

Spis treści

1. WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ I POJĘĆ	9
2. ELEKTROWNIA WIATROWA W ELEKTRYCZNYCH SYSTEMACH ZASILANIA	13
2.1. Struktura funkcjonalna urządzeń elektrowni wiatrowej	13
2.2. Konstrukcja elektrowni wiatrowej	14
2.3. Struktura funkcjonalna układu generatora synchronicznego	17
2.3.1. Budowa i zasada działania generatora synchronicznego	17
2.3.2. Budowa i funkcjonowanie generatora synchronicznego w turbinie wiatrowej	19
2.4. Zabezpieczenia generatorów synchronicznych w elektrowniach wiatrowych	21
2.4.1. Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne niezależne generatora synchronicznego	23
2.4.2. Zabezpieczenie generatora synchronicznego od zwarć doziemnych	25
2.4.3. Zabezpieczenie generatora synchronicznego od utraty wzbudzenia	28
2.5. Układ regulacji generatora synchronicznego	30
2.6. Zabezpieczenia transformatorów w elektrowniach wiatrowych	33
2.6.1. Zabezpieczenie transformatora od zwarć zewnętrznych	33
2.6.2. Zabezpieczenie transformatora od zwarć wewnętrznych	34
2.6.3. Zabezpieczenie różnicowe transformatora	35
2.6.4. Zabezpieczenie nadprądowe zwłoczne transformatora	37
2.6.5. Zabezpieczenie transformatora od przeciążeń	39
2.7. Struktura elektrycznych systemów zasilania z odnawialnymi źródłami energii	39
2.7.1. Struktura funkcjonalna elektrycznego systemu zasilania małej mocy z turbiną wiatrową	40
2.8. Projektowanie elektrycznego systemu zasilania z turbiną wiatrową	42
2.8.1. Lokalizacja elektrycznego systemu zasilania z turbiną wiatrową	42
2.8.2. Warunki meteorologiczne lokalizacji obiektu w projekcie	43
2.8.3. Określenie zapotrzebowania ilości energii elektrycznej dla domu	44
2.8.4. Dobór parametrów turbiny wiatrowej	45
2.8.5. Dobór sterownika dla turbiny wiatrowej	47
2.8.6. Dobór zabezpieczeń dla instalacji z turbiną wiatrową	48
2.8.7. Analiza kosztów opracowanego projektu	49
2.8.8. Schemat ideowy elektrycznej instalacji z turbiną wiatrową	49
2.8.9. Obliczenie rocznej produkcji energii elektrycznej z turbiny wiatrowej	49
2.8.10. Wnioski wynikające z opracowanego projektu systemu zasilania z elektrownią wiatrową	52

