

# Obsah

1. ROZDĚLENÍ MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ .....	1
2. MĚŘICÍ SYSTÉMY SLOŽENÉ Z AUTONOMNÍCH PŘÍSTROJŮ ...	9
2.1. Měřicí systémy se sběrnici IEEE 488 .....	9
2.1.1. Sběrnice IEEE 488.1 .....	9
2.1.2. Sběrnice IEEE 488.2 .....	23
2.1.2.1. Minimální sestava stykových funkcí .....	24
2.1.2.2. Formáty dat a syntaxe .....	24
2.1.2.3. Rozšíření stavových registrů .....	27
2.1.2.4. Obecné přístrojové příkazy a dotazy .....	31
2.1.2.5. Protokol přístrojových zpráv .....	36
2.1.3. Řídící jednotky sběrnice IEEE 488 .....	36
2.1.3.1. Požadavky na systémovou řídicí jednotku .....	36
2.1.3.2. Základní typy stykových karet IEEE 488 do počítačů standardu IBM PC .....	40
2.1.4. Přístrojové rozhraní IEEE 488 .....	42
2.2. Měřicí systémy využívající rozhraní RS-232-C .....	45
2.2.1. Elektrické parametry rozhraní .....	45
2.2.2. Signály rozhraní RS-232-C .....	47
2.2.3. Parametry sériového asynchronního přenosu .....	47
2.2.4. Komunikace mezi dvěma zařízeními DTE .....	48
2.2.5. Kódování dat .....	49
2.2.6. Způsoby programování RS-232-C .....	50
3. CENTRALIZOVANÉ SYSTÉMY SE ZÁSUVNÝMI MODULY .....	53
3.1. Systémy na bázi zásuvných měřicích karet do PC .....	53
3.1.1. Struktura měřicí části zásuvných karet .....	53
3.1.1.1. Multifunkční karty .....	54
3.1.1.2. Jednouúčelové karty .....	59
3.1.2. Připojení zásuvné desky na sběrnici PC a způsob přenosu dat .....	64
3.1.2.1. Řídící počítače měřicích systémů .....	65
3.1.2.2. Osobní počítače třídy IBM PC XT/AT.....	66
3.1.2.3. Průmyslové provedení řídicích počítačů měřicích systémů .....	71
3.1.2.4. Architektura zásuvné desky .....	72
3.1.2.5. Obvody rozhraní zásuvných desek pro další typy sběrnic osobních počítačů .....	76
3.1.3. Příslušenství k zásuvným měřicím kartám .....	77
3.1.4. Virtuální měřicí přístroje .....	82
3.2. Měřicí systémy se sběrnici VME .....	83
3.2.1 VMEbus Specifikace .....	83

3.2.1.1. Základní popis .....	83
3.2.1.2. Sběrnice pro přenos dat (DTB) .....	84
3.2.1.3. Sběrnice arbitráže pro přidělování DTB .....	90
3.2.1.4. Prioritní sběrnice přerušeni .....	92
3.2.1.5. Sběrnice služeb .....	95
3.2.2. Výkonnost systému a další vývoj standardu .....	96
3.2.2.1 Protokoly MBLT a SSBLT.....	96
3.2.2.2. Autobahn .....	97
3.2.2.3. VSBbus .....	97
3.2.3. Nabídka komponent systému.....	97
3.3. Měřicí systémy se sběrnici VXI .....	98
3.3.1. VXIbus - Specifikace systému .....	99
3.3.1.1. Základní popis .....	99
3.3.1.2. Velikosti modulů .....	99
3.3.1.3. Rozšíření technického vybavení .....	100
3.3.1.4 Systémová rozšíření .....	105
3.3.2. Změny a doplňky ve VXIbus standardu Rev. 1.4 .....	114
3.3.3. Další standardy VXIbus konsorcia .....	115
3.3.3.1. Specifikace rozšířených zařízení založených na registrech a rozšířených paměťových zařízení .....	116
3.3.3.2. Specifikace Word Serial příkazů pro identifikaci verze a sériového čísla .....	116
3.3.3.3. Specifikace obecného názvosloví pro VXIbus .....	116
3.3.3.4. Specifikace systémových ASCII příkazů .....	117
3.3.4. Nabídka VXIbus systémů a jejich komponent .....	117
3.4. Systémy s jinými typy vnitřních sběrnic .....	118
3.4.1. Měřicí systémy pro průmyslové použití .....	118
3.4.2. Měřicí systémy pro vysoké vzorkovací rychlosti .....	121
4. DISTRIBUOVANÉ PRŮMYSLOVÉ SYSTÉMY.....	125
4.1. Komunikační systémy .....	125
4.1.1. Lokální komunikační systémy .....	125
4.1.1.1. Distribuovaná topologie .....	126
4.1.1.2. Základní topologie sítí .....	126
4.2. Otevřené systémy .....	128
4.2.1. Komunikační protokoly .....	129
4.2.2. Základní doporučení komunikačních sítí .....	131
4.2.3. Rozlehlost sítí .....	132
4.2.4. Synchronizace.....	133
4.3. Sběrnice RS-485 .....	135
4.4. Metody řízení přístupu k přenosovému mediu a systémovým prostředkům .....	137
4.4.1. Centralizované řízení .....	138

