

ERROTORE BAKARREKO HELIKOPTEROA

Jon Otaolaurretxi

GAUR egungo helikoptero normalek, bi errotore dituzte: bata handia eta erdian kokatua, eta bestea txikiagoa eta isatseko muturrean dagoena. Isatseko errotorearen matxurak direla medio, istripu asko izaten da aparatuek lurra erorita. McDonnell-Douglas etxeak asmatu berri duen helikoptero-ereduak ordea, errotore bakarra du. Isatsekoa kendu egin du eta bere ordez aire-korrontea ezarri dio.

McDonnell-Douglas Helicopter Corporation etxeak duela gutxi egin duen prototipo berrian, pilotua beste aparatutakoak baino lasaiago ibiltzen da. Helikopteroaren isatsak ez dio kezkarik sortzen eta, helikoptero normaletan ez bezala, bidaiariak edo beste edozein arriskurik gabe hurbil daitezke aparatuen isatsera bertan errotorerik ez dagoelako. Are gehiago, egin diren probetan pilotuak nahita helikopteroa basora eraman eta isatsa zuhaitz artera sartu du. Beste helikopteroekin maniobra hori (duen arriskuagatik) astakeria galanta da, noski, baina aparatu honekin ez dago beldur zer izanik.

Ohizko helikopteroetan isatseko errotoreak bi eginkizun izaten ditu. Batetik errotore handiak sortutako bihurtura-momentua orekatu behar du. Bestela, errotore nagusiaren biraketaren eraginez kabina kontrako norantzan ziba bezala bueltaka hasiko litzateke. Bestetik, helikopteroaren norabidea gober-

natzeko balio du. Isatseko motorerik gabe, zuzen-zuzen bakarrik desplazatuko litzateke eta horrek ez luke inolako baliagarritasun praktikorik izango.

Bihurdura-momentua orekatzeko asmatu diren sistema guztietan, bik bakarrik lortu dute arrakasta: birrotore kontrarrotakorrak eta isatseko errotoreak. Birrotore kontrarrotakorrean helikopteroak ardatz berean bi errotore horizontal ditu elkarren gainean, baina kontrako norantzan momentuak orekatzearren (Kamov Ka-32 eredu sobietarra horrelakoa da adibidez). Bi errotore horizontalak ardatz desberdinetan ere egon daitezke, bata aurrean eta bestea atzean, kontrako norantzan biratuz. Banana itxurako helikopteroak dira horrelakoak (Boeing-en Vertol Chinook helikopteroa adibidez). Kasu batean zein bestean, errotore baten momentua besteak orekatzen du eta kabina nahiz fuselajea egonkor mantentzen da.

Isatseko errotorea da bigarren sistema. Gehien erabiltzen dena da, zalantzarik gabe, eta funtsean erdiko errotore handi horizontala

orekatzeko isatsean errotore txikiago bertikala ipintzea da. Errotorearen besoen inklinazioa pilotuak aldatu egin dezake kabinako pedalei eraginda. Dena den, isatseko errotore honek beti sortu ditu kezkak fabrikatzaileengan eta pilotuengan; segurtasun-arazoengatik, besteak beste.

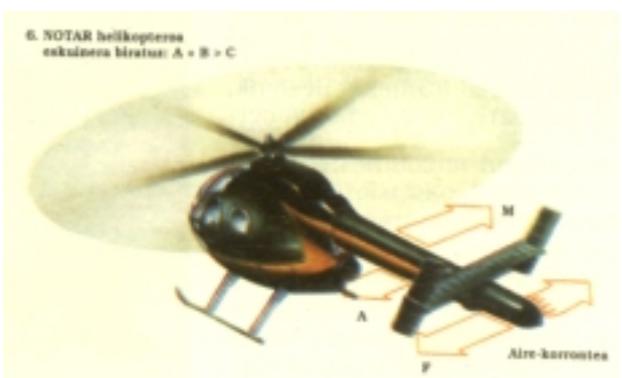
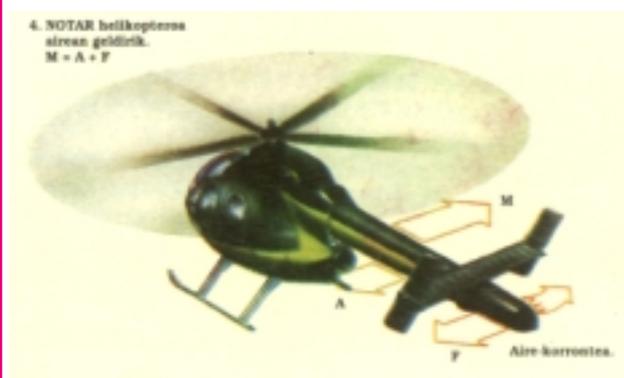
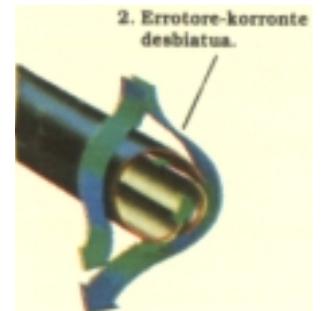
70.eko hamarkadan Frantziako Aerospatiale etxeak isatseko errotore berezia diseinatu eta egin zuen: *fenestron* izeneko errotore *karenatua*. Errotoreak fuselajearen babesa zuen eta aerodinamika hobekoa zen, baina isatsa astunagoa zen. Pisuaren arazoa orain neurri batean arindu da, duela gutxi agertu diren material konpositeei esker.

