την πρώτη πίεση του κομβίου « OK » διακόπτεται το αναβόσβημα της ένδειξης και το ακουστικό σήμα. Έτσι λοιπόν τώρα έχει χρόνο ο ηλεκτροδηγός να ακολουθήσει τις οδηγίες αποκατάστασης. Εάν πιεστεί το κομβίο « OK » για δεύτερη φορά, εμφανίζεται η δεύτερη βλάβη που τυχόν να υπάρχει με τα ίδια ακριβώς, εμφανίζεται στην οθόνη η μορφή που έχει επιλέγει πριν την εμφάνισή των.

Οι ενδείξεις βλαβών εμφανίζονται στην οθόνη με την χρονική σειρά ενεργοποίησής των. Όσο διαρκεί η βλάβη μπορεί ο ηλεκτροδηγός να την βλέπει συνέχεια στην οθόνη του. Ο ηλεκτροδηγός, επίσης έχει την δυνατότητα να ενημερώνεται για τις παραμένουσες βλάβες στον συρμό από τη μορφή των ενδείξεων «βλάβες με οδηγίες αποκατάστασης» και τη «γενική ανασκόπηση», κομβία επιλογής 6 και 8 αντίστοιχα.



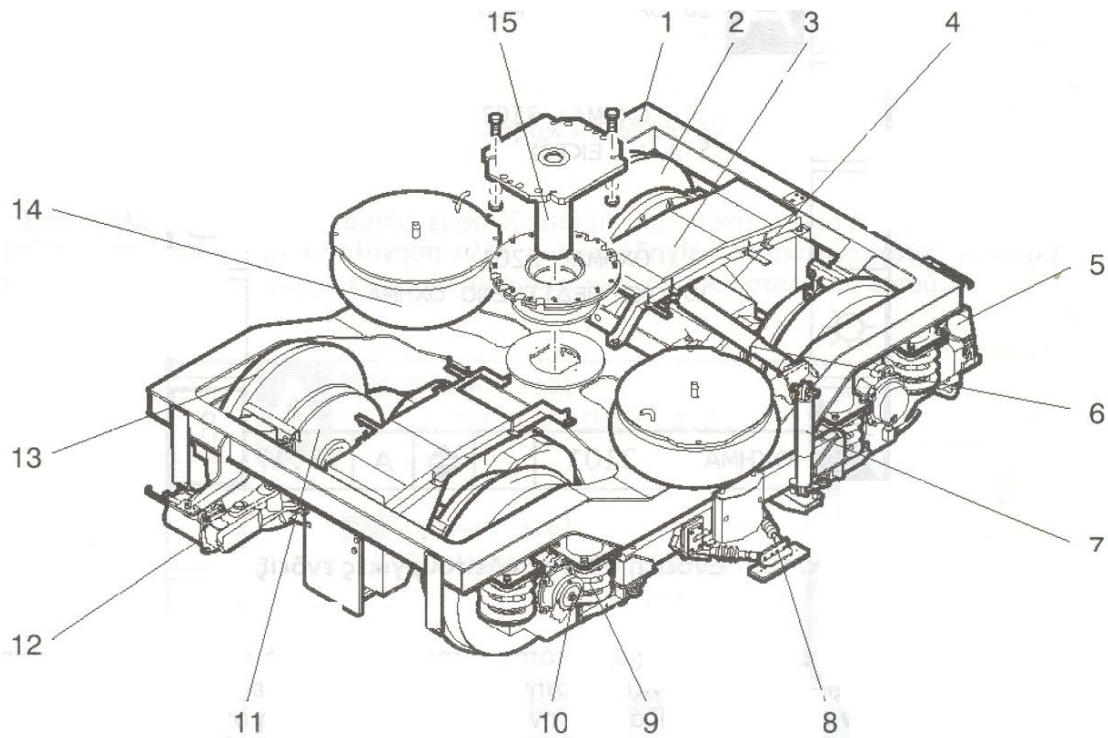
αυτόματη ένδειξη οθόνης «βλάβη με οδηγίες αποκατάστασης»

8. ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Τα φορεία των οχημάτων διακρίνονται σε:

- Κινητήρια φορεία στα ΚΙΟ
- Ρυμουλκούμενα φορεία στα ΡΟ

Κάτω από κάθε αμάξωμα είναι εγκατεστημένα δυο φορεία. Ο σκελετός των φορείων (σασί) είναι μια ίδια περίπτωση, για όλα τα είδη, συγκολλημένη σιδηροκατασκευή. Η σύνδεση του φορείου με το αμάξωμα γίνεται μέσω του περιστρεφόμενου πείρου του αμαξώματος στον ομφαλό του φορείου. Το σύστημα άξονες – τροχοί, περιλαμβάνει τροχούς με επίσωτρα (μπαντάζια). Χαλύβδινα ελατήρια συνιστούν την πρωτεύουσα ανάρτηση (τροχοί- φορείο). Η δευτερεύουσα ανάρτηση (φορείο – αμάξωμα) αποτελείται από ελαστικούς αεροθαλάμους. Σε κάθε άξονα είναι εγκατεστημένος ένας δίσκος πέδης, όπου εφαρμόζονται οι δυνάμεις των τακακιών, που προέρχονται από ελατηριωτό αεροκύλινδρο (δισκόφρενα).