4.4.1.1.Paralelní zpracování žádosti .....	138
4.4.1.2.Seriové zpracování žádosti .....	138
4.4.1.3.Přidělování metodou výzvy .....	139
4.4.2.Distribuované řízení .....	140
4.4.2.1.Synchronní metody .....	140
4.4.2.2.Logický kruh .....	141
4.4.2.3. Virtuální logický kruh .....	142
4.4.2.4. MAP .....	142
4.4.3. Náhodný přístup .....	143
4.4.3.1. ALOHA .....	143
4.4.3.2. CSMA .....	144
4.4.4. Kruhové sítě .....	145
4.5. Komunikační řetězec informačního technologického systému .....	146
4.5.1. Používané druhy komunikačního media .....	148
4.6. Průmyslové sběrnice typu "Fieldbus" .....	148
4.6.1. Filozofie rozsáhlých průmyslových systémů .....	149
4.6.2. Inteligentní senzory .....	151
4.6.3. Základní typy průmyslových systémů .....	152
4.6.3.1. PROFIBUS .....	153
4.6.3.2. BITBUS .....	163
4.6.3.3. Interbus-S .....	164
4.6.3.4. CAN .....	169
4.6.3.5. DIN-Messbus .....	171
4.7. Specifikace přenosových zpráv .....	173
5. POROVNÁNÍ JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ ....	179
5.1. Měřicí systémy se sběrnici IEEE 488 .....	179
5.2. Měřicí systémy využívající seriové linky RS-232 .....	179
5.3. Měřicí systémy na bázi zásuvných měřicích desek do PC .....	180
5.4. Systémy se sběrnici VME .....	180
5.5. Systémy se sběrnici VXI .....	181
5.6. Systémy se zásuvnými moduly s nestandardními typy sběrnic .....	183
5.7. Rozsáhlé distribuované systémy .....	184
6. PROGRAMOVÁNÍ MĚŘICÍCH SYSTÉMŮ .....	187
6.1. Programování systémů se sběrnici IEEE 488 .....	190
6.1.1. SCPI - System Commands for Programmable Instruments .....	190
6.1.2. Programování karty PC↔488 .....	196
6.1.3. Programování karty GPIB-PC .....	205
6.2. Programování systémů na bázi zásuvných karet .....	213
6.2.1. Programátorský model desky .....	213
6.2.1.1. Programátorský model multifunkční desky .....	214
6.2.2. Obsluha desky na úrovni registrů .....	220

6.2.3. Základní programové vybavení měřicích desek - ovladač desky .....	223
6.3. Programování měřicích modulů s mikroprocesory .....	224
6.3.1. Vylučný přístup v jednoprocessorových systémech .....	225
6.3.2. Stavby procesu .....	225
6.3.3. Synchronizační prostředky .....	225
6.3.4. Předávání zpráv .....	227
6.3.5. Synchronizační operace .....	228
6.3.6. Vazba na přerušovací systém .....	229
6.3.7. Čas v distribuovaných systémech .....	229
6.3.8. Vylučný přístup v distribuovaných systémech .....	230
6.3.9. Algoritmus výběru .....	231
6.3.10. Zablokování .....	232
6.4. Programování modulárních systémů na bázi VME/VXI .....	233
6.4.1. Základní rozdíly mezi VMEbus a VXIbus systémy .....	233
6.4.2. Operační systémy reálného času .....	233
6.4.2.1. Operační systém OS9 .....	234
6.4.2.2. Další RTOS .....	238
6.4.3. Operační systémy MSDOS (MS WINDOWS) a UNIX .....	238
6.4.3.1. NI-VXI software .....	238
6.4.3.2. Systém firmy Brüel & Kjaer .....	239
6.5. Software pro generování programů pro ovládání měřicích systémů, sběr a zpracování dat .....	240
6.5.1. Program CoOperator .....	240
6.5.2. Vývojový systém LabWindows .....	242
6.5.3. Program HP Interactive Test Generator .....	249
6.5.4. Vývojový systém LabVIEW .....	250
6.6. Profesionální programy pro měření, sběr a zpracování dat .....	254
6.6.1. Jednoduché jednoúčelové programy .....	254
6.6.2. Komplexní programové balíky pro měření, sběr a zpracování dat .....	256
7. ELEKTROMAGNETICKÁ KOMPATIBILITA .....	269
7.1. Testování elektromagnetické odolnosti měřicího systému .....	270
7.2. EMC měřicího systému na bázi počítače IBM PC .....	270
7.2.1. Stanovení odolnosti systému proti rušení .....	272
7.2.2. Testování ve stíněné komoře .....	273
7.3. Normalizace v oblasti EMC .....	273
7.3.1. Odolnost proti rušení .....	273
7.3.2. Standardní rušivé signály .....	274
7.4. Ochrana systémů před elektromagnetickým rušením .....	275
7.4.1. Základní stupně ochrany .....	277

7.4.2. Ochrana systémů proti účinkům pulsního přepětí a výpadkům sítě .....	277
7.4.2.1. Hromosvodní a přepětěvá ochrana .....	277
7.4.2.2. Ochrana subsystémů v místě napojení .....	278
7.4.2.3. Zálohování napájecích zdrojů .....	278
7.4.3. Elektromagnetické rušení kmitočty nad 30 MHz .....	279
8. PŘÍLOHY .....	283