

TGV. ABIADURA HANDIKO TREN BERRIA

Jon Otaolaurretxi

Frantzian ezaguna da Parisetik Lyonerako eta Mediterraniorako TGV edo Abiadura Handiko Trena. 1981. urtean errail gaineko munduko marka ezarri zuen (380 km/h), baina azken aldian (1989.eko abenduan) Parisetik Atlantiar Ozeanora doan Abiadura Handiko Trenak hautsi du marka hori (482,4 km/h) eta aurtengo irailean izango dugu Baionan.

TGV atlantiar eta mediterraniarraren artean, koloreaz aparte itxuraz ez dago diferentziarik. Bata urdina eta bestea laranja-kolorekoa izateaz gain, kanpotik begiratuta gainerakoan berdinak dira: forma, ziluenta, etab. Kontu handiz aztertuz gero ordea, badira desberdintasunak. Trenmakinararen karrozeria zertxobait aldatua dauka eta lehen eta azken bagoi eragileen artean TGV atlantiarrak (orain Bordeleraino doanak) beste hamar bagoi ditu, mediterraniarrak zortzi dituelarik.

Bataren eta bestearen abiadurari begiratzuz ere bada desberdintasunik. TGV normalak 270 km/h du bere ohizko abiadura eta TGV atlantiarrak 300 km/h. Bidaiariak daramatzala 30 km/h gehiago lortzeko ordea, kanpoko soineko berdintsua mantenduz barneko makineria asko aldatu behar izan du. Motoreak berriak dira (arinagoak eta bi aldiz potentegoak), balazten ahalmena %70 handiago da (eta gainera blokeoaren kontrako mekanismoa dute), esekidura pneumatikoa da, bagoiak arinagoak dira, etab.

TGVren egitura

Dena dela, TGVren oinarritzko egitura mantendu egin da, praktikak frogatu

duenez funtzionamendurako oso egokia delako. Tren osoak bi bagoi eragile ditu (lehenengoa eta azkenekoa) eta horien artean multzo homogenoa osatuz hamar bagoi artikulatu, biren elkargunearen azpian bogie bat dutelarik. Ez dago beraz tren klasikotan bezala trenmakina bat eta gero atzetik bagoi independenteak, bakoitza bi bogiez horniturik.

TGVren egiturak baditu bere abantailak. Bogie gutxiago izan eta bagoi arteko espaziorik gabekoa delako, zurrumbilo gutxiago sortzen du aireak eta aerodinamikoki askoz hobea da. Hiru metroko bogieak ditu eta bertan motorea esekita du. Motoreak erreduktore eta lotura homozinetikoaren bidez (automobiletan bezalaxe) gurpilari biraketa-abiadura transmititzen dio.

Gero eta azkarrago

Trenaren abiadurari dagokionean, ohizko abiadura 270 km/h-tik 300 km/h-ra aldatzeak arazo asko sortu ditu; 200 km/h-tik 260 km/h-ra aldatzeak baino gehiago. 200 km/h-ko ohizko abiadura 1967. urtean lortu zuen Frantzian Parisetik Tolosara zihoan "Capitole" izeneko trenak. 1981. urtean TGVren ohizko

abiadura 260 km/h-koa zen. Hori lortzeko ordea, trenaren materialak eta egitura erabat desberdinak ziren. Bagoi eragileek eta tartekoek multzo artikulatua osatzen zuten eta askoz ere arinagoa zen.

Abiaduraren arazoak

Abiadura bizkortzeak nahikoa erraza ematen du begiratu batera. Badirudi traktiorako potentzia handiagoa ipintzearekin aski dela, baina gauzak ez dira hain sinpleak. Tren normal bati 300 km/h-ko abiadura ezartzen saiatuko bagina, deskarrilatu egingo litzateke lehenago trenbidea eta bogieak horretarako prestatu egongo ez liratekeelako. Gainera abiadura horrek balaztaketaren arazoa areagotu egingo luke.

Abiadura igotzeak beraz, elkarren kontra dauden parametro desberdinak lantzea eskatzen du. Arinagoa izan behar da batetik azeleratu eta balaztatu behar den masaren inertzia gaintzeko, eta potentzia handiagoa eduki behar bestetik. Potentzia handiagoa transmititzeko ordea, pisu handiagoa eduki behar da.

