

# Zer da mekanismoa?

Juan Manuel Pagaldai  
eta  
Mari Karmen Arrieta



**Mekanismo hitza zientzian eta hizkera normalean askotan erabiltzen da, eta oso esanahi ezberdinak izan ditzake. Nolanahi ere, artikulu honetan zehar hartuko duen esanahia mekanika-arloan normalean izaten duena da.**

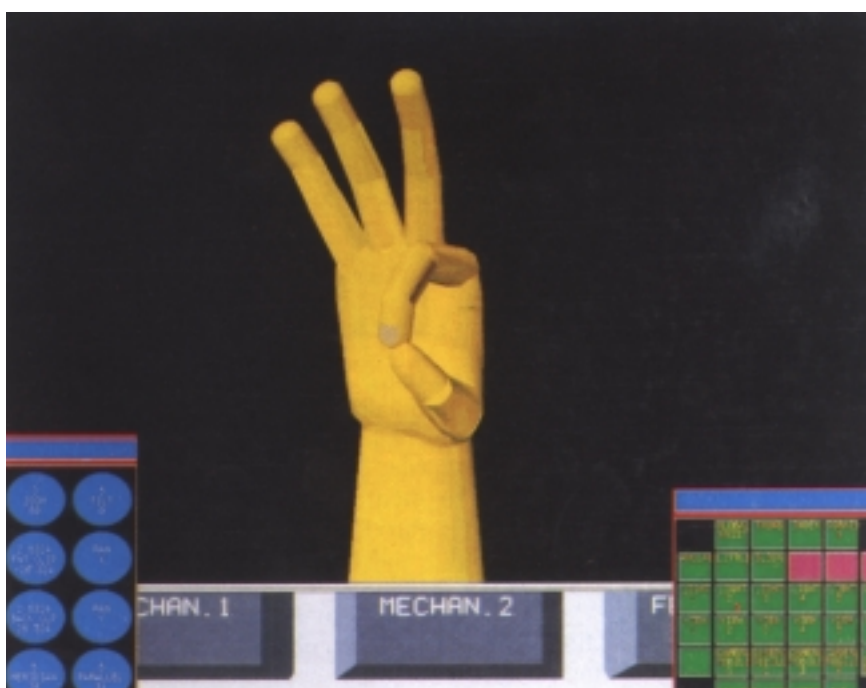
**A**rtikuluaren hasieran mekanismo hitzari mekanika alde-tik ematen zaion definizio zehatza emango bagenu, pertsona gehienek ez lukete artikulua irakurtzen segituko; definizio hau nahikoa astuna eta konplexua bait da. Dena den, gure artean ulertzeko, pieza mugikor bat edo gehiago dituen edozein gauza mekanismoa dela esan dezakegu.

Baina, askotan gertatzen den bezala, gauza bat azaltzeko dagoen modu onena adibidea jartzea da. Eta mekanismoa aurkitzeko ez dago oso urrutira joan beharrik. Etxean bazaude, altxa eta hartu zure eskueran sukaldean dagoen puregailua. Tresna hori mekanismoa dela esan dezakegu. Esan dugunez, puregailuak pieza bat baino gehiago du, eta dituen piezen arte-

an higidura erlatiboa dago. Eta gainera, higidura erlatibo horrek ematen dio gure mekanismoari bere funtzionalitatea, hau da, tresna

hau higidura erlatibo hori sortzeko egina dago.

Zure *puregailuak* pieza ezberdinak ditu. Mekanismoak dituen pie-



**Eskua mekanismo simple bezain korapilotsua da. Eskuari begiratu mekanismo desberdinak eratu eta eraten dira, nahiz eta oso konplexuak izan.**



za edo solido ezberdinei elementu deitzen zaie mekanikan. Baina zure puregailua hartu eta desmuntatzen baduzu, bere elementuek, bakarka hartuta, ez dute inolako baliorik edukiko. Gure mekanismoari bere balioa edo nortasuna ematen diotenak bere piezen artean dauden loturak dira; lotura hauek mekanismoaren higidura posible egiten bait dute. Mekanismoaren elementuen artean dauden loturei, mekanikan pare deitzen zaie.

Puregailua ez da zure etxean edo zure bizitza normalean aurki dezakezun mekanismo bakarra. Adibide konplexuagoa jartzeko, puregailuari buruz esandako guztia zure josteko makinaz ere esan dezakegu. Dena den, ez zaitez desmuntatzen saiatu; arazoak izan bait ditzakezu. Zure automobila edo guraize arrunt batzuk ere mekanismo gisa har ditzakezu.

Baina zure alkitik mugitu nahi ez baduzu, begiratu zure eskuari. Eskuaren funtzio garrantzitsuena higidura da, eta pieza ezberdinez (atzamarrez) osatuta dago. Gainera, "pieza" hauen artean dagoen higidura erlatiboak ematen dio eskuari bere funtzionalitatea. Argazkian ikus dezakezu ordenadorean mekanismo bezala aztertutako eskua.