απλουστευμένη διάταξη φορείου

1. σκελετός (σασί) φορείου
2. σύστημα μετάδοσης κίνησης (οδοντωτοί τροχοί), (συμπλέκτης)
3. σύστημα φυσικού εξαερισμού κινητήρων έλξεως
4. κινητήρας έλξεως εναλλασσομένου ρεύματος
5. δοχείο αμμοβολής
6. οριζόντιοι αποσβεστήρες (αμορτισέρ)
7. κάθετοι αποσβεστήρες (αμορτισέρ)
8. πέδπλα λήψης ρεύματος ηλεκτροφόρου
9. ελατήρια πρωτεύουσας ανάρτησης
10. κυλινδροτριβείς αξόνων (ρουλεμάν)
11. δίσκος αεροπέδης (δισκόφρενα)
12. σύστημα μετάδοσης δύναμης πέδης (τακάκια)
13. σύστημα άξονα – τροχών
14. σύστημα δευτερεύουσα ανάρτησης (αεροθάλαμοι)
15. σύστημα σύνδεσης φορείου – αμαξώματος (πείρος – ομφαλός)

8.1 Κινητήρια φορεία

Κάθε κινητήριο φορείο είναι εξοπλισμένο με δυο ανεξάρτητα συστήματα μετάδοσης της κίνησης. Το κάθε σύστημα κινεί τον άξονα του φορείου, στον οποίο είναι εγκατεστημένο. Κάθε σύστημα μετάδοσης κίνησης αποτελείται:

- από ένα αυτοαεριζόμενο ηλεκτροκινητήρα (κινητήρας έλξεως) εναλλασσομένου ρεύματος, στηριγμένου στην εγκάρσια δοκό του σκελετού του φορείου με
- σύστημα ζεύξης αρθρωτών χαλύβδινων ελασμάτων και

- ένα επί του άξονα εγκατεστημένου σύστημα μετάδοσης κίνησης οδοντωτών τροχών (συμπλέκτης)

Η ρύθμιση των στροφών, καθώς και η φορά περιστροφής των κινητήρων έλξεως επιτυγχάνεται από τους παλμοδότες αξόνων μέσω της IMO.

Κάθε κινητήριο φορείο στις δυο πλαϊνές πλευρές του, διαθέτει από έναν ρευματολήπτη (πέδιλο).

8.2 Ρυμουλκούμενα φορεία

Στα ρυμουλκούμενα φορεία δεν είναι εγκατεστημένα τα συστήματα μετάδοσης της κίνησης και τα πέδιλα λήψεως ρεύματος. Άλλες διαφορές με τα κινητήρια φορεία επισημαίνονται στα εξαρτήματα εξοπλισμού του συστήματος άξονα- τροχί, στο βοηθητικό εξοπλισμό, καθώς και στο σύστημα σωληνώσεων πεπιεσμένου αέρα.

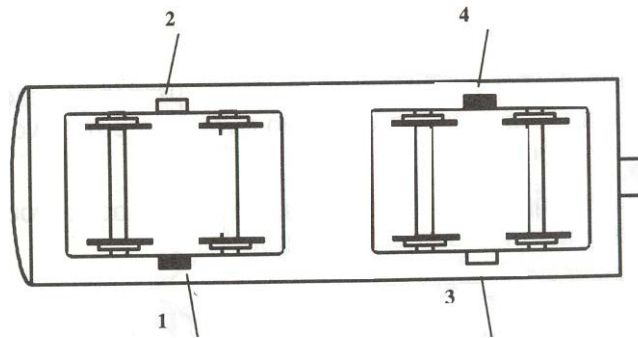
8.3 Πέδιλα λήψεως ρεύματος-βραχυκυκλωτήρας

Το σύστημα των πέδινων λήψεως ρεύματος – βραχυκυκλωτήρας που είναι εγκατεστημένο στα κινητήρια οχήματα ΚΙΟ, διακρίνεται σε :

- σύστημα πέδινων ρεύματος
- σύστημα πέδινων ρεύματος με βραχυκυκλωτήρα

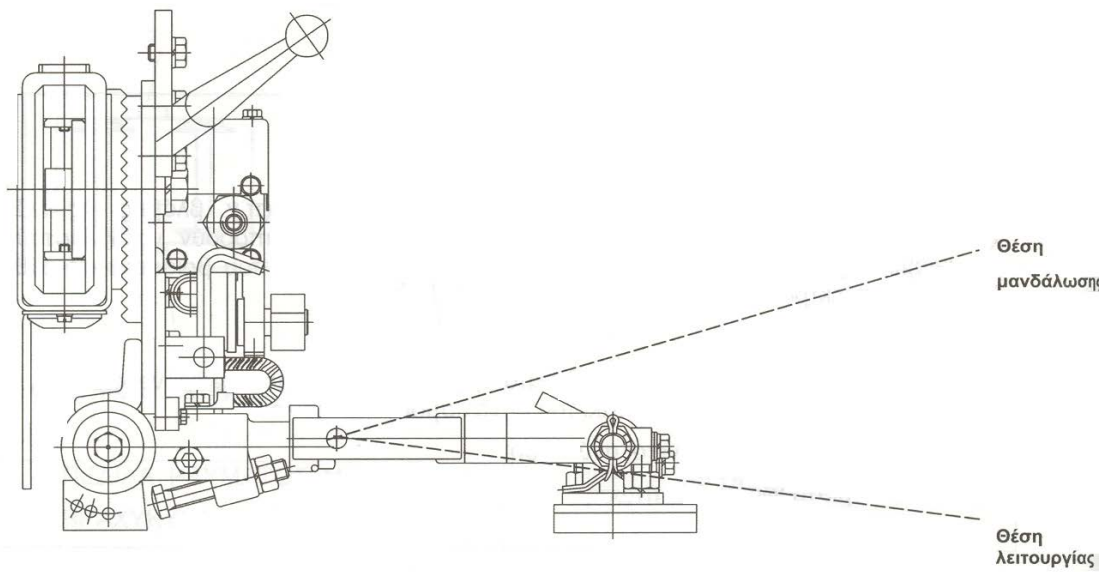
Οι δυνατότητες χειρισμού των διατάξεων αυτών είναι :

