

Titlu: Reglarea Robustă și Optimală a  
Sistemelor Interconectate și Singulare  
Doctorand: Andrei Sperilă  
Supervizor: Cristian Oară  
Co-supervizor: Bogdan D. Ciubotaru

În cadrul acestei teze, se propun proceduri numeric stabile și bine fundamentate din punct de vedere teoretic pentru reglarea distribuită a sistemelor interconectate, ce pot fi înzestrate cu un comportament intrare-ieșire singular. Se investighează o clasă de reprezentări remarcabil de versatile și axate pe evidențierea structurilor de raritate, care sunt utilizate pentru a dezvolta formalismul de proiectare bazat de Funcțiile de Realizare în Rețea. Aceste reprezentări sunt mai apoi extinse sub forma Realizărilor de tip Răspuns Sistemic, ce permit obținerea de implementări stabile și stabilizatoare pentru legi de reglare în timp discret. Se utilizează, de asemenea, tehnici bazate pe robustețe pentru a obține structuri de raritate ce sunt inefabile în raport cu modelele nominale ale rețelelor abordate. Astfel, se propun atât proceduri numerice iterative cât și directe pentru obținerea de regulatoare distribuite. În cele din urmă, se propun tehnici bazate pe ecuații algebrice Riccati pentru optimizarea normelor sistemice, în contextul stabilizării sistemelor singulare.

Cuvinte cheie: reglare distribuită, rețele dinamice, sisteme singulare

# Cuprins

<b>Listă de figuri</b>	<b>xi</b>
<b>Listă de tabele</b>	<b>xiii</b>
<b>Notation</b>	<b>1</b>
<b>1 Introducere</b>	<b>5</b>
1.1 Motivație și încadrare . . . . .	5
1.2 Contribuții . . . . .	8
1.3 Structura tezei . . . . .	9
1.4 Publicații . . . . .	10
<b>2 Noțiuni preliminare</b>	<b>13</b>
2.1 Fascicule matriceale . . . . .	13
2.2 Funcții raționale matriceale . . . . .	16
2.2.1 Poli și zerouri . . . . .	17
2.2.2 Structura singulară . . . . .	19
2.2.3 Spații Hardy și norme de MT . . . . .	22
2.2.4 Teoria factorizărilor . . . . .	23
2.3 Teoria realizărilor . . . . .	25
2.3.1 Realizări de tip Rosenbrock . . . . .	25
2.3.2 Realizări centrate . . . . .	26
2.3.3 Realizări de tip descriptor . . . . .	29
2.3.4 Realizări pe spațiul stărilor . . . . .	30
2.3.5 Informația structurală a MT în termeni de realizări . . . . .	31
2.4 Transformări Möbius . . . . .	33
2.4.1 Cazul din timp continuu . . . . .	33
2.4.2 Cazul din timp discret . . . . .	37

2.5	Ecuatii Algebrice Riccati Generalizate . . . . .	39
2.5.1	Cazul din timp continuu . . . . .	39
2.5.2	Cazul din timp discret . . . . .	42
	Anexă . . . . .	43
<b>3</b>	<b>Funcții de Realizare în Rețea pentru Reglare Distribuită Optimală</b>	<b>61</b>
3.1	Introducere . . . . .	61
3.2	Stabilizare în buclă închisă și reprezentări de tip FRR . . . . .	62
3.2.1	Bucla închisă cu reacție unitară negativă . . . . .	63
3.2.2	Parametrizarea Youla . . . . .	63
3.2.3	Funcții de Realizare în Rețea . . . . .	64
3.3	Reglare distribuită prin implementări de tip FRR . . . . .	67
3.3.1	Formularea constrângerilor de senzorică și de comunicație . . . . .	67
3.3.2	Garanții de stabilitate internă . . . . .	69
3.3.3	Implementări distribuite bazate pe realizări . . . . .	71
3.3.4	Proiectare optimală în raport cu normele sistemice . . . . .	79
3.4	Reprezentări alternative . . . . .	80
3.4.1	Constrângeri de raritate pe transferurile din buclă închisă . . . . .	80
3.4.2	Scalabilitatea formalismului „System-Level Synthesis” . . . . .	82
3.5	Exemplu numeric . . . . .	84
3.6	Concluzie . . . . .	87
<b>4</b>	<b>Reprezentări Rare și Coprime pentru Rețele Dinamice</b>	<b>89</b>
4.1	Introducere . . . . .	89
4.2	Tipuri de reprezentări pentru rețele . . . . .	91
4.2.1	Realizări pe spațiul stărilor . . . . .	91
4.2.2	Funcții de Realizare în Rețea . . . . .	93
4.2.3	Un exemplu de modelare bazată pe FRR . . . . .	94
4.2.4	Realizări de tip Răspuns Sistemic . . . . .	95
4.3	Rezultate centrale . . . . .	100
4.3.1	Coprimitatea perechilor de tip RRS . . . . .	101
4.3.2	Trecerea de la perechi de tip RRS la factorizări coprime . . . . .	105
4.3.3	Trecerea de la factorizări coprime la perechi de tip RRS . . . . .	109
4.3.4	Implementări stabile și stabilizatoare bazate pe perechi de tip RRS . . . . .	112
4.4	Exemplu numeric . . . . .	119
4.5	Concluzie . . . . .	121

<b>5</b>	<b>Procedură Convexă pentru Reglarea Distribuîtă a Rețelelor de tip Descriptor</b>	<b>123</b>
5.1	Introducere . . . . .	123
5.2	Parametrizarea legilor de reglare distribuite . . . . .	124
5.2.1	Stabilizare prin factorizări coprime . . . . .	124
5.2.2	Arhitectura bazată pe Funcțiile de Realizare în Rețea . . . . .	126
5.3	Procedură convexă pentru raritate sporită . . . . .	128
5.3.1	Raritate sporită prin stabilizare robustă . . . . .	128
5.3.2	Algoritm numeric pentru reglare cu raritate în sens $\mathcal{H}_\infty$ . . . . .	134
5.4	Exemplu numeric . . . . .	139
5.5	Concluzie . . . . .	141
<b>6</b>	<b>Stabilizarea Robustă a Sistemelor Singulare</b>	<b>143</b>
6.1	Introducere . . . . .	143
6.2	Stabilizarea robustă centralizată . . . . .	144
6.2.1	Enunțarea problemei . . . . .	144
6.2.2	Soluția clasică . . . . .	145
6.3	Stabilizarea robustă a sistemelor singulare . . . . .	146
6.4	Exemple numerice . . . . .	151
6.5	Concluzie . . . . .	155
<b>7</b>	<b>Reglarea Optimală a Sistemelor Singulare</b>	<b>157</b>
7.1	Introducere . . . . .	157
7.2	Factorizări obținute prin transformări Möbius . . . . .	158
7.3	Reglare optimală bazată pe realizări centrate . . . . .	161
7.3.1	Cazul din timp continuu . . . . .	161
7.3.2	Cazul din timp discret . . . . .	164
7.4	Exemple numerice . . . . .	170
7.4.1	Cazul din timp continuu . . . . .	170
7.4.2	Cazul din timp discret . . . . .	172
7.5	Concluzie . . . . .	173
<b>8</b>	<b>Concluzii</b>	<b>175</b>
	<b>Bibliografie</b>	<b>177</b>
	<b>Index</b>	<b>185</b>