Askotan, mekanismoan, elementu eta pareez gain beste parte batzuk ager daitezke. Malgukiak, motelgailuak edo motoreak ere askotan agertzen dira.

Mekanismoan, funtsean, bi gauza azter ditzakegu. Higitzeko dituen posibilitateak edo higidurarekin erlaxionatuta dauden indarrak. Lehenengo azterketa zinematikoa dela esaten da, eta bigarrena dinamiko.

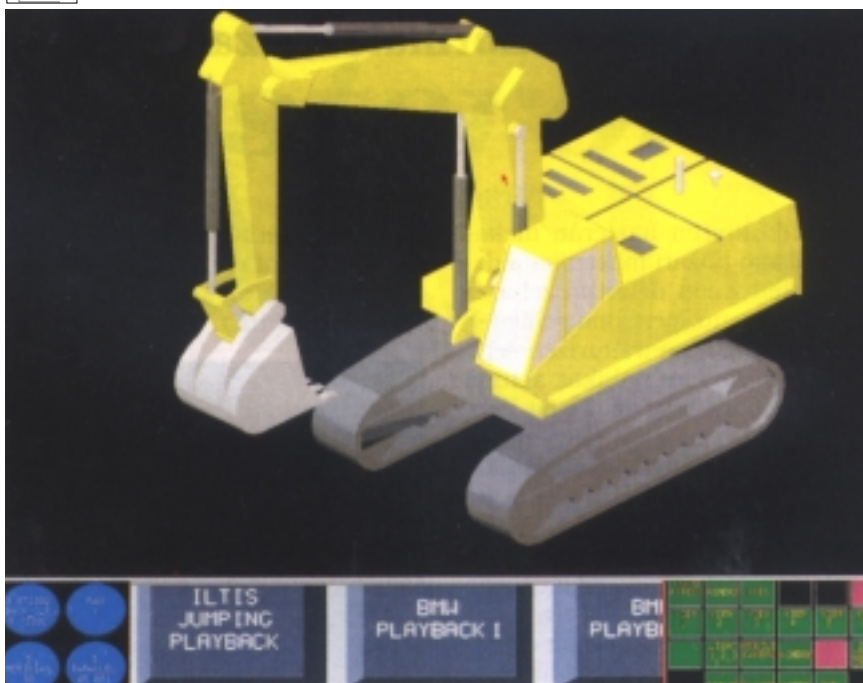
### Simulazioa: mundua, ordenadore barruan

**E**mpresa batek, artikulu berria merkaturatu baino lehen, artikulu horrek funtzionatuko duen edo ez jakin behar du. Adibidez, ezin da balazta-sistema asmatu, eraiki eta saldu, sistema hori automobila gelditzeko gai izango den ala ez jakin gabe; gai ez bada emaitzak nahikoa "kezkarriak" izango bait dira.

Sistema batek nola funtzionatuko duen jakiteko, bi modu daude: Sistema eraikitzea eta frogatzea



**Hondeamakinak ordenadorean azter ditzakegu. Ordenadorean makina hauen ezaugarriak azter daitezke, eraiki aurretik.**

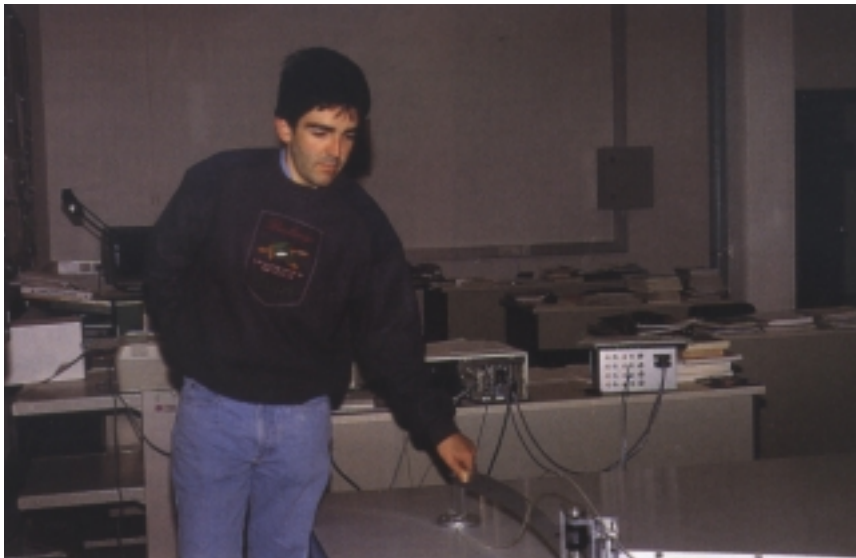


bata, eta sistema horren portaera nolakoa izango den jakiteko beharrezko diren kalkuluak egitea bestea. Lehenengo moduari esperimendazio deitzen zaio, eta bigarrenari simulazio.

