

## Obsah

Předmluva .....	3
Obsah .....	4
1. Principy, problémy, struktury .....	7
1.1. Funkční (užitné) vlastnosti a principy řízení .....	7
1.2. Ekonomická životnost .....	8
1.3. Kmitočtové řízené asynchronní motory .....	8
1.3.1. Pohony s napětovým střídačem .....	8
1.3.2. Pohony s proudovým střídačem .....	9
1.3.3. Pohony s cyklokonvertorem .....	10
1.3.4. Mnohomotorové pohony .....	10
1.4. Pohony s motory s kotvou kroužkovou .....	10
1.5. Pohony se synchronním motorem .....	11
2. Kmitočtové řízený asynchronní motor s kotvou nakrátko .....	13
2.1. Důvody z oblasti nasazení .....	13
2.2. Srovnání elektrické, mechanické a hydraulické regulace otáček .....	14
2.3. Motor s kotvou nakrátko – přirozené charakteristiky .....	15
2.4. Fázorový diagram a určení $s_m$ a $I_{sm}$ .....	16
2.5. Přirozené charakteristiky při velkých skluzech .....	18
2.6. Charakteristiky při kmitočtovém řízení .....	19
2.7. Motor napájený zdrojem proudu .....	20
2.7.1. Charakteristika $\alpha(M)$ při vyšších kmitočtech $f_r$ v rotoru .....	20
2.7.2. Charakteristika $\alpha(M)$ při malých kmitočtech $f_r$ v rotoru .....	21
3. Pohon s napětovým střídačem .....	24
3.1. Obecná struktura pohonu .....	24
3.2. Vstupní obvody .....	25
3.2.1. Transformátor nebo reaktor .....	26
3.2.2. Omezení nabíjecího proudu kondenzátoru .....	27
3.3. Působení stejnosměrného obvodu .....	29
3.4. Usměrňovače .....	30
3.5. Střídač .....	31
3.6. Uspořádání pohonu .....	33
3.6.1. Uspořádání při napájení z třífázové sítě .....	33
3.6.2. Uspořádání při napájení ze stejnosměrného zdroje .....	36
3.6.3. Tříhladinové řízení .....	36
3.6.4. Motory se dvěma vinutími .....	39
3.6.5. Mnohomotorové pohony .....	39
3.6.6. Veličiny a rozsah řízení .....	40
3.7. Nepříznivé jevy při provozu měničů s napětovými střídači .....	42
3.8. Výstupní obvody .....	45
4. Motor napájený z proudového střídače .....	49
4.1. Hlavní odlišnosti napětových a proudových střídačů .....	50
4.2. Uspořádání při napájení ze 3fázové sítě a zpětné vlivy na tuto síť .....	51
5. Principy a struktury řízení měniče a asynchronního motoru .....	54
5.1. Úvod do problematiky regulace asynchronního motoru .....	54
5.2. Napětové kmitočtové řízení .....	56
5.3. Proudové kmitočtové řízení .....	57
5.4. Vektorové řízení .....	58
5.4.1. Proudový model vektorového řízení .....	59
5.4.2. Napětový model vektorového řízení .....	60
5.5. Přímé řízení momentu .....	61
6. Mikroprocesorové řízení a diagnostika .....	64
6.1. Hardware řídicí elektroniky měniče .....	64
6.2. Software řídicí elektroniky měniče .....	66
6.3. Diagnostický a informační systém pohonu .....	66
6.4. Vývoj číslicového řízení pohonu .....	69
7. Energetika pohonů s asynchronním motorem a měničem kmitočtu .....	72
7.1. Ztráty v motoru .....	72
7.1.1. Asynchronní motor – jmenovitý stav .....	72

