

## USE OF THE MAGNETIC LEVY PHENOMENON IN THE FIELD OF RAILWAY TRANSPORT VEHICLES

### UTILIZAREA FENOMENULUI LEVITAȚIEI MAGNETICE ÎN CAZUL VEHICULELOR PENTRU TRANSPORT FERROVIAR

PANĂ Elena-Roxana, NEDELICU Alin-Florin, DINU Alexandru  
Facultatea: Transporturi, Anul de studii: I

Conducători științifici: Conf.dr.ing. Vasile MOGA, S.L.dr.ing. Marius DUMITRAȘ

*ABSTRACT: In this paper we will talk about magnetic levitation trains, their principles of function and magnetic field formation. Trains using this system are much more complex than usual, are more environmentally friendly, more nature-friendly and much more cost-effective. The first practical application of the phenomenon of magnetic levitation was in the field of railway transport. Maglev trains use powerful magnetic fields to ensure sustainability and advancement. What makes them special is that there is no contact with the rail, reducing the friction forces and allowing the train to reach very high speeds.*

*CUVINTE CHEIE: levitație magnetică, transport feroviar, Maglev.*

#### 1. Introducere

Prima aplicație practică a fenomenului de levitație magnetică a fost în domeniul transportului pe cale ferată. Cercetările asupra trenurilor cu susținere magnetică au început în 1922 prin lucrările germanului Hermann Kemper (fig. 1). Lucrările sale au fost întrerupte din cauza celui de-al doilea război mondial. Hermann Kemper (5 aprilie 1892 - 13 iulie 1977) a fost un inginer și pionier german în levitație magnetică. În 1933, Kemper a construit un circuit de lucru pentru a se suprapune pe principiul levității electromagnetice, folosind o atracție electromagnetice. El a fost numit brevetul Reichs 643316.

Trenurile Maglev utilizează câmpuri magnetice puternice pentru a asigura susținerea și a avansa. Ceea ce le face deosebite, este faptul că nu există contact cu șina, reducând forțele de frecare și permițând trenului să ajungă la viteze foarte mari. Trenurile Maglev pot ajunge până la 581 km / h. Această tehnologie ar permite trenului să depășească 6437 km / h într-un tunel vidat. Termenul "maglev" nu se referă numai la vehicule, ci și la sisteme de căi ferate, specific proiectate pentru levitație magnetică și propulsie.

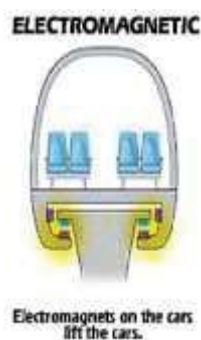


Fig.1. Tren cu susținere magnetică.

## 2. Stadiul actual

Trenurile cu levitație magnetică sunt vehicule propulsate cu ajutorul atracției/repulsiei magnetice și sunt folosite pentru transportul pe uscat. Conceptul care a stat la baza dezvoltării acestora a fost enunțat la începutul anilor 1900 de către Robert Goddard și Emile Bachelet, însă vehiculele au intrat în uzul comun de-abia în anul 1984.

Există două tipuri de trenuri cu levitație magnetică. Primul dintre acestea este pus în funcțiune cu ajutorul suspensiei electromagnetice, care folosește forța de atracție dintre magneții vehiculului și cei ai căii ferate pentru a face trenul să leviteze. Un astfel de model, denumit "Transrapid", este folosit astăzi în Germania.

Primul tren cu levitație magnetică a intrat în uzul comercial în anul 1984, în Marea Britanie. El lega aeroportul din Birmingham de o gară aflată la o distanță de numai 600 de metri. În 1995, vehiculul a fost scos din funcțiune. Primul model german a circulat pentru o foarte scurtă perioadă (1991-1992), în Berlin. Trenul, denumit "M-Bahn", avea rolul de a fluidiza traficul îngreunat de Zidul comunist, care încă stătea în picioare.