Pentsa dezagun hondeamakinak egiten dituen enpresan ari garela, eta eredu berria ateratzea nahi dugula. Eta enpresatan askotan gertatzen denez, pentsa dezagun eskarmentu handiko injineru

garela, eta hondeamakina nola eraikitzen den eta nola funtzionatzen duen ondo dakigula, nahiz eta horren atzean dauden lege fisikoak ezagutu ez.

Egoera horretan, normalean emango genukeen pausoa hondeamakina eraiki eta frogatzea izango litzateke. Eta hemen ere bi aukera daude: Lehenengoa hondeamakina gero izango dituen neurri errealtan eraikitzea, eta bigarrena neurri



txikiagoko eredu egitea. Lehenengo eraikuntzari prototipo deitzen zaio, eta bigarrenari maketa. Eta bi hitz hauek oso adierazgarriak dira.

Bigarrenak, maketak, ez du esan nahi argazkian dagoen moduko jostailuaz ari garenik. Saiakuntzak egiteko eraikitzen den maketa horrek benetako hondeamakinak bezala funtzionatu behar du, eta horrek honakoa esan nahi du: maketak benetako hondeamakinak dituen pieza nagusiak eduki behar dituela, benetako hondeamakinak txikia, eta ez hondeamakinak-itxura duen jostailua, izan dadin. Baina hori, noski, oso garestia da.

Lehenengo hitzaren hasiera (proto-) grekotik dator, eta lehenengoa esan nahi du. Baina gaurko munduan, seriez egindako produktuak nagusi direnean gauza bakar eta berezi bat egiteko diru asko behar da. Eta gauza hori serie handiaren lehenengoa bada, kontu handiz egin behar da.

Gure prototipoa edo maketa, nahiz eta gu oso injineru onak izan, ez da guztiz akats gabea izango, noski. Seguru asko esperimentuak egitean apurtu egingo da, eta eredu berria eraiki beharko dugu. Bigarren eredu hau, gauzak ondo eginez gero, lehenengoa baino hobea izango da, eta merkeagoa ere bai, baina hala eta guztiz ere oso diru-kopuru handia beharko dugu bigarren eredu egiteko, eta normalean ez da behar bezain ona izango.

**CEITeko robot hau ere mekanismoa da, baina ez da arrunta, adimen-maila minimo bat badu eta.**

**Juan Manuel Pagaldaik CEITeko mekanika-laborategian mekanismo malgu baten portaera erakutsi zigun.**

Lagrange-ren ekuazioak, D'Alembert-en prinsipioa...) eta Lagrange edo Newton-en jaiotza- eta heriotza-datak entziklopedian kontsultatzea.

Lege hauek eredu sinplea aztertzeke erabiltzea posible bada ere, ereduaren konplexutasuna erdimailakoa bada, egin behar den eragiketa-kopurua izugarri handia da, eta eragiketa guzti hauek eskuz egitea erabat ezinezkoa da.

Adibidez, argazkian ikus dezakegun hondeamakinaren posizioa kalkulatzeko beharrezkoa da 50 ekuazioko sistema hiru edo lau aldiz egitea. Eta honek, dauzkagun teknika onenak erabiliz 50.000 edo 100.000 batuketa eta biderkaketa egitea esan nahi du. Hondeamakinak hau eredu sinplea dela eta, abiadurak, azelerazioak edo indarrak kalkulatu hastea baino hobea da dena bertan behera uztea.

Baina azken urte hauetan sortu diren ordenadore digitalak horrelako lan sistematiko eta astunak burutzeko oso trebeak eta azkarrak dira.

Hau ikusita, azkeneko bi edo hiru hamarkada hauetan hainbat lan egin da mekanismoak ordenadorez aztertzen dituzten programak garatzeko. Horrelako programa, gure mekanismo edo makinaren datuak hartu ondoren, eta mekanismo horren funtzionamendu-baldintzak nolakoak diren ezagutuz, mekanismoaren higidura nolakoak den eta

Eta prozesuak horrela segitu beharko du, behar bezain hondeamakinak ona lortu arte (injinerutzan perfekzioz ez dago eta balego garestiegia litzateke). Prozesu guzti horrek normalean behar izaten duen diru- eta denbora-kopurua izugarri handia izaten da.

Esan bezala, bigarren aukera hondeamakinak kalkulatu da. Horrela, hondeamakinaren agertzen diren indarrak, kargak, higitzeko behar duen potentzia, hondeamakinaren parte batzuek beste batzuekin interferentziak dituzten edo ez jakitea eta beste hainbat datu kalkulatu dezakegu inolako eraikuntza materialik egin gabe.

