

Obsah

1. Úvod	11
2. Součástky pro výkonovou elektroniku	13
2.1. Diody	13
2.2. Tyristory.....	15
2.2.1. <i>Triodový zpětně závěrný tyristor</i>	15
2.2.3. <i>Vypínací tyristor (GTO)</i>	16
2.2.3. <i>Ostatní typy tyristorů</i>	17
2.2.4. <i>Triak</i>	17
2.3. Bipolární tranzistory	18
2.4. Unipolární tranzistory	19
2.5. Bipolární tranzistory s izolovaným hradlem- IGBT	19
2.6. Rozdíly v zapínání a vypínání výkonových polovodičových součástek	21
2.7. Další používané druhy výkonových polovodičových součástek	22
2.7.1. <i>MCT tyristory</i>	22
2.7.2. <i>IGCT tyristory</i>	22
2.8. Srovnání řízených polovodičových součástek	22
3. Základní pojmy z výkonové elektroniky	23
3.1. Druhy měničů	23
3.2. Komutace	24
3.3. Řízení množství energie	26

3.4. Směr toku energie	26
3.5. Statické charakteristiky měničů	26
3.6. Bezkontaktní spínače	26
3.6.1. Spínání stejnosměrného proudu	27
3.6.2. Spínání střídavého proudu	27
3.7. Řídící obvody měničů	28
4. Usměrňovače	29
4.1. Usměrňené napětí a proud, vliv zátěže	30
4.2. Neřízené usměrňovače	31
4.2.1. Jednofázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení	31
4.2.2. Dvofázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení	34
4.2.3. Jednofázový neřízený usměrňovač v můstkovém spojení	34
4.2.4. Trojfázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení	36
4.2.5. Trojfázový neřízený usměrňovač v můstkovém spojení	36
4.3. Řízené usměrňovače	36
4.3.1. Jednofázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení	38
4.3.2. Dvofázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení	38
4.3.3. Jednofázový řízený usměrňovač v můstkovém spojení	40
4.3.4. Trojfázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení	41
4.3.5. Řídící charakteristika usměrňovače	43
4.4. Způsob práce řízeného usměrňovače	48
4.5. Zvlnění proudu a napětí	48
4.6. Jalový výkon usměrňovače, účinník	49
4.7. Reverzační usměrňovače	49
4.8. Řídící obvody usměrňovačů	50
4.9. Pulzní usměrňovače	51
5. Stejnosměrné měniče napětí	53
5.1. Pulzní měnič pro snižování napětí	54

5.2. Pulzní měnič pro zvyšování napětí	55
5.3. Pulzní měnič odporu	56
5.4. Řízení pulzních měničů	58
6. Střídače	61
6.1. Základní principy napěťových střídačů	62
6.2. Jednofázový napěťový střídač	64
6.2.1. Ohmická zátěž	65
6.2.2. Zatížení do odporu a indukčnosti	65
6.3. Třífázový napěťový střídač	66
6.3.1. Třífázový napěťový střídač pracující do motorické zátěže	66
6.4. Řízení výstupního napětí střídače	68
6.4.1. Způsoby řízení	68
6.4.2. Realizace pulzně šířkové modulace	70
6.5. Proudové střídače	72
6.6. Napájecí zdroje střídačů, činný a jalový výkon	72
6.7. Porovnání vlastností napěťového a proudového střídače	73
6.8. Střídače s kmitavou zátěží	74
6.9. Měkká komutace a rezonanční měniče	74
7. Střídavé měniče napětí	77
8. Střídavé měniče kmitočtu	81
8.1. Přímé měniče kmitočtu	81
8.2. Nepřímé měniče kmitočtu	84
8.2.1. Nepřímé měniče kmitočtu se stejnosměrným napěťovým meziobvodem	84
8.2.2. Nepřímé měniče kmitočtu se stejnosměrným proudovým meziobvodem	85
8.3. Porovnání jednotlivých druhů měničů kmitočtu	86