În momentul de față, trenurile cu levitație magnetică sunt folosite, în principal, în țările asiatice. Cea mai lungă rută pe care circulă astfel de trenuri leagă orașul Shanghai de Aeroportul Internațional din Pudong, pe o distanță de circa 30 de kilometri. În ceea ce privește recordul actual de viteză al unui vehicul propulsat cu ajutorul levitației magnetice, acesta este deținut de modelul japonez L0: 603 km/h.

## 3. Trenurile Maglev

Un tren cu levitație magnetică, sau Maglev, este un tren care utilizează câmpuri magnetice puternice pentru a-și asigura sustentarea și a avansa. Spre deosebire de trenurile clasice, nu există contact cu șina, ceea ce reduce forțele de frecare și permite atingerea unor viteze foarte mari (anumite sisteme ajung la 550 km/h). Deoarece nu pot fi folosite cu infrastructura existentă, trenurile Maglev trebuie concepute de la zero. Termenul de maglev nu se referă numai la vehicule, ci și la interacțiunea dintre acestea și calea de rulare. Această interacțiune este foarte importantă, fiecare componentă fiind proiectată în funcție de cealaltă pentru a crea și controla levitațiamagnetică.

Diferențele tehnologiei maglev sunt mai mult sau mai puțin asemănătoare, în funcție de producător. Liderii mondiali în domeniu sunt companiile germane Siemens și ThyssenKrupp cu sistemul Transrapid.

Trenurile Maglev folosesc trei tipuri diferite de sisteme:

- ⊙ EMS (Electromagnetic Suspension), bazat pe atracția și respingerea dintre electromagneți și bobine
- ⊙ EDS ( Electrodynamic Suspension), folosind levitația magnetică produsă de supraconductori
- ⊙ Inductrack, care utilizează magneți făcuți dintr-un aliaj de fier(Fe), bor(B) și neodim(Nd), așezați după modelul Halbach.

### *Sistemul EMS*

Sub tren se află electromagneți, în timp ce șinele sunt constituite de bobine. Deoarece sensul curentului electric care străbate bobinele se schimbă permanent, polaritatea acestora se modifică, permițând sistemului de câmpuri magnetice să tragă și să împingă trenul. Electromagneții sunt permanent conectați la o sursă suplimentară de curent pentru ca interacțiunea dintre aceștia și bobine să producă levitația (fig.2).

Trenul levitează la aproximativ 1 cm de șine chiar și atunci când nu se deplasează. Înălțimea este permanent monitorizată și ajustată de computere pentru a evita accidentele. Magneții de pe lateralele trenului mențin stabilitatea și împiedică lovirea trenului de șine în timpul deplasării.

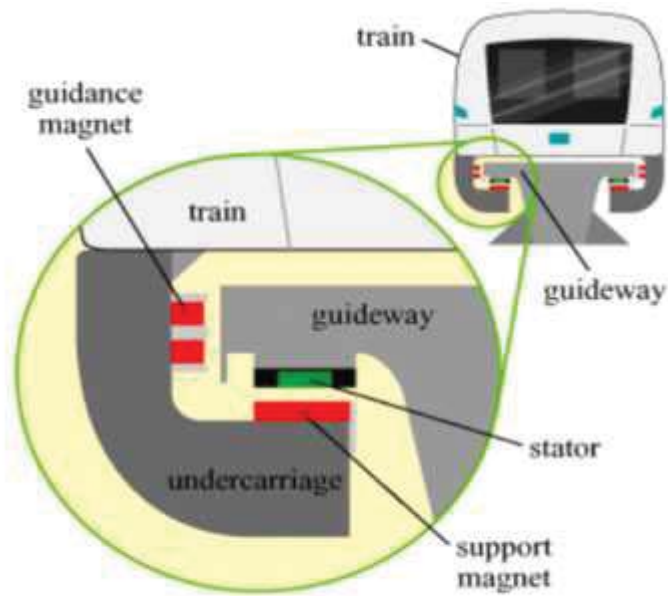
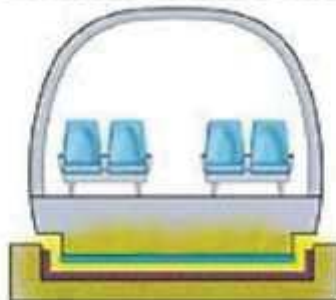


Fig. 2. Poziționarea magneților.

