

MH: simulazioaren egoera eta gaitasunak

Joseba Azkoaga, Gurutz Urzelai eta Agustin Ugarte*

Orain dela urte batzuk Makina Erremintaren munduan, beste sektoreetan bezala, simulazioa ez zen aplikatzen. Gaur egun simulazioa beharrezko bihurtu da. Bere oinarria fenomeno fisikoak deskribatzen dituzten ekuazio diferentzialen integrazioan datza, eta sistema konplexuen portaera dinamikoa aurreikusteko erabiltzen da, hots, makina eraiki baino lehen bere portaera ezagutzeko. Ekuazio diferentzial hauek sortzeko eredu matematikoak egiten dira.

Makina eraiki baino lehen bere portaera ezagutzuz, fabrikatzaileak jakin dezake bere makinak bezeroen beharrak betetzen dituen ala ez, eta eredu matematikoa aldatuz bere diseinua aztertuko du. Ereduaren erantzuna egokia denean makinaren prototipo bat eraikitzen da. Prototipo hau eta azken produktua ez dira oso ezberdinak, eta normalean nahikoa da prototipoan ukitu txiki batzuk egitea. Honek fabrikatzaileari, alde batetik, kostu handiko prototipo asko egitea aurrezten dio, eta bestetik, produktuaren diseinu-epaia laburtzen laguntzen dio. Simulazioaren beste aplikazio bat funtzionatzen ari diren makinaren akatsak detektatzea da. Honek makina-gelditze luzeen kostu handiak murriz ditzake, akatsa aurretik ezaguna delako.

Simulazio-erreminta tradizionalak

Gaur egun MATLAB eta MATRIX softwareak ezagunenarikoak dira eta bloke-diagrametan daukate beren oinarria. Erreminta hauek zenbakizko kontrolak, motoreak eta erreguladoreak simulatzeko oso ondo egokitutako erremintak dira, bere blokeen oinarria seinaleen prozesamenduan eta kontroleko teorian baitatza. Hala ere, bloke-diagrama hauek ez dira oso egokiak sistema mekaniko edota hidraulikoen portaera dinamikoak deskribatzen duten eredu matematikoak eraikitzeko, honek blokeetan jarri baino lehen ekuazioak eskuz idaztea suposatzen duelako. Horregatik hauek normalean Laplaceren transferentzi funtzioak erabiliz egiten dira. Laplaceren transferentzi funtzio hauek makina osoaren portaera bakarrik deskribatzen dute, eta osagai bakoitzari buruz ez dute inolako informaziorik ematen.

Bestetik, transferentzi funtzio hauen parametroen balioa, makina eraiki baino lehen jakitea ia ezinezkoa da. Halere, gaur egun merkatua sistema osoa optimizatzen duten diseinu globalak edo mekatronikoak eskatzen ari da, hau da, makina funtzionatzen ari denean osagai guztien portaera batera, bai elektriko, mekaniko edota hidraulikoa, ezagutzea eta lan-baldintzetako osagai guztiak optimizatzea suposatzen du. Diseinu global hauek lortzeak sistema osoa erraz simulatzeko erreminta berriak eskatzen ditu, hots, simulazio mekatronikoak egiteko apropos sortutakoak.

Simulazio-erreminta berriak

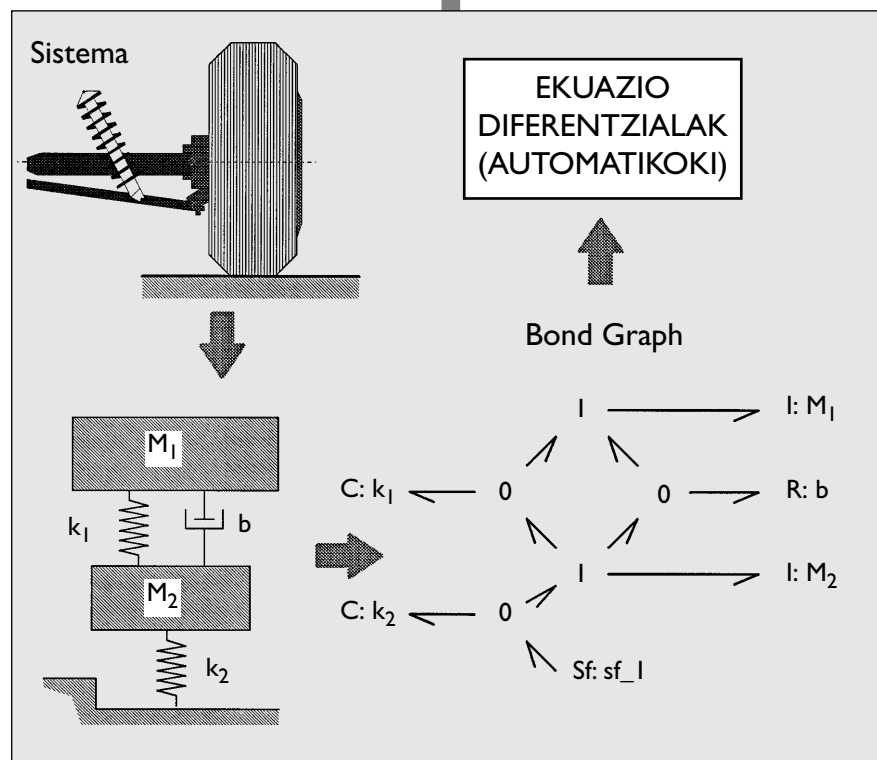
Simulazio-erreminta berri hauek ezagunenak Bond Graph-ean oinarritzen direnak dira. Bond Graph-a sistemen energia trukatketan oinarritutako ereduak garatzeko teknika bat da. Metodo hauen abantaila, eredu mekatro-

