

ABIADURA HANDIKO TRENA (AHT/TGV)

Hegazkinen abiadurara errei gainean Europan zehar

Andoni Sarriegi Eskisabel

AHTk jada, hegazkinaren profila du. Ibilera arrunteko trenak, airean hegazkinak baino erabiltzen ez zituzten abiadurak lortu ditu lurrian errei gainean. SNCFk aurrerapen gotorra egin du abiadura handiko garraioan. Dagoeneko AHTren Europaz mintzatzen hasiak dira eta hemendik 2.000. urtera, ez da mugarik izango AHTrentzat. Teknologia frantziarrak ongi eta oso azkar birarazten ditu bere trenmakinen gurpilak. Oraingoz behintzat, munduko lasterrenak dira errei gainean.

AHT markatik markara dabil Frantzian. Elhuyar aldizkari honetan bertan, emana da orain artekoen berri (33. alea, 1990eko martxokoa, 12/15. orr. eta 37-38. alea, 1990eko uztail-abuztuetakoa, 6. orr.). Sarrera gisa, on dukegu marka-hobekuntza honen jarraipen-koadroa ikustea.

Duela hogeitahiru urte, *Capitale*, 200 km/h abiadurara zebilen Parisetik Toulouserera gurpil gaine-

an. Garai hartan, injineru batzuek, kalkuluak eskuetan, errei gainean zebilen ezein merkatal tren normalek abiadura hori ez zuela gaindituko *demonstratu* zuten, ezen gainditzekotan, aire-kuxinak edo eskegipen magnetikoa erabiltzera pasa beharko bait zuten.

Handik hiru bat hilabetera edo... Korean, nazioarteko symposium batean, beste injineru-andana batetik, honako iragarpen hau bota zuen bere ekuazio eta ordenadoreen laguntzarekin: alegia, korronte-

-harrera egiteko katenaria/pantografo-sistema erabiliz, sekula santan ez zela 450 km/h-ko abiadurara pasatzerik izango.

Frantziako SNCFkoek gaur egun, bi aldiz ere gainditu dute abiadura hori katenaria/pantografo-sistema erabiliz (1989-12-05ean TGV 325 Atlantiarra 482,5 km/h abiadurara Courtalain eta Château-Renault artean, 166. kilometroan eta 1990eko maiatzaren hasieran, TGV Atlantiar berri esperimental berezia 510,6 km/h abiadurara us-

*Abiadura-marken
jarraipen-koadroa*

Bidaiari-trenen abiadura maximoak	Errei gaineko abiadura-markak
1950: 140 km/h, 2D2 trenak Paris-Lyon	1955: 331 km/h, 7907 eta BB9004 trenak
1957: 150 km/h, CC7100 trenak, Paris-Marseilla	1981: 380 km/h, TGV S-E trenak
1967: 200 km/h, CC6500 trenak, Paris-Toulouse	1988: 406,9 km/h, ICE alemaniarrak
1981: 260 km/h, TGV S-E trenak, Paris-Lyon	1989: 482,4 km/h, TGV A trenak
1983: 270 km/h, TGV S-E trenak, Paris-Lyon	1990: 510,6 km/h, TGV A trenak
1989: 300 km/h, TGV A trenak, Paris-Nantes	



Mekanikaria (gidaria) bere makinaren komando artean, etengabeko irratitelefonozko harremanetan Paris-Montparnasse-ko postuarekin.

tiatu gabeko trenbide berri batean). Bietan ere, aipagarria da, tren arruntek lortu zituztela markak, hots, zirkulatzeko asmoz egindako ereduak, bigarrenak horretarako zenbait hobekuntza eta aldaketa jasanak bazituen ere (gurpilak handitu, motoreak indartu, etab.).

