

# Arinen pisua

**Etxebeste Aduriz, Egoitz**

Elhuyar Zientziaren Komunikazioa



DIAMOND AIRCRAFT

**Aeronautikaz edo hegazkinez hitz egiten dugunean, burura lehenengo datozkigunak Boeing eta Airbusen irudiak izango dira, seguru asko. Haiek ikusten dira gehien, eta ez handienak direlako bakarrik. Badirudi hegazkin erraldoi horiek direla azken urteetako aurrerapenik handiena hegazkintzan. Baina, hegazkin astun horietatik kanpo, beste gauza asko dago aeronautikaren munduan.**

GAUR EGUN, ILDO BERRIAK JORRATZEN ARI DIRA AERONAUTIKAN, BI ALDE NAGUSITATIK. Alde batetik, enpresa handiek (Airbus, Boeing...) daramaten ildo da dauden sistemak optimizatzea: motor handiak kontsumo txikiagokoak egitea, hegazkinak arintzea, material berriak; azken finean, operazio-kostuak txikitzeko teknologia garatzea.

Bestalde, aeronautika astunetik kanpo gelditzen den guztia dago: aeronautika arina. Aratz Arregik eta Ugaitz Iturbek alde horretatik jo nahi izan dute. Aeronautika arinean ikusi dute aurrera egiteko bidea, eta Aeris Naviter beren enpresan produktu propioa lantzeari ekin diote. Gu haiekin izan gara, aeronautika arinaren mundua ezagutzeko asmoz.

Lehenik, hegazkinak nola sailkatzen diren azaldu digute. Europako JAR (Joint Aviation Regulation) legediak pisuaren arabera sailkatzen ditu hegazkinak. Zehatzago esanda, aireratzekoan izan dezakeen pisu maximoaren arabera (MTOW: maximum take off weight), hau da, erregaia, bidaiariak eta dena kontuan izanda.

Sailkapen horretan arinenak UL (Ultra-light) edo ultrarinak dira, 450 kg baino gutxiagorekin. Pisu maximo hori izanik, bi edo hiru pertsona sartzten dira gehienez ere. Bigarren saila VLA (Very Light Aircraft) edo hegazkin oso arinena da, eta hor sartzten dira jet motorrik ez duten 450 kg-tik gorako hegazkinak. Jet motorra dutenen

artean, aldiz, 4.540 kg arte VLJ (Very Light Jet) edo jet oso arinak dira. Eta hortik gorako guztiak Aircraft edo aireontzi sailean sartzen dira. Horrez gain, JAR legeditik kanpo geratzen dira UAV (Unmanned Aerial Vehicle) hegazkin ez-tripulatuak. Europan ez daude araututa, baina AEBn bai.

Aeronautika astunean aireontzien saila sartzen da, eta beste guztiak aeronautika arina dira. “Jendeak hegazkintzaz hitz egiten duenean, oro har aircraft-ez ari da”, dio Arregik, “merkatu-bolumenaren arabera antzekoak dira hegazkintza astuna eta arina, baina arina ez da ezagutzen...”.



Aeris Naviter-eko Ugaitz Iturbe eta Aratz Arregi.

### Arinetan arinenak

Ultrarinak izan dira, agian, eboluziorik ikusgarrienetakoa izan duten hegazkinak. Izan ere, duela urte gutxi arte, oso hegazkintza amateurra izan da ultrarinenena. Nork bere garajea egiten zituen, aluminiozko hodiak, oihalak, zura eta horrelako materialak erabiliz. Azken urteetan, aldiz, aurrerapen handiak egin dira materialetan, motorizazioan, nabigazio-sistemetan, eta diseinu konzeptual berrietan. Eta, egun, enpresa batzuk ultrarinak merkaturatzen hasi dira, hegazkintza handiaren prozesu eta profesionaltasun berak erabilia.

