

Spis treści

1. PRZEDMOWA	9
2. OGÓLNE WIADOMOŚCI O NAPĘDZIE ELEKTRYCZNYM	17
2.1. Podstawy elektromechanicznego przetwarzania energii	17
2.2. Struktura napędu elektrycznego	32
2.3. Tryby pracy napędu elektrycznego	35
2.4. Opis dynamiki ruchu obrotowego wirnika silnika	38
2.5. Wyznaczanie zastępczego obciążenia na wale silnika	40
2.6. Charakterystyki mechaniczne układów napędowych w stanach ustalonych	42
2.6.1. Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych zasilanych ze źródła napięcia o stałych parametrach	43
2.6.2. Rodzaje charakterystyk mechanicznych urządzeń napędzanych	45
2.6.3. Wzajemne relacje pomiędzy charakterystykami silników i urządzeń napędzanych	47
2.6.4. Rozpędzanie i hamowanie napędu elektrycznego	49
3. WARUNKI PRACY ZAUTOMATYZOWANYCH UKŁADÓW NAPĘDOWYCH	52
3.1. Sterowanie momentem obrotowym silnika jako podstawa działania zautomatyzowanego napędu elektrycznego	52
3.2. Dwustrefowa praca napędów elektrycznych	53
3.2.1. Dopuszczalny obszar pracy napędu elektrycznego ze względu na parametry silnika elektrycznego	53
3.2.2. Ograniczenia obszaru pracy napędu elektrycznego spowodowane przez źródło energii elektrycznej i przekształtnik	55
3.3. Łagodny rozruch napędów elektrycznych	56
3.4. Charakterystyka mechaniczna idealnego układu napędowego	69
3.5. Układy sterowania pozycyjnego wykorzystujące napędy elektryczne	73
4. NAPĘDY ELEKTRYCZNE Z SILNIKAMI PRĄDU STAŁEGO (DC-M)	77
4.1. Model matematyczny silnika prądu stałego	78
4.2. Przekształtniki zasilające silniki prądu stałego	81
4.3. Schemat blokowy napędu z obcowzbudnym silnikiem prądu stałego	84
4.4. Schemat blokowy napędu trakcyjnego z szeregowym silnikiem prądu stałego	85
4.5. Kaskadowy układ napędowy prądu stałego	89
5. WPROWADZENIE DO NAPĘDÓW PRĄDU PRZEMIENNEGO Z SILNIKAMI TRÓJFAZOWYMI (AC-M)	99

5.1. Pojęcie wektora przestrzennego w opisach układów trójfazowych	100
5.2. Model wektorowy trójfazowego uzwojenia stojana	107
5.3. Modele zastępcze falowników zasilających silniki prądu przemiennego	122
5.3.1. Model zastępczy falownika napięciowego	123
5.3.2. Model zastępczy falownika prądowego	132
5.4. Zasady wektorowej regulacji prądów w trójfazowych uzwojeniach stojana	137
5.4.1. Histerezowy wektorowy regulator prądu stojana	139
5.4.2. Kartezjański wektorowy regulator prądu stojana	141
6. NAPĘDY ELEKTRYCZNE Z KLATKOWYMI SILNIKAMI INDUKCYJNYMI (AC-SCIM)	144
6.1. Model matematyczny trójfazowego silnika asynchronicznego	146
6.2. Układ napędowy z klatkowym silnikiem IM ze sterowaniem skalarnym	163
6.3. Pośrednie wektorowe sterowanie momentu i strumienia w klatkowym silniku IM	168
6.4. Układ napędowy z klatkowym silnikiem IM ze sterowaniem pośrednim polowo-zorientowanym (FOC)	172
6.4.1. Wektorowa regulacja prądu stojana w układzie napędowym AC-SCIM FOC	173
6.4.2. Wektorowa regulacja momentu elektromagnetycznego w układzie napędowym AC-SCIM FOC	175
6.5. Układ napędowy z klatkowym silnikiem IM ze sterowaniem pośrednim prądowo-zorientowanym (COC)	181
6.5.1. Wektorowa regulacja prądu stojana w układzie napędowym AC-SCIM COC	184
6.5.2. Wektorowa regulacja momentu elektromagnetycznego w układzie napędowym AC-SCIM COC	186
6.6. Układ napędowy z klatkowym silnikiem IM z bezpośrednim wektorowym sterowaniem momentu i strumienia (DTFC)	196
7. NAPĘDY ELEKTRYCZNE Z SILNIKAMI SYNCHRONICZNYMI O MAGNESACH TRWAŁYCH (AC-PMSM)	202
7.1. Wprowadzenie do sterowania napędów z silnikami synchronicznymi	204
7.2. Model matematyczny silnika synchronicznego z magnesami trwałymi	207
7.3. Układ napędowy z silnikiem PMSM ze sterowaniem skalarnym	220
7.4. Układy napędowe z silnikiem PMSM ze sterowaniem wektorowym	223
7.4.1. Układ napędowy AC-PMSM ze sterowaniem pośrednim polowo-zorientowanym (FOC)	223
7.5. Układ napędowy AC-PMSM z bezpośrednim wektorowym sterowaniem momentu i strumienia (DTFC)	227

8. UWAGI O PROJEKTOWANIU SPECJALNYCH NAPĘDÓW ELEKTRYCZNYCH	230
9. DODATKI	237
9A. Dane techniczne silników przykładowych	237
9A.1. Obcowzbudny silnik prądu stałego (DC-M)	237
9A.2. Silnik asynchroniczny zwarty - klatkowy silnik indukcyjny (AC-SCIM)	239
9A.3. Silnik synchroniczny z magnesami trwałymi (AC-PMSM)	240
9B. Użycie jednostek względnych w opisach modeli silników	241
9B.1. Układ jednostek bazowych do opisu silników prądu stałego	242
9B.2. Układ jednostek bazowych do opisu trójfazowych silników prądu przemiennego	243
BIBLIOGRAFIA	249
A. Publikacje podstawowe z napędu elektrycznego	249
B. Publikacje dodatkowe z podstaw automatyki	251
C. Publikacje uzupełniające z energoelektroniki	251
D. Internetowe materiały źródłowe	251

oprac. BPK