Komunikazioak

Tren hauek oraindainokoekiko duten alde nagusienetako bat, duten komunikazio-sistema zabala da. Honek gaur egun, bertan sartutako informatika eta ikusentzunezko tresneria ugaria esan nahi du. Adar bakoitzean, elkarri konektatuta lanean diharduten 16 ordenadore daude eta trenaren eginkizun guztiak zaintzen dituzte: trakzioa, balaztaketa, seinaleztapena, barruko giroa, etab. Guztia kontrolatu

ahal izateko, gidariaren gela kontrol-aparatu beteta dago, adar bakoitzeko akats eta funtzioen datu guztiei memorian uneoro sarrera eskainiz. Informazio guzti hauek irradi bidez transmititzen dira Pariseko kontrol-postu zentralera trenari iritsi baino 2 ordu lehenago hasita.

Horretarako, erreibidearen luzera osoan zehar, 10na km ezarritako transmisio-balizen sistema osoa erabiltzen da. Komunikazioa ordea, beste sistema batzuen bidez ere egin daiteke. Adar bateko prestakuntza eragiketek, beren sail estankoa dute zuzenean Pariseko postu zentralak aginduak emanda, hala nola trenaren barruko giroaren bidean zeharreko egokitzapena, bidaiarientzako bidean zeharreko informazioa, ohizko beste zenbait kontrol, etab.

Bolante beltz handia aurrean izaki, hegazkineko pilotu-gela diru-

di benetan tren hauetako gidari-kabinak eta gidatzaileak ere aeronautikako Giravion Dorand sozietateak fabrikatutako simulatzailearekin prestatzen dira.

Eskudel arraroak, orratzak multzoka, eguzki-irradi/tren-sistema, eta abarrek, mekanikari (gidari) eta Pariseko trafiko-erregulatuzailearen artean etengabeko harremana mantentzen dute. Dena dela, kabina barruko koadroetako etengailurik gehienak hala ere, aire-giroketarako aginduak emateko dira.

Katenaria/pantografoa

Katenariari dagokionez, aldaketarik egin behar izan dute noski, baina ez sistemarekiko. Sistema berbera da, baina katenaria teinkatu egin behar izan dute. Hori, ondorengo fenomeno honi irtenbidea aurkitzearen egin da. Katenaria/Pantografo-sistema erabiltzean, ukimen hori dela eta, uhinak sortzen dira katenarian eta uhin horien hedapen-abiadura, katenari kablearen masaren eta teinkadura-tentsioaren baitakoa izaten da. Oro har eta 450 km/h-ko abiadurara iritsi artean, trenaren zirkulazio-abiadura baino handiagoa izaten da hedapen-abiadura hori, baina zirkulazio-abiadurak balio kritiko horren ingurura iristean eta bereziki gaintzean, trenak atzeman egiten du uhina eta katenariaren uhindura horrek, katenari kableak pantografoari ihes egitea eragiten du (hortik Koreako muga-aipamena).

Erremedioa ere ordea, aurkitu egin diote arazo honi, katenariako kablearen tentsioa handituz eta ondorioz uhinaren hedapen-abiadura berriro ere trenarena baino handiagoa izatea lortuz, hots, orain arte abiadura kritiko izan den horretatik aurrera zirkulatzeko, katenariaren teinkadura-tentsioa handiagotuta konpondu dute arazoa. Normalean 2.000 daN (dekanewton) izaten zena, 2.700 daN-era igo dute eta horrela, uhinak katenari kablean lortzen duen abiadura, 520 km/h-koa izatera iritsi da, lortu zuten zirkulazio-abiadura (510,6 km/h) baino zertxobait handixeagoa. Horrela gaintu dute beraz oraingoz, 500 km/h-ko abiaduraz goitik zirkulatu ahal izateko sistema horrek zuen oztopoa.

Mekanikariak (gidariak) hegazkin-pilotuek bezala, simulatzaile informatiko batean hartzen dute informazioa, gidari-postuan erreproduziturik. Irudiak, paisaia eta erreibidea agertzen ditu bideodiskoak erregistratutako benetako irudietatik abiatuta. Gainera, panelak, seinaleak, etab. mahai-azalean...