Material konposatuek edo konpositeek hartu dute lehen metalek, ehunek eta zurak betetzen zuten lekua. Gaur egun,

*“ultrarinak merkaturatzen hasi dira, hegazkintza handiaren prozesu eta profesionaltasun berak erabilia”*

hegazkin komertzial gehienak material konposatuz eginak dira. Eta ultrarinetan ere garrantzi handia hartu dute material horiek. Askoz arinagoak dira konpositeak, eta, hegazkinen kasuan, beti da interesgarria pisua murriztea.

Material berriei esker, lehen VLA zirenak, eta baita astunxeago batzuk ere, ultrarin bihurtzea lortu da.

Bestalde, automobilgintzan garatutako TDI motorrak hasi dira erabiltzen hegazkin hauetan. “Horrek sekulako fidagarritasuna ematen du, eta operazio-kostua asko txikitzen du” azaldu du Iturbek. Motor horiek, gainera, arinagoak dira (aluminiozkoak) eta, kontrol elektronikoa dutenez, segurtasun handia eskaintzen dute.

Eta, azkenik, diseinu aldetik ere aldaketa nabarmena izan da. Aerodinamika eskaseko hodi eta oihalezko hegazkin haietatik ordenagailuz egindako diseinuetara pasatu da. Aerodinamika asko lantzen da, kalkulu estrukturalak egiten dira eta presiopeko moldaketa erabiltzen da. Hau da, aipatu bezala, hegazkintza handian erabiltzen diren prozedura berak aplikatzen dira.

### Lehen onak, baina orain hobeak

VLA edo hegazkin oso arinek, pisu gehiago izan dezaketenez, pertsona gehiago har ditzakete; eta, oro har, lau edo sei eserlekukoak izaten dira. Haue-tan ere eboluzioa garrantzitsua izan bada ere, ez da ultrarinetan adinako jauzia izan. Izan ere, VLAk lehendik



Duela gutxi arte, oso hegazkintza amateurra izan da ultrarinenena.

DA 42 hau hegazkin oso arinen taldekoa da.



DIAMOND AIRCRAF

profesionaltasunean sartuta zeuden, hau da, ez zituzten amateurrek egiten. Hala ere, bazuten zer hobeturik.

Lehen metalez egiten zituzten, eta, egun, konpositeak erabiltzen dira. Horrela, pisua txikitzen da, eta, ondorioz, baita erregai-kontsumoa ere. Bestalde, lehen erabiltzen ziren motorrek izugarri kontsumitzen zuten, bai erre-gaia eta baita olio ere, eta fidagarritasun txikia zuten. Orain, aldiz, TDI motorrak erabiltzen dira hauetan ere. “Mercedes batek izan dezakeen motor bera erabil daiteke hegazkin arin batean” dio Arregik.

Nabigazio-sistemetan ere aurrerakuntza handia egin da. Egun, *Fly-by-wire* hegaldi-sistema elektronikoak erabiltzen dira, hau da, ordenagailu bidez kudeatutako hegaldi-sistemak. Ehiza-hegazkin estatubatuarretan erabili zuten lehenengoz sistema hori, 70eko

“Mercedes batek izan dezakeen motor bera erabil daiteke hegazkin arin batean”

hamarkadan. Gero, Airbus izan zen lehen hegazkintza zibilean, duela hogeitatu urte. Eta VLAtan azken bost urteetan hasi dira erabiltzen. Sistema horrekin, pilotuak ez du mekanikoki eragiten eragingailuetan; aitzitik, ordenagailu bat erabiltzen du, eta ordenagailuak hegaldiaren parametro guztiak aztertuz eta interpretatuz eragiten du eragingailuetan. Horrela, hegaldi optimoak lortzen dira.

Diseinu aurreratuekin, material konposatuekin eta motorizazio berriekin lortzen diren errendimenduak, abiadurak eta altitudeak ez dute zerikusirik orain 40 urteko diseinuetan lortzen zenarekin. Eta “pilotuentzako ere sekulako aldea dago, bai erosotasunean, eta baita segurtasunean ere –dio Iturbek–; gauza horiek askoz gehiago zaintzen dira orain”.

