

RTU studiju kurss "Datorizētā mehānisko sistēmu analīze"

15325 Teorēt.mehānikas un materiālu pretestības katedra

Vispārējā informācija

Kods	MTH601
Nosaukums	Datorizētā mehānisko sistēmu analīze
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Aleksandrs Januševskis - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 0.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, DE, RU
Anotācija	Šis kurss ir paredzēts padziļinātai mašīnu dinamikas datorizētās analīzes apgūšanai. Atšķirībā no citiem līdzīgiem kursiem liela vērtība tiek veltīta ne tikai mašīnu mehānisko sistēmu modelēšanai, bet arī mašīnu piedziņas, sensoru un vadības sistēmu dinamikas ievērošanai, kā arī mašīnu elementu deformācijām un dažāda veida transportlīdzekļu dinamikas analīzei un optimizācijai. 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. Iteratīva lineāro vienādojumu sistēmu risināšana. Inerces tenzori. Virtuālais darbs un Lagranža vienādojumi. Tiešie un apgrieztie ģeometrija,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. Ātrumu analoģu matricas. Vienkāršākie tiešo un apgrieztu uzdevumu piemēri. Koši problēmas risināšanas skaitliskās metodes.Integrēšanas metožu precizitāte un stabilitāte. Baumgarta saišu stabilizācijas metode diferenciāl-algebrisku vienādojumu sistēmu risināšanai. 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. Telpisku sistēmu kinemātiskā analīze. Vienkāršākās kinemātiskās saites. Koordinātu sistēmas šarmū definēšanai. Denavita-Hartenberga notācija. Rotācijas, prizmatisko, cilindrisku, 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 dinamiskie 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.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Dot padziļinātas zināšanas par mehānismu un mašīnu analīzi, izmantojot datortehniku. Dot izpratni par mehānismu kinemātisko shēmu uzbūvi, mobilitāti un funkcionalitāti Dot zināšanas par cieta ķermeņa dinamiku kinemātiskajās ķēdēs. Dot zināšanas par tiešajiem un apgrieztajiem kinemātikas un dinamikas uzdevumiem. Dot zināšanas par mašīnu dinamikas modelēšanā lietotajām skaitliskās integrēšanas metodēm. Dot zināšanas par dzinēju un vadības sistēmas dinamikas ievērošanu mašīnu modelēšanā Iemācīt pielietot komerciālo programmatūru plakanu un telpisku mehānismu kinemātikas un dinamikas analīzei. Dot zināšanas, kā veikt mehānismu un mašīnu analīzi un kā noformēt tās rezultātus.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Studentiem jāveic šādi patstāvīgie darbi: 1. Plakanu mehānismu dinamikas modelēšana ar WorkingModel 2D: četrolekļu, kļoķa-kļoķa, kulises, izciļņa, dubultsvārstu mehānismi, Scara tipa robots. 2. Mašīnu ar elektropiedziņu modelēšana - elektromobilis. 3. Ar PID regulatoriem aprīkotu mašīnu modelēšana – nestabilas 2 brīvības pakāpju sistēmas balansēšana. 4. Nelineāro svārstību sistēma. 5. Telpisku automātiski vadāmu mašīnu dinamikas modelēšana ar MSC ADAMS – Puma tipa robots ar PID vadību. Makfērsona piekare, Stjuarta platforma, automobiļa manevru dinamika. 6. 4- riteņu transportlīdzekļa svārstību analīze 7. Kurša darbs: dota mehānisma parametru optimizācija
Literatūra	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. Maģistrantūras vai pamatstudiju kurss par mehānisku sistēmu datorizēto analīzi.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Mašīnu analīzes uzdevumu klasifikācija. Tiešie un apgrieztie mehānismu ģeometrijas, kinemātikas un dinamikas uzdevumi.	6	0	0	0
Matricu metodes mehānikā. Vektoru operācijas matricu formā. Cieta ķermeņa koordinātes, ātrumi un paātrinājumi.	8	0	0	0
Eilera leņķi, Eilera parametri, pagriezienu matricas, to atvasinājumu sakars ar leņķātrumu vektoru. Inerces tenzori.	8	0	0	0
Ņūtona-Eilera vienādojumi matricu formā.	6	0	0	0
Kinemātiskie pāri, kinemātiskās ķēdes, saišu vienādojumi. Rotācijas, translācijas, cilindriskie, kardāna, u.c. šarnīri.	8	0	0	0
Kinemātiskās ķēdes. Noslēgti kinemātiskie kontūri. Brīvības pakāpes. Vispārinātās koordinātas.	8	0	0	0
Lagranža 2. veida dinamikas vienādojumi matricu formā.	6	0	0	0
Diferenciālvienādojumu risināšanas skaitliskās metodes, to pielietojums mehānismu dinamikā.	8	0	0	0
Mehānismi ar mainīgu struktūru. Singularitāte. Statiski nenoteicamas sistēmas.	8	0	0	0
Mašīnu struktūras apraksta formalizācija. Denavita-Hartenberga notācija.	8	0	0	0
Viskozās un sausās berzes ievērošana. Mehānisma locekļu kontakta modelēšanas metodes.	6	0	0	0
Datoranalīzes programmas: WorkingModel 2D, MSC ADAMS, Altair Hyperworks.	6	0	0	0
Programmas ADAMS/View, Adams/Postprocessor, MSC.ADAMS/CAR, ADAMS/Flex, ADAMS/CHASSIS, Adams/Engine, Adams/Driveline	10	0	0	0
Dinamikas analīzes programmatūras sakars ar virtuālās prototipēšanas programmām SolidWorks, AutoCad, Altair, Catia.	8	0	0	0
Vadāmas mehāniskas sistēmas, piedziņas un vadības sistēmu struktūrshēmas.	8	0	0	0
Piedziņas un vadības sistēmu apraksta formalizācija. Elektromotoru, iekšdedzes un dīzeļdzinēju to dinamikas ievērošana.	8	0	0	0
Kinemātisko saišu ievērošanas metodes: diferenciāl-algebriskie vienādojumi, aizvietošana ar spēku saitēm.	8	0	0	0
Saišu vienādojumu atvasināšana un stabilizācija. Metožu precizitāte un stabilitāte, cietas sistēmas.	8	0	0	0
Locekļu elastības un šarnīru spēles ievērošana. Elastīgu modeļu imports no GE programmatūras (ANSYS, SolidWorks)	8	0	0	0
Mehānismu modelēšana, ievērojot periodiskas un gadījuma slodzes.	8	0	0	0
Mašīnu optimizācija, parametru identifikācija: EDAOpt, ADAMS Insight. Dinamikas datoreksperimentu plānošana un analīze.	8	0	0	0
Kopā:	160	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, lineāru algebrisku vienādojumu sistēmu risināšanā un īpašvērtību analīzē	Patstāvīgais darbs
Spēja veikt planāru mehānismu modelēšanu, lietojot vispārinātās koordinātas un diferenciāl-algebriskos vienādojumus.	Patstāvīgais darbs
Spēja veikt telpisku mehānismu dinamikas analīzi, lietojot saišu vektorus un diferenciāl-algebriskos vienādojumus.	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 kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	0.0	6.0	6.0	0.0		*	