

Spis treści

Przedmowa.	7
Wykaz ważniejszych oznaczeń, skrótów i symboli.	9
Definicje najważniejszych pojęć.	13
1. Potencjał promieniowania słonecznego.	17
1.1. Emisja promieniowania z powierzchni Słońca.	17
1.2. Stała słoneczna w atmosferze ziemskiej.	18
1.3. Rozkład widmowy promieniowania słonecznego.	21
1.4. Wykres pozycji Słońca.	23
1.5. Zalecane pochylenie odbiornika promieniowania słonecznego.	26
1.6. Metody szacowania ilości energii promieniowania słonecznego.	28
2. Podstawy teoretyczne zjawiska fotowoltaicznego.	31
2.1. Model energetyczny półprzewodników.	31
2.2. Budowa i charakterystyki typowego ogniwa <i>PV</i>	37
2.3. Odchylenia przebiegu charakterystyk I-V modułów <i>PV</i>	45
2.4. Model zastępczy ogniwa <i>PV</i>	49
2.5. Implementacja modelu ogniwa/modułu <i>PV</i> w systemie MATLAB/Simulink.	52
2.6. Budowa generatorów <i>PV</i>	57
2.7. Wpływ temperatury na funkcjonowanie modułów <i>PV</i>	62
3. Rodzaje modułów <i>PV</i>	65
3.1. Podział na generacje modułów <i>PV</i>	65
3.2. Aktualnie stosowane moduły <i>PV</i>	67
3.2.1. Krzemowe monokrystaliczne (MONO/c-Si).	67
3.2.2. Krzemowe polikrystaliczne (POLY/mc-Si).	68
3.2.3. Krzemowe amorficzne (a-Si).	68
3.2.4. Moduły na bazie tellurku kadmu (CdTe).	69
3.2.5. Moduły cienkowarstwowe typu CIGS/CIS.	69
3.2.6. Moduły typu PERC.	69
3.2.7. Moduły typu szyba-szyba.	69
3.2.8. Moduły z ogniw ciętych na połówki.	70
3.2.9. Dwustronne moduły <i>PV</i>	71
3.2.10. Inne rozwiązania konstrukcyjne.	71
4. Falowniki w systemach <i>PV</i>	75
4.1. Ogólna charakterystyka falowników <i>PV</i>	75
4.2. Klasyfikacja falowników <i>PV</i>	77
4.2.1. Podział falowników ze względu na sposób współpracy z siecią.	77
4.2.2. Podział falowników ze względu na budowę wewnętrzną.	78
4.2.3. Podział falowników ze względu na moc nominalną.	80

4.3. Sprawność falowników.	82
4.4. Metody poszukiwania punktu mocy maksymalnej pracy generatora <i>PV</i> przez falownik	84
4.5. Metody doboru mocy falownika do mocy szczytowej generatora <i>PV</i>	89
4.6. Moc czynna, bierna i pozorna falownika <i>PV</i>	91
4.7. Moduły komunikacyjne falowników <i>PV</i>	92
5. Klasyfikacja systemów <i>PV</i>	94
6. Projektowanie systemów <i>PV</i>	98
6.1. Istotne aspekty założeń projektowych	98
6.2. Projektowanie systemów <i>PV</i> typu <i>ON-GRID</i>	102
6.2.1. Dobór zestawu falownik-generator <i>PV</i>	102
6.2.2. Dobór okablowania strony DC i AC instalacji <i>PV</i>	104
6.3. Projektowanie systemów <i>PV</i> typu <i>OFF-GRID</i>	108
6.3.1. Uproszczona metoda doboru mocy generatora <i>PV</i>	108
6.3.2. Dobór generatora <i>PV</i> na podstawie danych o nasłonecznieniu	109
6.3.3. Magazynowanie energii w systemach <i>PV</i>	110
6.4. Hybrydowe systemy <i>PV</i>	113
6.5. Zabezpieczenia w systemach <i>PV</i>	115
6.5.1. Zabezpieczenia nadprądowe i przepięciowe systemów <i>PV</i>	115
6.5.2. Ochrona odgromowa i przeciwpożarowa systemów <i>PV</i>	120
6.6. Komputerowe wspomaganie projektowania systemów <i>PV</i>	123
6.6.1. Ogólna klasyfikacja oprogramowania dla <i>PV</i>	123
6.6.2. Przykładowe kalkulatory <i>PV</i>	124
6.6.3. Przykłady oprogramowania oferowanego przez producentów falowników ...	125
7. Istotne problemy eksploatacyjne w systemach <i>PV</i>	128
7.1. Destrukcyjne skutki zacinienia generatora <i>PV</i>	128
7.2. <i>PID</i> – degradacja indukowanym napięciem	131
7.3. <i>LID</i> – degradacja pod wpływem promieniowania słonecznego	131
7.4. <i>HOT-SPOTS</i> – gorące punkty	132
7.5. Obciążenie śniegiem i wiatrem systemów <i>PV</i>	132
8. Wpływ systemów <i>PV</i> na parametry sieci elektroenergetycznych	138
9. Wybrane metody pomiarów stosowane w systemach <i>PV</i>	144
9.1. Analizatory i rejestratory instalacji <i>PV</i>	144
9.2. Mierniki charakterystyk prądowo-napięciowych (I-V)	146
9.3. Badania termowizyjne w systemach <i>PV</i>	148
10. Perspektywy rozwoju fotowoltaiki.	152
Bibliografia	154