7.1.2	Ztráty při frekvenčním řízení .....	74
7.2	Ztráty v měničích kmitočtu .....	76
7.2.1	Ztráty a účinnost při typovém zatížení .....	76
7.2.2	Ztráty v různých provozních stavech .....	77
7.2.3	Rozdělení celkových ztrát měniče .....	78
7.2.4	Ztráty přidavných zařízení výkonových obvodů .....	80
7.2.5	Odchytky od standardního provedení .....	81
7.3	Energetika rozběhu a brzdění .....	81
7.3.1	Rozběh konvenční bez zatížení .....	82
7.3.2	Rozběh frekvenční bez zatížení .....	82
7.3.3	Rozběh konvenční se zatížením .....	84
7.3.4	Rozběh frekvenční se zatížením .....	85
7.3.5	Ztráty v motoru při brzdění .....	86
8.	Elektrické brzdění .....	88
8.1	Druhy a základní principy .....	88
8.2	Brzdění odporové .....	89
8.2.1	Uspořádání a princip působení .....	89
8.2.2	Rozsah brzdění .....	90
8.2.3	Dimenzování odporu a pulsního spínače .....	90
8.3	Brzdění rekuperací .....	91
8.3.1	Rekuperace do 3 fázové sítě .....	91
8.3.2	Dimenzování rekuperačního střídače a autotransfornátoru .....	93
8.4	Brzdění stejnosměrným proudem .....	93
8.4.1	Momentová charakteristika .....	94
8.4.2	Volba velikosti proudu .....	94
8.5	Brzdění ztrátami pohonu .....	94
9.	Zatěžování a dimenzování motoru .....	96
9.1	Obecně o dimenzování motoru .....	96
9.2	Zatížitelnost motorů .....	97
9.2.1	Motory s cizí ventilací .....	98
9.2.2	Motory s vlastní ventilací .....	99
9.2.3	Zatížitelnost při zhoršeném ochlazení .....	99
9.2.4	Zatížitelnost při odbuzování motoru .....	101
9.2.5	Zatížitelnost a ochlazení stojícího motoru .....	101
9.3	Metoda efektivního momentu .....	101
9.4	Dimenzování motoru při různých způsobech zatěžování .....	103
9.4.1	Trvalé zatížení S1 a krátkodobé S2 .....	104
9.4.2	Zatížení S3 a S6 .....	104
9.4.3	Dílčí efektivní moment při rozběhu a brzdění .....	105
9.4.4	Další způsoby zatěžování .....	107
10.	Dimenzování měniče kmitočtu .....	109
10.1	Moment motoru a proud střídače .....	109
10.2	Zatížitelnost střídače .....	110
10.3	Dimenzování střídače .....	112
10.4	Proudové dimenzování tlumivek, transformátoru a usměrňovače .....	113
11.	Měkké startování .....	115
11.1	Měniče pro měkké startování .....	115
11.2	Dimenzování měniče napětí .....	117
11.3	Řízení rozběhu .....	117
11.4	Jiná užití měniče střídavého napětí .....	118
	Pohony s asynchronním motorem s kotvou kroužkovou .....	120
12.	Štítek, katalog, energetika motoru .....	120
13.	Motor řízený napětím a odporem .....	121
13.1	Návrh a dimenzování odporu .....	121
14.	Podsynchronní ventilová kaskáda .....	123
14.1	Princip a rozsah řízení, rozběh .....	123
14.2	Dimenzování měniče kmitočtu a transformátoru .....	123
14.3	Účinnost a účinník .....	125
15.	Nadsynchronní kaskáda .....	126
16.	Pohon s pulsně řízeným odporem .....	128

Pohony s motory synchronního typu..... 130

17. Ventilový motor synchronní..... 130

17.1 Výkonová část..... 130

17.2 Řízení momentu a rychlosti, rozběh..... 132

18. Pohony s PM motory..... 134

18.1 Motory, jejich konstrukce a vlastnosti..... 134

18.2 Stejnoseměrný bezkomutátorový motor..... 135

18.3 Střídavý bezkomutátorový motor..... 135

19. Spínaný reluktanční motor..... 137

19.1 Řízení SRM..... 138

19.2 Provozní vlastnosti..... 139

Literatura..... 141

Knihy..... 141

Kripta, dizertace..... 141

Časopisy, sborníky..... 141

Firemní literatura..... 142

..... 14

..... 15

..... 16

..... 17

..... 18

..... 19

..... 20

..... 21

..... 22

..... 23

..... 24

..... 25

..... 26

..... 27

..... 28

..... 29

..... 30

..... 31

..... 32

..... 33

..... 34

..... 35

..... 36

..... 37

..... 38

..... 39

..... 40

..... 41

..... 42

..... 43

..... 44

..... 45

..... 46

..... 47

..... 48

..... 49

..... 50

..... 51

..... 52

..... 53

..... 54

..... 55

..... 56

..... 57

..... 58

..... 59

..... 60

..... 61

..... 62

..... 63

..... 64

..... 65

..... 66

..... 67

..... 68

..... 69

..... 70

..... 71

..... 72