Gauza guzti hauek kalkulatzeko behar diren geometria, matematika, fisika eta beste hainbat arloko legeak ondo ezagutzen dira aspaldidanik. Noizkoak diren jakiteko nahikoa da bere asmatzaileen izenak ikustea (Newton-en legea,

J. R. Aizpurua





**Espazioan mekanismo malguk gero eta garrantzi handiagoa dute. Bestela, nola lotu eta elkartu irudiko alderdi desberdinak?**

higidura hori sortzeko behar diren indarrak edo sortzen diren erreakzioak kalkulatzeko gai da.

Guzti hau ikusita, prototipo edo maketa eraikitzea baino mekanismoa kalkulatzeko merkeagoa dela jakiteko ez dago kontu asko atera beharrik.

Dena den, ez pentsa mekanismoaren simulazioa merkea denik. Hasteko, erabiltzen diren ordenadoreen kostua pta/CPU-ko segundotan idazten da. Hau da, ordenadorea segundo batez martxan edukitzea zenbat kostatzen den. Eta ez da harrizkoa diru-kopuru hau bost edo hamar pezetakoa izatea. Horri programa egitea edo erostea kostatzen dena gehitu behar zaio, eta erdua sortzea eta ordenadorera sartzea kostatzen den diru- edo ordu-kopurua.

Hala eta guztiz ere, simulazioaren prezioak esperimentazioaren

prezioak baino zifra bat gutxiago eduki dezake.

Guzti hori irakurrita, simulazioa arazo guztientzako irtenbidea dela pentsa liteke. Hori ez da egia, bereziki benetako ereduaren agertzen diren efektu guztiak ordenadorera sartzea ia ezinezkoa delako edota efektu hauek ezezagunak direlako. Gure hondeamakinan adibidez, ezin da jakin bere lan normalean zenbat pisuko harriak jaso beharko dituen.

Bestalde, simulazioa ez da beti daukagun aukera onena; bakarra baizik. Adibidez, jaurtigailua ilargira hel dadin behar den erregai-kopurua kalkulatu nahi badugu, ezin dugu prototipoa eraiki; prototipoa beste jaurtigailu bat izango bait litzateke. Edo altuera-jauzia egiteko behar diren indarrak kalkulatu nahi baditugu, argi dago prototipoa eraikitzea "nahikoa zaila" izango dela.

Oro har, simulazio mekanikoa zenbait arlotan oso aukera interesgarria da, eta askotan guztiz beharrezkoa dela esan dezakegu, nahiz eta bere kostua eta mugak kontutan hartu behar diren. Hurrengo parrafoetan arlo hauetako batzuk erakutsiko ditugu, mekanismo-simulazioen oinarriak eta behar diren tresnak zeintzuk diren azalduz.

## Espazioa: lehenengoan ondo egin behar

**1** 986ko urtarrilaren 28an, mundu osoak ikusi zuen NASA amerikar espazio-agentziaren Challenger untzia aireratzten.

Hasiera batean hegaldi arrunta ematen zuen, eta Challenger-motako untzien 25. bidaia zela kontutan hartuta, NASA-ko teknikari eta langileak lasai eta konfidantza osoz eserita zeuden kontrol-areto nagusian. Challengerraren barruan zazpi pertsona zeuden, eta taldeko astronauta famatu bihurtu zena andereño bat zen. Espazioko ibilaldian "bueltatxo bat" edozeinek eman dezakeela adierazi nahi zuten.

Baina untiak airean 73 segundo besterik egin ez zituenean, untzia 15 bat kilometrokoa eta bere abiadura 3.000 kilometro/ordukoa baino handiagoa zenean, jaurtigailu laguntzaile baten albotik ke zuri pixka bat atera zen, eta ondoren, segundo batean, unti osoak eztanda egin zuen.

Eztandaren ondorioz, unti barruan zeuden zazpi astronautak hil egin ziren. NASA-k jasandako kritikak, konfidantza- eta ospe-galerak izugarriak izan ziren, eta hortik aurrera egondako kontratu-jaitzietarak eragindako ondorio ekonomikoak ia kalkulaezinak izan dira.

Urte batzuk geroago jakin ahal izan genuen istripuaren zergatia: Challengerren jaurtigailu laguntzaileak hainbat zatitan eginak daude, eta zati hauek elkartzen dituzten loturetako bat gaizki egin da zegoen. Akats honek eragin zuen errekin-ihesa izan zen ezandaren hasiera.

Iturrietan lotura batek huts egingen badu, iturginari deitzea besterik ez dago, baina espazioan, ez dago huts egiterik.

Gainera, arlo honetan laborategiaren barruan espazioan dauden baldintzak errepikatzea ezinezkoa izaten da.



Argazkian Europako ESA agenziaren Hermes espaziuntzia ikusten da eta honi lotuta HERA robota. Robota HERMES-en dagoen astronauta batek gidatuko du. HERMES-en ondoan dagoen sateliteari robotaren eskuaz helduko dio, sateliteari 180 graduko buelta eman eta satelitea behar diren eragiketarako egiteko posizio egokian jarritz. Maniobra hau, nahiz eta sinplea izan, oso delikatua da; zentimetro batzuetako erroreak maniobra osoak huts egitea eragin bait dezake.