- χειρισμός από το χειριστήριο όλων των διατάξεων στον συρμό (τηλεχειρισμός)
- χειροκίνητος τοπικός χειρισμός κάθε μιας διάταξης
- μηχανική μανδάλωση του πέδινου ρεύματος
- εφαρμογή βραχυκυκλώματος στην τάση τροφοδοσίας 750Vdc



Διάταξη πέλδων ρεύματος – βραγυκυκλωτήρα στο ΚΙΟ

1. **πέδλα ρεύματος με βραγυκυκλωτήρα**
2. **πέδλα ρεύματος**
3. **πέδλα ρεύματος με βραγυκυκλωτήρα**
4. **πέδλα ρεύματος**



Σχηματική διάταξη πέλδων ρεύματος

9. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ ΠΕΔΗΣ

9.1 Συστήματα πεδήσεως

Ο εξοπλισμός πέδης των οχημάτων περιλαμβάνει δυο ξεχωριστά συστήματα πεδήσεως:

- ένα αδιαβάθμητο σύστημα ηλεκτροδυναμικής πέδης (ηλεκτροπέδη)
- ένα αδιαβάθμητο σύστημα αεροπέδης σε κυλινδρο με ελατηριο

Σε όλα τα οχήματα προβλέπεται ηλεκτρονικό σύστημα αντιολισθητικής προστασίας. Τα δυο παραπάνω συστήματα πεδήσεως εφαρμόζουν στα οχήματα τα παρακάτω είδη πέδης :

- την λειτουργική πέδη
- την πέδη ανάγκης
- την πέδη στάσεως (χειρόφρενο)

Λειτουργική πέδη

Η λειτουργική πέδη ενεργοποιείται στα οχήματα από τον ηλεκτροδηγό, μέσω της μετακίνησης του μοχλού πορείας – πέδης στην περιοχή της πεδήσεως. Ως πέδη στάσεως χρησιμοποιείται η δύναμη πεδήσεως του ελατηρίου του κυλίνδρου αεροπέδης, μετά την αντικατάσταση της ηλεκτροπέδης από την αεροπέδη. Η αποπέδηση της πέδης στάσεως γίνεται με την είσοδο αέρα στον κύλινδρο. Η παραπάνω αντικατάσταση της ηλεκτροπέδης από την αεροπέδη με τη μορφή πέδης στάσεως επιβάλλεται από την ιδιότητα της ηλεκτροπέδης να χάνει την «δύναμή» της σε μικρές ταχύτητες. Για να εξασφαλιστεί μια ισοδύναμη εναλλαγή των δυο ειδών πεδήσεως και για να μην αλλάζει ο συντελεστής τριβής μεταξύ τακακιού και δίσκου, καθορίζεται μια συγκεκριμένη ταχύτητα κινήσεως όπου θα γίνεται αυτή η μεταγωγή.

Η ταχύτητα αυτή κινήσεως του συρμού είναι στα 10 Km/h. Κατά την εκκίνηση το σήμα εφαρμογής της πέδης στάσεως, που δίδεται από τις IMO, διακόπτεται, εφόσον οι κινητήρες έλξεως αποκτήσουν μια συγκεκριμένη ροπή. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να μην κινείται ο συρμός προς τα πίσω, όταν ξεκινάει μετά από στάση σε ανηφόρα. Η εντολή πορείας διακόπτεται, όταν σε καθορισμένο χρόνο από την έναρξη της εκκίνησης δεν αποδίδεται ο συρμός.

Πέδη ανάγκης

Η εφαρμογή της πέδης ανάγκης εξασφαλίζει το ελάχιστο μήκος πεδήσεως στο συρμό (μέγιστη πέδη) και προκαλείται από διακοπή του δακτυλίου ασφαλείας.

Χειρόφρενο

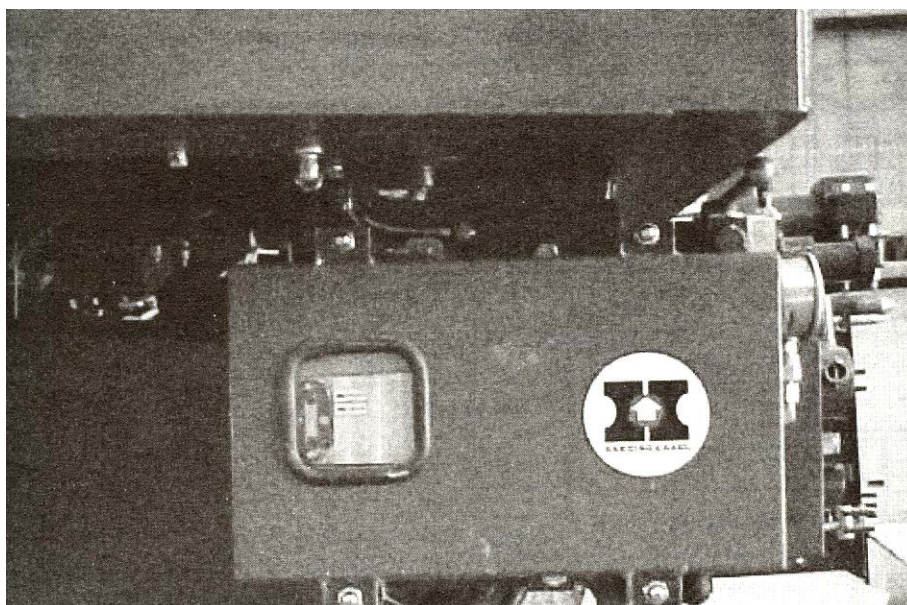
Ο συρμός κρατείται σε ακινησία, με την δύναμη ελατηρίου της πέδης στάσεως. Έτσι λοιπόν, δεν απαιτείται η χρησιμοποίηση ενός επί πλέον χειρόφρενου. Η δύναμη του ελατηρίου της πέδης στάσεως υπολογίζεται σε συνθήκες στάσεως συρμού στην μεγαλύτερη κλίση της γραμμής και υπό μέγιστο φορτίο.