9. Elektromagnetická kompatibilita	87
9.1. Definice a průběhy neharmonických veličin	88
9.2. Výkony v obvodech s neharmonickými průběhy napětí a proudu	89
9.3. Negativní účinky měničů na napájecí soustavu	91
9.3.1. <i>Negativní vlivy usměrňovačů s induktivní zátěží na napájecí síť</i>	<i>91</i>
9.3.2. <i>Negativní vlivy usměrňovačů s kapacitní zátěží na napájecí síť</i>	<i>93</i>
9.4. Negativní účinky měničů na napájená zařízení	95
9.4.1. <i>Vliv strmosti náběžné hrany napětí měniče kmitočtu</i>	<i>96</i>
9.4.2. <i>Vliv délky kabelu</i>	<i>96</i>
9.5. Důsledky negativních účinků měničů	97
9.6. Minimalizace negativních jevů měničů na síť	98
9.7. Minimalizace negativních jevů měničů na spotřebiče	100
10. Výkonová část elektrického pohonu	101
10.1. Charakteristiky elektrického pohonu	103
10.2. Mechanika elektrického pohonu	105
10.2.1. <i>Kinematika, rychlostní diagram, fázová trajektorie</i>	<i>105</i>
10.2.2. <i>Pohybová rovnice</i>	<i>106</i>
10.2.3. <i>Zátěžné momenty</i>	<i>106</i>
10.3. Energetika elektrického pohonu	107
11. Pohony se stejnosměrnými motory	109
11.1. Matematický model motoru	109
11.2. Charakteristické údaje stejnosměrných motorů	110
11.3. Řízení otáček cizí buzených motorů	111
11.4. Zdroje pro napájení stejnosměrných motorů	113
11.5. Reverzační měniče	114
12. Pohony s asynchronními motory	117
12.1. Matematický model asynchronního motoru, náhradní schéma	117
12.1.1. <i>Prostorový vektor</i>	<i>119</i>

12.1.2. <i>Vlastnosti v ustálených stavech, náhradní schéma</i>	123
12.2. Charakteristické údaje asynchronních motorů	125
12.3. Základní hodnoty, vztahy, přirozená charakteristika asynchronního motoru	126
12.4. Spouštění asynchronních motorů	129
12.4.1. <i>Spouštění přímým připojením na síť</i>	129
12.4.2. <i>Spouštění sníženým napětím</i>	129
12.5. Řízení otáček asynchronních motorů	132
12.5.1. <i>Řízení otáček změnou napájecího napětí</i>	132
12.5.2. <i>Řízení otáček odporem</i>	133
12.5.3. <i>Řízení otáček kaskádou</i>	133
12.5.4. <i>Řízení otáček přepínáním počtu pólů</i>	134
12.5.5. <i>Řízení otáček frekvencí a napětím</i>	134
12.6. Brzdění asynchronních motorů	136
12.6.1. <i>Brzdění protiproudem</i>	136
12.6.2. <i>Brzdění rekuperační</i>	137
12.6.3. <i>Brzdění stejnosměrným proudem</i>	137
12.7. Jednofázový asynchronní motor	138
12.8. Zdroje proměnného kmitočtu	138
12.8.1. <i>Měniče s amplitudovým řízením</i>	139
12.8.2. <i>Měniče se šířkově – pulzní modulací</i>	139
13. Pohony s ostatními typy motorů	141
13.1. Pohony se synchronními motory	141
13.1.1. <i>Základní vlastnosti, přirozená charakteristika synchronního stroje</i> ..	141
13.1.2. <i>Rozběh synchronního stroje</i>	143
13.1.3. <i>Budící soustavy synchronních strojů</i>	143
13.1.4. <i>Možnosti řízení synchronního stroje</i>	144
13.1.5. <i>Ventilový motor synchronního typu</i>	145
13.2. Pohony s krokovými motory	145
13.3. Pohony s komutátorovými motory	146

13.4. Pohony s motory s permanentními magnety	147
13.4.1. <i>Základní vlastnosti motorů s permanentními magnety</i>	147
13.4.2. <i>Stejnoseměrné motory s permanentními magnety</i>	147
13.4.3. <i>Synchronní motory s permanentními magnety</i>	148
13.5. Pohony se spínanými reluktančními motory	148
13.5.1. <i>Základní vlastnosti spínaných reluktančních motorů</i>	148
13.5.2. <i>Výkonové obvody a řízení spínaných reluktančních motorů</i> ...	149
13.5.3. <i>Provozní vlastnosti spínaných reluktančních motorů</i>	150
13.6. Pohony s lineárními motory	150
14. Automatická regulace pohonů	153
14.1. Základní pojmy	153
14.2. Přenosy bloků používaných v elektrických pohonech	156
14.3. Regulace stejnosměrných motorů	158
14.3.1. <i>Blokové schéma stejnosměrného cize buzeného motoru</i>	158
14.3.2. <i>Matematický model řízeného usměřovače</i>	159
14.3.3. <i>Matematický model pulzního měniče</i>	160
14.3.4. <i>Stejnoseměrný motor s regulací proudu</i>	160
14.3.5. <i>Regulace rychlosti stejnosměrného motoru</i>	160
14.4. Struktury řízení měničů pro regulaci otáček asynchronního motoru	162
14.4.1. <i>Matematický model asynchronního motoru</i>	162
14.4.2. <i>Skalární řízení asynchronních motorů</i>	162
14.4.3. <i>Vektorové řízení</i>	165
14.4.4. <i>Přímé řízení momentu</i>	168
15. Dimenzování elektrického pohonu	175
15.1. Volba druhu pohonu	175
15.2. Návrh typové velikosti motoru	176
15.2.1. <i>Určení výkonu podle charakteru zátěže</i>	177
15.2.2. <i>Metoda ekvivalentního proudu, momentu a výkonu</i>	179
Literatura	181