



ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ
ΤΟΜΕΑ

Α.Ε.Ι ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ. ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ: ΣΚΛΗΡΑ ΜΑΓΝΗΤΙΚΑ ΥΛΙΚΑ

ΤΡΕΝΑ MAGLEV

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ: ΖΙΑΙ ΕΡΒΗΣ

Α.Μ. : 40498

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΔΡ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΝΙΚΟΛΑΙΔΗΣ -

Χρ. Κουτσογεώργης (Ομότιμος Καθηγητής)

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>4</u>
-----------------------	----------

<u>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</u>	<u>5</u>
-----------------------	----------

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – Η ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΙΩΡΗΣΗ

1.1. Η αιώρηση.....	6
1.2. Η σταθερότητα.....	7
1.3. Δυναμική σταθερότητα των τρένων	8
1.4. Στατική σταθερότητα.....	8
1.5. Μέθοδοι αιώρησης maglev.....	9
1.6. Επαγωγικά ρεύματα.....	9
1.7. Ταλαντούμενα επαγωγικά ρεύματα.....	9
1.8. Σερβομηχανισμοί.....	10
1.9. Σταθεροποιημένη διαμαγνητική αιώρηση.....	11
1.10. Άμεση διαμαγνητική αιώρηση	11
1.11. Υπεραγωγοί.....	12
1.12. Η Χρήσης των τρένων.....	13
1.13. Άλλες εφαρμογές για τα maglev.....	13

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2- ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ SHINKANSEN.....

2.1. Το σιδηροδρομικό δίκτυο.....	14
2.2. Η επέκταση του σιδηροδρομικού δικτύου.....	14
2.3. Η ασφάλεια στο δίκτυο.....	15

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3- ΤΑ ΤΡΕΝΑ MAGLEV

16

3.1. Γενικά για τα τρένα maglev	16
3.2. Περιγραφή και προβλήματα λειτουργίας	18
3.3. Σύγκριση συμβατικών τρένων και τρένων maglev	20
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Η ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ</u>	
<u>MAGLEV.....</u>	22
4.1. Είδη ηλεκτροκίνητων συρμών	22
4.2. Τα στοιχεία της ηλεκτροκίνησης.....	23
4.3. Η τροφοδοσία και τροφοδοσία μέσω της τρίτης γραμμής ..	23
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</u>	26
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</u>	27

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, αναφερόμαστε στα τρένα maglev, στο πώς αιωρούνται με την βοήθεια μαγνητικών πεδίων και πώς το σύστημα μαγνητικής αιώρησης χρησιμοποιείται στο σύστημα που έχουν αυτά τα τρένα. Πρόκειται για τρένα υψηλών ταχυτήτων, πιο άνετα, πιο αθόρυβα και χωρίς ρόδες, με αποτέλεσμα να πλεονεκτούν πολύ σε σχέση με τα άλλα τρένα. Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μάθουμε περισσότερα για τα τρένα αυτά και στο πως μπορούν να μας εξυπηρετήσουν στις ανάγκες του κόσμου και στο επερχόμενο μέλλον.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τρένα maglev είναι τα μοναδικά τρένα που δεν έχουν ρόδες που σημαίνει ότι αιωρούνται στις ράγες με την βοήθεια της αιώρησης που έχουν ,και χρησιμοποιούν μαγνητικό πεδίο για να αιωρούνται στις ράγες .Τα μαγνητικά υλικά που έχουν αυτά τα τρένα είναι πολύ σπάνιο να τα βρεις σε ένα συμβατικό τρένο, τα υλικά τους είναι από σκληρά και μαγνητικά υλικά όπου είναι δύσκολο να βρεις τέτοια μαγνητικά υλικά σε συμβατικά τρένα .Αυτά τα τρένα είναι η νέα επιστημονική μελέτη στο πεδίο των τρένων με όσα έχουν γίνει στα τρένα μαγνητικής αιώρησης (maglev) και όσα θα γίνουν γενικότερα στο μέλλον .

Abstract

Trains with the technology of magnetic levitation are the only ones without wheels. They hover over the railway due to the magnetic field they create just above the rails. The materials that are used, are the rare earth magnets, which are not in use in conventional trains. Trains of magnetic levitation and the research on them are the future in the realm of locomotion.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΜΑΓΝΗΤΙΚΗ ΑΙΩΡΗΣΗ

1.1. Η αιώρηση

Τα μαγνητικά υλικά και τα μαγνητικά συστήματα παρουσιάζουν μεταξύ τους δυνάμεις απώθησης και έλξης, που βασίζονται σε στοιχειά όπως η επιφάνεια των μαγνητών και κατά πόσο ισχυρό είναι το μαγνητικό πεδίο. Ένα παράδειγμα που θα μπορούσε να γίνει κατανοητή η αιώρηση θα ήταν να τοποθετήσουμε ένα μαγνητικό δίπολο ενός μαγνητικού πεδίου αλλού διπολικού μαγνήτη. Εάν ο προσανατολισμός γίνει με τέτοιο τρόπο οι όμοιοι πόλοι θα είναι ο ένας απέναντι στον άλλον, και τότε θα δούμε πως θα κάνει την εμφάνιση η δύναμη της απώθησης το οποίο θα αναγκάσει τους μαγνήτες να αποφύγουν ο ένας τον άλλο.

Όλοι οι μαγνήτες μπορούν να χρησιμοποιηθούν και να προκληθεί ανύψωση μαγνητικής αιώρησης, όπως για παράδειγμα οι υπεραγώγιμοι μαγνήτες, οι μόνιμοι, οι σιδηρομαγνήτες, οι ηλεκτρομαγνήτες και οι μαγνήτες επαγωγικών ρευμάτων στο εσωτερικό αγωγών.

Με τον ορισμό της μαγνητικής πίεσης μπορούμε να υπολογίσουμε την ανύψωση. Για παράδειγμα η πίεση που έχει ένα μαγνητικό πεδίο ενός υπεραγωγού μπορεί να υπολογιστεί με βάση τον παρακάτω τύπο

$$p_{\text{mag}} = B^2 / 2\mu_0$$

Όπου p_{mag} = δύναμη ανά μονάδα επιφάνειας σε Πασκάλ.

$B =$ Μαγνητικό πεδίο πάνω από τον υπεραγωγό σε τεσλα .

$\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{N} \cdot \text{A}^{-2}$ όπου αφορά την διαπερατότητα του κενού.

1.2. Η σταθερότητα

Χάρης στην θεώρηση του Earnshaw , αποδεικνύεται πως είναι αδύνατο για ένα στατικό σύστημα , να εμφανίσει σταθερή αιώρηση στην βαρυτική δύναμη μόνο με χρήση παραμαγνητικών υλικών .

Για παράδειγμα εάν δημιουργούσαμε ένα απλό παράδειγμα αιώρησης θα βασιζόμασταν σε δυο απλά μαγνητικά δίπολα που θα απωθούν το ένα το άλλο , και θα δούμε το πώς θα παρουσιαστή αστάθεια , αφού ο μαγνήτης θα βρίσκεται στο επάνω μέρος το οποίο μπορεί να αναποδογυρίσει ή να ολισθήσει . Αυτό μας δείχνει το πώς δεν μπορεί να επιτευχθεί σταθερότητα με καμία διαμόρφωση μαγνητών .



Η σταθερότητα μπορεί να επιτευχθεί με παρουσία της υπεραγωγιμότητας , και με την χρήση των σερβομηχανισμών , με την χρήση συστημάτων τα οποία περιέχουν ρεύματα φούκο (Eddy Currents) ή με την χρήση διαμαγνητικών υλικών .

Σε κάποιες περιπτώσεις έχει δείξει ότι η δύναμη της αιώρησης παρέχεται από την μαγνητική αιώρηση, αλλά ταυτόχρονα θα πρέπει να παρέχεται και από την σταθερότητα με μηχανική υποστήριξη και ένα μικρό φορτίο. Η διαδικασία αυτή ονομάζεται ψευδοαιώρηση ή αλλιώς Pseudolevitation.

1.3. Δυναμική σταθερότητα των τρένων

Δυναμική σταθερότητα θα εμφανιστεί όταν οποιαδήποτε κίνηση δόνησης που συμβεί μπορεί να αποσβεστεί από το σύστημα αιώρησης.

Ένα μαγνητικό πεδίο μπορεί να θα χαρακτηριστεί ως (συντηρητικό πεδίο δύναμης), με αποτέλεσμα να μην παρουσιάζει ενσωματωμένη απόσβεση. Από την θεωρία στην πράξη θα παρατηρήσουμε ότι τα περισσότερα σχήματα αιώρησης είναι αρνητικά αποσβενόμενα ή ασθενώς αποσβενόμενα. Αυτό συνεπάγεται σε καταστάσεις δόνησης, που εν τέλει μπορεί να οδηγήσουν το στοιχείο που αιωρείται σε εκτροπή από την σταθερή του περιοχή.

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να επιτευχθεί απόσβεση κίνησης. Παρακάτω γράφονται η πιο συνηθισμένα :

- με αποσβεστήρες ρυθμιζόμενης μάζας επάνω στο στοιχείο που αιωρείται
- με υποστήριξη εξωτερικής μηχανικής απόσβεσης (π.χ. αντίσταση αέρα, αποσβεστήρα ταλαντώσεων κ.α.)
- Με ηλεκτρομαγνήτες που ελέγχονται με ηλεκτρονικές μεθόδους
- Με απόσβεση ρεύματος φούκο (πεδίο που επηρεάζει επαγωγικό μέταλλο)

1.4. Στατική σταθερότητα

Στατική έχουμε όταν οποιαδήποτε μικρή μετατόπιση, πέραν της σταθερής ισορροπίας, το οποίο προκαλεί στο στοιχείο συνισταμένη δύναμη. Αυτή η δύναμη έχει την τάση να ωθεί στο στοιχείο πίσω στο σημείο της ισορροπίας.