Katenariari gertatzen zaiona.



Pantografoak 500 km/h-ko abiaduraz goitik, katenariako kablea behar bezala eta etengabe igurtz dezan, bideo-kamerak jarri dituzte eta hauen esanetara behar adinako presioz estutzen du pantografoak katenariako kable teinkatua, uhindura sorterezitako zatian katenariak pantografoari ihesik egin gabe.



Bideoz kontrolatzen da katenaria/pantografo arteko kontaktua.

Beraz, Korean hitz egin zutenek zerbait asmatu zuten (dena ez izan arren) eta katenaria/pantografo-sistemaren arazoak iragarri zituzten. Gutxiago asmatu zuten *Capitole*-ren garaian hitz egin zutenek. Noski, horiek ez dira gaur-gaurkoz zirkulazio-abiadurak. Egun, 300 km/h-koa da abiadura handietan zirkulazio normalerako abiadura nagusizat hartzen dena. Baina litekeena da besteak ere luzaro gabe iristea. Beraz, trena ere, hegazkinen zirkulazio-abiadura minimoetara bederen, hurbiltzen ari dela esan daiteke.

Bestalde, abiadura horietan zirkulatzeko behar den 13.000 kW-eko potentzia katenariako kablearen 1,5 cm²-ko sekzioan zehar joan eta pantografora pasatzea bera ez da txantxa. Ukitze-presioak presio, hain ukitze-sekzio txikian Joule efektuak ere bere ondorioa du. Horregatik, markak neguan

(1989koa) edota udaberri-hasieran (1990ekoa) egin ziren giro-tenperatura hotza edo freskoa zenean. Bestalde ordea, 0°C inguruan aireak dentsitate handia du eta erresistentzia aerodinamikoak hazi egiten da. Dena dela, M. Lacôte-ren eritziz, 10°C ingurukoa litzateke giro-tenperaturarik egokiena, tenperatura/airearen egoera bikotea kontutuan hartuta, bai katenaria/pantografo-sistemarentzat, bai motore auto-sinkronoak nahiz automatismo elektronikoak behar bezala hozteko aukera izan eta tenperatura egokian funtzionatzeko eta baita erresistentzia aerodinamikoak ere handiegia ez izateko.

Bogiearen eta erreien berezitasunak

Marka berri hauek lortzeko erabili behar izan dituzten motore autosinkronoen ezinbesteko prestakuntza eta xehetasunak alde batera utzita (Elhuyar-en 33. alean zabalkiro adierazita daude), artikulu hartan bogiez adieraziez gainera, ongi erizten diot beste xehetasun batzuk ere azaltzeari. AHT trena ere, tren moderno guztiak bezalaxe, bi bogieren gainean muntatuta dago, eta bogie bakoitza bi ardatz-koa da. Ardatz horien eta beren gurgileen gainean eskegita daude motoreen txasisak (bogieak) eta hauen gainean ibilgailuarena (kaxa). Bogiea ordea ez da zuzen-zu-



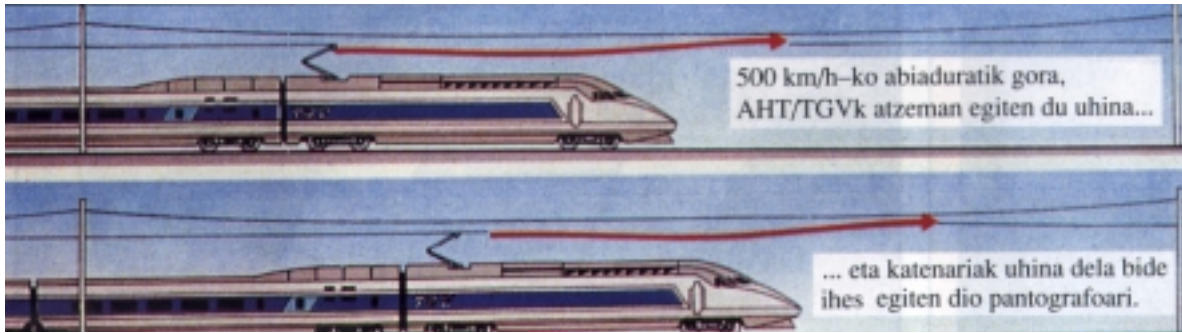
Gurgil koniko muntatudun ardatza barnerantz inklinatutako erreien gainean.

