

OBSAH

O KNIZE	9
1 ÚVOD	11
1.1 Proč jsme knihu napsali a pro koho je určena	12
1.2 Co je potřeba k práci	13
1.3 Opakování aneb co byste měli znát	14
1.3.1 Pracovní prostředí systému MATLAB	14
1.3.2 Základní způsob práce se systémem MATLAB	15
1.3.3 Použití helpů	17
1.4 Práce s literaturou	19
1.5 Licenční politika tvůrců systému MATLAB	20
2 SIGNÁLY A JEJICH MODELY	21
2.1 Pojem signál	22
2.1.1 Praktické příklady signálů	22
2.1.2 Zajímavé souvislosti, vztahující se k pojmu signál	24
2.2 Modely signálů	25
2.2.1 Skutečný, reálně existující signál	25
2.2.2 Modely signálů	27
2.3 Klasifikace signálů a jejich modelů	30
2.3.1 Signály se spojitým a diskrétním průběhem veličin	30

2.3.2	Signály periodické a aperiodické	31
2.3.2.1	<i>Periodické signály</i>	32
2.3.2.2	<i>Aperiodické signály</i>	34
2.3.3	Signály deterministické a stochastické	34
2.3.3.1	<i>Deterministické signály</i>	35
2.3.3.2	<i>Stochastické signály</i>	35
2.3.4	Signály jednorozměrné a vícerozměrné	37

3 MATLAB – NÁSTROJ PRO PRÁCI S ČÍSLY 39

3.1	Číslíkové signály a jejich zobrazení	40
3.1.1	Čejchování vodorovné osy grafu	41
3.1.2	Vzorkování a diskretní čas	43
3.1.2.1	<i>Vzorkování</i>	44
3.1.2.2	<i>Diskretní čas</i>	47
3.2	Možnosti práce s analogovými signály	48
3.3	Shrnutí používaných termínů a symbolů	50

4 TVORBA A ZÍSKÁVÁNÍ SIGNÁLŮ V PROSTŘEDÍ MATLAB 53

4.1	Vektory a matice jako číslíková reprezentace signálů	55
4.1.1	Tvorba jednoduchých signálů a práce s nimi	55
4.1.2	Tvorba a využití vícerozměrných matic	57
4.1.3	Tvorba a využití pole buněk (Cell Arrays)	57
4.1.4	Práce se strukturami	60
4.1.5	Práce s různými formáty čísel	61
4.2	Ukládání a načítání proměnných	62
4.2.1	Ukládání dat do souboru	62
4.2.1.1	<i>Ukládání dat v ASCII podobě</i>	62

4.2.1.2 Ukládání dat v binární podobě	67
4.2.2 Čtení dat ze souboru	68
4.2.2.1 Čtení dat v ASCII podobě	68
4.2.2.2 Čtení dat v binární podobě	71
4.2.3 Interaktivní podpora práce s proměnnými	74
4.2.3.1 Práce s panelem „Workspace“	75
4.2.3.2 Práce s oknem „Import Wizard“	77
4.3 Signal Processing Toolbox – základní modul pro práci se signály	79
4.4 Použití vestavěných generátorů signálů	80
4.4.1 Generování harmonických signálů	81
4.4.1.1 Práce s příkazy „sin“ a „cos“	81
4.4.1.2 Harmonický signál s proměnným kmitočtem	81
4.4.1.3 Napětově řízený oscilátor (vco)	82
4.4.2 Generování obdélníkových signálů	84
4.4.2.1 Generování periodických obdélníkových signálů	84
4.4.2.2 Generování aperiodických obdélníkových signálů	85
4.4.3 Diskrétní jednotkový impulz a diskrétní jednotkový skok	86
4.4.4 Generování pilovitých signálů	87
4.4.4.1 Generování periodických pilovitých signálů	87
4.4.4.2 Generování aperiodických pilovitých signálů	89
4.4.5 Generování Gaussovsky modulovaného harmonického signálu	89
4.4.5.1 Generování periodických průběhů	89
4.4.5.2 Generování aperiodických průběhů	91
4.4.6 Funkce pro periodické opakování vybraných aperiodických průběhů	92
4.4.7 Generování signálů s průběhem tvaru „sinc“	94
4.4.8 Generování modulovaných signálů	95
4.4.8.1 Amplitudová modulace (AM) s potlačenou nosnou	96
4.4.8.2 Kmitočtová modulace (FM)	97
4.4.8.3 Pulzní šířková modulace (PWM)	99
4.4.8.4 Pulzní polohová modulace (PPM)	99
4.4.9 Demodulace modulovaných signálů	99
4.4.9.1 Demodulace signálu AM s přenášenou nosnou	99
4.4.9.2 Demodulace signálu FM	101