Όπως είδαμε και παρακάτω η θεώρηση του Earnshaw απέδειξε ότι η χρήση μακροσκοπικών, στατικών πεδίων δεν είναι δυνατό να επιτευχθεί σταθερή αιώρηση. Σε όλα τα παραμαγνητικά στοιχεία όπου δρουν δυνάμεις με διαφόρους

συνδυασμούς που περιλαμβάνουν βαρυτικά ,μαγνητοαστικά και ηλεκτροστατικά πεδία. Χάρης στου συνδυασμούς αυτούς ,το στοιχείο θα παρουσιάζει αστάθεια σε τουλάχιστον έναν από τούς άξονες του ,το οποίο μπορεί να βρεθεί και σε ασταθή ισορροπία ,με αποτέλεσμα να επηρεάζονται όλοι η άξονες του.

Είνας βέβαια η αυξημένη πιθανότητα για επιτυχημένη αιώρηση ,με την χρήση διαμαγνητικών υλικών η σχετικής μαγνητικής διαπερατότητας .Τα διαμαγνητικά υλικά έχει αποδειχτεί πως παρουσιάζουν σταθερότητα σε έναν άξονα ενώ μπορούν να είναι σταθερά και σε όλους τούς υπόλοιπους άξονες .Ενώ κάποια συστήματα χρησιμοποιούν απλούς ηλεκτρομαγνήτες με εναλλασσόμενο ρεύμα ,που έχουν την ιδιότητα να σταθεροποιούνται μόνοι τούς .

1.5. Μέθοδοι αιώρησης maglev

Για να επιτευχθεί αιώρηση και έλεγχος τον αξόνων, είναι απαραίτητο ο συνδυασμός ελκτικών πεδίων , απωστικών πεδίων ,μόνιμων μαγνητών και ηλεκτρομαγνητών ή υπεραγωγών ή διαμαγνητών . Οι άξονες ισορροπίας είναι η έξι στον αριθμό ενώ πιο συγκεκριμένα αποτελούνται από βαθμούς ελευθερίας ,δηλαδή τρεις μεταφορικούς και τρεις περιστροφικούς .Παίρνουμε σαν δεδομένο πως τουλάχιστον ένας σταθερός άξονας πρέπει να είναι παρών ,για να αιωρηθεί με επιτυχία ένα σύστημα που προκύπτει από το θεώρημα του Earnshaw .Όμως χάρη στην χρήση σιδηρομαγνητισμού και οι άλλοι άξονες μπορούν να σταθεροποιηθούν. Στα τρένα μαγνητικής αιώρησης χρησιμοποιούνται κυρίως δυο μέθοδοι ,δηλαδή η ηλεκτροδυναμική αιώρηση (Electrodynamic Suspension / EDS) και η ηλεκτρομαγνητική αιώρηση που σταθεροποιείται με σερβομηχανισμό (Servo stabilized Electromagnetic Suspension/ EMS).

1.6. Επαγωγικά ρεύματα

Είνας κάποια στοιχεία και σχήματα που λειτουργούν με βάση της απώθησης που περιγράφονται στον κανόνα του Lenz .Όταν σε ένα μαγνητικό πεδίο εμφανίζεται ένας αγωγός με χρονικά μεταβαλλόμενα ηλεκτρικά ρεύματα ,θα υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης του αγωγού ώστε να παράγει μαγνητικό πεδίο .Αυτό θα έχει αποτέλεσμα να δημιουργηθεί δύναμη απώθησης .Αυτή η κατηγορία συστημάτων έχει μεγαλύτερο βαθμό σταθερότητας αν και είναι απαραίτητη η παρουσία της επιπλέον απόσβεσης .

1.7. ταλαντούμενα ηλεκτρομαγνητικά ρεύματα

Εάν ρέει μέσα σε έναν αγωγό εναλλασσόμενο ρεύμα ,τότε ο ίδιος αγωγός μπορεί να ανυψωθεί πάνω από έναν ηλεκτρομαγνήτη .Έτσι ένας οποιοσδήποτε αγωγός συμπεριφέρεται σαν διαμαγνήτης ,λόγο των δινορευμάτων που δημιουργούνται στο

εσωτερικό του .Τα δινορεύματα με την σειρά έχουν την τάση να δημιουργούν τα δικά τους πεδία που λειτουργούν αντίθετα από το μαγνητικό πεδίο .Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να παρατηρείτε απώθηση του αγωγίμου αντικειμένου μακριά από τον ηλεκτρομαγνήτη ,ενώ το μεγαλύτερο μέρος τον δυναμικών γραμμών του μαγνητικού πεδίου σταματούν να διεισδύσουν στο αγωγίμο στοιχείο .Το συγκεκριμένο φαινόμενο απαιτεί αγωγιμα υλικά ,όπως ο χαλκός και το αλουμίνιο ,ενώ θα πρέπει να αποφεύγονται τα υλικά μη σιδηρομαγνητικής φύσεως .Αυτό γίνεται όταν τα σιδηρομαγνητικά υλικά έλκονται ισχυρά στον ηλεκτρομαγνήτη ,παρόλο που το πεδίο μπορεί ακόμη να απωθείται σε υψηλές συχνότητες .Τα υλικά αυτά έχουν την τάση να προσφέρουν χαμηλότερο επίπεδο δινορευμάτων ,λόγο της πιο υψηλής τους ειδικής αντιστάσεως .Έχει παρατηρηθεί πως μικρές ποσότητες μετάλλων μπορούν να αιωρηθούν και να λιώσουν ,με ισχύ μερικών KW (κιλοβάτ) και σε υψηλές συχνότητες μερικών δεκάδων kHz (κιλοχερτζ).Αυτό γίνεται με την τήξη αιώρησης η αλλιώς Levitation Melting, χωρίς να υπάρχει κίνδυνος μόλυνσης μετάλλων από χωνευτήρι . Ο γραμμικός επαγωγικός κινητήρας η αλλιώς Linear induction motor, χρησιμοποιείται ως πηγή ταλαντούμενου μαγνητικού πεδίου ,που μπορεί να δημιουργήσει καταστάσεις πρόωθησης και αιώρησης .

1.8. Οι σερβομηχανισμοί

Σύμφωνα με τους νόμους της φυσικής ,όταν έχουμε έναν μαγνήτη σταθερής δύναμης ,τότε θα παρατηρήσουμε πως η δύναμη της έλξης του αυξάνετε σε μικρές αποστάσεις και μειώνετε όσο η απόσταση αυξάνεται .Αυτό όμως προκαλεί αστάθεια σε ένα σύστημα .Για να σταθεροποιηθεί το σύστημα αυτό θα πρέπει να συμβεί το αντίθετο δηλαδή η διακυμάνσεις που είναι σταθερές στη θέση τους θα λειτουργούν με τέτοιο τρόπο ώστε το στοιχείο να επιστρέψει στην επιθυμητή θέση .Για να επιτευχθεί η σταθερότητα μαγνητικής αιώρησης ,θα πρέπει να γίνουν δυο πράγματα : πρώτον μετράται η ταχύτητα και η θέση του στοιχείου που αιωρείται και δεύτερον να χρησιμοποιείται ένας βρόχος ανάδρασης .Αυτός θα ρυθμίζει τους ηλεκτρομαγνήτες ώστε να επαναφέρουν και να διορθώσουν την κίνηση του στοιχείου .Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται σερβομηχανισμός .



Εικόνα :Εδώ βλέπουμε το γερμανικό σύστημα transrapid που χρησιμοποιεί σερβομηχανισμούς ώστε να προκαλέσει αιώρηση του τρένου και να διατηρήσει σταθερό κενό ενώ τα όχημα κινείται με μεγάλη ταχύτητα

Η βαρύτητα προσφέρει μια έμφυτη πλευρική σταθερότητα και πολλά συστήματα χρησιμοποιούν την μαγνητική έλξη για να δώσουν ώθηση αντίθετη προς την δύναμη της βαρύτητας .Αλλά συστήματα χρησιμοποιούν ταυτόχρονες δυνάμεις απώσεως και μαγνητικής έλξης ,ώστε να επιτύχουν την ώθηση προς τα πάνω .

Τα συστήματα που περιγράφηκαν ,ανήκουν στην κατηγορία των EMS ,(Ηλεκτρομαγνητικής αιώρησης με την χρήση σερβομηχανισμού).Ένα παράδειγμα θα αναφέρουμε είναι αυτό που πραγματοποιείται στις επιδείξεις αιώρησης ,όταν ένα στοιχείο αποκόπτει μια δέσμη φωτός ,ώστε να δείξει την θέση του .Σε αυτήν την περίπτωση ο ηλεκτρομαγνήτης βρίσκεται πάνω από το στοιχείο όπου αιωρείται και απενεργοποιείται όταν το στοιχείο πλησιάζει ενώ θα ενεργοποιηθεί όταν το στοιχείο απομακρύνεται . Αυτό το παράδειγμα δείχνει την βασική ιδέα ,παρόλο που υπάρχουν συστήματα πολύ πιο δυνατά και αποτελεσματικά.

Τα τρένα με τεχνολογία μαγνητικής αιώρησης η αλλιώς Magnetic levitation trains ,λειτουργούν με βάση αυτό το είδος αιώρησης .Το τρένο περιβάλλει την ράγα και ωθείται από κάτω προς τα πάνω .Ο έλεγχος της ασφαλούς διατήρησης μιας σταθερής απόστασης του τρένου από την ράγα ,επιταχύνει τη παρουσία του σερβομηχανισμού .

