

SPIS TREŚCI

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 modelu 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