

## Spis treści

Wykaz oznaczeń .....	7
1. Wprowadzenie.....	9
1.1. Geneza pracy .....	10
1.2. Powstawanie przebiegów łączeniowych .....	14
1.3. Zakres pracy .....	16
2. Model matematyczny odbiornika .....	17
3. Redukcja przebiegów za pomocą dodatkowej komutacji .....	21
3.1. Wyznaczenie parametrów modeli .....	23
3.1.1. Silnik indukcyjny jednofazowy o mocy 23 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	24
3.1.1.1. Wyznaczenie parametrów modelu źródła zasilania .....	29
3.1.1.2. Wyznaczenie parametrów modelu silnika .....	31
3.1.1.3. Estymacja zmiennych modelu silnika .....	33
3.1.2. Silnik indukcyjny z obciążeniem 70 W, $\cos\varphi = 0.5$ .....	35
3.1.3. Silnik indukcyjny z obciążeniem 140 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	37
3.1.4. Silnik indukcyjny z obciążeniem 200 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	39
3.1.5. Silnik indukcyjny z obciążeniem 300 W, $\cos\varphi = 0.9$ .....	41
3.1.6. Dwójnik RL o mocy 2000 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	43
3.2. Wyznaczenie wartości rezystancji bocznika .....	44
3.3. Weryfikacja metody .....	50
4. Redukcja przebiegów przy wykorzystaniu nieliniowej rezystancji .....	53
4.1. Aproksymacja nieliniowej charakterystyki warystora .....	54
4.1.1. Model klasyczny .....	56
4.1.2. Model wielomianowy .....	58
4.1.3. Model wykładniczy .....	60
4.1.4. Model aproksymacji odcinkowej .....	61
4.2. Wyznaczenie wartości początkowej prądu komutacji .....	63
4.3. Analiza metodą równań różnicowych .....	64
4.4. Analiza równania z aproksymacją wieloodcinkową .....	67
4.5. Analiza obwodu metodą Szeregu Volterra .....	73
4.6. Analiza równania nieliniowego metodą operatorową Nowackiego .....	80
4.7. Metoda iteracji komputerowej .....	86
4.8. Porównanie metod .....	94
4.9. Weryfikacja empiryczna pomiarów w obwodzie z warystorem .....	97
5. Modele skorygowane empirycznie .....	105
5.1. Model źródła zasilania z uwzględnieniem indukcyjności .....	105
5.2. Rozszerzony model warystora .....	106

5.2.1. Wybór topologii modelu .....	111
5.2.2. Weryfikacja modelu warystora .....	116
5.3. Model silnika z uwzględnieniem pojemności .....	118
5.3.1. Silnik indukcyjny o mocy 23 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	120
5.3.2. Silnik indukcyjny o mocy 70 W, $\cos\varphi = 0.5$ .....	122
5.3.3. Silnik indukcyjny o mocy 140 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	123
5.3.4. Silnik indukcyjny o mocy 200 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	124
5.3.5. Silnik indukcyjny o mocy 300 W, $\cos\varphi = 0.9$ .....	125
6. Analiza obwodu uwzględniającego pojemności źródła i silnika .....	127
6.1. Wyznaczenie wartości początkowych zmiennych stanu .....	127
6.2. Analiza stanu obwodu po komutacji .....	131
6.2.1. Analiza za pomocą badań symulacyjnych .....	132
6.2.2. Rozwiązanie układu równań różnicowych .....	140
6.2.3. Rozwiązanie równań stanu z linearyzacją wieloodcinkową ....	147
6.2.3.1. Odcinek wielkiej rezystancji z niezerowymi warunkami początkowymi .....	147
6.2.3.2. Odcinek małej rezystancji z niezerowymi warunkami początkowymi dla napięć dodatnich .....	149
6.2.3.3. Odcinek małej rezystancji z niezerowymi warunkami początkowymi dla napięć ujemnych .....	151
6.2.3.4. Odpowiedź po komutacji .....	153
6.2.4. Analiza układu równań metodą Nowackiego .....	157
6.2.5. Metoda wariacji stałych .....	162
6.2.6. Poszukiwanie funkcji przybliżonych wyznaczonych z metody wariacji stałych .....	165
6.3. Porównanie metod .....	171
7. Ograniczanie przepięć za pomocą warystora i kondensatora .....	173
7.1. Wyznaczanie wartości pojemności $C_0$ dla silnika o mocy 23 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	175
7.1.1. Analiza równań stanu .....	177
7.1.2. Weryfikacja rozwiązań dla $C_0 = 100 \text{ nF}$ .....	180
7.2. Analiza dla silnika o mocy 70 W, $\cos\varphi = 0.5$ .....	183
7.3. Analiza dla silnika o mocy 140 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	191
7.4. Analiza dla silnika o mocy 200 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	197
7.5. Analiza dla silnika o mocy 300 W, $\cos\varphi = 0.9$ .....	203
7.6. Analiza dla dwójnika RL o mocy 2000 W, $\cos\varphi = 0.8$ .....	209
7.7. Wyznaczenie przepięcia na zaciskach źródła zasilającego .....	214
7.8. Dobór parametrów warystora .....	217
7.8.1. Najważniejsze parametry warystora .....	217
7.8.2. Wskazówki doboru .....	220

Spis treści	5
8. Wymuszenie komutacji w zerze	225
9. Przepięcia w obwodzie silnika skokowego	233
10. Wnioski końcowe	241
10.1. Wnioski poznawcze	241
10.2. Wnioski dotyczące wykorzystania wyników pracy	242
Z1. Załącznik 1. Algorytm bisekcji wielowymiarowej	245
Z1.1. Algorytm jednej zmiennej	248
Z1.2. Algorytm wielu zmiennych	250
Z1.3. Weryfikacja algorytmu	254
Z2. Załącznik 2. Równania stanu dla modelu silnika o mocy 23 W z pojemnością	258
Literatura cytowana	279
Literatura autorska	286