1.9. Σταθεροποιημένη διαμαγνητική αιώρηση

Ο μόνιμος μαγνήτης αιωρείται σταθερά αυτό γίνεται όταν υπάρχει η παρουσία διάφορων συνδυασμών ισχυρών διαμαγνητών και μόνιμων μαγνητών .Ο μόνιμος μαγνήτης μπορεί να αιωρηθεί και να σταθεροποιηθεί πανεύκολα ,όταν ενεργούν ισχυροί υπεραγώγιμοι

μαγνήτες. Η διαμαγνητική αιώρηση ορίζεται ως ένα στοιχείο το οποίο προκαλεί τη δημιουργία ένα μαγνητικού πεδίου ,που είναι αντίθετο από το μαγνητικό πεδίο όπου του εφαρμόζεται εξωτερικά, τότε το στοιχείο απωθείται εξαιτίας των αντιθέσεων των δυνάμεων .Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται διαμαγνητισμός .Τα υλικά αυτά παρουσιάζουν κάποιες χαρακτηριστικές ιδιότητες όπου μπορούν να προκαλέσουν καμπύλωση προς τα έξω τον γραμμών της μαγνητικής ροής. Η μαγνητική διπολική ροπή αλλάζει ,εξαιτίας του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου, αφού μεταβάλλεται η ταχύτητα των ηλεκτρονίων ,τα οποία βρίσκονται στο εσωτερικό του στοιχείου .

1.10. Άμεση διαμαγνητική αιώρηση

Μια διαμαγνητική ουσία παρουσιάζει απωθητικές δυνάμεις απέναντι στα μαγνητικά πεδία. Όλα τα υλικά έχουν διαμαγνητικές ιδιότητες ,αλλά η επίδραση που έχουν είναι πολύ ασθενής .Πολλές φορές αυτή η αντίδραση υπερνικάτε από της αντίθετα δρώντες σιδηρομαγνητικές η παραμαγνητικές ιδιότητες του στοιχείου .Χάρη στην διαμαγνητική αιώρηση ,μπορούν να ανυψωθούν ελαφρά κομμάτια βισμούθιου η πυρολυτικού μαγνήτη , πάνω από κάποιο μέτριο ισχυρό μόνιμο μαγνήτη .Η συγκεκριμένη τεχνική έχει χρησιμοποιηθεί για να αιωρηθούν ζωντανά πλάσματα ,όπως οι ακρίδες ,τα ποντίκια και οι βάτραχοι .Για να γίνει τέτοιου είδους αιώρηση ,απαιτούνται πολύ ισχυρά μαγνητικά πεδία που θα ξεπεράσουν τα 16 Τέσλα ,με αποτέλεσμα να δημιουργούνται σημαντικά προβλήματα με τα σιδηρομαγνητικά υλικά τα οποία βρίσκονται μέσα στην εμβέλεια του μαγνητικού πεδίου .

το ελάχιστο όριο για να γίνει διαμαγνητική αιώρηση δίνεται από τον τύπο

$$B^* (dB/dz)=\mu_0\rho^*(g/\chi)$$

Όπου

B= Μαγνητικό πεδίο

dB/dz =ρυθμός μεταβολής μαγνητικού πεδίου στον κάθετο άξονα

μ_0 = διαπερατότητα ελεύθερου χώρου

ρ = πυκνότητα υλικού

g= τοπική επιτάχυνση της βαρύτητας (-9.8 m/s² της γης)

χ = μαγνητική επιδεκτικότητα

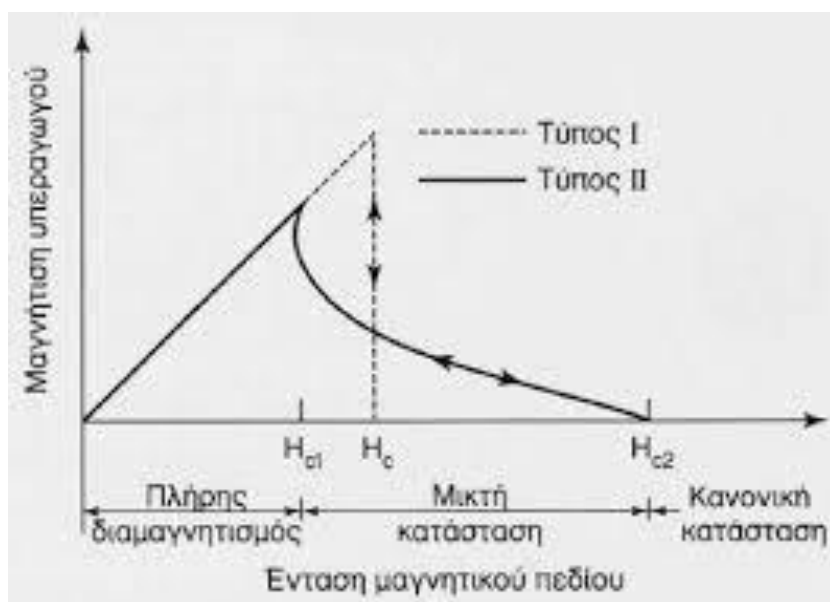
εάν υποθέσουμε ότι οι συνθήκες είναι οι ιδανικότερες στις κατεύθυνση Z του σωληνοειδούς μαγνήτη θα έχουμε :

αιώρηση νερού = 1400 T²/m

αιώρηση γραφίτη B= 375T²/m

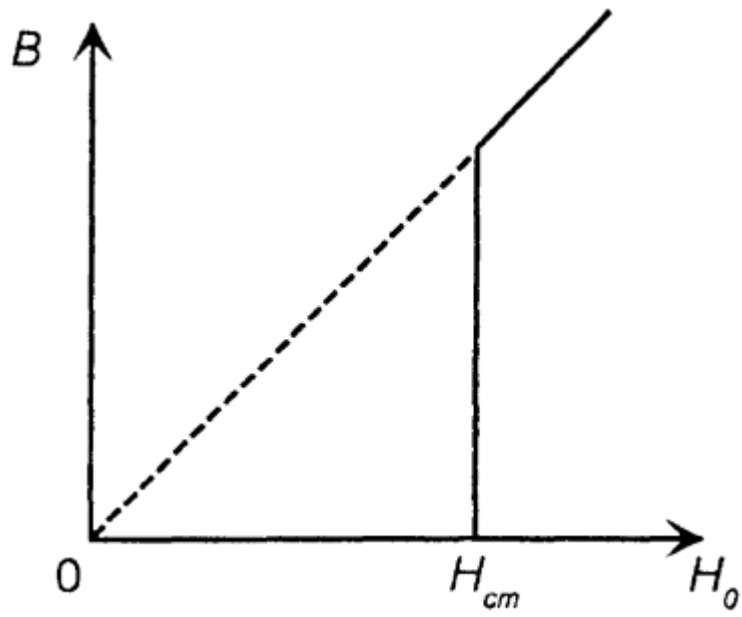
1.11. Οι υπεραγωγοί

οι υπεραγωγοί είναι ουσιαστικά τέλει διαμαγνήτες ,αφού απωθούν πλήρως τα πεδία μαγνητισμού ,όταν θα αρχίσει να σχηματίζεται υπεραγωγιμότητα ,βάσει του φαινομένου μάλινσερ .Η υπεραγωγίμη αιώρηση με λίγα λόγια μπορούμε να εκφράσουμε ότι είναι μια διαφορετική μορφή διαμαγνητικής αιώρησης .Εάν χρησιμοποιήσουμε υπεραγωγό τύπου II ,τότε θα υπάρχει σταθεροποίηση του μαγνήτη σε υψηλό επίπεδο ,εξαιτίας της αγκύρωσης ροής όπου θα παρατηρήσουμε στο εσωτερικό του υπεραγωγού .Οι αρχές αξιοποιούνται κυρίως από το ρουλεμάν (υπεραγωγίμα μαγνητικά έδρανα) ,τους σφονδύλους και από την τεχνολογία ηλεκτροδυναμικής αιώρησης EDS. Φυσικά για να επιτευχθεί η αιώρηση ενός τρένου το οποίο αποτελεί το θέμα της εργασίας μας ,απαιτείτε η παρουσία ενός πολύ ισχυρού μαγνητικού πεδίου . Αξίζει να αναφέρουμε πως τα τρένα τύπου JR-Maglev , έχουν υπεραγωγίμα μαγνητικά πηνία αλλά δεν αιωρούνται εξαιτίας του φαινομένου μάλινσερ.