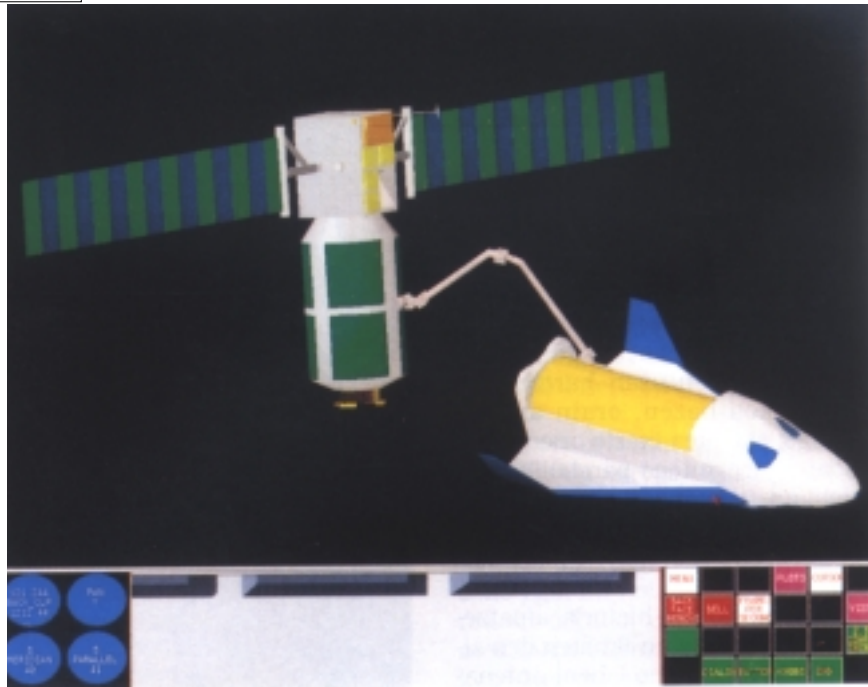
Gainera, maniobra guzti hau grabitaterik gabeko egoeran egingo da. Grabitaterik gabeko egoera laborategian lortzea ia ezinezkoa da, eta horrek maniobraren benetako entseia egitea ez dela posible izango esan nahi du. Hau da, maniobra egiteko aukera bakarra egongo da, eta ondo egin beharko dugu.

Maniobraren ezaugarriak eza-gutzearen garrantzia, argi eta garbi dago. Maniobra hau nolakoa izango den jakiteko dagoen modu bakarra, ordenadorean simulatzea da. Argazkietan maniobraren hiru momentu ezberdin ikusten dira.

Maniobraren gauzarik aipagarriena agian, untzia higidura da. Normalean, robota oinarri fin-kora lotuta egoten da. Baina kasu honetan, robotaren lehenengo elementua untzia lotuta dago, eta untzia, orbitan dagoenez, espazioan libre dago, inolako loturarik gabe. Honen ondorioz, robotaren eskuak sateliteari heltzen dionean, untzia eta satelitearen egoerak guztiz simetrikoak dira, eta robota bien arteko lotura da. Robotaren lehenengo edo azkeneko elementuak zeintzuk diren esatea erabaki subjektiboaren araberakoa da.

Horrela ikusita, satelitea untzitik higitzea edo untzia satelitetik higitzea gauza bera dira; Newtonen hirugarren legeari (akzio-erreakzio efektua adierazten duenari) jarraituz untzia eta satelitea batera higitzen bait dira. Erreakzio-indar honen ondorioz, untzia orientazioa aldatu egiten da. Orientazio-aldaketa hau zenbatekoa izango den bada-kigu, untzia motoreekin zuzen dezakegu, untzia bere tokira bueltatu eta hurrengo maniobra eginez.

Espazio-munduan jarraituz gure bigarren adibideak aterkia ematen badu ere, *antena parabolikoa* dela esan beharra dago. Normalean antena parabolikoa zati bakar batez osatuta egoten da, baina horre-