4.4.9.3 Demodulace signálu PWM	101
4.4.10 Generování náhodných signálů	102
4.4.10.1 Stručné shrnutí teorie	102
4.4.10.2 Diskrétní náhodné veličiny	103
4.4.10.3 Spojité náhodné veličiny	105
4.4.10.4 Generování signálů s rovnoměrným rozdělením hustoty pravděpodobnosti	106
4.4.10.5 Generování signálů s normálním rozdělením hustoty pravděpodobnosti	108
4.4.10.6 Výpočet střední hodnoty a směrodatné odchylky	110
4.4.10.7 Výpočet mediánu	111
4.4.11 Generování zašuměných signálů	112
4.4.11.1 Stručné shrnutí teoretických základů	112
4.4.11.2 Generování harmonického signálu, zašuměného aditivním šumem	114
4.4.12 Generování harmonického signálu s definovaným harmonickým zkreslením	115
4.4.13 Práce v interaktivním prostředí SPTOOL	117
4.4.13.1 Prohlížení signálů, jejich export a import	119
4.4.13.2 Práce s filtry	120
4.4.13.3 Spektrální analýza signálu	122
4.5 Získávání dat z externích zdrojů	122
4.5.1 Přenos dat s podporou rozhraní RS-232	123
4.5.2 Přenos dat s podporou protokolu FTP	129
4.5.3 Přenos dat pomocí systému DDE v prostředí operačního systému MS Windows®	134
4.6 Použití uživatelských funkcí jako zdroje dat	137
4.6.1 Příklady m-souborů s využitím příkazů systému MATLAB	138
4.6.2 Příklady m-souborů pro definici vlastních funkčních závislostí	141
5 ANALÝZA SIGNÁLŮ	145
5.1 Rozdělení metod analýzy	149
5.2 Analýza signálů v originální (časové) oblasti	150

5.2.1	Základní charakteristiky signálů	151
5.2.2	Globální a další charakteristiky signálů	156
5.2.2.1	<i>Mohutnost impulzu</i>	156
5.2.2.2	<i>Střední hodnota</i>	157
5.2.2.3	<i>Směrodatná odchylka</i>	159
5.2.2.4	<i>Medián</i>	160
5.2.2.5	<i>Okamžitý výkon impulzu</i>	161
5.2.2.6	<i>Činný výkon (střední výkon, výkon impulzu)</i>	162
5.2.2.7	<i>Efektivní hodnota</i>	162
5.2.2.8	<i>Energie impulzu</i>	163
5.2.2.9	<i>Vzájemná energie dvou impulzů</i>	163
5.2.2.10	<i>Derivace</i>	165
5.2.2.11	<i>Integrace</i>	166
5.2.3	Výpočet konvoluce	168
5.2.3.1	<i>Lineární diskrétní konvoluce</i>	168
5.2.3.2	<i>Kruhová (cyklická) diskrétní konvoluce</i>	173
5.2.3.3	<i>Využití algoritmu FFT pro výpočet kruhové konvoluce – rychlá konvoluce</i>	175
5.2.3.4	<i>Výpočet lineární konvoluce pomocí algoritmu FFT</i>	176
5.2.4	Korelační analýza	178
5.2.4.1	<i>Korelace a kovariance</i>	178
5.2.4.2	<i>Korelační a kovarianční funkce</i>	181
5.2.4.3	<i>Příklady užití korelačních funkcí</i>	188
5.3	Spektrální analýza	193
5.3.1	<i>Spektrální analýza analogových signálů</i>	196
5.3.1.1	<i>Spektrum harmonického signálu</i>	197
5.3.1.2	<i>Spektrum neharmonických periodických signálů</i>	204
5.3.1.3	<i>Spektrum aperiodických signálů</i>	215
5.3.2	<i>Spektrální analýza deterministických číslicových signálů</i>	225
5.3.2.1	<i>Spektrum vzorkovaného signálu, vzorkovací poučka</i>	226
5.3.2.2	<i>Fourierova transformace diskrétních signálů</i>	229
5.3.2.3	<i>Spektrální analýza periodických signálů</i>	236
5.3.2.4	<i>Spektrální analýza aperiodických signálů</i>	238
5.3.2.5	<i>Důsledky aplikace algoritmu DFT</i>	238
5.3.3	<i>Spektrální analýza stochastických číslicových signálů</i>	251
5.3.3.1	<i>Odhad výkonových spekter jednotlivých procesů</i>	254
5.3.3.2	<i>Vzájemná spektra dvojice procesů</i>	255
5.4	Časově – frekvenční analýza	258