nikoak eta diseinu globalak garatzeko, hurrengo ezaugarrietan datza: ereduaren adierazpen grafikoa, osagai fisikoen ereduak erabilibili ahal izatea, eta edozein arlotarako hizkuntza berbera erabiltzea. Bestalde, Bond Graph-a bloke-diagramekin erraz elkar daiteke. Sistemaren Bond Graph ereduak eraikiz gero, programak sistemaren simulazioa burutzeko erabiliko diren ekuazio diferentzialak automatikoki sortzen ditu, hauek parametrikoak direlarik. Bere ezaugarriak ikusita, Bond Graph-a modelizazio-maila fisikoan dagoela esan dezakegu, eta ez matematikoan, I. irudiko adibidean ikus daitekeenez.

Aplikazio praktikoa

Fresatzeko makinetan, batez ere ardatz nagusian, masa handiak gero eta abiadura altuagoetan

I. irudia. Adibidea. Bond Graph-a modelizazio-maila fisikoan dago eta ez matematikoan.

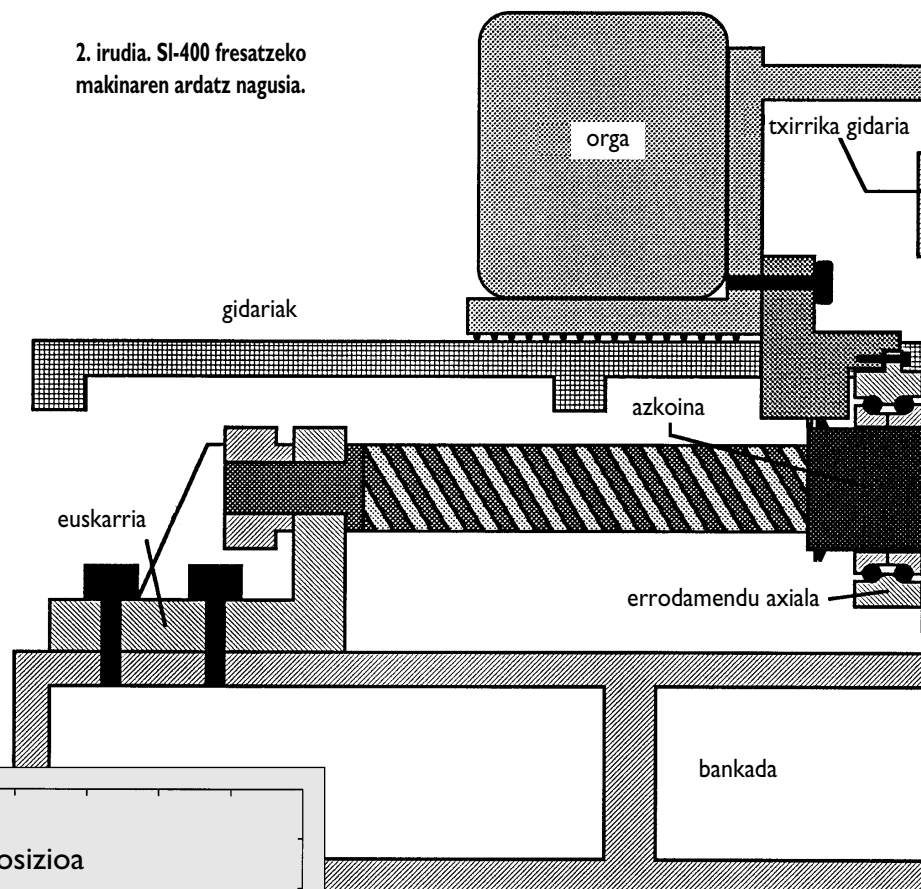


mugitu behar dira, eta sistema malgua denez organ bibrazioak eta kokapen-erroreak agertzen dira fabrikazio-perdoin kalterako. Hau dela eta diseinu berriak garatzeko orduan ereduaren erabilgarritasuna eta komenentzia ikusten da.

