

**RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE**

**INDUSTRIĀLĀS ELEKTRONIKAS  
UN ELEKTROTEHNIKAS INSTITŪTS**

Leonīds Ribickis

Anatolijs Ļevčenkovs

Mihails Gorobecs

**SISTĒMU TEORIJAS PAMATI  
INDUSTRIĀLĀS ELEKTRONIKAS  
MODELĒŠANĀ**

RTU izdevniecība

2008

UDK 681.51.01(075.8)

Ri040s

Šī mācību grāmata paredzēta neklātienēs, vakara un dienas nodaļas studentiem. Tā apskata kopu teorijas pamatjēdzienus, sistēmu teorijas pamatus, sistēmu modelēšanas pamatprincipus, mehatronikas sistēmu pamatjēdzienus, industriālās elektronikas pamatelementus un analogās elektroniskās iekārtas, saišu grafu teoriju mehatronikas sistēmu modelēšanai, kā arī detalizēti apraksta elektriskā transporta vilces dzinēja vadības modelēšanas piemēru Simulink vidē. Grāmatā ir doti vilces dzinēja manuālās un automātiskās vadības modelēšanas piemēri.

Publicēts Rīgas Tehniskās universitātes izdevniecībā saskaņā ar EEF IEEI Industriālās elektronikas un elektrotehnoloģiju katedras 2008. gada ... sēdes lēmumu. Protokols Nr. ...

Recenzenti:

Prof., Dr.Habil.sc.ing. J.Greivulis

Asoc. prof., Dr.sc.ing. A.Žiravecka

©Rīgas Tehniskā universitāte, 2008.g.

ISBN 978-9984-32-003-8

## SATURS

Priekšvārds.....	6
Apzīmējumu saraksts.....	8
1. Ievads sistēmu teorijā industriālajā elektronikā.....	10
1.1. Kopu teorijas pamatdefinīcijas sistēmu analīzei.....	10
1.1.1. Kopas un to elementi.....	10
1.1.2. Operācijas ar kopām.....	11
1.1.3. Attiecības starp kopu elementiem.....	14
1.2. Sistēmu teorijas pamatjēdzieni.....	15
1.2.1. Sistēmu teorijas būtība.....	15
1.2.2. Sistēmu teorijas galvenās definīcijas.....	16
1.2.3. Abstraktās lineārās sistēmas.....	19
1.2.4. Dinamiskās sistēmas un vispārīgās laika sistēmas.....	20
1.3. Sistēmu analīzes un sistēmu modelēšanas pamatjēdzieni.....	23
1.3.1. Sistēmu modelēšanas definīcijas.....	23
1.3.2. Sistēmu analīzes galvenie posmi.....	23
1.3.3. Sistēmu modelēšanas procesa galvenie posmi.....	25
2. Elektriskie elementi industriālās elektronikas sistēmu modelēšanai.....	26
2.1. Mehatronikas sistēmu piemēri.....	26
2.2. Industriālās elektronikas sistēmu konceptuālie jēdzieni.....	29
2.3. Elektrisko sistēmu elementi.....	30
2.3.1. Līdzstrāvas un līdzsprieguma avoti.....	30
2.3.2. Sinusoīdālās maiņstrāvas un maiņsprieguma avoti.....	31
2.3.3. Pretestība.....	32
2.3.4. Kapacitāte.....	32
2.3.5. Induktivitāte.....	33
2.3.6. Zemējums.....	34
2.4. Elektrisko sistēmu funkcijas.....	34
2.4.1. Oma likums.....	34
2.4.2. Mezglu spriegumu metode – Kirhofa pirmais likums.....	35

2.4.3.	Kontūra strāvu metode– Kirhofa otrais likums .....	35
2.4.4.	Ķēdes pilnās pretestības aprēķins .....	36
2.5.	Analogās elektroniskās iekārtas .....	38
2.5.1.	Analogā signāla apstrāde .....	38
2.5.2.	Signālu operacionālo pastiprinātāju klase .....	38
2.5.3.	Signālu filtru klase .....	47
3.	Ievads saišu grafu teorijā industriālās elektronikas sistēmām .....	51
3.1.	Saišu grafu pamatdefinīcijas .....	51
3.2.	Enerģijas mainīgie lielumi saišu grafos .....	52
3.3.	Saišu grafu elementi .....	52
3.3.1.	Vienporta pamatelementi .....	53
3.3.2.	Aktīvie vienporta elementi – spēka un plūsmas avoti .....	55
3.3.3.	Divportu pamatelementi .....	55
3.3.4.	Savienojuma elementi .....	57
3.4.	Enerģijas plūsmas virziena noteikšana .....	59
3.5.	Saišu numuru noteikšana .....	60
3.6.	Cēloņsakarību noteikšana .....	60
3.6.1.	I-elementu cēloņsakarības .....	61
3.6.2.	C-elementu cēloņsakarības .....	62
3.6.3.	R-elementu cēloņsakarības .....	62
3.6.4.	Avotu cēloņsakarības .....	62
3.6.5.	Transformatora cēloņsakarības .....	63
3.6.6.	Giratora cēloņsakarības .....	63
3.6.7.	Cēloņsakarības savienojumos .....	64
3.6.8.	Cēloņsakarību piešķiršanas piemērs no elektrotehnikas .....	64
3.7.	Cēloņsakarību piešķiršanas algoritms .....	65
4.	Elektrotransporta vadības sistēmu datormodelēšana .....	66
4.1.	Uzdevuma nostādne .....	66
4.1.1.	Modelēšanas mērķi .....	66
4.1.2.	Līdzstrāvas dzinēja darba režīmi .....	66

4.1.3.	Sagaidāmais gala rezultāts.....	67
4.2.	Mehatronikas sistēmas attēlošana ar saišu grafu elementiem .....	67
4.3.	Vides un nepieciešamo elementu apraksts .....	68
4.4.	Elektrotransporta vilces dzinēja matemātiskais apraksts.....	73
4.5.	Vilces dzinēja modelis .....	77
4.6.	Vilces dzinēja modeļa sagatavošana vadībai.....	82
4.7.	Vilces dzinēja modelis ar manuālo vadību .....	85
4.8.	Vilces dzinēja modelis ar automātisko vadību .....	88
4.9.	Sistēmu teorijas pielietošana izveidotā modeļa analīzei.....	91
	Izmantotas literatūras saraksts .....	93
	Attēlu saraksts.....	94
	Tabulu saraksts .....	97
	Atslēgvārdu saraksts .....	98