Isatseko errotorea nahiz *fenestron* sistemakoa izan, ohizko helikopteroak gidatzea lan konplikatu da. Gainera isatseraino higidura transmititu egin behar da eta helikopteroaren habearen dauden transmisiorako piezak beti izan dira kontuzkoak eta so ongi mantendu beharrekoak.

McDonnell-en NOTAR sisteman (*No Tail Rotor* edo isats-errotorerik

Helikopteroa buruz behera hegan egiten. Ohizko helikopteroekin munduan oso pilotu gutxi ibiltzen da horrela, baina NOTAR helikopteroekin maniobra hori ez da hain zaila.





Helikopteroak errotore nagusiaren biraketari esker, kabina eta fuselajea kontrako norantzan birarazten duen bihurtura-momentua sortzen du. Ohizko helikopteroetan momentua konpentsatzeko isatsean beste errotore bat ipintzen da (3. irud.). Isatseko aire-korrontearen erreakzioak kontrako momentua sortzen du eta errotore nagusiaren ia momentu osoa konpentsatzen du. Gainerakoa konpentsatzeko, errotore nagusiak inklinazio txiki bat du.

Isatseko errotoreak ordea, helikopteroa orientatzeko ere balio du. Besoen inklinazioa handiagotuta, erreakzio-indarra momentua konpentsatzeko baino handiagoa da eta aparatuek ezker aldera pibotatzen du. Helikopteroa beraz, eskuinera joaten da. Besoen inklinazioa txikiagotuta berriz, helikopteroa ezkererantz joaten da.

NOTAR helikopteroetan, motoreari konektatutako haizagailu batek aire-korrontea bidaltzen du isatseko habera (1. irudia). Aire-korronte horren zati batek habearen erdi aldean behean eta eskuinean dagoen leiho banatatik ihes egiten du (1. eta 2. irudiak). Aire honek errotore nagusiak goitik behera sortutako korrontea asimetriakoki desbiatzen du (Coanda efektuaren eraginez) eta bihurtura-momentuaren % 65 konpentsatzen du.

Habe barruko aire-korrontearen beste zatiak, aurrera segitzen du muturreraino. Muturrean alde batera eta bestera leiho erregulagarri batzuk daude eta pilotuak nahierara kontrolatzen ditu. B indarraren norantza eta intentsitatea kontrolatzen ditu, beraz.

Helikopteroa airean geldirik mantentzeko, muturreko eskuineko leihoak zabalik edukitzen dira (4. irudia) A eta B indarrek bihurtura-momentua konpentsatzeko moduan.

Helikopteroa ezkererara biratu nahi bada, isatsa eskuinera pibotatzen zaio muturreko ezkerreko leihoak irekita (5. irudia). Ezkererara biratu nahi bada berriz, isatsari ezkererara eragin behar zaio eta horretarako eskuineko leihoak irekitzen dira (6. irudia).

gabea hitzen laburdura da), bihurtura-momentua orekatzeko neurri handi batean errotore nagusiaren aire-korrontea aprobetxatzen da. Goitik behera datorren aire-korronteak isatserainoko habea jotzen du eta hor momentuaren aurkako erreakzioa sortzen da. Habeak izan ere, hegazkin-hego bertikal bezala jokatzen du.

Momentua orekatzeko behar den indarraren beste zati bat, motoreak eragindako haizagailuak bidalitako korronteaz lortzen da. Isatserainoko habeak mutur aldean leiho erregulagarriak ditu bi aldeetan eta airearen artean sortutako erreakzioak momentua orekatzeko falta den zatia ematen du.