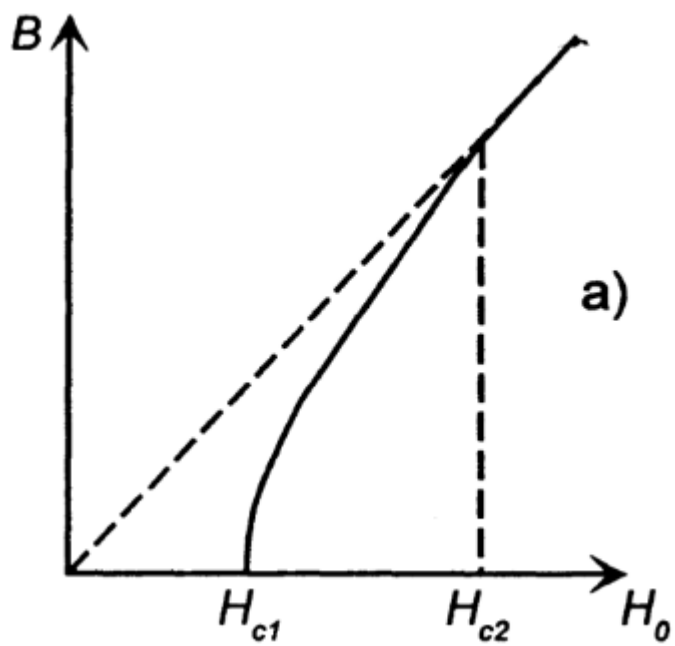


Στο διάγραμμα βλέπουμε ότι υπάρχει υπεραγωγιμότητα που έχουν την ικανότητα να άγουν τον ηλεκτρισμό με μηδενική αντίσταση. Αυτή η ιδιότητα εξαφανίζεται πάνω από μια θερμοκρασία χαρακτηριστική του κάθε υλικού (κρίσιμη θερμοκρασία η T_c) η όταν υπόκειται σε μια πυκνότητα ρεύματος μεγαλύτερη από την χαρακτηριστική του κρίσιμη τιμη (J_c) και όταν ένας υπεραγωγός εκτίθεται σε ένα ασθενές εξωτερικό μαγνητικό πεδίο με $H < H_c$ και αναπτύσσει επιφανειακά ρεύματα με φορά τέτοια ώστε να δημιουργούν μαγνητικό πεδίο αντίθετο από το εξωτερικό ,και έχει ως αποτέλεσμα την πλήρη εξώθηση των δυναμικών γραμμών του εξωτερικού μαγνητικού πεδίου από το εσωτερικό του υλικού .

Υπεραγωγός τύπου I (1.7)



Υπεραγωγός τύπου II (1.8)

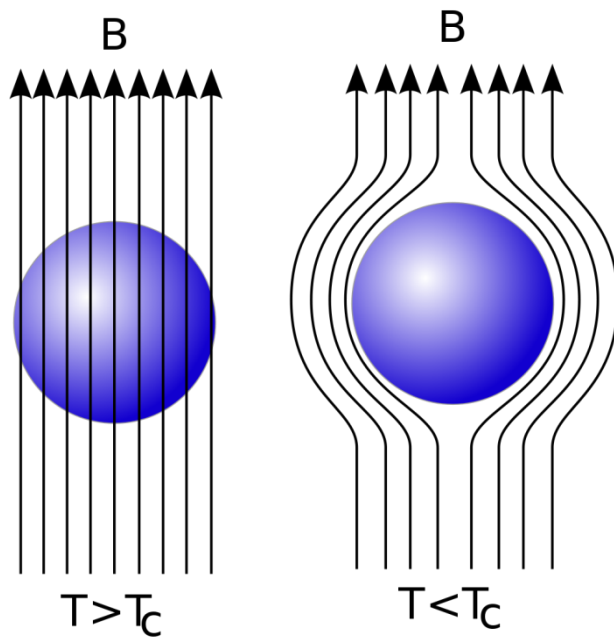


Υπεραγωγός τύπου I : Υπεραγωγός τύπου I : Έχουμε έναν υπεραγωγό μέσα σε μαγνητικό πεδίο, όσο αυξάνεται η μαγνητική ένταση αυξάνεται και η μαγνητική επαγωγή, αρχικά δεν αλλάζει και παραμένει μηδενική ($B=0$). Όταν η ένταση φτάνει στην κρίσιμη τιμή πεδίου H_c , η υπεραγωγιμότητα καταστρέφεται, το πεδίο διεισδύει στο εσωτερικό του υλικού και η επαγωγή B γίνεται μη μηδενική. Έτσι η καμπύλη μαγνήτισης $B=B(H_0)$ των υπεραγωγών τύπου I διαμορφώνεται όπως στο σχήμα 1.7.

Υπεραγωγός τύπου II: Στους υπεραγωγούς τύπου II το μαγνητικό πεδίο μπορεί να διεισδύσει στο εσωτερικό τους κατά ένα συγκεκριμένο τρόπο. Υπάρχουν δύο κρίσιμες τιμές έντασης του μαγνητικού πεδίου H_{c1} και H_{c2} . Σε χαμηλές τιμές του πεδίου για $H_0 < H_{c1} < H_{c2}$ στο υλικό εκδηλώνεται το πλήρες φαινόμενο Meissner και η μαγνητική επαγωγή είναι μηδενική στο εσωτερικό του ($B=0$). Αξίζει να σημειωθεί ότι στους υπεραγωγούς τύπου II η δεύτερη κρίσιμη τιμή του μαγνητικού πεδίου H_{c2} μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερη από την κρίσιμη τιμή H_c και για αυτό χρησιμοποιούνται σε υπεραγωγίσιμους μαγνήτες ισχυρών πεδίων και σε υπεραγωγίσιμα σύρματα υψηλών ρευμάτων.

Ιδιότητες υπεραγωγών

- Κάτω απ' την κρίσιμη θερμοκρασία έχουν μηδενική αντίσταση
- Σε κλειστά κυκλώματα από υπεραγωγό ακόμα και όταν αφαιρεθεί η ηλεκτρική πηγή δεν σταματάνε τα ηλεκτρόνια να κινούνται. Αυτό συμβαίνει λόγω της μηδενικής αντίστασης όπως αναφέραμε παραπάνω.
- Δεν μπορεί να δημιουργηθεί μαγνητικό πεδίο μέσα σε υπεραγωγό (αρκεί το εξωτερικό πεδίο να είναι μικρότερο απ' το B_c). Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται φαινόμενο Meissner (δεν θα μελετήσουμε τα είδη αγωγών τύπου 1 και τύπου 2



1.12. Η χρήση των τρένων

Τήξη μέσω της αιώρησης : το 1923 καταχωρήθηκε από τον Muck η ηλεκτρομαγνητική αιώρηση η αλλιώς EML (Electromagnetic levitation) . Θεωρείται μια από της παλαιότερες τεχνικές αιώρησης για πειραματικούς σκοπούς . Η τέχνη αυτή βασίζεται στην χρησιμοποίηση ηλεκτρομαγνητών , ώστε να ενεργοποιηθεί το φαινόμενο της αιώρησης .το σύστημα αποτελείται από ένα τυπικό πηνίο τεχνολογίας EML με ανεστραμμένη περιέλιξη , που παίρνει ((παραδοχή ραδιοσυχνότητας))).

Μεταφορές: χάρη στην μαγνητική αιώρηση εμφανίστηκε η τεχνολογία (μαγνητικής αιώρησης οχημάτων τύπου maglev) χάρη σε αυτό το σύστημα μεταφορών τα οχήματα και ειδικά τα τρένα μπορούν να αιωρούνται και να προωθούνται με την χρήση μαγνητικών πεδίων . Με την συγκεκριμένη μέθοδο οι μεταφορές γίνονται πιο ήσυχες πιο γρήγορες και πιο ομαλές ,σε σχέση με τα συμβατικά μέσα μαζικής μεταφοράς με τροχούς .Η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να ξεπεράσει τα 6.400 χιλιόμετρα την ώρα ,μέσα στην σήραγγα κενού .Εάν όμως δεν χρησιμοποιηθεί σε κενό τότε το μεγαλύτερο ποσοστό που θα έχει η απαιτούμενη δύναμη για να γίνει η ανύψωση θα χρησιμοποιηθεί για να ξεπεραστούν η αντιστάσεις του αέρα .

1.13 Άλλες εφαρμογές του maglev

Αν και τα τρένα Maglev είναι η πιο γνωστή εφαρμογή της μαγνητικής αιώρησης δεν είναι και η μοναδική. Οι άλλες πιο σημαντικές εφαρμογές είναι οι εξής:

- **Μαγνητική Απογείωση:** Είναι η τεχνολογία που αναπτύσσουν Αγγλία και Αμερική για τη χρήση ως προωθητικό σύστημα για την απογείωση των αεροσκαφών πάνω απτά αεροπλανοφόρα. Το Maglev είναι πιο μικρό, έχει μικρότερη ενεργειακή κατανάλωση και είναι και πιο αξιόπιστο απτούς καταπέλτες ατμού που χρησιμοποιούνται σήμερα. Ακόμα γίνεται έρευνα απτήν NASA για την χρήση ως συμπληρωματική βοήθεια στις απογειώσεις των πυραύλων της.
- **Ηλεκτρομαγνητική Εκτόξευση:** Είναι η τεχνολογία που εστιάζει στην επιτάχυνση μαζών λίγων γραμμαρίων σε υπέρ-υψηλές ταχύτητες. Αυτή η τεχνολογία προσπαθεί να εφαρμοστεί άπτον Αμερικανικό στρατό για την δημιουργία όπλων. Ένος είδους όπλο που είναι υπό ανάπτυξη είναι το Railgun που το βλήμα του φτάνει 7 φορές την ταχύτητα του ήχου, χωρίς την χρήση καθόλου πυρίτιδα. Το railgun βασίζεται στη δύναμη Lorentz.
- **Λιώσιμο μετάλλων στον αέρα:** Ο Δρ. Roland Ernst, ένας επιστήμονας στο εργαστήριο SIMAP-ERM στο Γκρενόμπλ, στη Γαλλία, κατάφερε να βελτιώσει τη διαδικασία δημιουργίας καθαρού Τιτανίου, που χρησιμοποιείται στην αυτοκινητοβιομηχανία και στα αθλητικά είδη, μέχρι την υπερηχητική συγκόλληση. Ξεκίνησε με ένα ένα κρύο χωνευτήριο, μια συσκευή που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία κραμάτων που απαιτούν καθαρό περιβάλλον για να διαμορφωθούν. Η συσκευή παραμένει δροσερή στο εξωτερικό, ενώ τα υλικά που είναι τόσο ζεστά που λιώνουν. Με την χρήση της μαγνητικής αιώρησης για το λιώσιμο του Τιτανίου επιτυγχάνεται να δημιουργείται πιο καθαρό Τιτάνιο σε σχέση με τις συμβατικές μεθόδους.