Treanean jokoan dabilzan indarrak, abiaduraren karratuaren arabera igotzen dira eta potentzia abiaduraren kuboaren



TGV atlantiarraren maketa. Munduko errei gaineko abiadura-marka ezarri du. Ohizko abiadura 300 km/h-koa da.

edo ber hiruren arabera. Adibidez, abiadura 100 km/h-tik 200 km/h-ra igarotzeko, erresistentzia lau aldiz handiagoa eta potentzia zortzi aldiz handiagoa beharko lirarteke. TGV atlantiarrean ere horixe gertatu da: abiadura %11 igo da (270 km/h-tik 300 km/h-ra), erresistentzia aerodinamikoa %23 eta potentzia %36. Praktikan beraz, dena berrikusi behar izan da trenean: esekidura, egon-

kortasuna, bidaiarien erosotasuna, balaztaketa, seinaleak, etab.

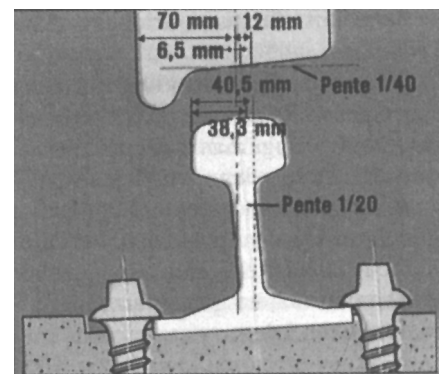
Trenbidea ere berria

Erreiek dena dela, ez dute buruhauste handirik eman, zeren eta TGVrentzako trenbideak diseinatu zirenean 300 km/h-ko abiadura baino handiagoak hartu bait ziren kontutan. Horregatik lortu dute es-

perimentalki munduko errekorra.

Ez da ahaztu behar ordea 1955. urtean Landetako tarte zuzen batean gertatu zena. CC eta BB tren esperimentalek 331 km/h-ko abiadura lortu zuten, baina trenbidea uhinez betea eta hondatuta geratu zen; dena berritzeko moduan. Abiadura horietan izan ere bogietako gurpilek al-bora ematen dituzten kolpeak ikaragarriak izaten dira (abiaduraren karratuaren arabera hazten dira).

TGVrentzako trenbidea beraz, trenbide normala baino askoz ere astunagoa, egonkorragoa eta doitasun handiagokoa da. Erreiak astunagoak dira; 60 kg/m-koak (normalek 45 edo 50 kilo pisatzen dituzte) metroko. Lurrean hobeto finkaturik daude eta aldi berean paralelotasuna eta lerrokadura kontu handiz kontrolatu zaizkie. Tresna optiko zehatzak erabili dira kilometroko luzeran milimetro gutxiko diferentziak egon daitezen.



Bi erreiak erdi aldera zerbait inklinaturik daude. Horrela trenaren egonkortasuna askoz ere hobea da.

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
1967: 200 km/h, CC6500 trenak, Paris-Tolosa	1988: 406,9 km/h, ICE alemana
1981: 260 km/h, TGV S-E trenak, Paris-Lyon	1989: 482,4 km/h, TGV A
1983: 270 km/h, TGV S-E trenak, Paris-Lyon	
1989: 300 km/h, TGV A trenak, Paris-Nantes	

Batezbeste TGVrentzako trenbide-kilometro bakoitzak 4.000 tona balasto, 1.600 trabesa (392 tonako pisua dute) eta 120 tona errei ditu.

