

ÚVOD	3
LITERATURA	4
1 ELEKTRICKÝ POHON	8
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY [8],[10],[16],[27],[28],[35]	8
1.1.1 OVLÁDÁNÍ – REGULACE - ŘÍZENÍ	8
1.1.2 POŽADAVKY NA MODERNÍ POHON	9
1.1.3 KRITERIA ROZDĚLENÍ POHONŮ	9
1.1.4 ANALOGIE FYZIKÁLNÍCH SYSTÉMŮ	10
1.2 MECHANIKA ELEKTRICKÉHO POHONU	11
1.2.1 PŘEVOD ZATÍŽENÍ NA OSU MOTORU.....	11
1.2.2 MECHANICKÉ CHARAKTERISTIKY PRACOVNÍCH STROJŮ	14
1.3 DYNAMIKA ELEKTRICKÉHO POHONU	14
2 STEJNOSMĚRNÉ POHONY	16
2.1 STEJNOSMĚRNÝ MOTOR CIZE BUZENÝ (SSMCB)	16
2.1.1 ZÁKLADNÍ ROVNICE CIZE BUZENÉHO MOTORU	16
2.1.2 MECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA $M(\omega)$ CIZE BUZENÉHO MOTORU	17
2.1.3 MODIFIKACE MECHANICKÝCH CHARAKTERISTIK (ŘÍZENÍ MOTORU).....	18
2.1.4 VYUŽITÍ MODIFIKACE MECHANICKÝCH CHARAKTERISTIK V PRAXI	18
2.1.5 ZTRÁTOVÁ ENERGIE BĚHEM PŘECHODOVÉHO STAVU	20
2.2 STEJNOSMĚRNÝ SÉRIOVÝ MOTOR	21
2.2.1 MATEMATICKÝ MODEL SÉRIOVÉHO MOTORU.....	21
2.2.2 MECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA SÉRIOVÉHO MOTORU $M(\omega)$	22
2.2.3 MODIFIKACE MECHANICKÝCH CHARAKTERISTIK SÉRIOVÉHO STEJNOSMĚRNÉHO MOTORU	22
2.2.4 VYUŽITÍ MODIFIKACE CHARAKTERISTIK SÉRIOVÝCH MOTORŮ V PRAXI	23
2.3 STEJNOSMĚRNÉ MOTORY S PERMANENTNÍMI MAGNETY	24
2.3.1 PERMANENTNÍ MAGNETY.....	24
2.3.2 POUŽITÍ PM U STEJNOSMĚRNÝCH STROJŮ	25
2.4 ZDROJE NAPÁJENÍ STEJNOSMĚRNÝCH MOTORŮ	26
2.4.1 USMĚRŇOVAČE	26
2.4.2 MĚNIČOVÉ SKUPINY, UMOŽŇUJÍCÍ REVERZACI A BRZDĚNÍ.....	28
2.4.3 STEJNOSMĚRNÉ PULSNÍ MĚNIČE (SCHÉMA SNÍŽOVACÍHO A ZVÝŠOVACÍHO SPINAČE)	30
2.4.4 ČTYŘ-KVADRANTOVÝ PULSNÍ MĚNIČ, NAPÁJENÝ Z USMĚRŇOVAČE.....	30
3 REGULACE ELEKTRICKÝCH POHONŮ	31
3.1 PRVKY REGULAČNÍCH OBVODŮ	31
3.1.1 ČIDLA	31
3.1.2 REGULÁTORY	35
3.2 DYNAMIKA STEJNOSMĚRNÉHO MOTORU CIZE BUZENÉHO	39
3.2.1 MATEMATICKÝ MODEL STEJNOSMĚRNÉHO MOTORU CIZE BUZENÉHO	39
3.2.2 BLOKOVÉ SCHÉMA TRVALE NABUZENÉHO STEJNOSMĚRNÉHO MOTORU	39
3.2.3 PŘENOS ZDROJE NAPÁJENÍ	40