3. GENERATORY FOTOWOLTAICZNE W ELEKTRYCZNYCH ODNAWIALNYCH SYSTEMACH ZASILANIA	53
3.1. Budowa półprzewodników i ich własności elektryczne w systemach fotowoltaicznych	55
3.2. Struktura złącza p-n	58
3.2.1. Własności złącza p-n spolaryzowanego w kierunku przewodzenia	61
3.2.2. Własności złącza p-n spolaryzowanego w kierunku zaporowym	62
3.3. Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne	62
3.4. Charakterystyka energetyki słonecznej	63
3.5. Fotodioda	65
3.6. Fotoogniwo, budowa i zasada pracy	65
3.7. Rodzaje i budowa fotoogniw stosowanych w systemach Energetycznych	71
3.8. Charakterystyka i parametry modułów fotowoltaicznych w systemach energetycznych	73
3.9. Dobór generatora fotowoltaicznego dla elektrycznych systemów zasilania	74
3.10. Projekt elektrycznego systemu zasilania z fotowoltaiką dla wybranego obiektu	75
3.10.1. Obliczenie zapotrzebowania obiektu na energię elektryczną	75
3.10.2. Obliczenie mocy modułów fotowoltaicznych	77
3.10.3. Obliczanie mocy systemu fotowoltaicznego	79
3.10.4. Obliczenie wielkości rocznej produkcji energii elektrycznej z zaprojektowanego systemu fotowoltaicznego	81
3.10.5. Obliczenie parametrów przewodów dla elektrycznego systemu zasilania obiektu	82
3.10.6. Obliczenie warunku na obciążalność prądową długotrwałą instalacji elektrycznej	83
3.10.7. Dobór przewodów do elektrycznej instalacji domowej przy pomocy dostępnych programów komputerowych	84
3.10.8. Wyliczanie strat mocy w elektrycznym systemie zasilania z fotowoltaiką	84
3.10.9. Obliczenie wielkości zmniejszenia się energii w systemie zasilania ze względu na warunek dopuszczalnego spadku napięcia sieci zasilającej	85
3.10.10. Schemat ideowy elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem modułów PV	86
3.10.11. Analiza kosztów inwestycji	86
3.10.12. Analiza ekonomiczna dwóch projektów systemów zasilania elektrycznego budynku z wykorzystaniem OZE	88
3.10.13. Wnioski dotyczące porównania systemów zasilania elektrycznego budynku mieszkalnego z wykorzystaniem turbiny wiatrowej i ogniw fotowoltaicznych	89
4. MAGAZYNOWANIE ENERGII ELEKTRYCZNEJ W SYSTEMACH ZASILANIA Z ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII	91
4.1. Wiadomości wstępne	91
4.1.1. Podział akumulatorów	92

4.2. Akumulator kwasowy	92
4.2.1. Budowa klasycznego akumulatora ołowiowego	92
4.2.2. Elektrolit	99
4.3. Procesy prądotwórcze zachodzące w akumulatorze	100
4.4. Akumulatory zasadowe	102
4.5. Akumulatory bezobsługowe	103
4.5.1. Akumulator bezobsługowy typu MF (ang. Maintenance Free)	103
4.5.2. Akumulatory ołowiowe typu VRLA (ang. Valve Regulated Lead - Acid Battery)	103
4.6. Badanie diagnostyczne akumulatora	104
4.6.1. Określenie przydatności akumulatora bezobsługowego	104
4.6.2. Pomiar gęstości elektrolitu	106
4.6.3. Pomiar napięcia podczas rozruchu	108
4.6.4. Pomiar napięcia pod obciążeniem	108
4.7. Pomiary napięcia akumulatora	109
4.8. Rodzaje akumulatorów stosowanych w systemach energetycznych	115
4.9. Dobór akumulatorów dla elektrycznych systemów zasilania z odnawialnymi źródłami energii	117
5. FALOWNIK W ELEKTRYCZNYCH SYSTEMACH ZASILANIA Z ODNAWIALNYMI ŹRÓDŁAMI ENERGII	119
5.1. Elementy półprzewodnikowe stosowane w energoelektronicznych przetwornikach energii elektrycznej DC/AC	119
5.1.1. Tranzystor	119
5.1.2. Tyrystor	123
5.1.3. Triak	125
5.2. Prostownik sterowany	127
5.3. Prostownik sterowany jednopulsowy	128
5.3.1. Diodowe prostowniki wielofazowe	132
5.3.2. Prostowniki sterowane wielopulsowe	133
5.4. Filtry wygładzające w falowniku	135
5.5. Falowniki napięcia	137
5.5.1. Modulacja czasu trwania impulsów w falowniku napięcia	139
5.6. Model pracy falownika w postaci prostego obwodu R, L	144
5.7. Kształtowanie oraz regulacja napięcia wyjściowego w falowniku	146
5.8. Dobór falowników (inwerterów) dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE	149
5.9. Zasady doboru inwertera dla elektrycznych systemów zasilania z wykorzystaniem OZE	152
5.10. Obliczenia wybranych parametrów wyznaczających dobór falownika dla elektrycznego systemu zasilania z wykorzystaniem OZE	153
LITERATURA	155