Download from
Dreamstime.com
This watermarked comp image is for previewing purposes only.

ID 11193065
 © Wxin | Dreamstime.com

Εικόνα: Τρένο τεχνολογίας maglev .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΤΟ ΔΙΚΤΥΟ ΣΙΔΗΡΟΔΡΟΜΙΚΩΝ SHINKANSHEN

2.1. Το σιδηροδρομικό δίκτυο

Το σιδηροδρομικό δίκτυο Shinkansen της Ιαπωνίας ,αποτελείται από γραμμές υψηλής ταχύτητας ,και ανήκουν στις εθνικές ιαπωνικές σιδηροδρομικές υπηρεσίες , η αλλιώς Japan Railways . Το δίκτυο κατασκευάστηκε το 1964 ,από το σινκανσέν και επεκτάθηκε μέχρι να ενώσει της πόλης μεταξύ κιούσου και Χονσού. Η λέξη Σινκανσέν ,μεταφράζεται ως η νέα βασική γραμμή και αφορά της σιδηροδρομικές γραμμές .Αφού κατασκευάστηκαν κοιλαδογέφυρες και σήραγγες ώστε τα τρένα να διασχίζουν τα εμπόδια χωρίς να τα παρακάμπτουν .

2.2. Επέκταση του σιδηροδρομικού δικτύου

Το 1975 όταν η μεγάλη επιτυχία της γραμμής έγινε επέκταση με την ονομασία Σάνουο σινκανσέν στην περιοχή της Φουκουόκα και της Χιροσίμα. Εκείνη την εποχή ο πρωθυπουργός της Ιαπωνίας ήταν ο κ

Κακουέι Τανάκα ,και δήλωσε φανατικός για την γραμμή Σινκανσέν ,με αποτέλεσμα η κυβέρνηση να προτείνει ένα πιο εκτεταμένο σιδηροδρομικό δίκτυο με της γραμμές να είναι παράλληλες προς της περισσότερες γραμμές της Ιαπωνίας .

Βάσει αυτού του σχεδίου κατασκευάστηκαν δυο νέες γραμμές και παρόλα αυτά η κατασκευή άλλων γραμμών ακυρώθηκαν η αναβλήθηκαν λόγω των χρεών του εθνικού σιδηρόδρομου που ολοένα και αυξανόταν ,εξαιτίας του υψηλού κόστους κατασκευής του δικτύου υψηλών ταχυτήτων σινκανσέν .

Η ανάπτυξη βέβαια του δικτύου Σινκανσέν συνεχιζόταν ,παρά τις δυσκολίες που είχε .Έτσι τα επόμενα υπήρξε εισαγωγή νεωτερισμών και νέων τρένων .Στις μέρες μας οι ιαπωνική συρμή φτάνουν την ταχύτητα των 300 χιλιομέτρων την ώρα κατά την κανονικοί τους λειτουργία με αποτέλεσμα να κατατάσσονται μεταξύ το γρηγορότερων τρένων του πλανήτη ,μαζί με το TGV της Γαλλίας ,το AVE της Ισπανίας , το TAV της Ιταλίας , το KTX της νότιου Κορέας και το ICE της Γερμανίας .Αξίζει να επισημάνουμε πως την δεκαετία του 70 εξελίσσεται η τεχνολογία της μαγνητικής αιώρησης ώστε να ολοκληρωθεί το σχέδιο τσούο Σινκανσέν ,που αφορά την σύνδεση της Οσάκα με το Τόκυο με την χρησιμοποίηση τρένων maglev .



Εικόνα: Τρένο maglev μοντέλο JR-MTX.

2.3. Η ασφάλεια στο δίκτυο

Στα χρόνια λειτουργίας του σινκανσέν δεν υπήρξε αναφορά για θανατηφόρα οχήματα επιβατών, έχουν καταγραφεί μόνο τραυματισμοί επιβατών και ο λόγος είναι ότι υπάρχει πολυκοσμία κατά την είσοδο στα βαγόνια. Έχουν υπάρξει βέβαια αυτοκτονίες επιβατών, που πηδούσαν μπροστά από τους συρμούς κατά την είσοδο στους σταθμούς. Αυτά τα συμβάντα οδήγησαν στην εγκατάσταση φραγμάτων ασφαλείας, έτσι ώστε η επιβάτες να μην μπορούν να αυτοτραυματιστούν. Ένας σημαντικός εκτροχιασμός τρένου Σινκανσέν, έλαβε χώρα στις 23 Οκτώβριου του 2004 εξαιτίας σεισμού, που οδήγησε 8 από τα 10 βαγόνια της αμαξοστοιχίας Τόκι 325 να εκτροχιαστούν, στην περιοχή της Ναγκαόκα. Το ευτύχημα ήταν ότι μεταξύ των 154 επιβατών δεν αναφέρθηκαν θάνατοι η ακόμη και τραυματισμοί. Το συμβάν οδήγησε στην ανάπτυξη συστήματος ανίχνευσης σεισμού, που θα φέρει την αμαξοστοιχία από υψηλή ταχύτητα σε πλήρη στάση.

Οι κύριες σιδηροδρομικές γραμμές του ιαπωνικού δικτύου είναι :

Η Τοκάιντο Σινκανσέν, με απόσταση τα 515,4 χιλιόμετρα

Η Τοχόκου Σινκανσέν, με απόσταση τα 679,9 χιλιόμετρα

Η Σάνυο Σινκανσέν, με απόσταση τα 553,7 χιλιόμετρα

Η Χοκουρίκου Σινκανσέν, με απόσταση τα 117,4 χιλιόμετρα

Η Τζοέτσου Σινκανσέν, με απόσταση τα 269,5 χιλιόμετρα

Η Κιούσου Σινκανσέν, με απόσταση τα 256,8 χιλιόμετρα

Η Ακίτα Σινκανσέν, με απόσταση τα 127,3 χιλιόμετρα

Η Γιαναγκάτα Σινκανσέν ,με απόσταση τα 148,6 χιλιόμετρα

Ένα από τα βασικά προβλήματα της ανάπτυξης του δικτύου και κατ' επέκταση των συρμών ,είναι η ηχορύπανση ,που αυξάνεται με την άνοδο της ταχύτητας .Αυτό οδήγησε στον σχεδιασμό των τρένων μαγνητικής αιώρησης ,ώστε να μειωθεί ο θόρυβος των συρμών ,ειδικά κατά την είσοδο του στις σήραγγες ,αφού κατά την είσοδο του τρένου με υψηλή ταχύτητα σε έναν κλειστό χώρο ,ακούγεται ένας δυνατός ήχος σαν έκρηξη .Τα τρένα Fastech 360 όπου έχουν πτερύγια αεροδυναμικής πέδησης που θα επιτρέπουν την τάχιστα ακινητοποίηση του συρμού , τα συγκεκριμένα τρένα βρίσκονται ακόμη υπό δοκιμή και γίνονται προσπάθειες ,ώστε να μειωθεί ο θόρυβος που κάνουν κατά την κίνηση τους .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΤΑ ΤΡΕΝΑ MAGLEV

3.1. Γενικά για τρένα maglev

Τα τρένα μαγνητικής αιώρησης είναι τα πιο υπερσύγχρονα οχήματα μεταφοράς επιβατικού κοινού ,που το χαρακτηριστικό τους είναι η υψηλή ταχύτητα το οποίο προσφέρει γρήγορες μεταφορές μεταξύ περιοχών ,πόλεων η και χώρων .Η ταχύτητα που έχει φτάνει τα 500 χιλιόμετρα την ώρα ,ενώ η κίνηση βασίζεται στην μαγνητική αιώρηση ,δηλαδή την τεχνολογία ,ανύψωσης πάνω από της γραμμές με την βοήθεια ισχυρών μαγνητικών δυνάμεων.

Στης αρχές της δεκαετίας του '70 είχαμε την δοκιμή του ιαπωνικού maglev ,που έκανε την πρώτη του πειραματική δοκιμή σε μια γραμμή μήκους επτά χιλιομέτρων στην περιοχή του μιγιακάζι και κατάφερε να φτάσει την απίστευτη ταχύτητα τον 517 χιλιομέτρων την ώρα .

Ένα από τα πρώτα ευρωπαϊκά αυτής της τεχνολογίας ,πέραν τον ιαπωνικών που είχαν κάνει επίσης την εμφάνιση τους ,ήταν το τεχνολογίας Transrapid ,που δοκιμάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1980.



Εικόνα:Το γερμανικό επίτευγμα τρένου μαγνητικής αιώρησης ,με τεχνολογία maglev .

