

Wykaz symboli i skrótów.....	7
Przedmowa.....	9
1. Superkondensator jako magazyn energii elektrycznej .....	12
1.1. Budowa i zasada działania.....	12
1.2. Związek przenikalności elektrycznej ze zjawiskiem relaksacji dielektrycznej .....	15
2. Dynamika obiektów.....	17
2.1. Opis dynamiki równaniami różniczkowymi całkowitego rzędu .....	17
2.2. Wybrane problemy modelowania obiektów fizycznych.....	22
2.3. Opis dynamiki równaniami różniczkowymi ułamkowego rzędu .....	26
2.4. Pakiet FOTF oprogramowania Matlab .....	32
3. Właściwości i modele superkondensatorów.....	34
3.1. Ogólne właściwości superkondensatorów .....	35
3.2. Równania relaksacji dielektrycznej .....	37
3.3. Modele superkondensatora na bazie równań relaksacji dielektrycznej.....	38
3.4. Charakterystyki częstotliwościowe modeli superkondensatorów .....	41
4. Identyfikacja parametrów modeli superkondensatorów .....	50
4.1. Wybór metody identyfikacji.....	50
4.2. Identyfikacja metodą częstotliwościową .....	51
4.3. Identyfikacja metodą czasową .....	62
4.3.1. Założenia metody czasowej .....	62
4.3.2. Widmo impulsu trapezowego w procesie identyfikacji .....	67
4.3.3. Wyniki identyfikacji metodą czasową.....	73
5. Sprawność energetyczna superkondensatorów.....	81
5.1. Obciążenie mocą superkondensatorów w magazynach energii.....	81
5.2. Badania sprawności energetycznej superkondensatorów na podstawie modelu .....	82
5.3. Wnioski.....	87
6. Wybrane problemy zastosowań superkondensatorów w magazynach energii pojazdów elektrycznych.....	89
6.1. Struktury hybrydowych magazynów energii.....	91
6.2. Problemy eksploatacyjne akumulatorów i superkondensatorów w hybrydowych magazynach energii .....	92
6.3. Efekty zastosowania hybrydowych magazynów energii .....	97
6.4. Wybrane strategie sterowania mocą w hybrydowych magazynach energii.....	101

6.4.1. Strategia oparta na regułach .....	102
6.4.2. Badania symulacyjne strategii opartej na regułach.....	105
6.4.3. Strategie wykorzystujące logikę rozmytą .....	113
6.4.4. Inne strategie .....	117
6.5. Weryfikacja modelowania hybrydowych magazynów energii z zastosowaniem mode- lu fizycznego .....	118
6.6. Zastosowanie superkondensatorów w systemie zasilania pociągów metra.....	122
6.7. Zastosowanie superkondensatorów w mikrosieciach energetycznych .....	124
Podsumowanie .....	126
Literatura.....	127
Spis ilustracji.....	133
Streszczenie, Summary .....	136