

RTU studiju kurss "Elektronisko sistēmu nelineārā dinamika"

33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	DE0224
Nosaukums	Elektronisko sistēmu nelineārā dinamika
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Dmitrijs Pikuļins - Doktors, Profesors
Mācībspēks	Artūrs Āboltiņš - Doktors, Profesors Anna Litviņenko - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	2 daļas, 23.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Pēdējās desmitgadēs pastiprināta pētnieku un inženieru uzmanība tiek pievērsta dažāda tipa dinamiskās sistēmās novērojamo nelineāro parādību izpausmju un praktisko pielietojumu izpētei. Studiju kursa ietvaros studenti apgūst nelineāro elektronisko sistēmu izpētes metodoloģijas, kas balstās uz teorētiskiem aprēķiniem, datormodelēšanu un laboratorijas eksperimentiem. Studiju kursa teorētiskajā daļā studenti tiek iepazīstināti ar RTU izstrādātās Pilno Bifurkāciju Grupu Metodes (PBG) pielietojuma iespējām, veicot padziļinātu elektronisko iekārtu nelineārās dinamikas analīzi un prognozēšanu. Studentiem tiek izskaidrotas dažāda tipa elektronisko sistēmu nelineāro parādību pielietojuma iespējas elektronikā un sakaru tehnikā. Pildot laboratorijas darbus un veicot kursa darba izstrādi, studenti praktiski apgūst komplekso dinamisko sistēmu eksperimentālās izpētes rīkus, iegūto datu analīzes un interpretācijas metodes.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt teorētiskās zināšanas analogo un ciparu elektronisko shēmu nelineārās dinamikas izpētē un analizē, izmantojot Pilno Bifurkāciju Grupu Metodi, kā arī praktiski apgūt sarežģītu sistēmu nelineāro parādību datormodelēšanas un eksperimentālās izpētes metodoloģijas. Studiju kursa uzdevums ir iemācīt studentus: 1. Veikt komplekso elektronisko sistēmu dinamikas analīzi. 2. Pamatoti izskaidrot novērojamās parādības. 3. Piedāvāt dažāda tipa darba režīmu praktiskās izmantošanas iespējas; izvēlēties un pielietot atbilstošās haotisko sistēmu vadības metodes.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	1. Gatavošanās kontroldarbiem. Tiek organizēti kontroldarbi par apgūtām tēmām. Uzd.: veicināt sistemātisku materiāla apguvi, identificēt sliktāk apgūtās koncepcijas. 2. Mājasdarbu izpilde. Tiek izsniegti mājasdarbi, kuru ietvaros jāveic nelineāro sistēmu modelēšana un analīze. Uzd.: iemācīt pielietot teorētiskas koncepcijas praktisko uzdevumu risināšanā. 3. Gatavošanās laboratorijas darbiem. Tiek organizēti lab. darbi par nelineāro parādību eksperimentālo izpēti elektronikā. Uzd.: veicināt eksperimentālo izpētes metodoloģiju apgūšanu. 4. Kurša darba izstrāde. Kurša noslēgumā tiek izdalīti kurša darbu uzdevumi. Uzd.: iemācīt, pielietojot iegūtās analītiskās un praktiskās iemaņas, realizēt.
Literatūra	Lau, F. and C. Tse. "Chaos-Based Digital Communication Systems: Operating Principles, Analysis Methods, and Performance Evaluation." (2003) Nayfeh, A. H. and B. Balachandran. "Applied nonlinear dynamics." (1995) Chau, K. T. and Zheng Wang. "Chaos in Electric Drive Systems: Analysis, Control and Application." (2011) Schöll, E.. "Handbook of Chaos Control." (2007) Banerjee, S. and G. Verghese. "Nonlinear Phenomena in Power Electronics." (2001) Muthuswamy, Bharathwaj, and Santo Banerjee. A route to chaos using FPGAs. Springer International Publishing (2015) Adamatzky, Andrew. Chaos, CNN, memristors and beyond: A festschrift for Leon Chua. World Scientific, (2013) Chen, Guanrong, and Tetsushi Ueta. Chaos in circuits and systems. Vol. 11. World Scientific, (2002) Eisencraft, Marcio, Romis Attux, and Ricardo Suyama, eds. Chaotic signals in digital communications. CRC Press, (2018) Vaidyanathan, Sundarapandian, and Christos Volos, eds. Advances and applications in chaotic systems. Vol. 636. Berlin, Germany: Springer, (2016)
Nepieciešamās priekšzināšanas	Analogo un ciparu elektronisko shēmu darbības pamati. Ķēžu teorija. Augstākā matemātika.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienēs studijas		Nepilna laika neklātienēs studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
1. Nelineārās dinamikas pamati. Ievads.	4	6	0	0
1.1. Dinamisko sistēmu kvalitatīvā uzvedība.	4	6	0	0
1.2. Autonomās nelineārās sistēmas.	4	6	0	0
1.3. Neautonomās nelineārās sistēmas.	4	6	0	0
1.4. Stabilitātes jēdziens un kritēriji.	4	6	0	0
1.5. Ļapunova eksponente.	4	6	0	0