9.2 Μονάδα υδραυλικής αποπέδησης (Μ.Υ.Α.)

Για την αποπέδηση της αεροπέδης, στην περίπτωση που δεν μπορεί να γίνει αυτή με πεπιεσμένο αέρα, χρησιμοποιείται μια μονάδα υδραυλικής αποπέδησης.

Η χρήση της είναι να αποπεδίζει τα κυλινδρικά ελατήρια της αεροπέδης. Η αποπέδηση αυτή σε κανονικές συνθήκες λειτουργίας γίνεται με ηλεκτρική λειτουργία της μονάδος.

Σε περίπτωση βλάβης μπορεί να λειτουργήσει η μονάδα και να αποπεδηθούν οι κύλινδροι με τη χειροκίνητη λειτουργία της. Η χειροκίνητη αντλία που είναι εγκατεστημένη μέσα στην ΜΥΑ, είναι μιας διπλής ενέργειας εμβολοφόρου αντλία, η οποία λειτουργεί με την ανάλογη χρήση του ειδικού μοχλού που βρίσκεται στην μονάδα. Με την παλινδρομική κίνηση του μοχλού πρεσάρεται το υδραυλικό υγρό στους κυλίνδρους αεροπέδης του οχήματος.



Διάταξη της ΜΥΑ στα οχήματα

Ηλεκτροκίνητη λειτουργία

Η αποπέδηση των κυλίνδρων αεροπέδης προκύπτει με χειρισμό του διακόπτη «ΥΔΡΑΥΛΙΚΗ ΑΠΟΠΕΔΗΣΗ». Η απενεργοποίηση της υδραυλικής μονάδας, γίνεται με ενεργοποίηση της ταχείας πεδήσεως ή της πέδης ανάγκης. Η αύξηση πίεσεως του υδραυλικού υγρού επιτηρείται από την ΙΜΣ και αναγγέλλεται στην οθόνη ενδείξεων με ταυτόχρονο ανάμα του εξωτερικού παρτοκαλόχρωμου λαμπτήρα βλαβών των οχημάτων. Η ενεργοποίηση λειτουργίας της ΜΥΑ έχει σαν αποτέλεσμα να τεθεί υπό τάση 110 Volts ο κινητήρας της υδραυλικής αντλίας και να συμπιεστεί το υδραυλικό υγρό στους κυλίνδρους πέδης του αντίστοιχου οχήματος. Η συμπίεση αυτή του υδραυλικού υγρού έχει σαν αποτέλεσμα την αντίστοιχη συμπίεση του ελατηρίου του κυλίνδρου της πέδης και επομένως την αποπέδησή του.

9.3 Αμμοβολή

Ο συντελεστής τριβής μεταξύ σιδηροτροχιάς και επισώτρου βελτιώνεται με τη ρίψη άμμου. Η άμμος αποθηκεύεται στις αμμοδόχους. Η λειτουργία του συστήματος αμμοβολής είναι αυτόματη και υπάρχει επίσης η δυνατότητα να λειτουργήσει χειροκίνητα από τον ηλεκτροδηγό. Η λειτουργία αυτή συνίσταται στην παροχή πεπιεσμένου αέρα μέσω ενός ακροφυσίου στην αμμοδόχο και εκεί η παρασυρόμενη ποσότητα άμμου οδεύεται, μέσω ενός ελαστικού σωλήνα, πάνω στην σιδηροτροχιά.

Η αυτόματη λειτουργία της ρίψης άμμου εκτελείται από τις μονάδες αντιολίσθησης και αντιπατιναρίσματος των ΙΜΟ και ΙΜΑ, ανάλογα με την λειτουργική κατάσταση του συρμού.

9.4 Επιτήρηση της πίεσης αέρα της αεροπέδης (φραγή εκκίνησης)

Η επιτήρηση της πίεσης του αέρα της αεροπέδης εξασφαλίζει την μη δυνατότητα πορείας, χωρίς την απαιτούμενη ποσότητα πεπιεσμένου αέρα για την λειτουργία της αεροπέδης. Μετά την έναυση λειτουργίας της ΙΜΣ, κατά τον χρόνο που η πίεση του αέρα αναγγέλλεται σε μη κανονική τιμή, παρουσιάζεται μια λειτουργική ένδειξη στην οθόνη ενδείξεων του χειριστηρίου και ενεργοποιείται η φραγή εκκινήσεως.

Η φραγή εκκινήσεως εμποδίζει την εκτέλεση της εντολής πορείας του συρμού, μέχρι ότου η πίεση του αέρα ανέλθει στην κανονική τιμή της, περίπου τα 5 bar. Όταν συμβεί αυτό επιβάλλεται η διαδικασία της ανανέωσης της εντολής πορείας, προκειμένου να κινηθεί ο συρμός.