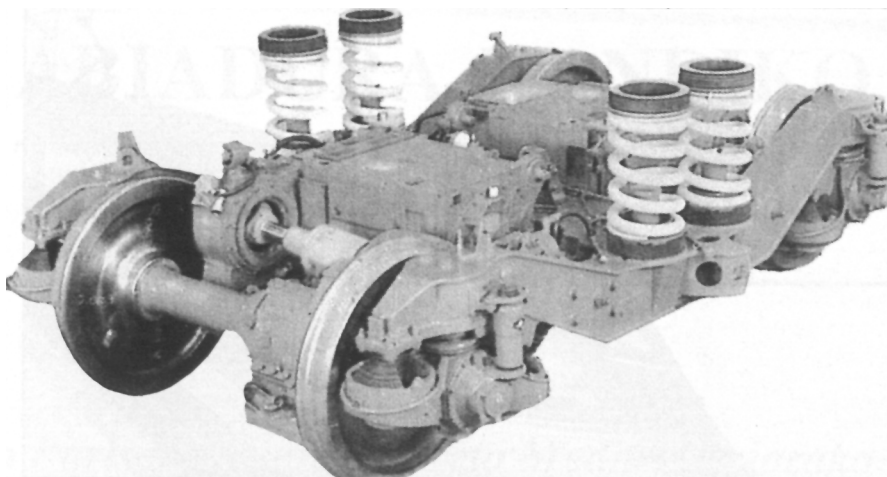
Trenmakinareen motoreak eta potentzia

Abiadura handi horietan ibiltzeko ordea, trenbide ona ezezik potentzia handiko trenmakinak behar dira. Trenmakinareen tamaina handiak besterik pentsaraz badezake ere, lekuri handiena ez dute motoreek hartzen; transformadore, haizagailu, korrante-artezgailu eta korrante-moduladoreek baizik. Motoreak oso behean daude bogietako gurpil artean. Oso leku gutxi dute beraz. Ez da ahaztu behar motoreez gain erreduktoreak bere engrane eta guzti eta transmisio-kaxak ere hortxe joan behar dutela. TGV mediterraniarrean motoreak korrante zuzenekoak dira, bakoitzak 550 kW edo 750 Z.P. dituelarik. TGV atlantiarrak berriz, bakoitza 1100 kW edo 1500 Z.P.ko motore autosinkronoak ditu. Bi aldiz potentzia handiagoa beraz, nahiz eta pisuz arinagoa izan (1430 kg).

Motore autosinkronoen funtzionamendua labur adierazteko, iparrorratza imana bere inguruan mugituta biraraz daitekeela esango dugu. Imanaren ordez, orratzaren inguruan hiru bobina finko egon daitezke. Hiru bobinatan korrante alternoa igaro daiteke, eremu magnetiko birakorra sortuz eta iparrorratza biraraziz. Praktikan iparrorratzaren ordez bobinak dituen errotorea ipintzen da. Horrela errendimendu bikaineko motore sinkronoa lortzen dugu, baina baditu bere oztopoak. Batetik, bera bakarrik ez da abiatzen, eta bestetik, korrantearen frekuentziak ezarritako abiaduran bakarrik biratzen da. Ez da abiatzen, noski, estatorean sortutako eremu magnetikoa kolpera 3000 bira minutuko erregimenean jartzen delako (50 Hz-eko korranteagatik) eta errotorearen inertiak oztopatzen diolako.

Eremu magnetikoak emeki-emeki hasi behar du biratzen errotorea poliki-poliki abiadadin. Korrantearen frekuentziak beraz, progresiboki igaro behar du zerotik frekuentzia normaleraino. Hori, erdieroaleei esker lortzen da gaur egun.

Erdieroaleez egindako zirkuituak medio, indar-parearen momentua maximoa da abiatzean (korrante zuzeneko



25.000 V-eko korrante alternozko motore autosinkronoa du TGV atlantiarrak. Oso leku txikia hartzen du eta 2.800 kW-eko potentzia maximoa dute bogieko bi motoreek.

motoretan bezala), errendimendu handiak lortzen dira eta pisu propioarekin konparatuta potentzia handia lortzen da.

Motorea txikiagoa denez gero, bogiean hobeto koka daiteke. Bogieko ardatz artean leku txikia dago eta gurpil edo errei artean ere bai (1,435 m) eta korrante zuzeneko motore konbentzionala ez legoke hor sartzerik.

Bogie bakoitzak bi ardatz ditu eta ardatz bakoitzak bere motorea; 1.300 kW edo 1.750 zaldikoa. TGV atlantiarrak bi bogie eragile aurrean eta beste bi atzean dituzenez gero, zortzi ardatzen bidez 14.000 zaldiko potentzia eman dezake abioan eta 12.000 ohizko abiaduran.

Tarte laburretan eta esperimentalki motore bakoitzak 1.900 zaldiko potentzia eman dezake (15.200 guztira) eta horrela lortu dute frantziarrek alemanek zeukaten 406,9 km/h-ko marka haustea.

