

SPIS TREŚCI

WPROWADZENIE	9
Optymalizacja w procesie projektowania transformatorów pomiarowych	10
Rozwój technik wspomagających proces projektowania transformatorów na tle zagadnienia optymalizacji kosztów oraz konstrukcji	14
1. TRANSFORMATOR POMIAROWY	17
1.1. Budowa transformatorów pomiarowych	17
1.2. Podstawy teoretyczne działania transformatorów napięciowych.....	18
1.3. Straty mocy	22
1.3.1. Straty mocy w rdzeniu	22
1.3.2. Straty mocy w uzwojeniach.....	26
1.4. Podstawowe równania pracy transformatora.....	27
1.4.1. Przekładnia transformatora.....	29
1.5. Podsumowanie.....	30
2. ZASADY PROJEKTOWANIA TRANSFORMATORÓW POMIAROWYCH.....	32
2.1. Założenia projektowe	33
2.2. Wybór materiału ferromagnetycznego	34
2.3. Podsumowanie.....	40
3. MODEL MATEMATYCZNY NAPIĘCIOWEGO TRANSFORMATORA POMIAROWEGO.....	41
3.1. Zestawienie ważniejszych oznaczeń	41
3.2. Błąd przekładni napięciowej	44
3.3. Rezystancja uzwojeń	47
3.4. Reaktancja rozproszenia w uzwojeniach.....	57
3.5. Rezystancja strat oraz reaktancja magnesowania.....	63
3.6. Koszty materiałów	66
3.7. Podsumowanie.....	67

4. DEFINICJA PROBLEMU OPTYMALIZACJI PARAMETRÓW KONSTRUKCYJNYCH TRANSFORMATORA POMIAROWEGO.....	69
4.1. Zestawienie ważniejszych oznaczeń zagadnienia optymalizacji	69
4.2. Wstęp	70
4.3. Optymalizacja nieliniowa z ograniczeniami	71
4.3.1. Funkcja celu.....	72
4.4. Zmienne decyzyjne.....	73
4.4.1. Typy zmiennych	74
4.5. Ograniczenia w zadaniu optymalizacji.....	74
4.5.1. Ograniczenia wymiarów rdzenia toroidalnego.....	75
4.5.2. Ograniczenia maksymalnej liczby zwojów	76
4.5.3. Ograniczenia średnicy drutu nawojowego	76
4.5.4. Ograniczenie konstrukcyjne	77
4.5.5. Ograniczenia dotyczące punktu pracy transformatora pomiarowego	77
4.5.6. Ograniczenie parametrów metrologicznych	78
4.5.7. Wektor ograniczeń nierównościowych	79
4.6. Analiza wrażliwości rozwiązania na zmiany poszczególnych parametrów	81
4.7. Podsumowanie.....	82
5. ROZWIĄZANIE ZADANIA OPTYMALIZACJI PARAMETRÓW KONSTRUKCYJNYCH NAPIĘCIOWEGO TRANSFORMATORA POMIAROWEGO.....	83
5.1. Wektor rozwiązania.....	83
5.2. Funkcja Lagrange'a	85
5.3. Dopuszczalne kierunki poszukiwań	86
5.4. Rzutowanie gradientu na podprzestrzeń styczną do ograniczeń aktywnych	88
5.5. Generacja macierzy gradientów ograniczeń aktywnych	91
5.6. Przesunięcie wektora rozwiązań w obszar rozwiązań dopuszczalnych	92
5.7. Ciąg przybliżeń wektora rozwiązań	93
5.8. Długość kroku w dopuszczalnym kierunku poprawy	94
5.9. Algorytm optymalizacji nieliniowej.....	96
5.10. Koniunkcja metod optymalizacji ciągłej i dyskretnej	99
5.11. Obszar określający zbiór możliwych rozwiązań problemu.....	100
5.12. Proces dyskretyzacji parametrów	101
5.13. Podsumowanie.....	102

6. PROJEKT NAPIĘCIOWEGO TRANSFORMATORA POMIAROWEGO.	104
6.1. Wstęp	104
6.2. Założenia projektowe	105
6.3. Pomiar parametrów materiału ferromagnetycznego	107
6.4. Optymalizacja parametrów konstrukcyjnych	107
6.5. Symulacja rozwiązań dopuszczalnych	108
6.5.1. Test wymagań funkcjonalnych	109
6.5.2. Wpływ punktu startowego oraz zbieżność algorytmu	110
6.6. Fizyczna realizacja transformatora	111
6.7. Weryfikacja parametrów transformatora	112
6.7.1. Wzorcowanie transformatora	113
6.7.2. Pomiar impedancji uzwojeń	121
6.8. Podsumowanie	125
UWAGI KOŃCOWE	127
DODATEK	130
BIBLIOGRAFIA	139
Streszczenie	146