9.5 Έλεγχος λειτουργίας βαλβίδας πέδης ανάγκης

Ο ελεγκτήρας πίεσεως R, εξασφαλίζει την ασφαλή λειτουργία της βαλβίδας πέδης ανάγκης. Για τον λόγο αυτό η ΙΜΑ ελέγχει μια φορά την ημέρα κατά την πρώτη επάνδρωση του συρμού, την ένδειξη του ελεγκτήρα αυτού. Η λειτουργία του έλεγχου αυτού εμφανίζεται στην οθόνη ενδείξεων του χειριστηρίου, για σωστή ενημέρωση του ηλεκτροδηγού.

Κατά την διάρκεια του ελέγχου αυτού εμποδίζεται η εκτέλεση της εντολής πορείας από την ΙΜΣ.

10. ΣΥΝΔΕΣΜΟΙ

Οι σύνδεσμοι συνδέουν τα οχήματα μεταξύ τους με σύνδεση :

- μηχανική
- ηλεκτρική
- πνευματική

Οι σύνδεσμοι διακρίνονται, από άποψη λειτουργίας, σε δυο είδη:

- *αυτόματοι σύνδεσμοι*, για τη σύνδεση λειτουργικών μονάδων 3Σ
- *μόνιμοι σύνδεσμοι*, για την σύνδεση οχημάτων (ΚΙΟ-ΡΟ)

10.1 Αυτόματος σύνδεσμος

Σε κάθε ΚΙΟ, στην περιοχή μπροστά από το χειριστήριο του ηλεκτροδηγού, είναι εγκατεστημένος ένας αυτόματος σύνδεσμος. Ο αυτόματος σύνδεσμος αυτός, έχει την δυνατότητα να συνδέσει δυο ημισυρμούς 3Σ μεταξύ τους.

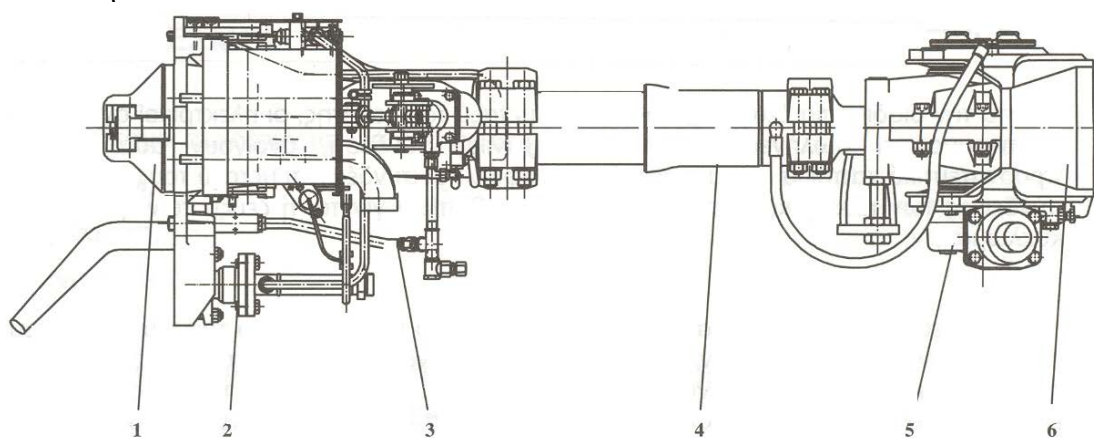
Η κεφαλή του συνδέσμου με τον μηχανισμό μανδαλώσεως, συνδέει μηχανικά τα δυο μεταξύ τους οχήματα. Δυνάμεις θλίψεως μεταφέρονται μέσω της επιφάνειας της κεφαλής του συνδέσμου, ενώ δυνάμεις εφελκυσμού μέσω του μηχανισμού μανδαλώσεως.

Η ράβδος συνδέσμου (σώμα), συνδέει την κεφαλή του συνδέσμου με την ελαστική ελατηριωτή άρθρωση. Η ράβδος συνδέσμου αποτελείται από τον σωλήνα παραμορφώσεως, ο οποίος αποσβένει μέχρι ενός βαθμού την ενέργεια κρούσης και επομένως προστατεύει από καταπονήσεις το σασί του αμαξώματος. Κατά την κίνηση του συρμού, οι παρουσιαζόμενες δυνάμεις θλίψεως και εφελκυσμού αποσβένονται από την ελαστική ελατηριωτή άρθρωση.

Η ενδιάμεση διάταξη, συγκρατεί τον σύνδεσμο σε οριζόντια θέση και εμποδίζει κατά την κίνηση του συρμού ανεπιθύμητες ταλαντώσεις του.

Οι ηλεκτρικοί αγωγοί (καλώδια) συνδέονται σε δυο ειδικά ακροκιβώτια επαφών, στην εμπρόσθια περιοχή του συνδέσμου. Κατά τη διαδικασία της ζεύξης, συνδέονται μεταξύ τους επίσης, οι ηλεκτρικοί αγωγοί και οι πνευματικοί σωλήνες. Μετά την μηχανική σύνδεση, ανοίγουν αυτόματα τα προστατευτικά καπάκια στα ακροκιβώτια επαφών και συνδέονται μεταξύ τους. Μέσω της σύνδεσης των ηλεκτρικών επαφών των ακροκιβωτίων γίνεται η ζεύξη των ηλεκτρικών κυκλωμάτων.