Το τρένο μαγνητικής αιώρησης χρησιμοποιεί συμβατικούς ελαστικούς τροχούς ,εν συνέχεια όσο η ταχύτητα αυξάνεται ,τείνει να ανυψώνεται .Μελετώντας γενικά τις δυο χρησιμοποιούμενες τεχνολογίες δηλαδή την ιαπωνική και την ευρωπαϊκή ,θα καταλήγαμε στο συμπέρασμα που παρόλο που ασχολούνται με το ίδιο φαινόμενο παρουσιάζουν ορισμένες διαφορές στην τεχνολογία transrapid ,απαιτείται συνεχόμενη ρύθμιση της σιδηροτροχιάς μέσω υπολογιστών ,αφού το τρένο κινείται σε πολύ μικρή απόσταση από τις ράγες ,με αποτέλεσμα να είναι αυξημένος ο κίνδυνος να συγκρουστεί με αυτές . Αντιθέτως ,τα τρένα τεχνολογίας Maglev ,ταξιδεύουν σε μεγαλύτερη απόσταση από την σιδηροτροχιά εξαιτίας των πανίσχυρων υπεραγωγίων μαγνητών που εξασφαλίζουν πολύ ισχυρότερα μαγνητικά πεδία .Με αυτόν τον τρόπο αποκλείεται ο κίνδυνος σύγκρουσης ,ενώ το ίδιο το τρένο δεν μπορεί να μετακινηθεί από την θέση του ,ακόμη και σε περίπτωση σεισμού. Αξίζει επίσης να αναφερθεί πως η τεχνολογία Maglev παρουσιάζει μεγαλύτερη σταθερότητα ,με αποτέλεσμα να μην είναι αναγκαίες οι συνεχόμενες ρυθμίσεις μέσω υπολογιστών .Λόγο όμως της παρουσίας των υπεραγωγίων μαγνητών εμφανίζεται πολύ πιο υψηλό κόστος λειτουργίας και κατασκευής .Επίσης παρατηρείται αυξημένη μαγνητική ροή ,που υπερβαίνει τα επιτρεπτά όρια ,το οποίο μπορεί να οδηγήσει στο να επηρεαστούν ηλεκτρονικές συσκευές στο εσωτερικό του τρένου ,αν η κατασκευή δεν είναι άψογη.

Σε γενικές γραμμές ,τα τρένα μαγνητικής αιώρησης έχουν πολλά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά τρένα ,αφού μπορούν να επιταχύνουν και να φρενάρουν ταχύτερα ,να αναπτύσσουν υψηλότερες ταχύτητες ,με αποτέλεσμα να μειώνονται οι χρόνοι των δρομολογίων .Μεταξύ των άλλων ,δεν ρυπαίνουν τις περιοχές όπου κινούνται ,αφού χρησιμοποιούν ηλεκτρικό ρεύμα ,ενώ καταναλώνουν σημαντικά λιγότερη ενέργεια ,σε σχέση με τα συμβατικά τρένα η ακόμη και τα αεροπλάνα. Με την ανάπτυξη δικτύων μαγνητικών τρένων ,είναι βέβαιο πως οι αυτοκινητόδρομοι θα αποσυμφορηθούν ,ενώ θα μειωθεί σημαντικά και η εσωτερική εναέρια κυκλοφορία .Ένας υψηλός παράγοντας

που λειτουργεί ανασταλτικά στην ευρεία διάδοση των τρένων Maglev, είναι οι υψηλές δαπάνες που απαιτούνται για την δημιουργία του αναγκαίου δικτύου που θα φιλοξενούσε την συγκεκριμένη εξελιγμένη τεχνολογία .

3.2. Περιγραφή και προβλήματα λειτουργίας

Τα τρένα τεχνολογίας maglev, μπορούν να κινηθούν με ταχύτητες της τάξεως 400-500 χιλιομέτρα την ώρα. Ένας γραμμικός ηλεκτροκινητήρας είναι υπεύθυνος για την προώθηση του τρένου, που βρίσκεται απλωμένος κατά μήκος όλου του σιδηρόδρομου. Ο γραμμικός ηλεκτροκινητήρας είναι ουσιαστικά ένας κοινός κυκλικός, που έχει ανοιχτεί ώστε να είναι επίπεδος. Και το τριφασικό ρεύμα είναι υπεύθυνο για την τροφοδότηση του, που παράγει κινούμενο εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο που παρασύρει τους μαγνήτες που διαθέτει το τρένο στο κάτω μέρος του.

Οι γραμμές τροφοδοτούνται με ρεύμα, μόνο στα κομμάτια όπου κινείται το τρένο, ενώ η ενεργοποίηση γίνεται πάντα στο μπροστινό μέρος. Εάν οι φάσεις που έχουμε αντιστραφούν, τότε ο γραμμικός κινητήρας μετατρέπεται σε γεννήτρια με αποτέλεσμα να επιστρέφει το ρεύμα στο δίκτυο και να φρενάρει ο συρμός.

Ανάλογα με τον τρόπο που ανυψώνονται, διακρίνονται σε δυο κατηγορίες

- στα τρένα ηλεκτρομαγνητικής ανύψωσης, τύπου Transrapid και Swiss metro
- Στα τρένα ηλεκτροδυναμικής ανύψωσης, τύπου Maglev και Yamanashi

Τα τρένα ηλεκτρομαγνητικής ανύψωσης, που έχουν τους ηλεκτρομαγνήτες στο κάτω μέρος, έλκουν το πάνω μέρος της σιδηροτροχιάς μορφής T, με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται αιώρηση ενός με 1,2 εκατοστών.

Τα τρένα ηλεκτροδυναμικής ανύψωσης, βασίζονται στην αιώρηση τους στο φαινόμενο της επαγωγής. Βάσει του νόμου του Faraday, όταν ο ηλεκτρομαγνήτης κινείται σε κάποια απόσταση από ένα αγώγιμο μέταλλο ή ένα φύλλο αλουμινίου, το οποίο παράγει τάση στις μάζες των μετάλλων. Η μάζα βραχυκυκλώνει την τάση, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται κλειστά ρεύματα και ονομάζονται δινορεύματα όπου τα οποία παράγουν ισχυρό μαγνητικό πεδίο που είναι αντίθετο με του μαγνήτη.

Τα τρένα Maglev, κινούνται με μεγάλη ταχύτητα ενώ φέρουν μόνιμα στο κύτος τους ισχυρούς ηλεκτρομαγνήτες όπου κατά την εκκίνηση τους ακουμπούν σε ρόδες μέχρι να φτάσουν σε μια υψηλή ταχύτητα όπου θα δεχτούν την δύναμη της ανύψωσης των επαγομένων μαγνητών αλουμινίου όπου τα οδηγούν σε αιώρηση.

Η δύναμη της ηλεκτροδυναμικής αιώρησης δίνεται από τον τύπο του Hannakam ένα πηνίο σπειρών N διαρρέεται από ρεύμα I ενώ οι διαστάσεις του είναι $ax1$. Όταν ταξιδεύει με ταχύτητα U σε μια απόσταση g από το φύλλο αλουμινίου με πάχος d, δημιουργείται κατακόρυφη δύναμη απώθησης.

$$F = \mu_0 (N_i)^2 / \pi g = g^2 / (a/2)^2$$

Βάση των μελετών και ερευνών ανάπτυξης που πραγματοποιήθηκαν όλα αυτά τα χρόνια έχουν παρατηρηθεί ορισμένοι παράγοντες ,που δείχνει να επηρεάζει σε μεγάλο βαθμό την λειτουργία , την κατασκευή και την ανάπτυξη των τρένων Maglev .

Θα δούμε κάποιους παράγοντες παρακάτω:

- Το βάρος των βαγονιών
- Το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένα τα τρένα
- Η απόσταση των μαγνητών
- Το είδος των μαγνητών που χρησιμοποιούνται

Το βάρος των βαγονιών

Είναι λογικό το βάρος να επηρεάζει την απόδοση των τρένων αφού εάν το τρένο είναι βαρύ θα απαιτείται πιο ισχυρό μαγνητικό πεδίο για να γίνει η αιώρηση του ,και τότε γίνονται συνεχώς μελέτες ώστε το τρένο να έχει μόνο όσα βαγόνια χρειάζονται για να μην αυξάνεται το βάρος στο όχημα .

Το υλικό με το οποίο είναι κατασκευασμένα τα τρένα

Γίνονται κάποιες έρευνες από τους μηχανικούς και τους σχεδιαστές ώστε να μειωθεί το βάρος αλλάζοντας το μέταλλο με το οποίο κατασκευάζονται τα τρένα μαγνητικής αιώρησης .Αντί λοιπόν να χρησιμοποιούνται τα συμβατικά μέταλλα με τα οποία είναι κατασκευασμένα τα υπόλοιπα τρένα θα γίνουν μελέτες ώστε να χρησιμοποιήσουν πιο ελαφριά υλικά ,όπως για παράδειγμα τα ανθρακονήματα .Τα ανθρακονήματα αφού είναι ελαφριά το πλεονέκτημα τους στα τρένα Maglev είναι να τα κάνουν πιο ασφαλή ,αφού διαθέτουν μεγαλύτερες αντοχές σαν υλικά σε περιπτώσεις σύγκρουσης.

Η απόσταση των μαγνητών

Η απόσταση των μαγνητών από τον σιδηρόδρομο είναι ανάλογη της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται .Στην τεχνολογία των τρένων Transrapid , η απόσταση είναι μικρή 1.5 εκατοστών .Τα τρένα τύπου Maglev ,η απόσταση μπορεί να φτάσει ακόμη και τα 10 εκατοστά .Φυσικά όσο η απόσταση μεταξύ συρμού και γραμμών μεγαλώνει τόσο πιο ισχυρό θα πρέπει να είναι το μαγνητικό πεδίο ,ώστε να συγκρατεί το όχημα και να του επιτρέψει να κινείται με υψηλή ταχύτητα .