3.3 REGULACE RYCHLOSTI	40
3.4 REGULACE RYCHLOSTI: V OBOU ROZSAZÍCH	42

3.5	REGULACE ÚHLU OTOČENÍ ROTORU (POLOHY, DRÁHY).....	42
3.5.1	CÍLOVÁ REGULACE POLOHY S PEVNÝM CÍLEM	43
3.5.2	CÍLOVÁ REGULACE POLOHY S POHYBLIVÝM CÍLEM	45
3.5.3	SLEDOVACÍ REGULACE S PEVNÝM POČÁTKEM ODMĚŘOVÁNÍ (VZTAŽNÝM BODEM).....	47
3.5.4	SLEDOVACÍ REGULACE S POHYBLIVÝM POČÁTKEM ODMĚŘOVÁNÍ [28].....	48
3.6	REGULAČNÍ OBVODY Pohonů SE STŘÍDAVÝMI STROJI.....	49
4	ÚVOD K ŘÍZENÍ STŘÍDAVÝCH STROJŮ.....	49
4.1	POJEM „PROSTOROVÝ FÁZOR“.....	49
4.1.1	PROSTOROVÝ FÁZOR PROUDU STATORU \vec{i}_s	50
4.1.2	SOUŘADNÉ SYSTÉMY	50
4.1.3	PROSTOROVÝ FÁZOR PROUDU ROTORU	51
4.1.4	VÝSLEDNÁ VLNA MMS A FÁZOR MAGNETIZAČNÍHO PROUDU.....	51
4.1.5	FÁZOR SPŘAŽENÉHO TOKU STATORU.....	52
4.1.6	FÁZOR SPŘAŽENÉHO TOKU ROTORU:.....	52
4.1.7	DERIVACE FÁZORŮ MAGNETICKÝCH TOKŮ STATORU (ROTORU).....	53
4.1.8	ELEKTROMAGNETICKÝ MOMENT:.....	53
5	POHONY S ASYNCHRONNÍMI MOTORY.....	54
5.1	ZÁKLADNÍ VZTAHY.....	54
5.2	USTÁLENÝ STAV AM.....	55
5.2.1	ROVNICE ASYNCHRONNÍHO MOTORU VE Společném SS SYNCHRONNĚ ROTUJÍCÍM:	55
5.2.2	USTÁLENÝ STAV ASYNCHRONNÍHO MOTORU	55
5.2.3	MECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA $M(\Omega)$	56
5.2.4	NÁHRADNÍ SCHÉMA AM V SS1, PLATNĚ PRO USTÁLENÝ STAV.....	56
5.2.5	MODIFIKACE MOMENTOVÝCH CHARAKTERISTIK PŘI SYMETRICKÝCH ZPŮSOBECH PRÁCE.....	57
5.2.6	ROZBĚH ASYNCHRONNÍHO MOTORU.....	58
5.2.7	BRZDĚNÍ ASYNCHRONNÍCH MOTORŮ.....	60
5.3	NAPÁJENÍ ASYNCHRONNÍCH MOTORŮ.....	61
5.3.1	KOMPARAČNÍ ŠÍRKOVĚ – PULSNÍ MODULACE.....	61
5.3.2	VEKTOROVÁ ŠÍRKOVĚ – PULSNÍ MODULACE	62
5.3.3	PŘENOS STŘÍDAČE.....	63
5.4	ŘÍZENÍ RYCHLOSTI ASYNCHRONNÍCH MOTORŮ.....	64
5.4.1	KLASICKÉ ŘÍZENÍ RYCHLOSTI AM (VENTILOVÁ KASKÁDA).....	64
5.4.2	NEVEKTOROVÉ ŘÍZENÍ ASYNCHRONNÍHO MOTORU	64
5.4.3	VEKTOROVÉ ŘÍZENÍ AM	65
5.4.4	SOUŘADNÝ SYSTÉM, SPOJENÝ S FÁZOREM SPŘAŽENÉHO MAGNETIZAČNÍHO TOKU	66