## Airetaxiak

VLJ edo Jet oso arinen saila oso berria da. Duela bost bat urte hasi ziren Estatu Batuetan honelako hegazkinak egiten, merkatuan zegoen hutsune bat betetzeko asmoz. Izan ere, ikusi zuten badagoela hainbat jende, negozio-munduan batez ere, ohiko airelineak erabiltzen ez dituen, ordu-tegi-ara-zoengatik eta abarregatik; eta jet pribatuak edo *business jet*-ak ere ez, kostu handiegia dutelako. Aitzitik, horien orde z hegazkin txiki pribatuak erabiltzen dituzte. Beraz, “ikusi zuten hor hutsune bat bazegoela –dio Arregik– eta interesgarria izan zitekeela nolabaiteko airetaxi-funtzioa beteko luketen jet txikiak egitea”.

Oraindik bizpahiru modelok bakarrik dute ziurtagiria, baina askoz gehiago ari dira garatzen. Pilotuaz gain, lau edo sei pertsonarentzako lekua dute *personal jet* edo *microjet* gisa ere ezagutzen diren hegazkin hauek. Eta, hain berriak izanik, azken materialekin eta teknologiekien eginak daude: konpositeak, *Fly-by-wire* hegaldi-sistemak eta abar.



PILOTGUY



DIAMOND AIRCRAF

Pilotuentzat sekulako aldea dago. Ezkerrekoa lehen hegazkinen barnealdea da; eta eskuinekoa goiko hegazkinaren barnealdea.





ADAM AIRCRAFT

VLJ bat: A 700 Adamjet.

Motorrei dagokienez, 250-1.500 kg-ko bultzada izan dezakete. Hegazkin handietan erabiltzen diren motorren antzekoak dira, baina neurri txikiagoak. Misilen industria militarrean garatutakoak dira; Tomahawk misilen propulsiarako erabiltzen ziren turbinek hegazkin zibilak bultzatzen dituzte orain. “Lehen hegazkin handietan bakarrik zegoen teknologia, orain hegazkin txiki hauetan aurki daiteke”, Arregiren esanean. 500-600 km/h-ko abiadura eta 25.000-40.000 oineko altuera har dezakete. Loituk Madrilera joaten diren hegazkinek adinako ezagarrak edo hobeak dituzte.

“Gainera, proportzioan nahiko merkeak dira” dio Arregik, “milioi bat dolarretik aurrera kostatu daitezke”. Izan ere, ahalik eta jende gehienaren eskura jarri nahi dituzte, eta, horregatik, merkeak izateaz gain, operazio-kostuak ere ahalik eta gehien murrizten saiatzen dira. Eraginkortasun handia dute, erregai-kontsumo urria, fidagarritasun handia eta mantentze-tasa txikia.

### Pilotua lurrean, hegazkina airean

Honaino JAR legediak erregulatu dituen hegazkinen sailkapena. Hortik kanpora gelditzen dira hegazkin ez-tripulatuak; eta, European oraindik erregulatuak ez badaude ere, gero eta garrantzi handiagoa hartzen ari dira.

“Hegazkin ez-tripulatuak erabilera militarra izan dute orain arte, batez ere”, azaldu du Iturbek. Hasieran misilekin probak egiteko erabiltzen ziren, haien jomuga gisa. Hau da, hegazkin txiki bat botatzen zen, eta helburua zen misilak hegazkina botatzea. Gero, espioitarako erabiltzen hasi ziren. Izan ere, piloturik arriskuan ez jartzeaz gain, pilotuaren pisua aurrezten denez, erregai gehiago

*“lehen, hegazkin handietan bakarrik zegoen teknologia; orain, hegazkin txiki hauetan ere aurki daiteke”*

eraman dezakete, eta, beraz, denbora gehiagoz egin dezakete hegan. Horregatik, oso erabilgarriak dira espioitarako. Eta azkenekoak erasorako ere erabiltzen dira. Estatu Batuek atera berri dute MQ-9 erasorako hegazkin ez-tripulatuak. Reaper (sega-makina) izena jarri diote, eta 1,5 tona lehegai eraman ditzake. Iragarri dute udazken honetatik aurrera Iraken erabiltzen hasiko direla. Hori bai, pilotuek Arizonatik gidatuko dituzte, erosotasun osoz eta haientzako inolako arriskurik gabe.