Οι σύνδεσμοι μπορούν να αποσυνδεθούν, είτε από το χειριστήριο του ηλεκτροδηγού, είτε χειροκίνητα. Πριν από την μηχανική τους αποσύνδεση, αυτόματα αποσυνδέονται τα ηλεκτρικά ακροκιβώτια μετακινούμενα προς τα πίσω. Στην τερματική τους θέση κλείνουν επίσης αυτόματα τα προστατευτικά τους καπάκια. Μετά την αποσύνδεση τους οι σύνδεσμοι, είναι και πάλι έτοιμοι για νέα σύνδεση.



Αυτόματος σύνδεσμος

1. κεφαλή συνδέσμου με τον μηχανισμό μανδάλωσης
2. πνευματική σύνδεση του αγωγού υψηλής
3. πνευματική σύνδεση του αγωγού αποζεύξεως
4. ράβδος συνδέσμου
5. ενδιάμεση διάταξη
6. ελαστική ελατηριωτή άρθρωση

10.2 Μόνιμος σύνδεσμος

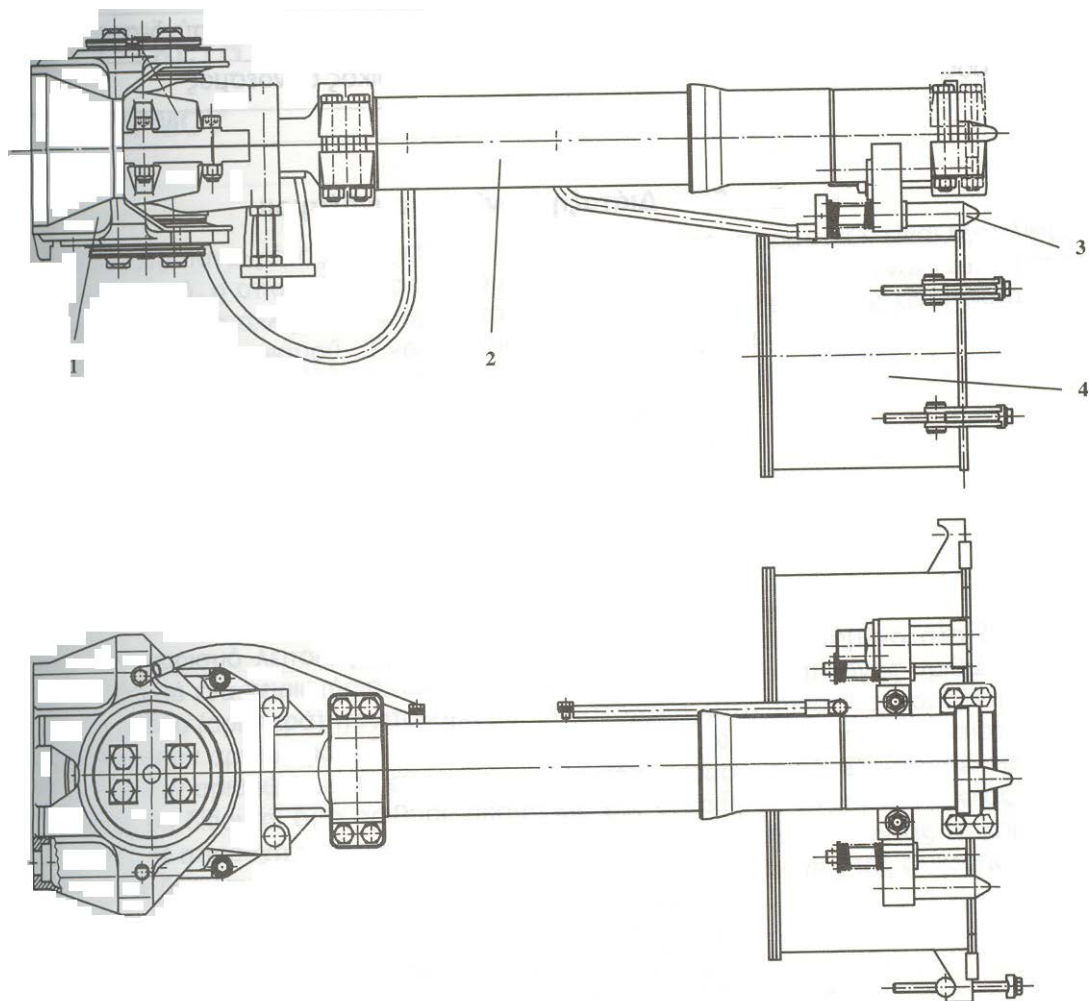
Η σύνδεση των ΚΙΟ με τα ΡΟ, γίνεται μέσω μόνιμων συνδέσμων, που έχουν παρόμοια μηχανική κατασκευή με τους αυτομάτους συνδέσμους.

Η πνευματική σύνδεση γίνεται μέσω πνευματικού συστήματος ζεύξεως και η ηλεκτρική σύνδεση γίνεται μέσω ηλεκτρικών συνδέσμων.

Η απόζευξη των μόνιμων συνδέσμων είναι δυνατός, μόνο με τη χρησιμοποίηση εργαλείων στις εγκαταστάσεις της τεχνικής υπηρεσίας.