5.4.5	ŘÍZENÍ AM, NAPÁJENÉHO Z NAPĚŤOVÉHO STŘÍDAČE.....	67
5.4.6	MODEL ODHADU MAGNETIZAČNÍHO PROUDU i_{mr} A JEHO ÚHLU Θ_r	69
5.4.7	VEKTOROVÁ REGULACE POLOHY S ORIENTOVANÝM ŘÍZENÍM NA TOK ROTORU ([56]):.....	71
5.5	PŘÍMÉ ŘÍZENÍ MOMENTU ASYNCHRONNÍHO MOTORU.....	71
5.5.1	DEPENBROCKOVA VERZE S PŘIROZENÝM VZORKOVÁNÍM.....	71
5.5.2	REGULACE MOMENTU A TOKU S POUŽITÍM PWM S PEVNOU SPÍNACÍ PERIODOU [17].....	72
5.6	POZNÁMKY.....	74
6	POHONY SE SYNCHRONNÍMI MOTORY.....	74
6.1	SYNCHRONNÍ MOTOR S VYNIKLÝMI PÓLY.....	75
6.1.1	MOŽNOSTI INTERPRETACE SYNCHRONNÍHO MOTORU (SM).....	75

6.2	ZÁKLADNÍ ROVNICE SYNCHRONNÍHO MOTORU S VYJÁDRĚNÝMI PÓLY, BEZ TLUMIČE	76
6.2.1	SOUŘADNÝ SYSTÉM STATORU (SSS) - $\Omega_k = 0$:	76
6.2.2	SOUŘADNÝ SYSTÉM POLE (SSP) - $\Omega_k = \Omega_1$:	76
6.2.3	ZÁKLADNÍ ROVNICE SM S VYJÁDRĚNÝMI PÓLY (SSP).....	76
6.3	ROVNICE SM, PLATNÉ PRO USTÁLENÝ STAV	77
6.4	SYNCHRONNÍ MOTORY S PERMANENTNÍMI MAGNETY.....	78
6.4.1	ZÁKLADNÍ VZTAHY SM S PERMANENTNÍMI MAGNETY (SM-PM).....	79
6.4.2	NÁHRADNÍ SCHÉMA SM-PM.....	79
6.4.3	ORIENTOVANÉ (VEKTOROVÉ) ŘÍZENÍ SM PM.....	81
6.5	ZDROJE NAPÁJENÍ SYNCHRONNÍCH MOTORŮ.....	82
6.5.1	NEPŘÍMÉ MĚNIČE FREKVENCE S VNĚJŠÍ KOMUTACÍ	83
6.5.2	VENTILOVÝ SYNCHRONNÍ MOTOR	83
7	<u>ELEKTRONICKY KOMUTOVANÉ SERVO MOTORY</u>	<u>84</u>
7.1	ELEKTRONICKY KOMUTOVANÝ SERVO MOTOR (DC).....	84
7.1.1	INDUKCE, SPŘÁZENÝ TOK A INDUKOVANÉ NAPĚTÍ U MOTORU S PLNÝM PÓLOVÝM KRYTÍM ...	84
7.1.2	SCHÉMA REGULAČNÍHO OBVODU EKDC MOTORU	85
7.1.3	POPIS EKDC MOTORU MEZI DVĚMA KOMUTACEMI.....	85
7.2	ELEKTRONICKY KOMUTOVANÝ SERVO MOTOR AC	86
8	<u>KROKOVÉ MOTORY</u>	<u>88</u>
8.1	DRUHY KM	89
8.1.1	RELUKTANČNÍ KROKOVÉ MOTORY	89
8.1.2	KROKOVÉ MOTORY S PERMANENTNÍMI MAGNETY	89
8.1.3	HYBRIDNÍ KROKOVÉ MOTORY (HYKM).....	90
8.2	NAPÁJENÍ STATORU KM	90
8.3	POZNÁMKY K UŽITÍ KM	92
8.3.1	ŠTÍTEK KM.....	92
8.3.2	PRŮBĚH PROUDU 2FÁZOVÉHO MOTORU.....	92
8.3.2	START - STOP CHARAKTERISTIKA.....	92