Azken hamarkadan garapen izugarria izan dute hegazkin hauek. Ezaugarri nagusietako bat da adimen artifiziala dutela, eta, ondorioz, gai direla bide jakin bati jarraitzeko, helburu jakin batera iristeko, argazkiak eta bideoak ateratzeko eta abarretarako. Nabigazio-sistema oso aurreratuak izaten dituzte, satelite bidezko komunikazioak, eta ikusmen eta detekzio-sistema askotarikoak: infragorriak, Doppler radarra...

Arlo zibilean ere gero eta gehiago erabiltzen dira, zainketa-lanak egiteko, lursailak neurtzeko, argazkigintza eta bideogintzarako eta abarretarako.

### Hegal finkoei birakariak gehitzean

Orain arte aipatutako hegazkin guztiak hegal finkokoak dira. Eta, hegal finkoak hegal birakariz ordezkaturaz gero, helikopteroak izango genituzke. Hala



MQ-1 Predator, estatubatuarrek zainketa-lanetarako erabiltzen duten hegazkin ez-tripulatuak.

US AIR FORCE

## AeroQuad, alfonbra hegalaria

Aeris Naviter-en, teknologia errotodinamikoak garatzeko erabaki sendoa hartu dute. Izan ere, ikusi dute hegal finkoaren merkatua oso landua dagoela, eta ez dagoela ekarpen handirik egiteko aukerarik. Errotodinamika, aldiz oso gutxi lantzen da Europan, eta arlo horretara bideratu dute euren ahalegina Aratz Arregik eta Ugaitz Iturbek.

Dagoeneko prest dute lehen produktua: AN-1 AeroQuad ize-na jarri diote. Plataforma hegalaria autoegonkorta bat da, non pilotua gainean zutik doan. Azpian bi errore ditu, eta gidatzeko oso erraza da, gorputzaren mugimenduen bidez egiten baita.

Bi erroreok kontrako noranzkoan biratzen dute —errore bakarra izango balu, plataforma bera ere biraka ibiliko litzateke—. Izan ere, motor baten ardatzak alde batera biratzen duenean, motorrak beste aldera biratzeko joera du. Helikopteroek, adibidez, buztaneko helizearekin konpontzen dute hori, bestela helikopteroa bera biraka ibiliko litzateke eta. AeroQuad-ak, aldiz, kontrako noranzkoan biratzen duen bigarren errore batekin konpontzen du arazo hori.

Erroreok azpian egonik, helikoptero arrunt bat baino sistema ezegonkorragoa da berez, grabitate-zentroa gainean dagoelako eta presio-zentroa azpian. Grabitate-zentroak beheanzko indarra egiten du, eta presio-zentroak goranzkoa; beraz, sistema horrek buelta emateko joera izango du.

Dena den, bi erroreok biraka hasten direnean, momentu girokopiko oso handia lortzen da; eta girokopio baten ezaugarria da irauli gabe egonkor mantentzea. Horrek egonkortasuna ematen dio sistemari, eta, gainera, grabitate-zentroa erroreetatik distantzia txikira egoteak ere egonkorrago izaten laguntzen du.

Gainera, sistemaren ezegonkortasun erlatibo horretaz baliatu dira, hain zuzen ere, sistema kontrolagarri egonkor bat egiteko. Arregik eta Iturbek ahalik eta aparailu sinpleena egin nahi zuten, eta aparailu sinple batek ez du kontrol-palankarik ere behar. Helikoptero batean hegaldea bi kontrol-palankaren bidez kontrolatzen da, baina, hemen ez dago horrelakorik: grabitate-zentroa mugituz, hau da, pilotuaren gorputza mugituz, kontrolatzen da



AERIS NAVITER

AeroQuad-a. Sistema guztiz egonkor batean ezingo litzateke horrelakorik egin, baina, ezegonkortasun-puntu hori duenez, gorputza alde batera edo bestera mugituz kontrola daiteke.