Η διάταξη μόνιμου συνδέσμου φαίνεται παρακάτω:

1. ελαστική ελατηριωτή άρθρωση
2. ράβδος συνδέσμου
3. πνευματικό σύστημα σύνδεσης
4. ηλεκτρικός σύνδεσμος



Διάταξη μόνιμου συνδέσ

11. ΜΟΝΑΔΕΣ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΔΟΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ

11.1 Συσκευή ένδειξης προορισμού και αριθμού συρμού

Το ΚΙΟ, στο πάνω μέρος της μετωπικής του επιφάνειας, είναι εξοπλισμένο με μια συσκευή, η οποία θέτει σε λειτουργία δυο ξεχωριστές ταινίες ενδείξεων, μια του προορισμού και άλλη του αριθμού του συρμού. Οι ενδείξεις αυτές είναι φωτισμένες από λαμπτήρα φθορισμού. Ένα φωτοκύτταρο ρυθμίζει αυτόματα τον φωτισμό των ενδείξεων αυτών. Η ρύθμιση του φωτισμού γίνεται με χρονική καθυστέρηση έναυσης και σβέσης του και συγκεκριμένα:

- καθυστέρηση έναυσης (mix./max. /τιμή ρύθμισης) :0,5 / 8 / 3 s
- καθυστέρηση σβέσης (mix./max. /τιμή ρύθμισης) :1 / 16 / 9 s

Για τον χειρισμό λειτουργίας της συσκευής υπάρχει εγκατεστημένο στο διαμέρισμα ηλεκτροδηγού ένα χειριστήριο, που αποτελείται από 4 κομβία επιλογής αριθμών, εκ των οποίων οι δυο (αριστερά) πρώτοι αριθμοί αντιστοιχούν στην πινακίδα προορισμού και οι δυο άλλοι στον αριθμό του συρμού.

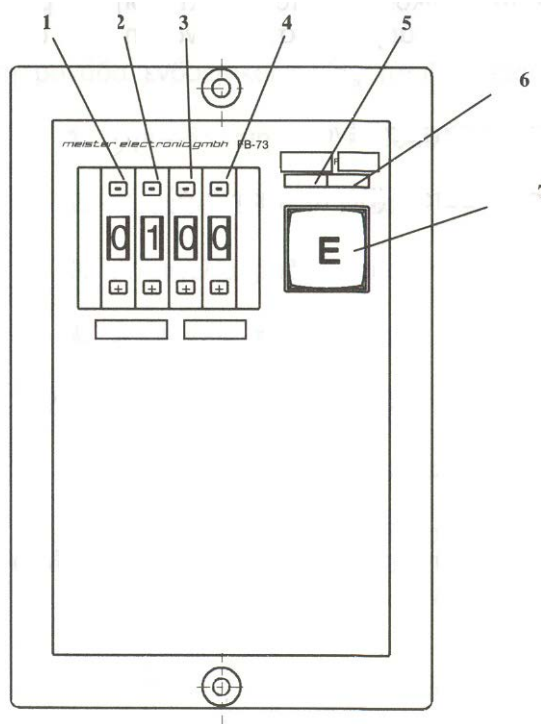
Η αποδοχή από την συσκευή των επιλογών γίνεται πατώντας το κομβίο «E», (enter). Με δυο λαμπάκια LED δείχνονται οι παρακάτω λειτουργίες της συσκευής:

ΛΑΜΠΑΚΙ

- κίτρινο:** πρέπει να γίνει επιλογή αριθμού και προορισμού του συρμού (μέσω αριθμών)
- κόκκινο:** υπάρχει λάθος στην επιλογή

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τη διάταξη του χειριστηρίου της συσκευής ένδειξης προορισμού και αριθμού συρμού, όπου :

1. κομβίο επιλογής προορισμού
2. κομβίο επιλογής προορισμού
3. κομβίο επιλογής αριθμού
4. κομβίο επιλογής αριθμού
5. εισαγωγή στοιχείων (κιτρίνη λάμπα)
6. λάθος (κόκκινη λάμπα)
7. εντολή εκτέλεσης (enter)



11.2 Μονάδα ενδοεπικοινωνίας

Η μονάδα ενδοεπικοινωνίας επιτρέπει την επικοινωνία του ηλεκτροδηγού με τους επιβάτες μέσω μικροφώνου και μεγαφώνων. Υπάρχει επίσης σύνδεση του συρμού και με το ραδιοδύκτιο.

Στο χώρο των επιβατών κάθε οχήματος είναι εγκατεστημένα :

- 4 Σήματα κινδύνου / Θέσεις ομιλίας επιβάτη
- 8 μεγάφωνα

Κάθε θέση ομιλίας ενεργοποιεί 2 μεγάφωνα.

Στη καμπίνα του ηλεκτροδηγού για το χειρισμό ενδοεπικοινωνίας είναι εγκατεστημένα :

- το κομβίο επαναφοράς «ΕΠΑΝ»
- ο φωτοκομβιοδιακόπτης ένδειξης ενεργοποίησης σήματος κινδύνου «ΣΗΜΑ»
- το κομβίο επικοινωνίας καμπίνων «ΚΑΜΠΙ»
- ο φωτοκομβιοδιακόπτης επικοινωνίας με επιβάτες «ΕΠΙΒ»
- το κομβίο επικοινωνίας ΚΕΚ, με επιβάτες του συρμού «Ρ/Δ»
- το μικροφωνο του ηλεκτροδηγού
- το μεγαφωνο της καμπίνας με ρυθμιση εντασης.

Η μονάδα ενδοεπικοινωνίας διαθέτει τις παρακάτω λειτουργίες:

- αναγγελία ραδιοδυσκτίου προς τους επιβάτες
- αναγγελία ηλεκτροδηγού προς τους επιβάτες
- συνομιλία ηλεκτροδηγού και επιβάτη που ενεργοποίησε το σήμα κινδύνου
- επικοινωνία ηλεκτροδηγού με τις υπόλοιπες καμπίνες
- αυτόματη αναγγελία σταθμών.