Helikopteroek duten beste buruhauste nagusi bat, aginteen elkarrekintza da. Palanka bati eragiten zaionean, ekintza bat burutzen da helikopteroan, baina indarrean dauden beste ekintza guztietan eragina du eta horregatik besteak konpentsatu egin behar dira. Konpentsazioak ordea, era berean eragina du beste ekintzetan eta hori ere konpentsatu egin behar da, etab.

Ohizko helikopteroan adibidez, pentsa dezagun pilotuak aparatua airean geldirik daukala eta aurrera zuzen joan nahi duela. Pilotuak palankaren girtenari eragiten dio eta errotore nagusia aurrera inklinatzen da. Horrela indar horizontal bat sortu eta aurrera bultzatzen da helikopteroa. Baina helikopteroa inklinatu denean, errotoreak gorantz eragiten duen indar bertikala txikiagoa da aparatua airean mantentzeko eta beherantz hasiko litzateke. Arazo hori saihesteko, pilotuak errotoreko besoen inklinazio-angelua (eraso-angelua) handiagotu egiten du beste palanka bati kontuz tirata. Errotoreko besoen gehiago inklinatuta motoreari erregai gehiago bidali behar zaio, errotoreko biraketa-abiadura mantenduko bada. Motoreko potentzia igota ordea, aparatuko bihurtura-momentua ere handiagoa da, eta isatseko errotoreko besoen inklinazioa ere aldatu egin behar da orekatzeko.

Probatarako egin diren NOTAR helikopteroak erabili dituzten pilotuek diotenez, aparatuen ardatz desberdinekiko elkarrekintza dinamiko eta aerodinamikoak askoz ere txikiagoak dira. Aginte bati eragiten zaionean beraz, pilotuak beste palankak askoz ere gutxiago erabili behar ditu elkarrekintzak konpentsatzeko. Palankak izan ere, isatseko errotorea ez eta aire-korrontea bideratzen duten leihoak gobernatzeko dituzte.

Probak alboko haize-bolada handitan ere egin dituzte. Baldin-

tza horietan ohizko helikopteroetan norabidea mantentzea oso zaila izaten da, baina NOTAReko pilotuek diotenez sistema berriarekin lanak laudenera jaisten dira kasu zail horietan. Horrez gain helikopteroa lurretik aireratu, lurraren eraginetik kanpo goian geldirik mantendu eta poliki-poliki berriz lurreratu egin daiteke beste palankak ukitu ere egin gabe.

Aurrera zuzen doan ohizko helikopteroan, pilotuak isatseko errotorearen potentzia norabidea mantentzeko punturaino ekartzea lortu behar du, baina NOTAR helikopteroan hori askoz ere errazagoa da.

Estutasunak jotakoan helikopteroan azkar biratu behar duenean, isatsak bapatean oszilazio handiak izaten ditu eta pilotuak segundoko 60°ko biraketa baino azkarrago ezin du menperatu. Palanka askori eragin behar dio oso denbora gutxian elkarrekintzak konpentsatzeko. Sistema berrian ordea, pilotuek segundoko 100°ko biraketak erraz lortu dituzte.

Alboko haizeak sortzen dituen arazoak ere kontutan hartzekoak dira. Ohizko helikopteroetan 20 korapilo baino alboko haize-bolada azkarragoak ez dira onartzen (OH-6A helikoptero estandarrean adibidez), baina NOTAR helikopteroetan 40rainokoak onargarriak dira. Helikoptero militarrean alboko haize handiagoak onartzeko isatseko errotore handiagoa ipintzen dute, baina horrek pisu aldetik eta kokapen aldetik beste buruhauste batzuk sortzen dizkie eta pilotuak palankak emekiago erabili behar ditu. Maniobratarako bizkortasuna mugatzen zaie, beraz, eta horixe da hain zuzen helikoptero militarrek behar dutena.

NOTAR aparatuekin maniobrak azkarrago egin daitezke eta akrobaziarako gaitasuna ere badute. Atzeraka ere joan daitezke eta harrigarria badirudi ere, hankaz gora ere bai!

Militarrek diotenez McDonnell-Douglasen helikoptero berria gerrarako askoz ere seguruagoa da. Isatsean proiektilak jota atzeko errotorea hondatzea erraza da eta horren ondorioz aparatua bere pilotuarekin nahitaez erori egiten da. Sistema berrian ordea, isatseko habean teniseko pilotaren tamainako zuloa eginda ere aparatua ez litzateke eroriko.

NOTAR sistemako lehen aparatua MD 530 N izeneko eredua izan da eta Allison 250-C30 turbinaz hornituta dago. Geroztik MD 520 N eredua ere egin dute, Allisonen 259-C20R-2 turbina ipinita. Kabina eta forma aldetik, MD 500 helikoptero-sailekoen antzekoak dira. 