8.3.4	URČENÍ PŘESNOSTI POLOHOVÁNÍ	92
8.3.5	STATICKÝ A PŘÍDRŽNÝ MOMENT KM	93
8.3.6	VÝBĚR KM.....	93
9	<u>SPÍNANÉ RELUKTANČNÍ MOTORY.....</u>	<u>94</u>
9.1	SPÍNANÝ RELUKTANČNÍ MOTOR (SRM).....	94
9.2	ZÁKLADNÍ ROVNICE SRM.....	95
9.3	NAPÁJENÍ	96
9.3.1	SPÍNACÍ OBVODY.....	96
9.3.2	CELKOVÉ SCHÉMA NAPÁJECÍHO OBVODU 3FÁZOVÉHO SRM:.....	96
9.4	VLASTNOSTI SRM	96
9.5	APLIKOVATELNOST SRM	97
10	<u>POHONY S LINEÁRNÍMI MOTORY</u>	<u>98</u>
10.1	ÚVOD	98
10.1.1	KONSTRUKČNÍ PROVEDENÍ LINEÁRNÍCH MOTORŮ.....	98
10.1.2	ZDROJE NAPÁJENÍ LM.....	99

10.1.3	SÍLY, PŮSOBÍCÍ U LSM PM V USTÁLENÉM STAVU.....	99
10.2	LINEÁRNÍ SYNCHRONNÍ MOTOR S PERMANENTNÍMI MAGNETY (LSM-PM).....	100
10.2.1	POROVNÁNÍ ROTAČNÍCH A LINEÁRNÍCH MOTORŮ SYNCHRONNÍHO TYPU.....	100
10.2.2	ZÁKLADNÍ VZTAHY ROTAČNÍHO SM PM.....	100
10.2.3	ROVNICE LINEÁRNÍHO SM PM.....	100
10.2.4	ZÁVISLOST $F(v)$ PRO USTÁLENÝ STAV.....	101
10.2.5	VEKTOROVÝ DIAGRAM.....	102
10.2.6	POZNÁMKY.....	102
10.3	LINEÁRNÍ MOTOR ASYNCHRONNÍHO TYPU (LAM).....	102
10.3.1	PRINCIP KONSTRUKČNÍHO ŘEŠENÍ.....	102
10.3.2	MECHANICKÁ CHARAKTERISTIKA [70].....	103
10.3.3	POROVNÁNÍ ČASOVÝCH KONSTANT [70]:.....	104
10.4	LINEÁRNÍ KROKOVÝ MOTOR.....	104
<u>11</u>	<u>ELEKTROMAGNETICKÁ LOŽISKA (EML).....</u>	<u>105</u>
11.1	LEVITAČNÍ SÍLA EML.....	105
11.2	KONSTRUKČNÍ USPOŘÁDÁNÍ LOŽISEK EML.....	107
11.3	PRINCIP REGULACE EML.....	107
11.4	POUŽITÍ EML.....	107
<u>12</u>	<u>DIMENZOVÁNÍ ELEKTRICKÝCH POHONŮ.....</u>	<u>108</u>
12.1	VLIV PŘEVEDENÍ MOTORU NA JEHO DIMENZOVÁNÍ.....	108
12.2	ROVNICE TEPELNÉ ROVNOVÁHY.....	108
12.3	DRUHY ZATÍŽENÍ.....	109
12.4	METODY DIMENZOVÁNÍ MOTORŮ.....	111
12.4.1	METODA STŘEDNÍCH ZTRÁT.....	111
12.4.2	METODA EFEKTIVNÍHO PROUDU.....	112
12.4.3	METODA EFEKTIVNÍHO MOMENTU.....	112
12.4.4	METODA EFEKTIVNÍHO VÝKONU.....	113
12.5	PŘEDSTAVITELÉ SPÍNACÍCH POLOVODIČOVÝCH SOUČÁSTEK.....	113
<u>ZÁVĚR</u>	<u>.....</u>	<u>115</u>