

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
1.1	Nelineární systém . . . . .	8
1.2	Základní úlohy nelineárního řízení . . . . .	10
1.3	Typické nelineární jevy . . . . .	12
1.4	Příklady nelineárních systémů . . . . .	13
<b>2</b>	<b>Základní vlastnosti řešení dynamických systémů</b>	<b>45</b>
2.1	Matematické základy . . . . .	45
2.2	Existence a jednoznačnost řešení obyčejné diferenciální rovnice . . . . .	49
2.3	Spojité závislosti řešení na počátečních podmínkách a pravé straně . . . . .	53
<b>3</b>	<b>Analýza stability nelineárních systémů</b>	<b>55</b>
3.1	Ljapunovská a asymptotická stabilita . . . . .	56
3.2	Metoda přibližné linearizace . . . . .	60
3.2.1	Stabilita lineárního neřízeného systému . . . . .	60
3.2.2	Přibližná linearizace nelineárního systému a jeho stabilita . . . . .	66
3.3	Metoda Ljapunovské funkce . . . . .	69
3.3.1	Matematické nástroje . . . . .	69
3.3.2	Ljapunovská funkce pro autonomní systémy . . . . .	73
3.3.3	Metoda Ljapunovské funkce pro lineární autonomní systémy . . . . .	78
3.3.4	Princip LaSalle . . . . .	80
3.3.5	Neautonomní systémy . . . . .	84
3.4	Stabilita perturbovaných systémů . . . . .	87
3.4.1	Důkaz Věty 3.1 . . . . .	90
3.4.2	Četajevova věta o nestabilitě . . . . .	90
3.5	Návrh řízení pomocí Ljapunovské funkce . . . . .	92
<b>4</b>	<b>Řízení pomocí přibližné linearizace</b>	<b>99</b>
4.1	Přibližná linearizace řízeného systému . . . . .	99
4.2	Metody založené na robustnosti . . . . .	101
4.2.1	Stabilizace nelineárních systémů pomocí robustní stabilizace přibližné linearizace . . . . .	101
4.2.2	Asymptotická rekonstrukce stavu pomocí robustní stability chybové dynamiky . . . . .	105
4.3	Metoda plánovaného zesílení - gain scheduling . . . . .	108
4.3.1	Regulace hladiny kapaliny v nádrži s nestejným průřezem . . . . .	108
4.3.2	Gain scheduling - shrnutí . . . . .	110

<b>5</b>	<b>Syntéza řízení nelineárních systémů pomocí strukturálních metod</b>	<b>111</b>
5.1	Základní pojmy . . . . .	111
5.1.1	Matematické nástroje . . . . .	111
5.1.2	Dynamický systém a jeho exaktní transformace . . . . .	120
5.1.3	Exaktní linearizace nelineárního systému . . . . .	122
5.1.4	Využití exaktní linearizace ke stabilizaci . . . . .	127
5.2	Systémy s jedním vstupem a jedním výstupem . . . . .	129
5.2.1	Relativní stupeň SISO systému a jeho vlastnosti . . . . .	130
5.2.2	Linearizace typu vstup-výstup, nulová dynamika a minimalita ve fázi SISO systému . . . . .	133
5.2.3	Úplná exaktní linearizace systému a jeho dynamiky . . . . .	139
5.3	Systémy s mnoha vstupy a mnoha výstupy . . . . .	145
5.3.1	Vektorový relativní stupeň MIMO systému . . . . .	145
5.3.2	Linearizace typu vstup-výstup MIMO systému. Decoupling. . . . .	147
5.3.3	Využití dynamické zpětné vazby pro MIMO systémy . . . . .	152
5.3.4	Exaktní linearizace výstupní injekcí a asymptotická rekonstrukce . . . . .	161
<b>6</b>	<b>Pokročilejší náměty z teorie nelineárních systémů</b>	<b>165</b>
6.1	Matematické základy . . . . .	165
6.1.1	Lieova závorka vektorových polí . . . . .	165
6.1.2	Distribuce, involutivita a Frobeniova Věta . . . . .	168
6.2	Nutné a postačující podmínky exaktní linearizace . . . . .	173
6.2.1	Systémy s jedním vstupem . . . . .	173
6.2.2	Systémy s více vstupy . . . . .	184
6.3	Řiditelnost nelineárních systémů . . . . .	195
6.4	Pozorovatelnost nelineárních systémů . . . . .	201