1.6.Gludās un negludās bifurkācijas.	4	6	0	0
1.7.Deterministisks haoss.	4	6	0	0
1.8.Haosa identificēšana un raksturošana.	4	6	0	0
1.9.Nelineāro sistēmu analīzes metodes: fāzes portreti, laika diagrammas, Puankarē šķēlumi, bifurkāciju diagrammas.	4	6	0	0
1.10. Līdzāspastāvošie atraktori, pievilksanas apgabali.	4	6	0	0
1.11. Krīzes: iekšējā un robežu.	4	6	0	0
2. Pilno bifurkāciju grupu metode. Ievads.	4	6	0	0
2.1.Metodes algoritmiskā bāze.	8	12	0	0
2.2.Turpinājums pēc parametra.	4	6	0	0
2.3.Pilno bifurkāciju diagrammu iegūšana un analīze.	8	12	0	0
2.4.Retie atraktori.	8	12	0	0
3. Nelineāro parādību eksperimentālās un modelēšanas metodes. Ievads.	4	6	0	0
3.1.Nelineāro elektronisko sistēmu datormodelēšanas iespējas.	6	8	0	0
3.2.Laika diagrammu, fāzes portretu, atraktoru un spektru eksperimentālā iegūšana.	6	8	0	0
3.3.Puankarē šķēlumu eksperimentālā izpēte.	8	12	0	0
3.4.Bifurkāciju diagrammu eksperimentālās iegūšanas un attēlošanas metodes.	8	12	0	0
4. Haotisko svārstību izpausmes elektronikā un sakaru tehnikā. Ievads.	4	6	0	0
4.1.Analogo haotisko sistēmu pārskats.	8	12	0	0
4.2.Čua ķēdes nelineārā dinamika.	8	12	0	0
4.3.Haotiskie RC oscilatori.	8	12	0	0
4.4.Ciparu haotiskās sistēmas.	8	12	0	0
4.5.Haoss spēka elektronikā.	8	12	0	0
4.6.Būla haoss.	6	9	0	0
4.7.Haotiskā skaitļošana.	6	9	0	0
4.8. Memristori un to pielietojumi.	6	8	0	0
5. Elektronisko sistēmu nelineāro darbības režīmu pielietojumi. Ievads.	4	4	0	0
5.1.Haotiskās sinhronizācijas pamati.	8	8	0	0
5.2.Haotiskās sinhronizācijas pielietojumi sakaru tehnikā.	6	8	0	0
5.3.Haotiskā spektra izkliede.	4	8	0	0
5.4.Robustā haosa pielietojumi.	4	8	0	0
5.5. Gadījumsignālu ģeneratori uz haotisko oscilatoru bāzes.	4	6	0	0
5.6. Ciparu datu haotiskā kriptēšana.	6	6	0	0
6. Haotisko sistēmu vadība. Ievads.	4	6	0	0
6.1.OGY metodes pārskats un pielietojumi.	6	0	0	0
6.2.Pyragasa metodes pārskats un pielietojumi.	6	0	0	0
6.3.Laika aiztures metodes pielietojumi.	6	0	0	0
7. Kurša darba izstrāde un aizstāvēšana.	8	48	0	0
Kopā:	240	360	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj identificēt un analizēt plaši sastopamās nelineārās parādības: subharmoniskās svārstības, haosu, bifurkācijas.	Mājasdarbi, kontroldarbi, kurša darbs, laboratorijas darbi.
Spēj pielietot Pilno Bifurkāciju Grupu Metodi dažāda tipa elektronisko sistēmu nelineārās dinamikas analīzei.	Mājasdarbi, kontroldarbi, kurša darbs.
Spēj veikt nelineāras elektroniskās sistēmas datormodelēšanu un eksperimentālu izpēti.	Mājasdarbi, laboratorijas darbi, kurša darbs.
Spēj izskaidrot novērojamo nelineāro parādību rašanās cēloņus, kā arī piedāvāt to praktiskos pielietojumus.	Mājasdarbi, kontroldarbi, kurša darbs, laboratorijas darbi.
Spēj izvēlēties un pielietot atbilstošu haotisko sistēmu vadības metodes.	Mājasdarbi, kontroldarbi, kurša darbs.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Kurša darbs	20
Kontroldarbi	20
Mājasdarbi	20
Laboratorijas darbi	20
Eksāmens	20
Kopā:	100

Studiju kurša plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi			Brīvās izvēles pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	7.7	80.0	0.0	0.0		*			*	

2.	15.3	80.0	48.0	32.0		*			*	
----	------	------	------	------	--	---	--	--	---	--