

## OBSAH

1. Úvod .....	11
2. Součástky pro výkonovou elektroniku.....	13
2.1. Diody .....	13
2.2. Tyristory .....	15
2.2.1. Triodový zpětně závěrný tyristor .....	15
2.2.2. Vypínací tyristor (GTO).....	16
2.2.3. Ostatní typy tyristorů.....	17
2.2.4. Triak .....	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. MCT tyristory .....	22
2.7.2. IGCT tyristory .....	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.....	27
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. Usměrněné napětí a proud, vliv zátěže .....	30
4.2. Neřízené usměrňovače .....	31
4.2.1. Jednofázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení .....	32
4.2.2. Dvofázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení .....	35
4.2.3. Jednofázový neřízený usměrňovač v můstkovém spojení .....	35
4.2.4. Trojfázový neřízený usměrňovač v uzlovém spojení .....	37
4.2.5. Trojfázový neřízený usměrňovač v můstkovém spojení .....	37
4.3. Řízené usměrňovače.....	38
4.3.1. Jednofázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení.....	38
4.3.2. Dvofázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení .....	39
4.3.3. Jednofázový řízený usměrňovač v můstkovém spojení.....	39
4.3.4. Trojfázový řízený usměrňovač v uzlovém spojení .....	41
4.3.5. Řídící charakteristika usměrňovače .....	47
4.4. Způsob práce řízeného usměrňovače .....	49
4.5. Zvlnění proudu a napětí.....	49
4.6. Jalový výkon usměrňovače, účinník .....	50
4.7. Reverzační usměrňovače.....	50
4.8. Řídící obvody usměrňovačů.....	51
4.9. Pulzní usměrňovače.....	52
5. Stejnoseměrné měniče napětí.....	54
5.1. Pulzní měnič pro snižování napětí .....	56
5.2. Pulzní měnič pro zvyšování napětí .....	57
5.3. Pulzní měnič odporu.....	58
5.4. Řízení pulzních měničů.....	59
6. Střídače .....	61
6.1. Základní principy napěťových střídačů .....	63
6.2. Jednofázový napěťový střídač.....	65
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 .....	69
6.4.1. Způsoby řízení.....	69
6.4.2. Realizace pulzně šířkové modulace .....	71
6.5. Proudové střídače .....	73
6.6. Napájecí zdroje střídačů, činný a jalový výkon .....	74
6.7. Porovnání vlastností napěťového a proudového střídače .....	74
6.8. Střídače s kmitavou zátěží.....	75
6.9. Měkká komutace a rezonanční měniče .....	76
7. Střídavé měniče napětí .....	77
8. Střídavé měniče kmitočtu.....	80
8.1. Přímé měniče kmitočtu.....	80
8.2. Nepřímé měniče kmitočtu .....	83
8.2.1. Nepřímé měniče kmitočtu se stejnosměrným napěťovým meziobvodem .....	83
8.2.2. Nepřímé měniče kmitočtu se stejnosměrným proudovým meziobvodem .....	84
8.3. Porovnání jednotlivých druhů měničů kmitočtu .....	85
9. Elektromagnetická kompatibilita .....	86
9.1. Definice a průběhy neharmonických veličin .....	87
9.2. Výkony v obvodech s neharmonickými průběhy napětí a proudu .....	88
9.3. Negativní účinky měničů na napájecí soustavu .....	90
9.3.1. Negativní vlivy usměrňovačů s induktivní zátěží na napájecí síť .....	90
9.3.2. Negativní vlivy usměrňovačů s kapacitní zátěží na napájecí síť .....	92
9.4. Negativní účinky měničů na napájená zařízení.....	94
9.4.1. Vliv strmosti náběžné hrany napětí měniče kmitočtu.....	95
9.4.2. Vliv délky kabelu .....	96
9.5. Důsledky negativních účinků měničů .....	96