zen alboetara higitzeke joaten gurgilek biratu ahala aurrera doanean (abiadura horietara bereziki). Bere ardatz bertikalarekiko angelu txiki bat biratu ohi du alboetarantz, nola ezkerretarantz hala eskuinetarantz. Horretaz gainera, gora-beherantz ere higitzen da. Azkeneko higidura hau askoz ere kontrolatuagoa aurkitzen da eskegidurako malguki, motelgailu eta elementu elastikoen bitartez eta tren hauek iritsi duten erosotasun-mailak berorien azterketa zehatzik merezi lukeen arren, gaurkoan bederen saihestu egingo dugu eta alboetaranzko higidurari eskainiko diogu geure arreta.

Esanaren arabera bada, errodatu sistema osoaren geometria da alboetarantz ere egonkor mantenduz aurrera egin behar duena; eta abiadura handian egin ere. Horregatik, trenaren oreka, bi erreiak barnerantz inklinatuta dituzten erreibide berrietan profil koniko-ko gurgil-bikoteek errodatuta zirkulatuz lortzen da hein batean.

Era honetan, bogiea, bola bat V erako profildun pieza baten gainean bezain sendo aurkitzen da erreie gainean; horrela, bi erreien arteko erreazioen bidez, bata bestearekin ezabaturik dira alboetaranzko indar-osagaiak eta berorien ondoriozko higidura-joerak eta beren orekarik onena lortzen dute edozein albo-perturbazio sortzean ere. Kontutan hartu behar da, erreibidea ez dela beti nibel dagoen lerro zuzen geometrikoa eta zurrumbilo aerodinamikoek etengabe astintzen dituzte la trakzio-elementuak nahiz atoiak (direla bagoiak, trenkaxak nahiz trenmakinak).

Bogieek gainera, erreibidean duten lasaieraren arabera, sigi-saga higidura-mota baten arabera zirkulatzen dute (mozkorrek bezala, baina balantza bide luzeagoan zehar eginez) nahiz eta abiadura handietan eta erreibide oso doituetan uhindura hori arindua gertatu.

