

RTU studiju kurss "Mehānisku sistēmu datorizētā analīze"

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	BM0196
Nosaukums	Mehānisku sistēmu datorizētā analīze
Studiju kursa statuss programmā	Brīvās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Jānis Auziņš - Doktors, Profesors
Mācītbspēks	Aleksandrs Januševskis - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 8.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	<p>Matricu metodes mehānismu kinemātikā un dinamikā. Saišu metode planāru kinemātisko shēmu analīzei. Rotācijas, prizmatiskie, zobratu, izciļņa un un pāri ar divām brīvības pakāpēm planārā gadījumā. Kinemātisko shēmu apraksta formalizācija. Automātiska vienādojumu veidošana ģeometriskajai, kinemātiskajai un dinamiskajai analīzei. Inerces tenzori. Virtuālais darbs un Lagranža vienādojumi. Tiešie un apgrieztie ģeometrijas, statikas, kinemātikas un dinamikas uzdevumi. Planāru sistēmu dinamika. Inerces matricas. Arējiem spēkiem un iekšējiem dzinēju spēkiem un momentiem atbilstošo vispārināto spēku aprēķins. Sakarība starp cieta ķermeņa translācijas ātrumu, leņķātrumu un vispārinātajiem ātrumiem. Vienkāršākie tiešo un apgriezto uzdevumu piemēri. Koši problēmas risināšanas skaitliskās metodes. Integrešanas metožu precizitāte un stabilitāte. Cieta ķermeņa kinemātika telpā. Kostīgās koordinātu sistēmas. Eilera leņķi un Eilera parametri. Rodrigesa formula. Translācijas un leņķiskais ātrums un paātrinājums. Sakars starp ātrumiem un Eilera parametru atvasinājumiem.</p> <p>Telpisku sistēmu kinemātiskā analīze. Vienkāršākās kinemātiskās saites. Koordinātu sistēmas šarnīru definēšanai. Denavita-Hartenberga notācija. Rotācijas, prizmatisko, cilindrisko, sfērisko savienojumu saites. Saistītu telpisku sistēmu kustības vienādojumi. Telpiskā gadījuma ārējiem spēkiem un iekšējiem dzinēju spēkiem un momentiem atbilstošo vispārināto spēku aprēķins. Reakcijas spēku un Lagranža reizinātāju aprēķins. Līdzstrāvas, maiņstrāvas elektromotoru, iekšdedzes un dīzeļdzinēju dinamikas modeļi. Vadības sistēmu dinamiskie modeļi: PID regulatori. 2D modelēšanas programmatūra: Working model 2D 3D modelēšanas programmatūra MSC ADAMS: ADAMS View, ADAMS Car, ADAMS Chassis, ADAMS Driveline, ADAMS Engine, ADAMS Flex Parametriskā optimizācija, identifikācija un datoreksperimentu plānošana. Programmas ADAMS Insight, EDAOpt.</p>
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	<p>Dot pamatzināšanas par mehānismu un mašīnu analīzi, izmantojot datortehniku.</p> <p>Dot izpratni par mehānismu kinemātisko shēmu uzbūvi, mobilitāti un funkcionalitāti</p> <p>Dot zināšanas par cieta ķermeņa dinamiku kinemātiskajās ķēdēs.</p> <p>Dot zināšanas par tiešajiem un apgrieztajiem kinemātikas un dinamikas uzdevumiem.</p> <p>Dot zināšanas par mašīnu dinamikas modelēšanā lietojamām skaitliskās integrēšanas metodēm.</p> <p>Dot zināšanas par dzinēju un vadības sistēmas dinamikas ievērošanu mašīnu modelēšanā</p> <p>Iemācīt pielietot komerciālo programmatūru plakanu un telpisku mehānismu kinemātikas un dinamikas analīzei.</p> <p>Dot zināšanas, kā veikt mehānismu un mašīnu analīzi un kā noformēt tās rezultātus.</p>
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	<p>Studentiem jāveic patstāvīgie darbi par šādām tēmām:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Plakanu mehānismu dinamikas modelēšana ar WorkingModel 2D: četrlocekļu, kloķa-kloķa, kulises, izciļņa, dubultsvārsta mehānismi, Scara robots. 2. Mašīnu ar elektropiedziņu modelēšana - elektromobilis. 3. Ar PID regulatoriem aprīkoto mašīnu dinamikas modelēšana – nestabilas 2 brīvības pakāpju sistēmas balansēšana. 4. Nelineāro svārstību sistēma. 5. Telpisku automātiski vadāmu mašīnu dinamikas modelēšana ar MSC ADAMS – Puma tipa 3-locekļu robots ar PID vadību. Makfērsona piekare, Stjuarta platforma. 6. Izciļņa mehānisma konstruktīvo parametru optimizācija. 7. Kursa darbs: dota mehānisma parametru optimizācija
Literatūra	<ol style="list-style-type: none"> 1. E. J. Haug, "Computer-Aided Kinematics and Dynamics of Mechanical Systems, Volume I: Basic Methods", Allyn and Bacon, 1989. 2. J. J. Uicker, Jr., G. R. Pennock, and J. E. Shigley "Theory of Machines and Mechanisms, 3rd ed., Oxford University Press, 2003. 3. A. A. Shabana, "Dynamics of Multibody Systems", by 3rd ed., 2007 4. M. T. Heath "Scientific Computing, An Introductory Survey", 2nd ed., 2002 5. R.L. Woods, Modelling and Simulation of Dynamic Systems, Prentice Hall, 1997 6. Working Model 2 D User's Manual, MSC Software, 2005 7. MSC.ADAMS Basic Full Simulation Package. Training Guide, MSC, 2005
Nepieciešamās priekšzināšanas	Matemātika. Mehānika. Fizika.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienēs studijas		Nepilna laika neklātienēs studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs

Mašīnu analīzes uzdevumu klasifikācija. Tiešie un apgriezītie mehānismu ģeometrijas, kinemātikas un dinamikas uzdevumi.	5	0	0	0
Matricu metodes mehānikā. Vektoru operācijas matricu formā. Cieta ķermeņa koordinātes, ātrumi un paātrinājumi.	2	0	0	0
Eilera leņķi un parametri, pagriezienu matricas, to atvasinājumu sakars ar leņķātrumu vektoru. Inerces tenzora matrica.	6	0	0	0
Nūtona-Eilera vienādojumi matricu formā.	5	0	0	0
Kinemātiskie pāri, kinemātiskās ķēdes, saišu vienādojumi. Rotācijas, translācijas, cilindriskie, kardāna, u.c. šarnīri.	2	0	0	0
Kinemātiskās ķēdes. Noslēgti kinemātiskie kontūri. Brīvības pakāpes. Vispārinātās koordinātas.	6	0	0	0
Lagranža 2. veida dinamikas vienādojumi matricu formā.	5	0	0	0
Diferenciālvienādojumu risināšanas skaitliskās metodes, to pielietojums mehānismu dinamikā.	2	0	0	0
Mehānismi ar mainīgu struktūru. Singularitāte. Statiski nenoteicamas sistēmas.	6	0	0	0
Mašīnu struktūras apraksta formalizācija. Denavita-Hartenberga notācija.	5	0	0	0
Viskozās un sausās berzes ievērošana. Mehānisma locekļu kontakta modelēšanas metodes.	2	0	0	0
Spēku un reakciju aprēķins kinemātiskās ķēdēs. Planāru un telpisku kopņu aprēķins.	6	0	0	0
Datoranalīzes programmas: WorkingModel 2D, MSC ADAMS.	5	0	0	0
Dinamikas analīzes programmatūras sakars ar virtuālās prototipēšanas programmām SolidWorks, AutoCad.	2	0	0	0
Vadāmas mehāniskas sistēmas, piedziņas un vadības sistēmu struktūrshēmas.	6	0	0	0
Piedziņas un vadības sistēmu apraksta formalizācija. Elektromotoru, iekšdedzes un dīzeļdzinēju to dinamikas ievērošana.	5	0	0	0
Saišu vienādojumu atvasināšana un stabilizācija. Metožu precizitāte un stabilitāte, cietas sistēmas.	2	0	0	0
Locekļu elastības un šarnīru spēles ievērošana. Elastīgu modeļu imports no GE programmatūras (ANSYS, SolidWorks)	4	0	0	0
Mašīnu optimizācija, parametru identifikācija: EDAOpt, ADAMS Insight. Dinamikas datoreksperimentu plānošana un analīze.	4	0	0	0
Kopā:	80	0	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Zināšanas vektoru un matricu pielietojumam mehānismu analīzē.	Jautājumi eksāmenā
Zināšanas par mašīnu konstrukciju pamatelementiem.	Jautājumi eksāmenā
Spēja veikt mehānismu kinemātisko analīzi.	Patstāvīgais darbs
Spēja veikt mašīnu dinamikas modelēšanu.	Patstāvīgais darbs
Spēja orientēties skaitliskās integrēšanas metodēs un citās skaitlisko risinājumu iegūšanas metodēs.	Patstāvīgais darbs
Māka lietot programmatūru inženierproblēmu risināšanā: diferenciālvienādojumu risināšanā, īpašvērtību analīzē u.c.	Patstāvīgais darbs
Spēja veikt planāru mehānismu kinemātikas un dinamikas analīzi, lietojot vispārinātās koordinātas.	Patstāvīgais darbs
Spēja veikt telpisku mehānismu modelēšanu, lietojot Eilera leņķus un parametrus, pagriezienu matricas, saišu vektorus.	Kursa darbs
Spēja izveidot un pielietot mašīnu matemātiskos modeļus.	Jautājumi eksāmenā
Spēja veikt mašīnu parametrisko optimizāciju.	Kursa darbs
Māka lietot komerciālo mehānismu analīzes programmatūru un izpratne, kā strādā tajās realizētās metodes.	Kursa darbs

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
1. Kursa darbs WorkingModel	25
2. Kursa darbs MSC Adams	25
3. Eksāmens	50
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi			Brīvās izvēles pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	8.0	32.0	48.0	0.0		*				