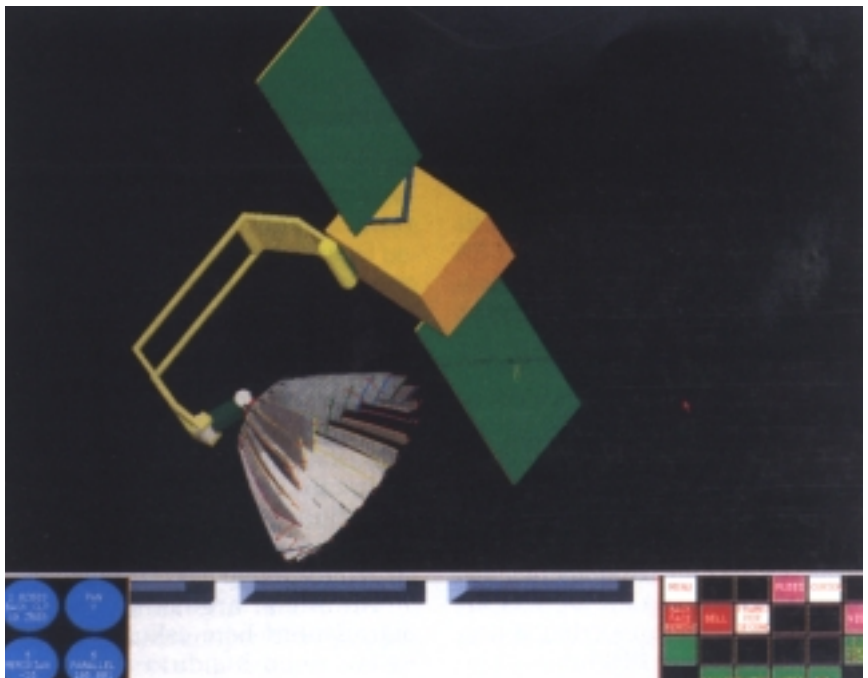
**Satelitea eta espaziuntzia lotzeko mekanismoa irudiko besoa da. Beso hau zurruna denez, elkarketa oso garestia da.**

la egindako antena espaziora eramateko leku handiegia beharko litzateke. Arazo hau konpontzeko normalean hartzen den erabakia antena tolestuak egitea da.

Argazkian ikusten den antena 24 sektoretan banatuta dago, eta sektore bakoitza antenaren zati batez eta zatiak elkarri eta egitura orokorrari lotzeko behar diren bes-

te hiru elementuz osaturik dago. 24 sektoreen elementuak eta egitura orokorrarenak kontutan hartuta, ehun elementu baino gehiago ditu mekanismoak.

Elementu guzti hauek baditu ere, antena parabolikoa askatasun-gradu bakar bat du. Hau da, antenaren elementu bat higitzen badugu, beste elementu guztiak



**Satelite bidezko telebista ere ez zen posible izango mekanismorik gabe.**



batera higitzen dira. Kasu honetan, egitura orokorrean dagoen elementu bat higitzen da eta elementu honen higidurak beste elementu guztien higidura eragiten du, horrela antena zabalduz.

Antena hau, noski, espazioan ez dago bakarrik; sateliteari lotuta baizik. Eta lehenengo kasuan gertatzen zen bezala, antenaren higidurak satelitean erreakzio-higidura eragiten du, satelitearen orientazioa aldatuz. Lehenengo kasuan efektu hau kontutan hartzea garrantzizkoa bazen, orain are eta gehiago; satelitea txarto orientatuta badago gure antena parabolikoaren telebista- edo irrati-emisioak Donostiara joan beharrean Moskura, itsasora edo Martitzera joan baitaitezke.

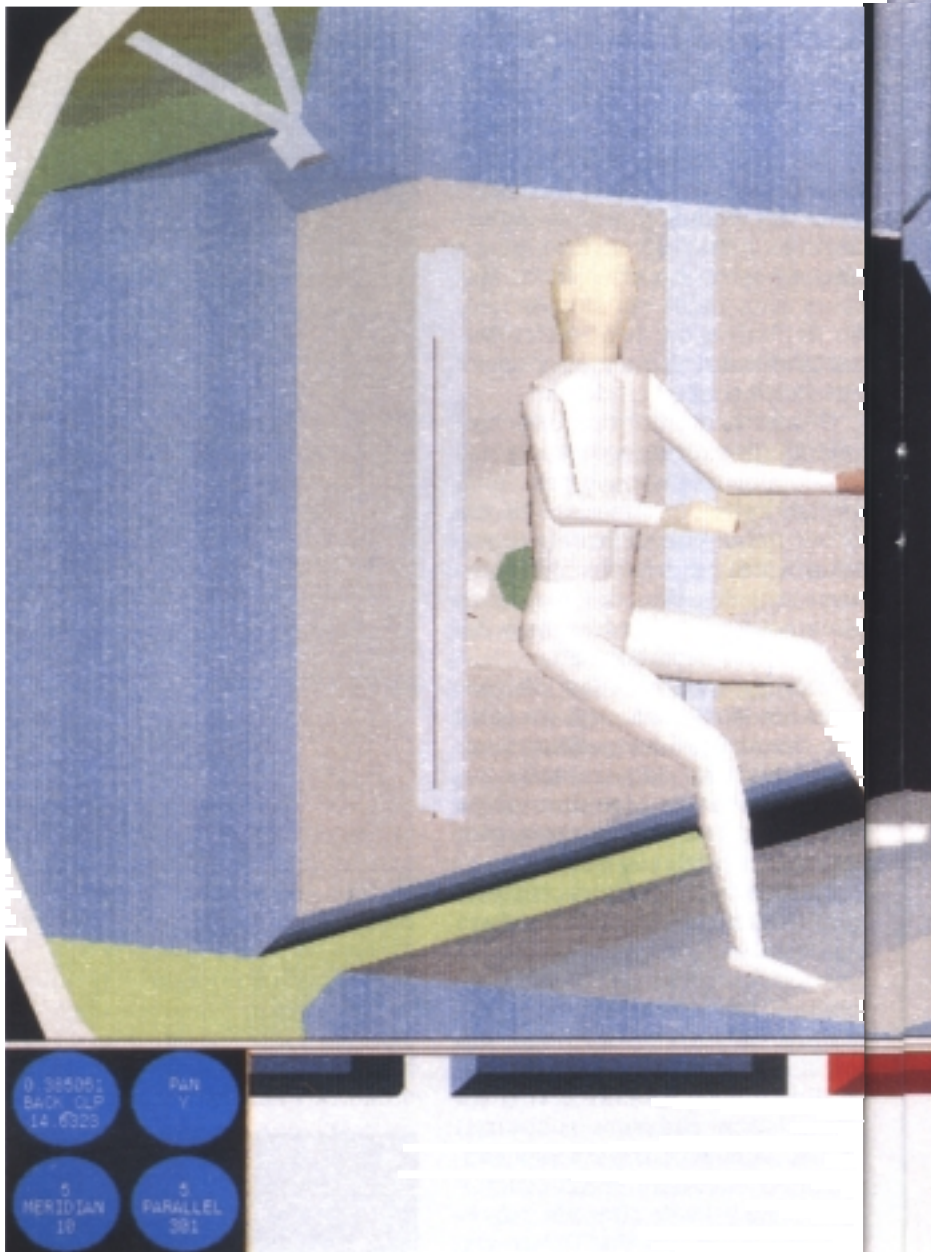
Antena honen historia aipatzekoa da. Argazkietan ikusten den simulazioa egin baino lehen, antenaren maketa eraikita zegoen. Maketa honetan antenaren zati batzuen artean interferentziak zeudela ikusi zen. Interferentzia hauek zirela eta, antenaren maketa berriro eraiki behar izan zen, garestia izan arren.