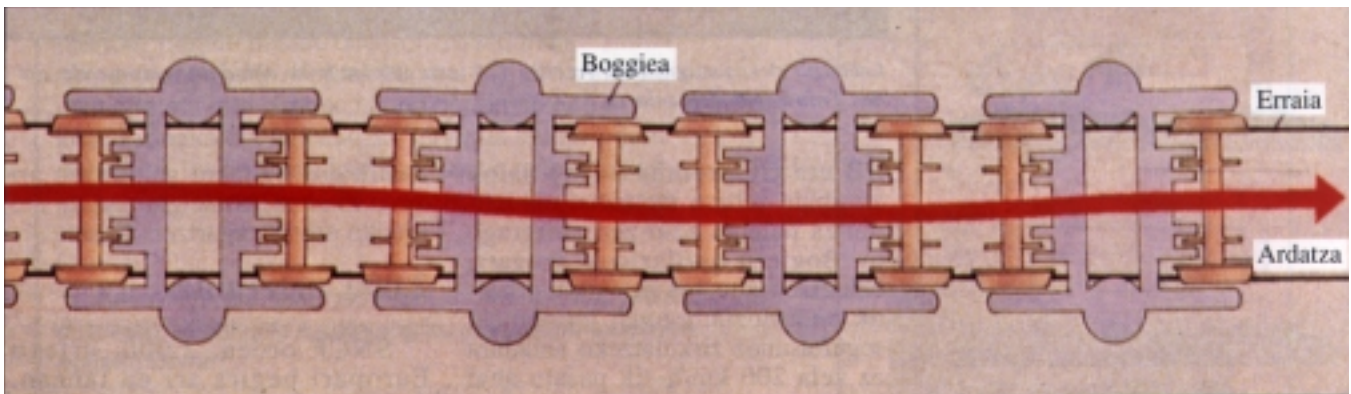


Horrela, oszilazio-angeluaren amplitudea murriztu egiten da bogiearen luzeran zehar, baina multzo osoago eta handiago bezala funtzionatzen duenez, bere inertzia iharduneko masa kolpera hazten da eta inertzia iharduna ere bai aldi berean, oszilazioak (sigi-sagakoak)

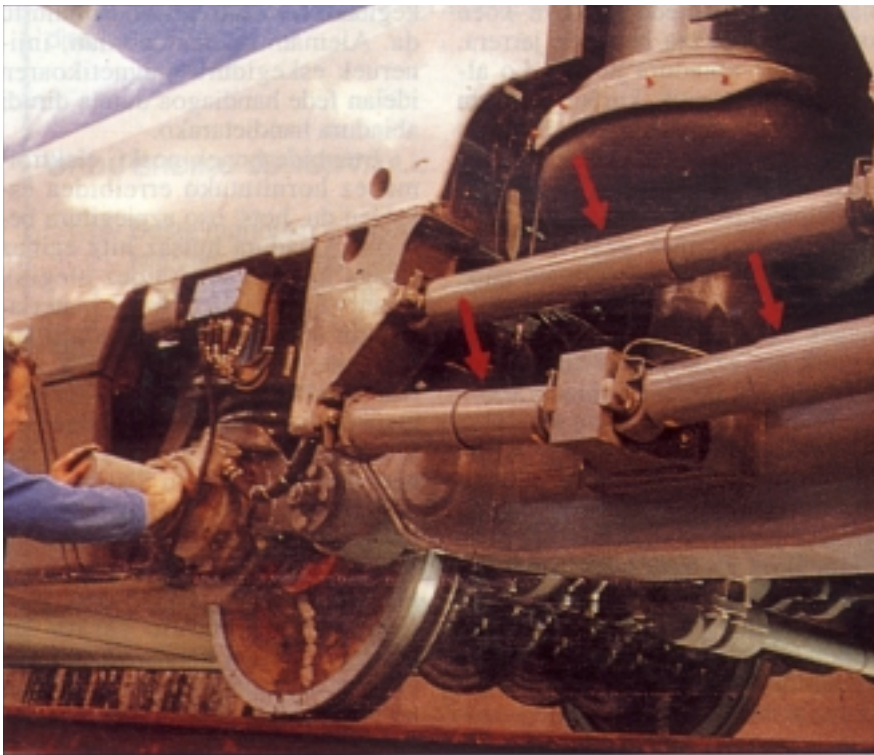
txikiago eta nagiago bilakatuz eta bogiea beti ere erreibidearen erdirantz bideratuz.

Bi ardatzen arteko distantzia murrizteak berriz, alderantzizko efektua eragiten du. Beraz, egundaino aurkitu den soluziorik onena eta lehenengo AHT/TGVtik beretik

onartua izan zena, ardatz arteko distantzia 3 m-tan finkatzea izan da (erreiartea 1.435 mm-koa dela). Bogie-eredu hau, tren aurrera doan heinean egonkortasuna mantenduz 500 km/h-ko abiadura jasateko egokia gertatu da. Esan beharra dago, ongi eta luzaro kal-