### Sistemul EDS

Supraconductori aflați la temperaturi scăzute sunt situați sub tren, în timp ce bobine sunt plasate de-a lungul șinelor. Spre deosebire de sistemul EMS, se folosesc supraconductori deoarece aceștia pot conduce curentul electric chiar și după ce sursa de alimentare a fost deconectată. Atunci când trenul se apropie de bobine se induce un curent care îi permite acestuia să levițieze la aproximativ 10 cm și să se poziționeze în corect în dreptul șinelor (fig.3).

### ELECTRODYNAMIC



**Electromagnets on the guideway levitate the car.**

Fig.3. Sistemul EDS.

Pentru a deplasa trenul, un alt set de bobine este plasat lângă cele care îl ghidează și, atunci când trenul atinge 100 km/h, se activează bobinele de propulsie. Sensul curentului electric alternează, permițând schimbarea polarității electromagneților (bobinelor), care trag și împing supraconductorii de sub tren determinând deplasarea.

Deși procesul este foarte scump, răcirea supraconductorilor cu heliu și azot lichid reduce pierderile de energie. Aceste trenuri pot atinge 522 km/h, fiind mult mai rapide decât cele care folosesc sistemul EMS (fig 4).

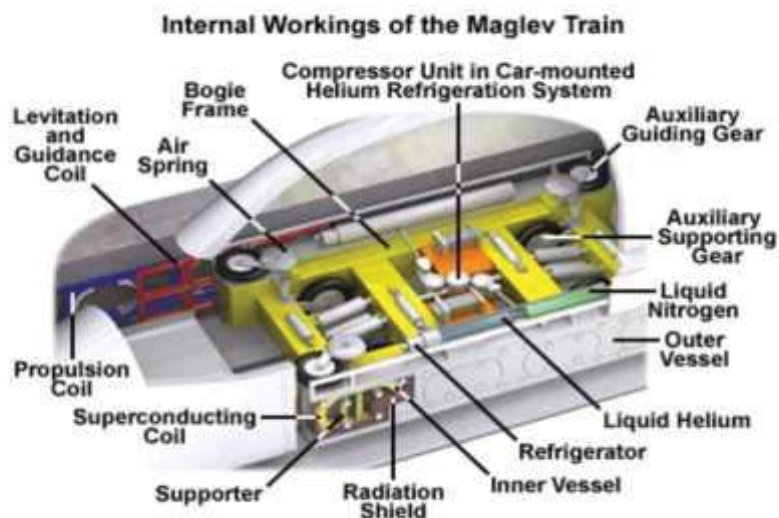


Fig.4. Sistemul EMS.

Supraconductorii reprezintă un tip de conductori electrici a căror rezistență devine practic nulă la temperaturi mai mici decât valori specifice materialelor din care sunt construiți. Această proprietate permite dezvoltarea unor tehnologii precum: vehicule propulsate prin levitație magnetică și care funcționează folosind supraconductibilitatea la temperaturi ceva mai ridicate, vehicule silențioase, care se deplasează fără frecare și care sunt foarte ușor de accelerat.

Ideal, un supraconductor ar trebui să funcționeze la temperatura camerei, sau cel puțin la o temperatură suficient de „ridică” încât să poată fi menținută cu echipamente de răcire relativ ieftine.

Nu este încă înțeles exact motivul pentru care materialele supraconductoare se comportă în acest fel. Una dintre teorii susține că electronii se deplasează în grupuri (grupuri Cooper) prin conductor și nu individual cum este cazul deplasării normale ale electronilor; acest lucru ar avea o legătură directă cu deplasarea lor fără frecare. Este interesant de menționat faptul că și în cazul fluidelor există un fenomen similar, denumit suprafluiditate, rezultând într-o curgere fără frecare a moleculelor, în special în cazul heliului lichid.