Geroago, aurkeztutako simulazioa egin zen, eta harrigarria bada ere, ordenadorean maketan agertutako interferentzia berbera agertu zen. Maketa-konponketan gastatutako dirua, noski, ezin zen berreskuratu. Adibide honek irakasten duena garbi dago: lehenengo simulazioa egin behar da eta ondoren esperimendazioa.

Espazioari dagokion azkeneko adibideari normalean *eszenategi* deitzen zaio. Hau da, adibide honetan ikusten den egoera espazioan normalean agertzen dena da. Argazkian dauden artean hiru ezaugarriak ditugu. Lehenengoa HERMES untzia da, bigarrena HERA robota, eta hirugarrena satelitea. Irudia osatzen duten beste biak berriak dira.

Lehenengoa Lurra da. Egia esan, Lurra ez du parte aktiboa hartzen eszenategian, baina grafikoak itxura erreala izan dezan jartzea erabaki zen.

Bigarrena astronauta da. Zalanztarik gabe, espazioko maniobran parte har dezakeen elementu garrantzizkoa astronauta da. Eta artikularen sarreran esaten zenez, pertsona bat, bere higidurari dagokionez, parte higikorrez osatuta dago, eta horrela begiratuta mekanismoa dela esan dezakegu. Nolanahi



ere zalanztarik gabe astronautaren higidurak espazioko maniobran garrantzi handikoak dira.

Dena den, eszenategi honetan xehetasun aipagarri bat dago: eszenategian bertan ez da egin inolako maniobrarik. Eszenategia agertzen denean ordenadorea "erabiltzailearen zerbitzura" jartzen da, erabiltzaileak nahi duen maniobra egin dezan. Honi elkarreragin deitzen zaio. Erabiltzaileak, ordenadorearen aginduez baliatuz, edozein higidura egin dezake sistemaren edozein elementutan.

Adibidez, argazkian robotak astronautari bere eskuaz heltzeko egiten duen higidura ikus dezakegu, eta hortik aurrera robota eta astronauta batera higitzen direla ere bai.

### Azkarra eta arina bada, malgua izango da

**M**algutasunak mekanismoetan duen eragina zehazki adieraztea nahikoa zaila da, baina esperimendua egitea ez da hain zaila. Hartu zeure eskuan gauza luzea eta fina; plastikozko erregela luzea edo espageta, adibidez. Objektu hori izango da gure mekanismo malgua.