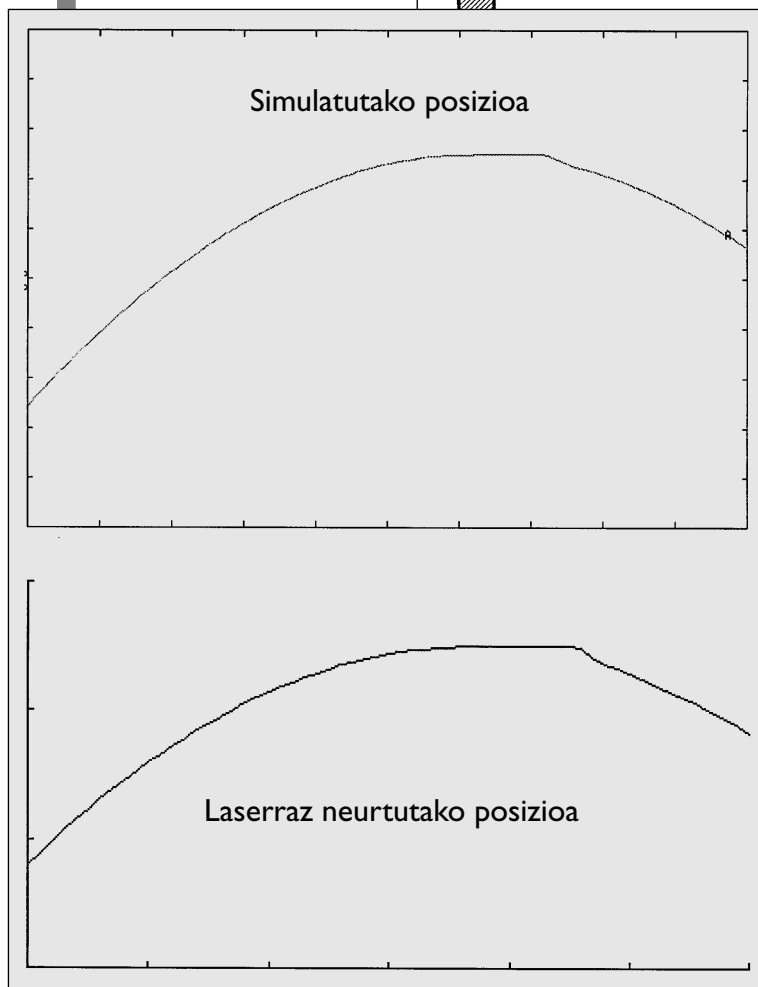
Aplikazio praktikoa honetan IDEKO dagoen fresatzeko makina handi baten ardatz nagusiaren ereduaren simulazioak eta neurutako datuak konparatzen dira. Fresatzeko makinaren ardatzaren eskema sinplifikatua 2. irudian ikus daiteke.

Fresatzeko makinaren ardatza, kontrola, posizio- eta abiadura-erreguladorea, AC motorea, uhal- eta bi poleaz osaturiko erreduk-

2. irudia. SI-400 fresatzeko makinaren ardatz nagusia.