Trenaren erosotasuna

Motoreen potentzia guzti horrekin dena dela, trena 300 km/h-ko abiaduraz doanean bibraziorik gabe eta egonkortasun osoz mantentzea lortu behar da. Horretan zerikusi handia dute errailen barneranzko inklinazioak eta gurpilen profil konikoak. Forma horri esker bagoiek beti dute erreien tartera (trenbidearen erdira) joateko joera.

Trena martxan doanean, ezker-eskuinerako bibrazioak beti izaten dira eta sigi-sagako albakako kolpeak abiaduraren karratuaren arabera handiagotzen dira, tren osoaren egonkortasuna kaltetuz. Bidaiariaren konfortari ere, zer esanik ez, ez zaio batere mesederik egi-

ten.

Bogieak

TGV mediterraniarrean bogieetan ardatzen arteko 3 metroko distantzia egokia zela frogatu zen. Beraz distantzia hori mantenduz, bogie eta ardatzen arteko nahiz bogie eta bagoien arteko loturak berriz aztertu ziren. Komeni izaten da bogie arina edukitzea. Batetik, bogiea da esekita ez dagoen masa bakarra eta bestetik zenbat eta arinago izan are eta kolpe txikiagoak ematen zaizkio trenbideari.

Bogie eragileak ez die zuzenean motoreei eusten. Motoreak trenmakinareen bastidoreari loturik doaz eta gurpiletarainoko transmisioa lotura homozinetiko bati esker burutzen da. Baina gurpilen eta bogiearen artean lotura elastiko konplexuak daude aurrerako esfortzuak, esfortzu bertikalak eta albakakoak (sigi-sagakoak) indargetzeko. Parametro guzti hauek neurtzeko eta kontrolatzeko, orde-nadorea erabili da gainera.

Bogie eramaleak edo tartekoak, bogie eragileen forma, neurri eta egonkortasun berdinekoak dira. Bogie eramale bakoitzak, ondoz ondoko bi bagoiren muturrei eusten die. Horregatik oso garrantzitsua da bogieko bibrazioak bagoietara ez transmititzea. Bi bagoien arteko lotura eraztun handi batez egiten da, eraztun hori bogiera esekidura pneumatiko berriaz egiten delarik.

Harrigarria badirudi ere, motelgailu pneumatiko gehienak horizontalki ipinita daude, oszilazioak makurduraz sortzen direlako. Oszilazioak bagoi batetik bestera horizontalki transmititzen eta

moteltzen pneumatikoak tren artikulatu osoari ematen dion orekak, 300 km/h-ko abiaduran bidaiariei erosotasun eta konfort paregabea eskaintzen die.

Trenaren balaztaketa

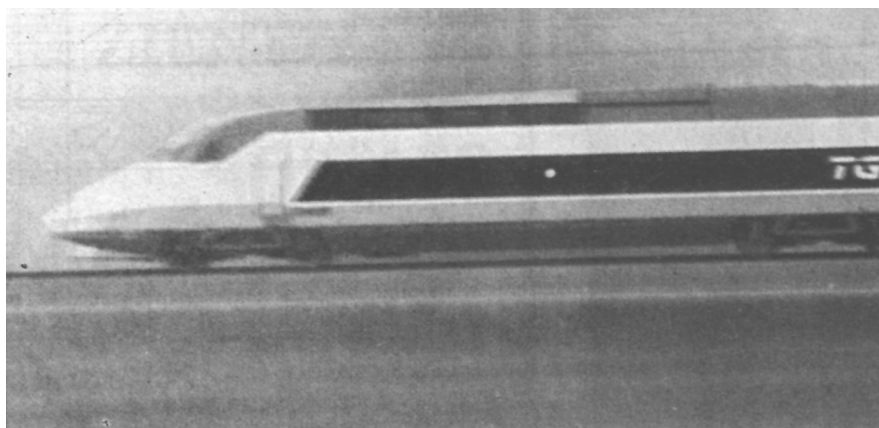
Trena ahal den arinena egiten saiatu badira ere, kargatuta doanean guztira 490 tona pisatzen ditu. Masa guzti hori 300 km/h-ko abiaduraz dabilenean, larrialdiren bat dagoenean ahalik eta azkarren gerarazi behar zaio; hiru kilometro t'erdi baino distantzia txikiagoan. Horretarako, noski, ohi bezala gurpil bakoitzari balazta bat ipintzea ez da aski.