#### *Sistemul Inductrack*

Magneții de sub tren sunt dintr-un aliaj de fier, bor și neodim, care generează un câmp magnetic mai puternic, și sunt aranjați după modelul Halbach, concentrând câmpul magnetic. Șinele sunt constituite din bobine care creează un câmp magnetic ce respinge magneții, determinând levitația trenului (fig.5).

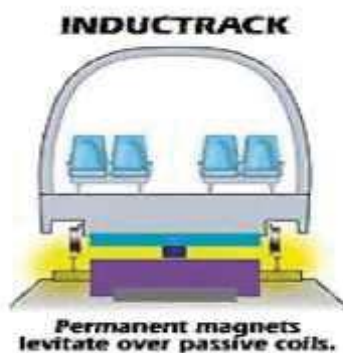


Fig.5. Sistemul Inductrack.

Aceste tipuri de trenuri levitează la aproximativ 2,54 cm și sunt mult mai stabile. Există două tipuri de modele: Inductrack I pentru viteze mari și Inductrack II pentru viteze reduse (fig.6).

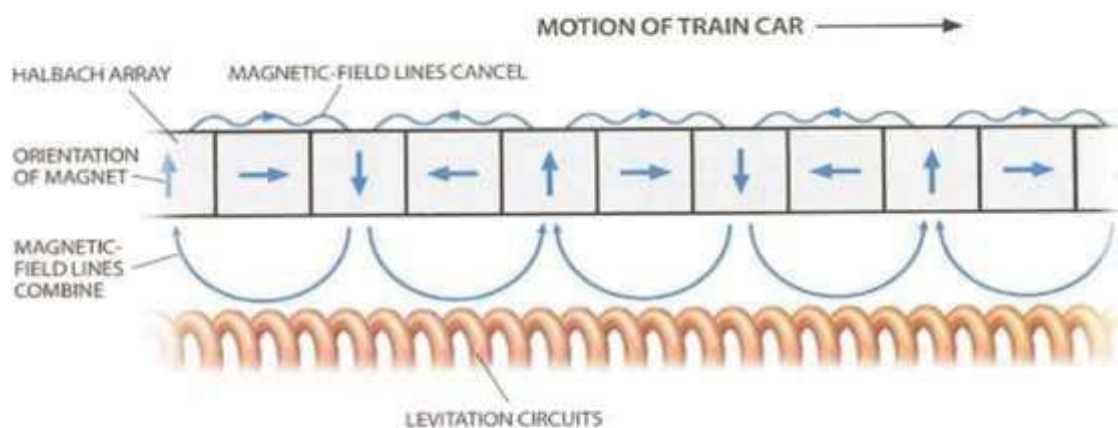


Fig.6. Sistemul Inductrack II.

Avantajele trenurilor Maglev este că ajung la viteze mult mai mari decât cele obișnuite, au accelerația mai bună și pot urca pante mai abrupte. Randamentul energetic este superior și sunt mult mai sigure neexistând riscuri de deraiere. În cursul deplasării sunt mult mai silențioase decât cele obișnuite.

#### 4. Concluzii

Trebuie precizat de la bun început că în lipsa unui sistem în exploatare pe scară largă, nu se pot face aprecieri corecte cu privire la avantajele sistemului, mai ales în ceea ce privește partea economică.

Levitația magnetică reprezintă o metodă folosită pentru a suspenda un obiect în aer, fără niciun contact fizic. Sistemele de levitație magnetică au primit o atenție crescută în ultima vreme datorită importanței practice în multe sisteme inginerești. Ele au devenit populare în numeroase aplicații cum ar fi: trenurile de mare viteză, rulmenții magnetici, turbine eoliene, frâne magnetice.