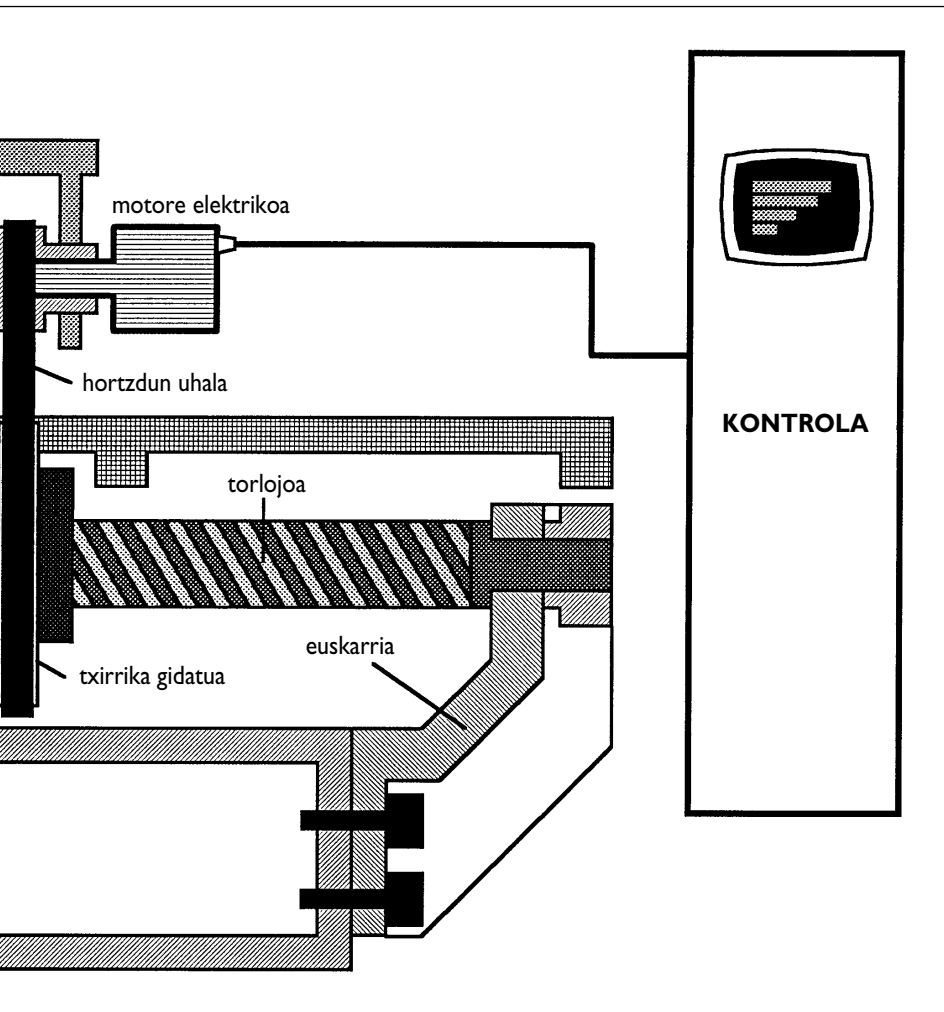
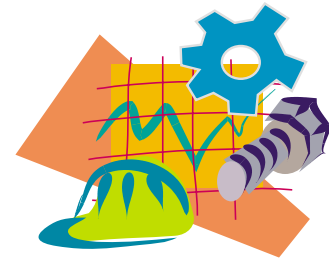
3. irudia. Kosinu-ibilbidea.



torea, torlojo/azkoina, errodamendu axiala, orga-gidariak, bankada eta bi euskarritz osaturiko sistema elektro-mekanikoa da.

Funtzionamendua

Kontrolak posizio-kontsignak ematen ditu, posizio-kontsigna hauek erreguladoreek tentsio bihurtzen dituzte eta motorean aplikatzen da. Ondorioz, motorean korrante elektrikoa sortzen da eta honek momentu mekanikoa eragiten du. Momentu mekanikoa uhal/poleaz osaturiko erreduktorearen bidez azkoinean aplikatzen da. Azkoina biratu eta aldi berean desplazatu egiten da. Biraketa hau bere gainean dagoen errodamendu axialari esker posible da. Errodamenduaren



tsigna baten bitartez lortzen diren posizio-ibilbidea, 3. eta 4. irudian agertzen denez.

Ondorioak

Badira gaur egun makina erremintarako produktu mekatronikoak “ondo eta lehenengoan” gauzatzeko aukera eskaintzen duten garatzeko metodoak eta simulazioak aurrera ateratzeko bideak. Adierazitako fresatzeko makinaren simulazioek agerian uzten dute Bond Graph ereduaren garapen-metodoak horrelako sistemetan duen indarra. IKERLANen eskutik makina erreminten fabrikatzaileak simulazio-metodo hauek beregana ditzakete, Europako Batasunak bultzatutako OLMECO proiektu europarrari eta CICYT eta Eusko Jaurlaritzak elkarrekin finantziazitako “Makina Erremintako Sistema Mekatronikoen Simulaketa” proiektuari esker.



* Ikerlaneko Injinerutza Departamentuko kideak

kanpoko eraztuna orgari lotuta dago eta berarekin mugitzen da. Azkoinaren desplazamendu axialak sortzen duen erreakzioa, torlojoak, euskarriek eta bankadak jasotzen dute.

Hipotesiak

Eredu mekanikoan, torlojoaren malgutasun axial aldakorra, uhal, errodamendu, azkoin, eta euskarrien malgutasunak eta marruskadura (gidariak, torlojo-azkoinaren errendimendua eta marruskadura-momentua), eta masa guztiak hartu dira kontuan. Eredu elektrikoa ohiko eran egin da, hots, bloke-diagrametan. Kasu honetan ohiko diren ibilbideak simulatu dira, kosinu-ibilbidea eta abiadura trapezio kon-