Bogie eragileek, batetik gurpilean balaztatzeke zapata dute eta bestetik motoreek ere frenatzen dute alternadore gisa lan eginda; motore izateari utzi eta sorgailu bihurtzen bait dira, sortutako korrante elektrikoa erreostato baten bidez bero gisa kanporatuz. Motore sinkronoa alternadore ere izan daiteke. Horretarako, lehenengo hornitzen zaion korrantea kendu eta gero eszitazio-korrantea bidaltzen zaio.

Hori ez da aski ordea 490 tonako trena egoki balaztatzeke. Beraz horretaz gain gurpilen ardatz bakoitzak lau disko ditu balaztaketarako (88 disko guztira). Gainera potentzia handiko disko hauek ez dira balaztatzean aireztatu behar.

Trenmakina

Trenmakina hau osatzeko derrigorezkoa izan da erdieroaleak eta elektronika gaur eguneko garapen-mailara iristea. Luze joko luke TGV atlantiarraren trenmakinako zirkuitu elektronikoak deskribatzeak, baina esan dezagun hel-



buru nagusia lineako katenaritik korrante elektrikoa (25.000 volteko alternoa ala 1.500 volteko zuzena) pantografo batez hartu eta motore autosinkronoentzako korrante egoki bihurtzea dela.

Informatikak ere lan garrantzitsua du trenaren segurtasunean. Trenmakinako gidariari mikroprozesadore askok ematen dio informazioa seinalizazio- eta kontrol-eragiketak automatikoki egin ondoren. Trenaren segurtasun-elementu asko aztertzen da mikroprozesadorez: balaztak, bogieen egonkortasuna, trakzio- eta transmisio-elementuen funtzionamendua, ardatzen tenperatura, seinaleen funtzionamendua, etab. Esan dezagun TGV atlantiarrak orain arteko beste tren frantziarrekin konparatuz segurtasun alderdia ongien zaindua duena dela.

Kontsumo aldetik ere tren merkea da. Bidaiari bakoitzeko eta ehun kilometroko 1,5 litro gasolinaren baliokidea behar du tren honek Parisetik Bordeleraino hiru ordutan joaten delarik. Kontsumo aldetik TGV atlantiarrak ezarritako marka haustea kostatuko da, zalantzarik gabe.

Bagoiak

Bagoiei begiratu gero, tren mediterraniarrekin konparatuz dena hobetu dela ikusten da. Barneko dekorazioan hobekuntzak egin dira batetik eta gelamota gehiago ipini dira bestetik. Trenak lehen klaseko areto txo bat du, familientzat eta bidaiari-taldeentzako gelak, umeentzako gelak, haurtzaindegia, telefono-kabinak, etab.

Trenaren kanpoko kolorea ere aldatu egin da; urdin eta gris metalizatua bait da. 238 metroko trena pigmentu metalikoz pintatzea ez da txantxa, baina estetikan irabazi egin dela ez dago ukatzerik.

Bagoiek guztira 522 bidaiari hartu eta 300 km/h-ko abiaduraz eramán ditzakete, hain garrantzitsu diren isiltasuna, abiadura eta segurtasuna oso ongi zainduz.

Tren honen ezaugarriak ikusita, erosleak laster inguratu zaizkio. Frantziako SNCF eta Espainiako RENFE bezero dira jadanik eta aurrerantzean beste hainbat erosle ere izango ditu, noski. ■

TGV atlantiarraren ezaugarriak

- Bi bagoi eragile (lehena eta azkena) eta tartean hamar bagoi; guztiak artikulaturik.
- Trenaren luzera guztira: 238 metro
- Pisua kargatuta: 490 tona
- Motoreen potentzia: 10.400 kW edo 14.000 Z.P.
- Plaza-kopurua: 485 eserleku finko eta 37 bilgarri.
- Balaztaketa-distantzia gelditu arte 300 km/h-ko abiaduran: 3.300 metro.
- Abiadura maximoa bidaiariekin: 300 km/h (Parisetik Tours-eraino).
160 km/h (Toursetik Baionaraino, trenbideagatik).