

Obsah

1. Úvod	7
1.1. Historie	7
1.1.1. Systém s magnetickým páskem	7
1.1.2. Číslíková indikace polohy	8
1.1.3. Systémy najíždění na souřadnici	9
1.1.4. NC systémy pro najíždění na souřadnice a pravoúhlé řízení	11
1.1.5. NC systémy pro souvislé řízení	12
1.1.6. CNC systémy	16
1.2. Současný stav techniky	18
1.3. Odhad dalšího vývoje	18
2. Základní předpisy pro elektrickou výzbroj	19
2.1. Evropa	19
2.2. Ostatní státy	23
3. Silnoproudá část	24
3.1. Všeobecné požadavky	24
3.2. Připojení zdrojů, hlavní vypínač	26
3.3. Ochrana před úrazem elektrickým proudem	28
3.4. Jištění	29
3.5. Pospojování	30
3.6. Řídící obvody a řídicí funkce	30
3.7. Komunikace obsluhy se strojem	35
4. Systémy řízení (Motion Control)	36
4.1. Číslíková indikace polohy	36
4.2. Základní pojmy z oblastí řízení polohy	38
4.3. Systémy pro řízení produkčních strojů	42
4.4. NC systémy	42
4.4.1. Jednoduché NC systémy	42
4.4.2. NC systémy středního výkonu	44
4.4.3. NC systémy pro komplexní stroje	47
4.5. Systémy ochrany nástrojů, adaptivní řízení	57
4.5.1. Měření vyhodnocením zatížení motorů	57
4.5.2. Přímé měření řezných sil	57
4.5.3. Systémy ochrany nástrojů a stroje	61
4.5.4. Adaptivní řízení	63
4.6. Odměřování pohybů	65
4.6.1. Potenciometrické měření	65
4.6.2. Resolver	66
4.6.3. Induktosyn	67
4.6.4. Induktivní odměřování	68
4.6.5. Magnetostrikční odměřování	68
4.6.6. Magnetické odměřování	69
4.6.7. Fotoelektrické odměřování	70
4.6.8. Laser interferometr	74

4.6.9. Elektrické rozhraní a vyhodnocení signálu	75
4.6.10. Měření malých vzdáleností	82
4.7. Měření obrobku a nástroje	84
4.7.1. Princip dotykové sondy	84
4.7.2. Sonda pro měření obrobku	84
4.7.3. Měření nástroje	87
5. Diagnostika na výrobních strojích	88
5.1. Obecné pojetí diagnostiky	88
5.2. Technická diagnostika (TD)	89
5.2.1. Akustické metody	90
5.2.2. Ultrazvukové metody	90
5.2.3. Vibrační metody	91
5.2.4. Diagnostické metody tepelné	92
5.2.5. Tribodiagnostika	92
5.3. Základní výpočetní metody	93
5.3.1. Zpracování měřeného signálu	94
5.3.2. Úvod pro měření počítačem	94
5.3.3. Teoretické základy charakteristik	95
5.4. Diagnostika za provozu stroje	101
5.4.1. Hlášení poruch a provozních stavů	101
5.4.2. Grafická a textová diagnostika	102
5.4.3. Dálková diagnostika – teleservis	103
5.4.4. Záznam havarijních stavů	105
5.4.5. Diagnostické programy v NC systému	106
6. Logické řízení, sběrnice pro přenos dat	107
6.1. Logické řízení	107
6.2. Sběrnice pro přenos dat	113
6.2.1. Jednoduché bodové spojení	113
6.2.2. Datové sběrnice	114
7. Elektrické servopohony obráběcích strojů	119
7.1. Servopohony obráběcích strojů	119
7.1.1. Permanentní magnety	120
7.1.2. Optimální mechanický převod servomotoru	121
7.1.3. Servopohon hlavního řezného pohybu (vřetene stroje)	122
7.1.4. Servopohon posuvu	124
7.2. Elektrické rotační servomotory	125
7.2.1. Krokové motory (KM)	125
7.2.2. Elektronicky komutované stejnosměrné (EKDC) motory	126
7.2.3. Elektronicky komutované synchronní (EKAC) servomotory	128
7.2.4. Asynchronní motory nakrátko (ustálený stav)	129
7.2.4.1. Napájení asynchronních motorů	130
7.2.4.2. Přenos frekvenčního měniče	133
7.2.5. Moderní řízení rychlosti asynchronních motorů	134
7.3. Lineární elektrické servomotory	136
7.3.1. Síly lineárního motoru	138
7.3.2. Lineární motor synchronního typu	139
7.3.3. Lineární motor asynchronního typu	140
7.3.4. Lineární krokový motor	142

7.3.5. Zdroje napájení elektrických servomotorů	143
7.4. Regulační obvody obráběcích strojů	144
7.4.1. Čidla	144
7.4.2. Regulátory	147
7.4.3. Regulační obvody obráběcích strojů	150
7.4.4. Syntéza (návrh) regulačních obvodů	153
7.5. Projektování pohonů obráběcích strojů	154
7.5.1. Provedení motoru.	154
7.5.2. Rovnice tepelné rovnováhy.	154
7.5.3. Chlazení elektrických strojů	155
7.5.4. Krytí elektrických strojů	155
7.5.5. Druhy zatížení	156
7.5.6. Metody dimenzování motorů.	159
8. Metody projektování	162
8.1. Všeobecné požadavky	162
8.2. Projektování hardwaru	162
8.2.1. Databáze součástí	163
8.2.2. Projekt a jeho struktura	163
8.2.3. Obvodová schémata	164
8.2.3. Projekt a jeho struktura	163
8.2.4. Kabeláž	166
8.2.5. Svorkovnice a konektory.	167
8.2.6. Rozmístění přístrojů	167
8.2.7. Seznamy přístrojů	168
8.3. PLC software	169
8.3.1. Všeobecná metodika vývoje softwaru.	169
8.3.2. Základní prvky PLC programu	170
8.3.3. Adresování	171
8.3.4. Vyšší formy programování PLC	173
8.3.5. Zadávání programu	174
8.4. Projektování HMI	175
8.4.1. Jednoduché nástroje projektování	175
8.4.2. Komfortní projektování	176
8.4.3. Programování	177
9. Uvádění do provozu	179
9.1. Příprava	179
9.2. První práce na stroji	180
9.3. První zapnutí	180
9.4. Oživení NC a PLC	180
9.5. Posuvy	181
9.6. Hlavní řezný pohyb	182
9.7. Pomocné funkce	182
9.8. Geometrické kompenzace	183
9.9. Manipulace s nástrojem, obrobkem a technologickým příslušenstvím.	183
9.10. NC operace	183
9.11. NC test spolehlivosti	183
9.12. Přejímka	183
9.13. Závěrečné práce	183