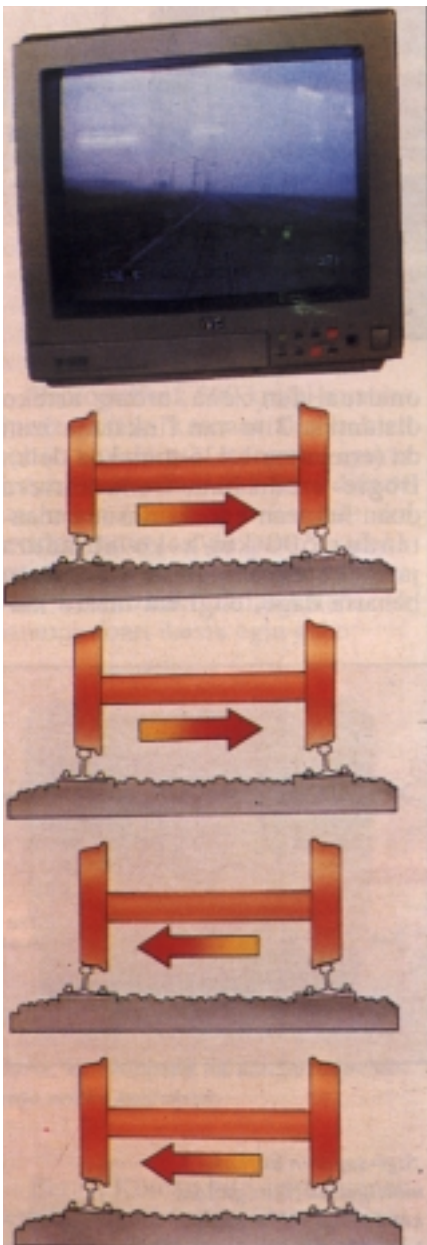


Bogieen sigi-saga higidura erreibidean zehar.



Sigi-sagaren aurkako 3 motelgailuk (ikus geziak) kontrolatzen dute bogie bakoitzaren albo bakoitzean ibilgailu osoaren "dantza", 3 kaptadore elektrikok neurtuta. Horrek damaio segurtasuna 500 km/h-ko abiaduraz goitik arriskurik gabe zirkulatzeke.

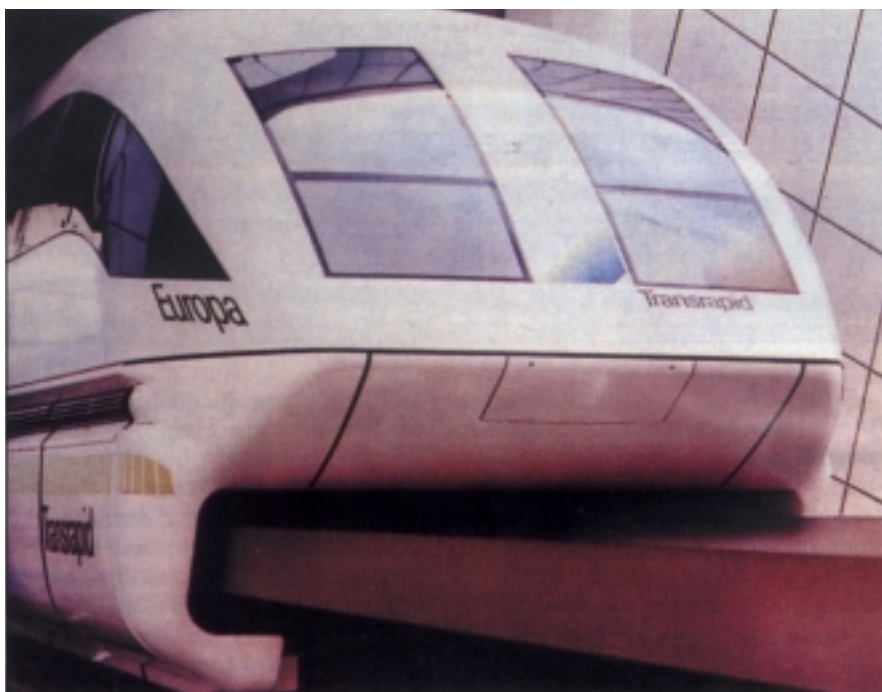




Gurpilen erreibidearekiko atzekidura, bideo-kameraz erregistratzen da. Ardatz bakoitza orekan dagoen doikuntza da, bi erreiri inklinatuek barnerantz eraturako txokoan kaxaren eraginez ezker-eskuin astiro oszilatuz. Oszilazio horiek, segurtasun-mugetan mantendu behar dira.

kulatutako lotura elastiko eta motelgailuen sistema konplexuaren fruitu dela alboetarako oszilazio indartsu horien deuseztapena.

