

Spis treści

Przedmowa	6
Wykaz ważniejszych oznaczeń – przyrządy półprzewodnikowe	7
Wykaz ważniejszych oznaczeń – układy napędowe	11
1. Wiadomości ogólne	14
1.1. Wprowadzenie	14
1.2. Urządzenia energoelektroniczne	16
1.3. Właściwości urządzeń energoelektronicznych	19
2. Przyrządy półprzewodnikowe i moduły energoelektroniczne	21
2.1. Wprowadzenie	21
2.2. Konstrukcja przyrządów energoelektronicznych	23
2.3. Parametry i charakterystyki przyrządów półprzewodnikowych	25
2.4. Diody prostownicze	26
2.5. Tranzystory energoelektroniczne	31
2.5.1. Tranzystory bipolarne BJT	33
2.5.2. Tranzystory polowe MOSFET	36
2.5.3. Tranzystory bipolarne z izolowaną bramką IGBT	38
2.6. Tyrystory	40
2.6.1. Tyrystory SCR	42
2.6.2. Fototyrystory LTT	47
2.6.3. Tyrystory obukierunkowe – triaki	47
2.6.4. Tyrystory wyłączalne GTO	48
2.6.5. Tyrystory wyłączalne komutowane bramką GCT	51
2.7. Energoelektroniczne moduły elektroizolowane	51
2.8. Energoelektroniczne układy scalone	54
2.9. Grupowe łączenie przyrządów półprzewodnikowych	57
2.10. Chłodzenie przyrządów energoelektronicznych	59
2.11. Kierunki rozwojowe przyrządów energoelektronicznych i układów scalonych	67
3. Układy energoelektroniczne	69
3.1. Wprowadzenie	69
3.2. Układy prostowników niesterowanych	73
3.3. Układy prostowników sterowanych	81
3.4. Układy falowników	96
3.5. Układy przekształtników prądu przemiennego	104
3.6. Układy przekształtników prądu stałego	111
3.7. Układy łączników energoelektronicznych	116
3.8. Układy sterowania i regulacji	119
3.9. Zabezpieczenia urządzeń energoelektronicznych	126
3.10. Podzespoły urządzeń energoelektronicznych	136
4. Zastosowanie urządzeń energoelektronicznych w układach napędowych	141
4.1. Wiadomości ogólne	141
4.1.1. Klasyfikacja napędów elektrycznych	142

4.1.2.	Podstawowe wielkości opisujące układ napędowy	143
4.1.3.	Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych	144
4.1.4.	Charakterystyki mechaniczne urządzeń napędzanych	146
4.1.5.	Moment bezwładności	149
4.1.6.	Dynamika układu napędowego	150
4.1.7.	Sprowadzanie momentów i sił oporowych maszyn roboczych do prędkości kątowej wału silnika	153
4.1.8.	Sprowadzanie momentu bezwładności maszyny roboczej do prędkości kątowej wału silnika	155
4.1.9.	Wyznaczanie czasu trwania stanów nieustalonych	158
4.1.10.	Wpływ sprężystości skrętnej układu napędowego na działanie regulatora prędkości kątowej	160
4.1.11.	Kompleksowe zabezpieczenia układów napędowych	162
4.2.	Właściwości napędowe silników prądu stałego	166
4.2.1.	Moment napędowy silnika prądu stałego	166
4.2.2.	Charakterystyka mechaniczna silnika obcowzbudnego	168
4.2.3.	Sposoby i kryteria wyboru regulacji prędkości kątowej	170
4.2.4.	Praca i hamowanie silników zasilanych z przekształtnika	172
4.2.5.	Stałe czasowe	173
4.3.	Układy napędowe z silnikami prądu stałego	177
4.3.1.	Wprowadzenie	177
4.3.2.	Jednokierunkowy układ napędowy	179
4.3.3.	Nawrotny układ napędowy	180
4.3.4.	Podstawowe kryteria regulacji układów napędowych	183
4.3.5.	Sposób nastawy regulatorów	184
4.4.	Właściwości napędowe silników prądu przemiennego	187
4.5.	Układy napędowe z silnikami prądu przemiennego	194
4.5.1.	Wprowadzenie	194
4.5.2.	Klasyfikacja układów napędowych prądu przemiennego	194
4.5.3.	Układy napędowe z rozrusznikiem energoelektronicznym	195
4.5.4.	Układy napędowe o sterowaniu zewnętrznym i wewnętrznym	196
4.5.5.	Zasady sterowania i regulacji pośrednimi przekształtnikami częstotliwości	197
4.5.6.	Układ sterowania napędu z zachowaniem stałej amplitudy strumienia	199
4.5.7.	Układ napędowy z zachowaniem stałej częstotliwości pola w wirniku	200
4.5.8.	Układ napędowy zasilany z falownika napięcia	201
4.5.9.	Układ napędowy zasilany z falownika prądu	202
4.6.	Napędy elektrotrakcyjne	204
4.7.	Dobór silnika napędowego i przekształtnika	208
4.7.1.	Wprowadzenie	208
4.7.2.	Dobór rodzaju układu napędowego	209
4.7.3.	Nagrzewanie się i stygnięcie układu napędowego	210
4.7.4.	Rodzaje pracy układów napędowych	212
4.7.5.	Dobór mocy silnika przy obciążeniu zmiennym	216

4.7.6. Dobór obudowy silnika	218
4.7.7. Dobór mocy i momentu rozruchowego silnika elektrycznego zasilanego z przekształtnika	219
4.7.8. Dobór przekształtnika	222
4.7.9. Dobór wyposażenia przekształtnika częstotliwości do sterowania prędkością kątową silnika indukcyjnego	225
5. Inne zastosowania urządzeń energoelektronicznych	229
5.1. Wiadomości ogólne	229
5.2. Przekształtniki stosowane w urządzeniach powszechnego użytku	230
5.3. Zasilacze energoelektroniczne	233
5.4. Systemy bezprzewodowego zasilania	236
5.5. Przekształtniki do nagrzewania indukcyjnego i rezystancyjnego	242
5.5.1 Nagrzewanie indukcyjne	242
5.5.2 Nagrzewanie rezystancyjne	245
5.6. Przekształtniki spawalnicze	248
5.7. Energoelektronika i odnawialne źródła energii	252
5.8. Systemy przesyłowe energii elektrycznej liniami prądu stałego o wysokim napięciu (HVDC)	253
6. Wybrane zagadnienia dotyczące konstrukcji i projektowania układów energoelektronicznych	256
6.1. Konstrukcja i montaż urządzeń energoelektronicznych	256
6.2. Kompatybilność elektromagnetyczna	259
6.3. Koordynacja izolacji	265
6.3.1. Istota koordynacji izolacji	265
6.3.2. Ogólna charakterystyka koordynacji izolacji	266
6.3.3. Rodzaje izolacji	267
6.4. Podstawy bezpiecznej pracy urządzeń energoelektronicznych	270
6.4.1. Zagrożenia występujące podczas pracy urządzeń energoelektronicznych	270
6.4.2. Ogólne zasady ochrony przeciwporażeniowej	270
6.4.3. Ochrona przeciwporażeniowa stosowana w urządzeniach energoelektronicznych sieci TN	272
6.4.4. Bezpieczeństwo pracy podczas obsługi urządzeń energoelektronicznych	275
6.5. Symulacja komputerowa układów energoelektronicznych	278
6.6. Normalizacja układów energoelektronicznych i ich badania	281
Literatura	286
Normy	287
Ustawy i rozporządzenia	289
Indeks	290