9.6. Minimalizace negativních jevů měničů na síť .....	97
9.7. Minimalizace negativních jevů měničů na spotřebiče .....	99
10. Výkonová část elektrického pohonu .....	100
10.1. Charakteristiky elektrického pohonu .....	102
10.2. Mechanika elektrického pohonu .....	104
10.2.1. Kinematika, rychlostní diagram, fázová trajektorie.....	104
10.2.2. Pohybová rovnice.....	105
10.2.3. Zátěžné momenty .....	106
10.3. Energetika elektrického pohonu.....	106
11. Pohony se stejnosměrnými motory .....	109
11.1. Matematický model motoru .....	109
11.2. Charakteristické údaje stejnosměrných motorů .....	110
11.3. Řízení otáček cize 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. Prostorový vektor .....	119
12.1.2. Vlastnosti v ustálených stavech, náhradní schéma .....	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. Spouštění přímým připojením na síť.....	129
12.4.2. Spouštění sníženým napětím.....	129
12.5. Řízení otáček asynchronních motorů.....	132
12.5.1. Řízení otáček změnou napájecího napětí.....	132
12.5.2. Řízení otáček odporem.....	133
12.5.3. Řízení otáček kaskádou.....	133

12.5.4. Řízení otáček přepínáním počtu pólů.....	134
12.5.5. Řízení otáček frekvencí a napětím .....	135
12.6. Brzdění asynchronních motorů .....	137
12.6.1. Brzdění protiproudem .....	137
12.6.2. Brzdění rekuperační .....	137
12.6.3. Brzdění stejnosměrným proudem .....	137
12.7. Jednofázový asynchronní motor .....	138
12.8. Zdroje proměnného kmitočtu .....	139
12.8.1. Měníče s amplitudovým řízením.....	139
12.8.2. Měníče se šířkově – pulzní modulací.....	139
13. Pohony s ostatními typy motorů .....	140
13.1. Pohony se synchronními motory.....	140
13.1.1. Základní vlastnosti, přirozená charakteristika synchronního stroje..	140
13.1.2. Rozběh synchronního stroje.....	142
13.1.3. Budicí soustavy synchronních strojů .....	142
13.1.4. Možnosti řízení synchronního stroje.....	143
13.1.5. Ventilový motor synchronního typu .....	144
13.2. Pohony s krokovými motory .....	144
13.3. Pohony s komutátorovými motory .....	145
13.4. Pohony s motory s permanentními magnety.....	146
13.4.1. Základní vlastnosti motorů s permanentními magnety .....	146
13.4.2. Stejnosměrné motory s permanentními magnety.....	147
13.4.3. Synchronní motory se permanentními magnety .....	147
13.5. Pohony se spínanými reluktančními motory.....	148
13.5.1. Základní vlastnosti spínaných reluktančních motorů .....	148
13.5.2. Výkonové obvody a řízení spínaných reluktančních motorů .....	149
13.5.3. Provozní vlastnosti spínaných reluktančních motorů .....	149
13.6. Pohony s lineárními motory .....	150
14. Automatická regulace pohonů.....	151

14.1. Základní pojmy .....	151
14.2. Přenosy bloků používaných v elektrických pohonech.....	155
14.3. Regulace stejnosměrných motorů .....	157
14.3.1. Blokové schéma stejnosměrného cize buzeného motoru.....	157
14.3.2. Matematický model řízeného usměrňovače.....	158
14.3.3. Matematický model pulzního měniče .....	158
14.3.4. Stejnosměrný motor s regulací proudu .....	159
14.3.5. Regulace rychlosti stejnosměrného motoru .....	159
14.4. Struktury řízení měničů pro regulaci otáček asynchronního motoru.....	161
14.4.1. Matematický model asynchronního motoru .....	161
14.4.2. Skalární řízení asynchronních motorů .....	161
14.4.3. Vektorové řízení.....	164
14.4.4. Přímé řízení momentu .....	168
15. Dimenzování elektrického pohonu .....	175
15.1. Volba druhu pohonu.....	175
15.2. Návrh typové velikosti motoru.....	176
15.2.1. Určení výkonu podle charakteru zátěže.....	177
15.2.2. Metoda ekvivalentního proudu, momentu a výkonu .....	179
16. Literatura .....	180