

Spis treści

Przedmowa.....	6
Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń.....	7

JAKOŚĆ ENERGII ELEKTRYCZNEJ

1. WPROWADZENIE.....	9
2. ORGANIZACJE NORMATYWNE.....	14

HARMONICZNE W SYSTEMACH ELEKTROENERGETYCZNYCH

1. WSTĘP.....	19
2. ŹRÓDŁA WYŻSZYCH HARMONICZNYCH W SEE	21
3. WSKAŹNIKI CHARAKTERYZUJĄCE PRZEBIEGI ODKSZTAŁCONE.....	25
3.1. Szereg Fouriera.....	25
3.2. Rodzaje symetrii funkcji odkształconej.....	27
3.2.1. Funkcja antysymetryczna.....	27
3.2.2. Funkcja parzysta.....	28
3.2.3. Funkcja nieparzysta.....	29
3.3. Odbiornik nieliniowy z nieliniowością wynikającą z charakterystyki magnesowania.....	30
3.4. Przykłady funkcji nieliniowych.....	30
3.5. Następstwo fazowe harmonicznych.....	34
3.6. Najważniejsze wskaźniki charakteryzujące przebiegi odkształcone.....	35
3.6.1. Wskaźniki klasyczne.....	35
3.6.2. Wskaźniki współczesne.....	36
3.6.3. Wskaźniki dla urządzeń elektroenergetycznych.....	42
4. MOCE W OBWODACH Z PRZEBIEGAMI ODKSZTAŁCONYMI.....	45
5. SKUTKI OBECNOŚCI HARMONICZNYCH W SEE.....	50
6. WYZNACZANIE ROZPŁYWU WYŻSZYCH HARMONICZNYCH PRĄDU W SEE.....	53
7. RELACJE POMIĘDZY IMPEDANCJĄ SEE I MOCĄ ODBIORNIKA NIELINIOWEGO, A POZIOMEM ODKSZTAŁCENIA NAPIĘCIA W PUNKCIE PRZYŁĄCZENIA ODBIORNIKA.....	61
8. ZJAWISKA REZONANSOWE.....	64
8.1. Rezonans równoległy.....	64
8.2. Rezonans szeregowy.....	69
8.3. Rezonans pomiędzy elementami składowymi urządzeń.....	70
8.4. Baterie kondensatorów z szeregowo przyłączonymi dławikami ochronnymi.....	71
9. STRATY MOCY W PRZEWODACH LINII ELEKTROENERGETYCZNYCH.....	74
9.1. Wprowadzenie.....	74
9.2. Wzrost strat w wyniku zwiększenia wartości skutecznej odkształconego prądu.....	75
9.3. Wzrost strat w wyniku efektu naskórkowości i sąsiedztwa oraz temperatury przewodu.....	78
9.4. Przeciążenie przewodów neutralnych instalacji trójfazowej czteroprzewodowej.....	80
10. KONDENSATORY.....	82
10.1. Wiadomości ogólne.....	82
10.2. Praca kondensatorów w sieci z odkształconym napięciem.....	84

11. PIECE ŁUKOWE.....	88
12. SILNIKI INDUKCYJNE (ASYNCHRONICZNE).....	91
13. HARMONICZNE WNSOZONE DO SEE PRZEZ PRZEKSZTAŁTNIKI STATYCZNE.....	96
13.1. Prostowanie jednopółkowe.....	97
13.2. Prostowanie dwupółkowe.....	99
13.3. Efekt przyłączenia transformatora zasilającego przekształtnik 6-pulsowy.....	102
13.4. Układ prostowania 12-pulsowego.....	104
13.5. Układy przekształtników wyższych pulsacji.....	104
13.6. Wpływ impedancji systemu zasilającego oraz kąta zapłonu tyrystora.....	106
13.7. Napięcie po stronie stałoprądowej przekształtnika.....	106
13.8. Współczynnik THD_1 w układach przekształtnikowych.....	109
14. INTERHARMONICZNE.....	110
14.1. Źródła interharmonicznych.....	110
14.2. Znormalizowana metoda pomiaru interharmonicznych.....	115
14.2.1. Definicje związane z koncepcją grupowania.....	115
14.2.2. Znormalizowane wskaźniki liczbowe.....	117
14.3. Skutki obecności interharmonicznych.....	118
14.4. Wahania napięcia i migotanie światła.....	119
14.5. Sposoby eliminacji interharmonicznych i redukcji skutków ich obecności.....	120
14.6. Normalizacja.....	120
15. WPŁYW ODKSZTAŁCONEGO PRĄDU PO STRONIE WTÓRNEJ TRANSFORMATORA NA JEGO PRACĘ.....	121
15.1. Transformatory jako źródła harmonicznych prądu.....	121
15.2. Straty mocy w transformatorze – wprowadzenie.....	122
15.3. Straty w transformatorach przy obciążeniu nieliniowym.....	124
15.4. Straty nieobciążeniowe (jałowe).....	126
15.5. Straty obciążeniowe.....	127
15.6. Analiza pracy transformatora rozdzielczego obciążonego nieliniowo.....	129
15.7. Dobór transformatorów pracujących w warunkach obciążenia nieliniowego.....	133
15.8. Wpływ dodatkowych strat wiropądowych na czas eksploatacji transformatora.....	136
16. OGRANICZENIE PROPAGACJI HARMONICZNYCH W SEE, FILTRY HARMONICZNYCH.....	137
16.1. Sposoby naturalne ograniczenia propagacji harmonicznych w SEE.....	137
16.2. Filtry wyższych harmonicznych.....	140
16.2.1. Filtry biernie (pasywne).....	141
16.2.2. Filtry aktywne.....	150
16.2.3. Filtry hybrydowe.....	154
17. SUPERPOZYCJA SYGNAŁU NAPIĘCIOWEGO DO TRANSMISJI INFORMACJI.....	156
18. ZAKŁÓCENIA W LINIACH TELEKOMUNIKACYJNYCH.....	156
19. PRAWODAWSTWO W ZAKRESIE JAKOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ.....	158
19.1. Ustawa PRAWO ENERGETYCZNE.....	158
19.2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 4 maja 2007 r.....	159
19.3. Przerwy w zasilaniu energią elektryczną i wskaźniki dotyczące czasu trwania przerw.....	163
19.4. Norma [N3].....	164
20. POMIARY HARMONICZNYCH.....	165

20.1. Podstawy monitorowania jakości energii elektrycznej.....	165
20.2. Funkcje i zasada działania analizatorów cyfrowych oraz technika przetwarzania danych pomiarowych.....	167
20.3. Pomiary sygnałów przez przyrządy pomiarowe i liczniki energii elektrycznej.....	168
20.4. Zastosowanie aparatury pomiarowej.....	171
LITERATURA.....	172