Στη μονάδα ενδοεπικοινωνίας προβλέπεται η παρακάτω σειρά προτεραιότητας:

1. προειδοποιητικός κουδουνισμός θυρών (άνοιγμα-κλείσιμο)
2. προειδοποιητικό σήμα
3. αναγγελία ραδιοδυσκτίου προς τους επιβάτες
4. αναγγελία ηλεκτροδηγού προς τους επιβάτες
5. ομιλία ηλεκτροδηγού με επιβάτη που ενεργοποίησε σήμα κινδύνου
6. ομιλία με επιβάτη που ενεργοποίησε σήμα κινδύνου με ηλεκτροδηγό
7. επικοινωνία ηλεκτροδηγού με υπόλοιπες καμπίνες
8. αυτόματη αναγγελία σταθμών

11.3 Περιγραφή σήματος κινδύνου

Το σήμα κινδύνου διαθέτει μια θέση επικοινωνίας του επιβάτη με τον ηλεκτροδηγό που ενεργοποιείται με το μοχλό του σήματος κινδύνου. Ο μοχλός του σήματος κινδύνου ενεργοποιεί ταυτόχρονα και την αυτόματη πέδη του συρμού, υπό προϋποθέσεις.

Στη δεξιά πλευρά κάθε σήματος κινδύνου βρίσκονται οι οδηγίες χρήσεως. Η επαναφορά του σήματος κινδύνου είναι αυτόματη.

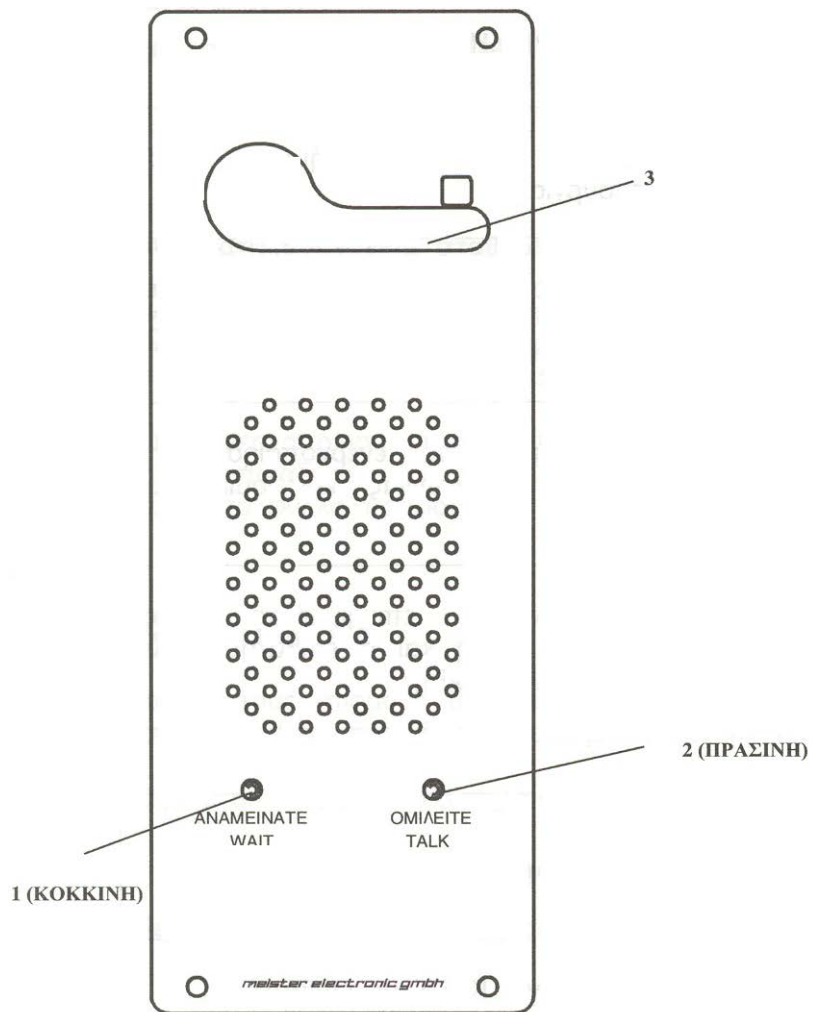
Δυο ενδεικτικοί λαμπτήρες δείχνουν τις διάφορες λειτουργικές καταστάσεις:

Κόκκινος λαμπτήρας : αναμείναιτε

Πράσινος λαμπτήρας : ομιλείτε

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η διάταξη του σήματος κινδύνου, όπου :

1. αναμονή (κόκκινη)
2. ομιλείτε (πράσινη)
3. μοχλός σήματος.



ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Σημειώσεις διευθυντή Δ.Ε.Α. Η.Σ.Α.Π. Χρήστο Γεωργίου

Σημειώσεις αρχιμηχανικού Δ.Ε.Α. Η.Σ.Α.Π. Χαράλαμπου Ζήση

Σημειώσεις Μηχανολόγου – Ηλεκτρολόγου Μηχανικό ΕΜΠ Αναστάσιο
Γ. Γουδέλη

Σημειώσεις ηλεκτροδηγού Πλιάκου Θεοδώρου

Σημειώσεις ηλεκτροδηγού Παυλίδη Χρυσούλας

Γενικές πληροφορίες περί ηλεκτροκίνησης αντλημένες απο το διαδίκτυο