Sistema honek beraz, segurtasuna emateaz gainera, egundoko erosotasuna damaio ibilgailu osoari. Markaren sekretuetako bat ere horretan datza. Lehenagoko eredu batzuek ere lortu zituzten abiadura handi samarrak (1955ean 331 km/h



Lebitazio elektromagnetikoa erabiliz, 120 tona 400 km/h-ko abiadurara eramateko gai den Transrapid alemaniarra.

BB eta CC trenmakinek) baina erreibide zeharo uhinduan eta baldintza haietan ezin zen aurrerago jo. Bogieen oszilazioek, izugarri behartzen zituzten erreiak eta hortik ondorioztatu zuten injineruek, segurtasunez zirkulatzeko abiadura ez zela 200 km/h-tik pasatu ahal izango.

Ezinbestekoa izan da beraz erreie astunagoak (60 kg/m-ko pisudunak, lehengo 40 edo 50 kg/m-koen orde) jartzea eta berorien jarrera, zirkulazio-abiadura hobetzeko aldatzea. Horregatik, kurbengatik eta seinaleztapenagatik egin behar izan dituzte erreibide berriak. Egundora, erreibideak hobetu eta bogieetan aipatutako oszilazioen aurkako moteltze-sistemak ezarrita, milimetro bat bera ere deformatu gabe zirkulatu ahal izango dute ibilgailu hauek 500 km/h-ko abiadurara (zer esanik ere ez oraingoz zirkulazio-koa den 300 km/h-ko abiadurara).

Ibilgailuak berez duen egonkortasunari dagokionez beraz, AHT/TGV hauek duten lotura giltzatu elastikoen sistema da arrakastaren arrazoi nagusienetakoa. Hori gabe ezinezkoa zatekeen frogatan ere 400 km/h-ko abiadura gainditzea. Honen ezinbesteko osagarria noski, lehen aipatutako diseinu berriko erreibide zeharo berri eta ordenadorez kontrolatua da. Oraindik zerbitzu publikoan guztiz jarri ez

badira ere, egunero gainditzen ari diren markek, laster gure artera ere iritsiko direla iragartzen digute.

2.000. urterantz

SNCF ordea, 2.000. urteko Europari begira ari da lanean. Baina, bada besterik ere European nahiz munduan. Frantzia Bertin injinerua, aire-kuxinik gabe eskegitako trenetan aitzindari bihurtu da. Alemanian eta Japonian, injineruek eskegidura magnetikoaren ideian fede handiagoa dutela dirudi abiadura handietarako.

Irtenbide honek noski, elektroimanez hornitutako erreibideak eskatzen du, hots, oso azpiegitura berezia. Abiadura hutsaz hitz eginez (froga hutsetarako saioez alegia), eskegidura magnetikoaren materialarekin 435 km/h-ko abiadura iritsia dute, baina alde honetatik meritu handiagoa du AHTk, serieko eta zirkulazio normaleko ibilgailuekin abiadura hori gaindituta. Gainera egiaztatu bide du SNCFk abiadura handiko trenen bidez (abiadura desberdinetan zirkulatzeko burdinbideen bidez gainera), ibilbide luze-ko bidaiak egitea posible dela. Hori oraingoz Frantzia garatu da gehienbat, baina hemendik aurrera, Europa osoa dute helburu, munduko beste alderdi batzuk ahaztu gabe baldin bada ere.