Το είδος των μαγνητών που χρησιμοποιούνται

Όπως είδαμε και παραπάνω ,οι μαγνήτες είναι ανάλογη της χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας. Για παράδειγμα , η μαγνήτες στην τεχνολογία Maglev είναι ισχυρότερη σε

σχέση με τους μαγνήτες που χρησιμοποιούνται στην Γερμανία και συγκεκριμένα στην τεχνολογία Transrapid .

Δείχνει πώς στην τεχνολογία μαγνητικής αιώρησης υπάρχουν κάποιοι παράγοντες που δεν επηρεάζουν την λειτουργία της όπως :

- Οι καιρικές συνθήκες και
- Οι αντιστάσεις του αέρα

Οι παράγοντες δεν θεωρούνται σημαντική για την απόδοση των τρένων Maglev και επηρεάζουν ελάχιστα την μέγιστη ταχύτητα του τρένου.

3.3. Σύγκριση συμβατικών τρένων και τρένων Maglev

Τα τρένα μαγνητικής αιώρησης , έχουν αρκετά πλεονεκτήματα σε σχέση με τα συμβατικά τρένα αλλά παρουσιάζουν και αρκετά μειονεκτήματα, με αποτέλεσμα να υπάρξει ανάπτυξη ως τεχνολογία μόνο σε λίγες χώρες του πλανήτη .Το βασικότερο πλεονέκτημα των συρμών είναι ότι μπορούν να μειώσουν τους χρόνους των δρομολογίων , λόγω της υψηλής ταχύτητας που αναπτύσσουν . Επιπροσθέτως ,έχουν την δυνατότητα να επιταχύνουν και να φρενάρουν πιο γρήγορα ,ενώ μπορούν να κινηθούν με ευκολία ακόμη και σε περιπτώσεις με κακές καιρικές συνθήκες .Στα θετικά τους που έχουν δεν καταναλώνουν τόσο πολύ ενέργεια όσο τα συμβατικά τρένα και τα αεροπλάνα ,δεν προκαλούν ρύπανση του περιβάλλοντος ,αφού η ηλεκτρική ενέργεια είναι ασφαλής ,ενώ δεν παρουσιάζουν υψηλά επίπεδα θορύβου ενώ κινούνται .Ένα βασικό μειονέκτημα των τρένων μαγνητικής αιώρησης ,σε σχέση με τα ηλεκτρονικά τρένα και τα συμβατικά ,είναι το ότι δεν έχουν συμβατότητα στις υφιστάμενες γραμμές που χρησιμοποιούνται για την ηλεκτροκίνηση .Αυτό συνεπάγεται πως πρέπει να κατασκευαστεί εξολοκλήρου το σύνολο της υποδομής των δικτύων ,ώστε να φιλοξενηθούν τα τρένα maglev .

Παρακάτω μπορούμε να καταγράψουμε κάποιες σύγκρισης :

- ✓ Ένα Κοινό επιβατικό τετραθέσιο αυτοκίνητο ξοδεύει 350 Wh /ανά επιβατοχιλιόμετρο ,για μια μέση ταχύτητα 130χλμ/ώρα
- ✓ Ένα συμβατικό ηλεκτροκίνητο τρένο καταναλώνει 160 Wh /επιβατοχιλιόμετρο ,για μέση ταχύτητα 250χλμ/ώρα
- ✓ Ένα Maglev καταναλώνει 300 Wh/επιβατοχιλιόμετρο ,για μέση ταχύτητα 300χλμ/ώρα
- ✓ Τα maglev ,εξαιτίας της ύπαρξης ηλεκτρικής ενέργειας δεν εξαρτάται καθόλου από υγρά και καύσιμα ,για παράδειγμα το πετρέλαιο

- ✓ Το maglev μπορεί να κινηθεί εντελώς αθόρυβα ,σε σχέση με τα υπόλοιπα επιβατικά οχήματα .
- ✓ Σε όλα τα οχήματα σε πολλές υψηλές ταχύτητες παρουσιάζουν ανεπιθύμητες ταλαντώσεις ,κάτι που απουσιάζει από την κίνηση τον maglev
- ✓ Η συντήρηση των τρένων maglev είναι ευκολότερη και γίνεται σε πιο αραιά διαστήματα αφού η τροχιά δεν παρουσιάζει φθορές ,λόγο της απουσίας επαφής με το όχημα .
- ✓ Εξαιτίας της ανάρτησης ηλεκτρομαγνητικών δυνάμεων ,το φορτίο τρένου κατανέμεται ομοιόμορφα ,αποτέλεσμα το σύστημα να είναι ελαφρύτερο .
- ✓ Ένα ουσιώδες μειονέκτημα των συρμών maglev ,είναι το ότι απαιτείται πολύ μεγαλύτερη επένδυση ανά χιλιόμετρο γραμμής ,σε σχέση με τον συμβατικό σιδηρόδρομο
- ✓ Η πέδηση στην περίπτωση συνδυασμού μηχανικής και ηλεκτρομαγνητικής δύναμης ,θα προκαλέσει αύξηση της ταχύτητας ,καθώς και της ασφάλειας ,ενώ η ισχύς έχει την απαιτούμενη δυνατότητα ώστε να αναγεννάτε.



Εικόνα: Ένα από τα τελευταία τεχνολογίας τρένα maglev που παρουσίασε η Ιαπωνία .Το συγκεκριμένο είναι κάτοχος του ρεκόρ ταχύτητας τρένου και έφτασε σε πειραματική διαδρομή τα 603χλμ/ώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4- Η ΗΛΕΚΤΡΟΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ MAGLEV

4.1. Ειδή ηλεκτροκίνητων συρμών

Ο Όρος (Locomotive) (κινητήρια μονάδα), χρησιμοποιείται για την περιγραφεί οποιοδήποτε αυτοκινούμενου όχημα που μπορεί να σύρει η να κινήσει βαγόνια συρμού πάνω στις σιδηροδρομικές γραμμές. Φυσικά η δύναμη της κίνησης μπορεί να ενσωματωθεί σε οχήματα που μεταφέρουν επιβάτες και στα εμπορεύματα, αν και σε αυτές της περιπτώσεις παρέχετε η μονάδα Locomotive. Η κινητήρια αυτή μονάδα περιλαμβάνει κατά κύριο λόγο τους μηχανισμούς που δημιουργούν ισχύ και τους μηχανισμούς που μεταδίδουν την ισχύ στους κινητήριους τροχούς. Στην περίπτωση της ηλεκτράμαξας, περιλαμβάνετε μηχανισμός μετατροπής της ισχύος, που προέρχεται από το ρεύμα, αντί για τον μηχανισμό δημιουργίας ισχύος

Στην εποχή μας, οι κινητήριες μονάδες έχουν δυο κύριες πηγές ισχύος :

- Το ηλεκτρικό ρεύμα
- Το πετρέλαιο (Diesel)

Ένας ηλεκτροκίνητος συρμός ολοκληρώνεται με την παρουσία τεσσάρων ειδών βαγονιών ακόμη, και πιο συγκεκριμένα :

- Το βαγόνι κινητήρα
- Το βαγόνι ενέργειας
- Το βαγόνι έλεγχου και χειρισμού
- Και ένα απλό επιπλέον βαγόνι

Το παραπάνω είναι μια τυπική διάταξη, αλλά έχουμε και διαφορετικές περιπτώσεις όπως για παράδειγμα το να χρησιμοποιείται ένα βαγόνι για κινητήρα και ενέργεια ταυτόχρονα. Στο βαγόνι κινητήρα υπάρχουν κινητήρες έλξης που παρουσιάζουν κοινή τεχνολογία με αυτήν της ενέργειας, για να αποφεύγονται οι συνδέσεις μεταξύ των βαγονιών που μεταφέρουν την υψηλή τάση.

Στο βαγόνι ενέργειας, εμπεριέχεται όλος ο απαραίτητος εξοπλισμός για την ηλεκτρική ενέργεια, όπως ο παντογράφος που σχετίζεται με τους μετασχηματιστές και τα εναέρια συστήματα και ο αγωγός επαφής που αφορά την τρίτη σιδηροτροχιά.

Τέλος, στο βαγόνι ελέγχου και χειρισμού ,συμπεριλαμβάνετε ο θάλαμος από τον οποίο ελέγχεται πλήρως ο συρμός .Στις αμαξοστοιχίες ηλεκτρισμού ,υπάρχουν δυο τέτοιοι θάλαμοι ,δηλαδή ένας σε κάθε άκρη.

4.2. Τα στοιχεία της ηλεκτροκίνησης

Από την πρώτη στιγμή της δημιουργίας της μέχρι και στις μέρες μας , η ηλεκτροκίνηση έχει να μας παρουσιάσει ένα μεγάλο σύνολο διαφορετικών χαρακτηριστικών. Έχει να μας επιδείξει μια μεγάλη ποικιλία συστημάτων έλξης που βασίζονται στην ηλεκτροκίνηση και που έχουν κατασκευαστεί σύμφωνα με την διαθέσιμη τεχνολογία της κάθε εποχής .Είναι άλλωστε χαρακτηριστικό πως πολλές ηλεκτρικές εγκαταστάσεις έχουν κατασκευαστεί εδώ και εκατό χρόνια ,ενώ η αλματώδης ανάπτυξη της σιδηροδρομικής ηλεκτροκίνησης παρατηρείται ιδιαίτερα κατά τα τελευταία είκοσι χρόνια .Σε αυτήν την ανάπτυξη συντέλεσε σε μεγάλο βαθμό η παρουσία των μικροεπεξεργαστών και η αναβάθμιση της ηλεκτρονικής ισχύος .