Diseinu kontzeptual eraginkor bat da, eta pilotuak iraultzeko inongo beldurrik gabe gida dezake AeroQuad-a. Izan ere, grabitate-zentroa oso gertu dagoenez, aparailua iraultzeko sekulako indarra egin beharko litzateke: bi edo hiru tonakoa; eta 100 kg-ko gorputz batek indar hori egitea fisikoki ezinezkoa da. Sistema mekaniko optimizatu bat da, eta ia ez dauka elektronikarik. Hala ere, “Munduan dagoen hegal-di-sistemarik onena du... —dio Arregik— ...gure garuna. Garunak egunero kontrolatzen du gorputza, oreka mantentzeko, eta mugimendua lortzeko. Zergatik ez horretaz baliatu aparailua kontrolatzeko?”.

ere, teknologia errotodinamikoak —hegal birakariak— interesgarria izan daiteke hegazkinetarako ere. Hala uste dute Arregik eta Iturbek, eta bide hori hartu dute: teknologia errotodinamikoak lantzen hasi dira.

Juan De la Cierva aitzindariak hasi zuen bide hori, 1919an bi hegal motak zituen hegazkin bat sortu zuenean: autogiroa. Eta autogiroan oinarrituak daude, nahiz eta dezente aurreratua-goak izan, egungo giroplanoak. Bada, Aeris Naviter-en horrelako bat garatzeko asmoa dute.

*“bi hegalak jarrita, finkoak eta birakariak, bien ezaugarriak aprobetxatzen dira”*

Bi hegalak jarrita, finkoak eta birakariak, bien ezaugarriak aprobetxatzen dira. Hegal finkoak ez du balio ber-

tikalki hegan egiteko, baina, behin gurutzaldi-abiadura bat lortuta, airearekiko oso erresistentzia txikia du, eta kontsumo txikiagoa eta abiadura handiagoa lor daitezke. Errotodinamikarekin soilik, aldiz, aieratze eta lurre-ratze bertikalak egin daitezke, baina, erroreok hartzen duen azalera oso handia denez, airearekiko erresistentzia handia du, eta, beraz, kontsumo oso handia eta potentzia handia behar dira hegan egiteko, eta ezin da abiadura handirik lortu.

Giroplanoek aireratze eta lurreratze bertikalak egin ditzakete errore nagusiarekin, helikopteroek bezala, baina, behin airean daudenean, beste helize horizontal bati esker lortzen dute propultsioa eta hegoen bidezko goranzko bultzada.


“Egungo giroplanoak oso optimizaturik daude –dio Arregik– eta, hasieran potentzia osoa errore nagusiari ematen bazaio ere, gero errore hori ahalik eta gehien mantsotzen da, eta potentzia helize horizontalari pasatzen zaio”. Errore nagusiaren abiadura mantsotzearekin, erresistentzia izugarri jaitea lortzen da, erresistentziak errorearen abiadurarekiko proportzio kubikoa baitauka. Hau da, errorearen biraketa-abiadura heren bat gutxitzen bada, airearekiko erresistentzia 27 aldiz gutxitzen da. Horrela, kontsumo txikiagoa eta abiadura handiagoa lor daitezke.

CarterCopter giroplanoa.



JASON BYNUM/CARTER AVIATION TECHNOLOGIES

“*giroplanoak aireratze eta lurreratze bertikalak egin ditzakete errore nagusiarekin*”

Azkenean, emaitza da aireratze eta lurreratze bertikalak egin ditzakeen hegazkin bat, hegala finkoko hegazkin batek adinako gurutzaldi-abiadura har dezakeena (600 km/h). Eta kontuan izanik hegazkin arruntek zenbat leku behar duten aireratzeko eta lurreratzeko, giroplano berri hauek abantaila handiak eskaini ditzakete alde horretatik. 



Azkenean ere! Hemengo enpresa

**AGERI-AGERIAN**

Por fin, la empresa de aquí al desnudo

**GESTION 2-17.com**

zuretzat beritzen, zure enpresarentzat ere