Calea magnetică suspendată, pe care circula trenurile Maglev (o abreviere de la sintagma englezească “magnetic levitation”), reprezintă o tehnologie avansată, care utilizează forțele magnetice pentru a ridica, ghida și propulsa un vehicul. Prin sisteme de control extrem de precise, este eliminat contactul direct dintre tren și calea de deplasare, ceea ce facilitează dezvoltarea unor viteze foarte mari, în jur de 500 de kilometri pe ora. Din acest punct de vedere, călătoria într-un tren cu levitație magnetică este comparabilă cu una făcută cu avionul (situație în care se pot atinge 500 – 700 kilometri pe ora), sistemul Maglev devenind, astfel, o opțiune atractivă pentru secolul al XXI-lea, când parcurgerea distanțelor mari, în timp cât mai scurt, a devenit o necesitate dictată de ritmul vieții moderne.

##### *Avantajele trenurilor magnetice*

- ⊙ nu există frecare cu șina, astfel se pot atinge viteze foarte mari;
- ⊙ sunt mult mai puțin zgomotoase, iar mișcarea este mai lină;
- ⊙ consumă mai puțin curent electric decât trenurile clasice (curentul electric este necesar pentru dezvoltarea câmpului magnetic);
- ⊙ șina trenurilor maglev este de regulă suspendată pe stâlpi, la o înălțime de 10-20 m de sol; acest fapt reprezintă un avantaj din punct de vedere ecologic: de regulă, rutele de transport, fie ele drumuri, șosele, autostrăzi, căi ferate, sunt construite la nivelul solului (pe sol), și traversează (taie) suprafețe mari de pășuni, pajiști, păduri, diminuând sau chiar blocând deplasarea animalelor dintr-o parte în alta.

- ⊙ condițiile meteo(ploaie, zăpadă, îngheț etc) nu afectează funcționarea trenurilor maglev;
- ⊙ trenurile maglev nu polueaza atmosfera prin eliminarea de noxe.

⊙

#### *Dezavantajele trenurilor magnetice*

- ⊙ trenurile maglev nu pot funcționa pe șinele clasice de tren, au nevoie de un tip de șină specială;
- ⊙ costurile necesare pentru infrastructură (șine, garnituri de tren) sunt foarte mari comparativ cu trenurile clasice;
- ⊙ stabilitatea trenurilor magnetice în mers este asigurată de un sistem computerizat foarte precis; la viteza mare, o mică eroare a acestui sistem poate duce la atingerea șinei și la un posibil accident;
- ⊙ câmpurile magnetice puternice pot afecta laptopurile, telefoanele mobile, cărțile de credit, iar efectul asupra sănătății umane pe termen lung este încă necunoscut.

Trenurile Maglev sunt silentioase, economice, complet ecologice și se deplasează cu viteze ametoare. Când punctualitatea devine o prioritate de importanță maximă, trenurile de tip Maglev sunt printre puținele mijloace de transport terestre care pot veni la ore fixe în stațiile de destinație, cu o precizie aproape elvetiană.

## 5. Bibliografie

- [1]. Abhishek Mehra, ” *Maglev and its application's* -project report,Lovely Professional University Phagwara, 2009
- [2]. Boldea , S.A.Nassar, ” *Vehicule pe pernă magnetică – propulsie, levitație și ghidaj*”, Editura Academiei Republicii Socialiste România , Bucureți, 1981
- [3]. Dusty Funk, Kyle Gestla, ” *Magnetic Levitation Train- final report* ” Bradley University,2006
- [4]. Kamla Nehru, ” *Maglev trains* ” Institute of Technology Sultanpur,sesion 2008-2009
- [5]. Lilienkamp Katie, Lundberg Kent, ” *Low cost magnetic levitation project kits for teaching feedback system desingn* ,” Massachusett Institute of Tehnology, 2004
- [6]. ” *Magnetic Levitation Experiment* ” – University of Queensland, 2007
- [7]. Russel Ray, ” *Magnetic Levittation Vehicle* ”
- [8]. Saurabh Singhal , ” *Seminar report of Maglev trains* ” Department of Mechanical Engineering
- [9]<http://www.descopera.org/>  
<http://www.maglev.net/>  
<http://www.21stcenturysciencetech.com/>  
<http://www.enational.ro/>  
<http://alltransport.com/>  
<http://ninpope-physics.comuv.com/>  
<http://ro.wikipedia.org/www.trenuri.go.ro>  
<http://www.eco-style.ro/>