Φυσικά ,ότι ήταν αποδεκτό κατά τα πρώτα χρόνια παρουσίας του σιδηρόδρομου ,αντικαταστάθηκε από θεμελιώδης αλλαγές στον σχεδιασμό ,την διαχείριση ,την κατασκευή και την λειτουργία δικτύου.

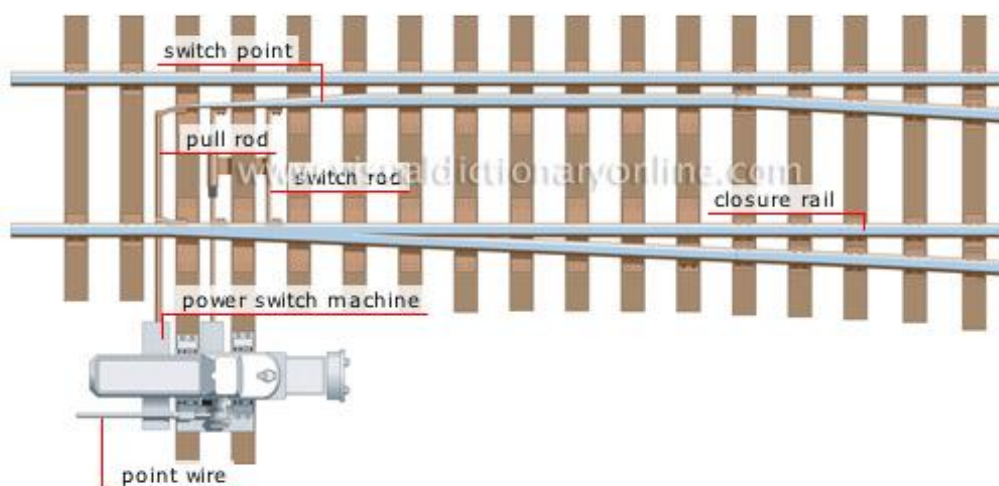
4.3. Η τροφοδοσία και τροφοδοσία μέσω της τρίτης γραμμής

Στη τροφοδοσία στον ηλεκτρικό σιδηρόδρομο ισχύουν κάποιοι κατασκευαστική κανόνες ,που θα πρέπει να ακολουθούνται ώστε να επιτυγχάνεται η απρόσκοπτη λειτουργία του. Ένας από αυτούς τους κανόνες αφορά την συνεχόμενη τροφοδοσία του με ρεύμα ενώ είναι λογικό πως η κάθε ηλεκτρονική αμαξοστοιχία θα πρέπει να έχει πρόσβαση σε αυτήν την τάση. Η διανομή και η μεταφορά του ηλεκτρικού ρεύματος γίνεται πάντα σε όλο το μήκος της σιδηροδρομικής γραμμής με δυο μεθόδους ,δηλαδή είτε μέσω ειδικής σιδηροδρομικής δοκού που βρίσκετε κοντά στις ήδη υπάρχουσες γραμμές ,είτε μέσω καλωδίων που βρίσκονται ψηλά στον αέρα .Στην περίπτωση της τρίτης γραμμής χρησιμοποιείτε συνεχές ρεύμα ,ενώ στην περίπτωση της εναέριας καλωδίωσης ,έχουμε την χρήση εναλλασσόμενου ρεύματος .Στην περίπτωση της τρίτης γραμμής χρησιμοποιείται μια μικρή συσκευή που βρίσκετε συνεχώς σε επαφή με αυτήν και το τρένο ,ενώ στην περίπτωση του συστήματος της εναέριας καλωδίωσης χρησιμοποιείται ο παντογράφος ,που έχει μόνιμη επαφή με την πηγή ενέργειας . Η περιστροφή του ρεύματος πίσω στον υποσταθμό ,πραγματοποιείται μέσω της ράγας.

Όταν εννοούμε τροφοδότηση μέσω τρίτης γραμμής εννοούμε τη χρησιμοποίηση τρίτης σιδηροτροχιάς ,γραμμής η ράγας, όπου αναφερόμαστε στο μέσο παροχής ηλεκτρικής ενέργειας έλξης μέσω μιας πρόσθετης σιδηροδρομικής γραμμής επιπλέον γραμμή

τοποθετείται και έξω από τις κύριες σιδηροτροχιές ,προς την άκρη των στρωτήρων ,αν και σε ορισμένες περιπτώσεις έχει παρατηρηθεί να τοποθετείται έξω από της κύριες σιδηροτροχιές ,προς την άκρη των στρωτήρων . Αυτή η τρίτη γραμμή βρίσκεται πάνω σε μεμονωμένα στηρίγματα ή κεραμικούς μονωτήρες ,που έχουν μεταξύ τους τυπική απόσταση τα 3 μετρά.

Το σύστημα που βασίζεται στην τρίτη γραμμή για τροφοδοσία ,προσφέρει συνεχές ρεύμα στον σιδηρόδρομο .Μια συσκευή που βρίσκεται συνεχώς σε επαφή με αυτήν και το τρένο λειτουργεί ως συλλέκτης του ρεύματος ,κατά το γλίστρημα του πάνω στην επιπλέον γραμμή του συστήματος.



Εικόνα :Σύστημα ηλεκτροκίνησης με την χρησιμοποίηση της τρίτης γραμμής

Ως άνω επαφή ορίζεται το μέρος της γραμμής του σιδηρόδρομου που βρίσκεται σε επαφή με το λεγόμενο συλλέκτη του τρένου , που έχει αποτέλεσμα την συλλογή ηλεκτρικού ρεύματος .Το μεγαλύτερο πρόβλημα του κάθε συστήματος και της κάθε χρησιμοποιούμενης τεχνολογίας είναι το κόστος. Στο σύστημα της τρίτης γραμμής εμφανίζει υψηλό κίνδυνο ηλεκτρικού σοκ ,με αποτέλεσμα να μην είναι εφικτά τα συστήματα υψηλών τάσεων άνω των 1.500V.Το ρεύμα υψηλής τάσης που χρησιμοποιεί παρουσιάζει απώλειες ισχύος , με αποτέλεσμα να είναι απαραίτητη η εγκατάσταση σε κάποια σημεία διάφορων υποσταθμών τροφοδοσίας ρεύματος .Το < DC > ,χαρακτηρίζεται ως << συλλέκτης άνω επαφής>> και μπορεί να ανυψώνεται από απομακρυσμένες καταστάσεις εγκατάστασης ανύψωσης .Αυτό συμβαίνει διότι ,πολλές φορές ο συλλέκτης πρέπει να μετακινηθεί και να μην έρχεται σε επαφή με την τρίτη ράγα ,εάν παραστεί

ανάγκη η κάποια βλάβη .Τότε ο συλλέκτης θα πρέπει να μπορεί να διακόψει την επαφή του ,ώστε να αποκαθιστάται η τάση στην γραμμή η στο ίδιο τρένο .Φυσικά όταν συμβαίνει αυτό θα πρέπει η υπόλοιπη συλλέκτες του ίδιου κυκλώματος θα πρέπει να απομονώνονται ,εκτός εάν υπάρχει μελέτη σε περίπτωση βλάβης το οποίο μπορεί να διακοπή η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος από ολόκληρο το τμήμα .Η << συλλέκτες >> ,που έρχονται σε επαφή με την τρίτη ράγα από την κάτω πλευρά η από τα πλάγια ,πιέζονται για να την ακουμπήσουν με την χρησιμοποίηση ειδικών ελατήριων.

Γενικά τα συστήματα τα οποία βασίζονται στην τρίτη ράγα ,παρουσιάζουν δυσλειτουργία όταν επικρατούν άσχημες καιρικές συνθήκες όπως χιονόπτωση και παγετός . Και γι αυτό χρησιμοποιούμε ειδικά τρένα περνώντας στην επιφάνεια ένα ελαιώδες υγρό ,που επιτρέπει την απρόσκοπτη λειτουργία των ηλεκτροκινήτων συρμών.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Βάσει τα όσα είδαμε στην παρούσα εργασία μπορούμε να βγάλουμε χρήσιμα συμπεράσματα σχετικά με την ηλεκτροκίνηση και την μαγνητική αιώρηση της τεχνολογίας maglev . Παρουσιάστηκε ο αντικειμενικός σκοπός και αναφερθήκαμε στην έννοια της μαγνητικής αιώρησης για το πώς αιωρούνται και της ταχύτητες που αναπτύσσουν με τα άλλα συμβατικά τρένα τα τρένα maglev αναπτύσσουν γύρο στα 500χλμ/ώρα .Η περίπτωση αυτόν τον τρένων είναι μοναδική καθώς είναι μια νέα μελέτη σε αυτό το επιστημονικό πεδίο των τρένων και θα βοηθήσει στην αύξηση αυτής της κατηγορίας και παράλληλα στο κόστος που θα έχουν τα επόμενα χρόνια.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Fujimoto,H, Kamijo,Higuchi,T.(1999) Preliminary study of a superconducting bulk magnet for the maglev train.
2. Glvoni,M (2006).Development and impact of the modern high-speed train a review
3. Gottzen, E, & Rogg, D. (1984). Status of high speed maglev train development in the FRG.
4. Hasirci, U , Balikci , A, (2011) . A novel magnetic levitation system : design implementation and nonlinear control.
5. Howell, J . P. (1986) . Aerodynamic response of maglev train models to a crosswind gust . journal of wind engineering and industrial aerodynamics.
6. Meins, J, Miller, L.(1988). The high speed maglev transport system TRANSRAPID .IDEE trans actions of magnetics.
7. Tyll , J . S, Liu , Schetz, J (1996). Experimental studies of magnetic levitation train aerodynamics.
8. Wu, X.(2003) . Maglev train .Shanghai science and technology press.