

SPIS TREŚCI

WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	11
1. WPROWADZENIE	17
2. MODEL MATEMATYCZNY MASZYNY SYNCHRONICZNEJ	25
2.1. Uwagi wstępne	25
2.2. Model matematyczny maszyny synchronicznej w układzie współrzędnych d-q-0	32
2.2.1. Parametry modeli maszyn synchronicznych	41
2.3. Wybór układu współrzędnych	43
2.4. Model matematyczny maszyny synchronicznej w układzie współrzędnych a-p-0	44
2.5. Równania więzów oraz macierze transformacji przy dwufazowym zwarcie uzwojenia stojana	47
2.6. Układ równań opisujący stan dwufazowego zwarcia maszyny synchronicznej	49
2.6.1. Warunki początkowe w chwili wystąpienia zwarcia	51
2.7. Wartości względne	52
3. OBLICZENIA PRZEBIEGÓW PRZY DWUFAZOWYM ZWARCIU GENERATORA SYNCHRONICZNEGO	54
3.1. Uwagi wstępne	54
3.2. Dane znamionowe, parametry elektromagnetyczne obwodowych modeli matematycznych generatorów synchronicznych przyjętych do badań symulacyjnych	55
3.3. Skrócony opis programu komputerowego	59
3.4. Wyniki obliczeń przebiegów przy dwufazowym zwarcie	60

3.4.1. Wyniki obliczeń przebiegów dla generatora „Nanticoke”	60
3.4.2. Wyniki obliczeń przebiegów dla generatora TWW-200 i hydrogeneratora	65
3.4.3. Obliczenia przebiegów przy zwarciu dwufazowym metodą przybliżoną	68
3.5. Wyniki obliczeń wybranych współczynników charakteryzujących przebiegi odkształcone	70
3.6. Analiza wpływu nasycenia obwodu magnetycznego na przebiegi generatora synchronicznego przy dwufazowym zwarciu	75
3.7. Uwagi końcowe	78
4. OBLICZENIA ANALITYCZNE PRZEBIEGÓW GENERATORA PRZY DWUFAZOWYM ZWARCIU W STANIE USTALONYM	80
4.1. Uwagi wstępne	80
4.2. Wyprowadzenie równań opisujących przebiegi prądu i napięcia stojana przy dwufazowym zwarciu w stanie ustalonym	81
5. OBLICZENIA WYBRANYCH PARAMETRÓW MODELU GENERATORA NA PODSTAWIE ANALIZY PRZEBIEGÓW PRZY DWUFAZOWYM ZWARCIU W STANIE USTALONYM	91
5.1. Uwagi wstępne	91
5.2. Metoda wyznaczania reaktancji podprzejściowych i reaktancji synchronicznej w osi d na podstawie analizy harmonicznej przebiegów przy dwufazowym zwarciu w stanie ustalonym	92
5.2.1. Wyniki obliczeń parametrów generatora otrzymane na podstawie analizy harmonicznej przebiegów	93
5.3. Metoda wyznaczania reaktancji podprzejściowych i reaktancji synchronicznej w osi d modelu generatora przy wykorzystaniu metody optymalizacyjnej	95
5.3.1. Wyniki obliczeń parametrów generatora przy wykorzystaniu metody optymalizacyjnej	98
5.4. Uwagi końcowe	101
6. OBLICZENIA WYBRANYCH PARAMETRÓW MODELU GENERATORA NA PODSTAWIE ANALIZY PRZEBIEGÓW PRZY DWUFAZOWYM ZWARCIU WYZNACZONYCH METODĄ ELEMENTÓW SKOŃCZONYCH	102
6.1. Uwagi wstępne	102
6.2. Modele maszyn synchronicznych wykorzystane do badań	103

6.2.1. Model polowo-obwodowy generatora synchronicznego	105
6.2.2. Weryfikacja pomiarowa modeli generatorów synchronicznych	110
6.3. Wyniki obliczeń przebiegów przy dwufazowym zwarciu uzwojeń stojana otrzymane MES	112
6.4. Wyniki obliczeń rozkładu pola magnetycznego	121
6.5. Wyniki obliczeń reaktancji podprzejściowych i reaktancji synchronicznej wosid	124
6.5.1. Wyniki obliczeń parametrów otrzymane na podstawie analizy harmonicznej przebiegów	124
6.5.2. Wyniki obliczeń parametrów otrzymane przy wykorzystaniu metody optymalizacyjnej	125
6.6. Analiza porównawcza wyników obliczeń dla różnych wariantów konstrukcyjnych klatki tłumiącej hydrogeneratora	127
6.7. Uwagi końcowe	132
7. WYZNACZANIE REAKTANCJI ROZPROSZENIA POŁĄCZEŃ CZOŁOWYCH UZWOJENIA STOJANA GENERATORA SYNCHRONICZNEGO	135
7.1. Uwagi wstępne	135
7.2. Wyznaczanie reaktancji rozproszenia czół stojana na podstawie zależności analitycznych	136
7.3. Wyznaczanie reaktancji rozproszenia czół uzwojenia stojana metodą elementów skończonych	138
7.3.1. Równania pola elektromagnetycznego	140
7.3.2. Trójwymiarowy model połowy generatora synchronicznego i wyniki obliczeń reaktancji rozproszenia czół uzwojeń stojana	142
8. POMIAROWE WYZNACZENIE PARAMETRÓW MODELI MASZYN SYNCHRONICZNYCH W WARUNKACH LABORATORYJNYCH ORAZ W ELEKTROWNI WODNEJ	148
8.1. Opis stanowisk laboratoryjnych i wyniki pomiarów	148
8.2. Pomiarowe wyznaczenie reaktancji podprzejściowych i reaktancji synchronicznej w osi d maszyn synchronicznych zainstalowanych w laboratorium	154
8.2.1. Wyniki obliczeń parametrów otrzymanych na podstawie analizy harmonicznej przebiegów	155
8.2.2. Wyniki obliczeń parametrów otrzymanych przy wykorzystaniu metody optymalizacyjnej	155

8.2.3. Porównanie wyników obliczeń parametrów maszyn synchronicznych z parametrami wyznaczonymi innymi metodami...	157
8.3. Pomiarowe wyznaczenie reaktancji podprzejściowych i reaktancji synchronicznej w osi d dla hydrogeneratora zainstalowanego w elektrowni wodnej.....	159
8.4. Uwagi końcowe.....	163
9. PODSUMOWANIE	164
BIBLIOGRAFIA	170
Streszczenie	186