Hartu mekanismo malgu hau puntatik eta saia zaitzez posizio batetik bestera azkar higitzen. Adibidez hartu gure mekanismoa posizio bertikalean eta higitu azkar posizio horizontalean jartzeko. Ikus dezakezunez, zure eskua posizio horizontalera heldu eta gelditzen denean, mekanismoa ez da gelditzen. Mekanismoak bere bidea se-



**Astronautaren higidurak ordenadorez simula daitezke. Beraz, benetako astronautak badaki alde aurretik higidura bakoitzaren ondorioak zeintzuk diren. Horrela istripu-arriskua asko txikiagotzen da.**

Normalean gertatzen dena “overshooting” efektua oso txikia izatea da. Hasieran azaldutako esperimentu hori espagetiarekin egin beharrean goilararekin egiten baduzu, aipatutako bibrazio hori, nahiz eta hor egon, ez da batere nabariturik; goilara oso zurruna bait da espagetiarekin konparatuta, espagetiak egiteko materiala altzairua baino askoz ere malguagoa delako.

Berez, malgutasunaren efektuaz ahaztearren zergatik ez dira beti mekanismo zurrunak eraikitzen? Errealitatean, gehienetan hala egiten da. Baina sistema zurruna izan dadin eduki behar duen pisua batzuetan handiegia da, eta ezin da onartu. Adibidez, espazioari buruzko

zatian aurkeztu den robotak (HERA robotak) bi mila kiloko pisua izango balu, HERMES untxiak duen karga jasotzeko ahalmen osoa betekoa luke. Argi dago, bada, sistema malgua eraikitzea beharrezkoa dela.

Baina gure sistema malgua bada, aipatutako “overshooting” efektua agertuko da, eta agertzen den bibrazioak gure espazioko manobra osoa honda dezake; manobra horrek doitasun handiko higidurak behar bait ditu.

Nolanahi ere, agertzen diren bibrazio horiek ezin dira baztertu. Beraz, dagoen konponbide bakarra bibrazioa kontutan hartzea da, eta bibrazioaren efektua kontutan harturik higidura zehatza egiten saiatzea. Hori lortzeko bi gauza behar

dira: lehenengoa, bibrazioaren efektua zenbatekoa eta nolakoa den jakitea, eta bigarrena, efektu hori nola kontrolatzen edo ezeztatzen den jakitea.

Lehenengo lana, hau da, “overshooting” efektua zenbatekoa den jakitea, ez da batere erraza. Arazo hau konpontzeko ez da nahikoa mekanismoen teoria klasikoak aplikatzea. Materialen erresistentzi arloko kontzeptuak ere erabili behar dira, eta bibrazioak aztertze-ko erabiltzen diren teknikak ere bai.

Azken urteetan bi arlo hauetan (materialen erresistentzian eta bibrazio-azterketan) askotan erabili den teknika Elementu Finituen teknika da. Azken urte hauetan lan asko egin da nolabait Elementu Finituen teknika edo beste teknikak mekanismo-teoriekin lotzeko, mekanismo malguak aztertze-ko programa lortu nahian. Emaiza onak lortu badira ere, programak duten konplexutasuna eta behar den kalkulu ahalegina oso handia da.

Daukagun bigarren arazoa kalkulaturako bibrazioa nolabait kontrolatzea da. Hau ez da mekanismo-teknikeei dagokien arazoa; kontrolaren arlokoa baizik. Helburua hau da: mekanismoaren egoera zein den jakin ondoren, mekanismoak nahi dugun bideari segi diezaion motoreek egin behar duten indarra zenbatekoa den kalkulatzeko. Hain formulazio sinplea duen arazo hau nahikoa konplexua da. Lehenengo, mekanismoaren posizioa eta abiadura neurtzea nahikoa zaila delako, eta bigarrenik aipatutako kalkuluak konplexuak direlako.

Bukatzeko, argazkian Donostia-ko CEIT-en *robot malguaren* prototipoa ikusten da. Aluminioz egina dago, eta argazkian (pertsona batekin konparatuta) ikus dezakezuen neurrikoa da. Robot honek 60 bat kiloko pisua izango du, eta CEIT-eko Robotika-taldeko partaideek 20 bat kiloko pisua higitzea espero dute, hau da, robotaren pisua zamarena baino hiru bider handiagoa da. Robot industrialean robotak zamak baino hamar bat bider gehiago pisatzen du. Hona hemen mekanismo malguen teoriak erabiltzen jakitearen garrantzia. 

Juan Manuel Pagaldai CEIT-eko Mekanika Aplikatua sailean ikerketaguntzailea da.

gitzen du momentu batez, eta gero bueltan etortzen da, bibrazio txikia eginez. Efektu honi, bibliografia espezializatuan “overshooting” deitzen zaio, hau da, gaindiketa. Overshooting hau da mekanismo malguak sortzen duten arazo larrienetarikoak.

Mekanismoen malgutasuna ez da teknikariek sortzen duten efektua. Berez, dauden material guztiak malguak dira. Batzuek malgutasun handiagoa (edo zurruntasun txikiagoa) dute, eta besteek malgutasun txikiagoa (edo zurruntasun handiagoa). Honen ondorioz, eraiki dezakegun edozein sistema mekanikok bere malgutasuna izango du. Beraz, zergatik tratatzen dira mekanismoen elementuak solido zurrun bailiran?