

Wacław Matulewicz  
Dariusz Karkosiński  
Marek Chomiakow

---

# Podstawy badań obwodów elektrycznych i elektromagnetycznych dla mechaników

---

Gdańsk 2013

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

*Janusz T. Cieśliński*

RECENZENT

*Wiesław Jażdżyński*

PROJEKT OKŁADKI

*Wioleta Lipska-Kamińska*

Wydano za zgodą

Rektora Politechniki Gdańskiej

Oferta wydawnicza Politechniki Gdańskiej jest dostępna pod adresem  
<http://www.pg.gda.pl/Wydawnictwo/oferta>

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej  
Gdańsk 2013

Utwór nie może być powielany i rozpowszechniany, w jakiegokolwiek formie  
i w jakikolwiek sposób, bez pisemnej zgody wydawcy

**ISBN 978-83-7348-474-0**

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 8,4 ark. druku 8,25, 1015/743

Druk i oprawa: *EXPOL* P. Rybiński, J. Dąbek, Sp. Jawna  
ul. Brzeska 4, 87-800 Włocławek, tel. 54 232 37 23

# SPIS TREŚCI

<b>Przedmowa</b> .....	7
<b>1. Pomiary podstawowych wielkości w obwodach prądu stałego i przemiennego</b> ...	9
1.1. Wstęp .....	9
1.2. Badania .....	27
1.2.1. Pomiary do wyznaczenia rezystancji ( $>1 \Omega$ ) metodą techniczną z dokładnie mierzonym prądem .....	27
1.2.2. Pomiary do wyznaczenia rezystancji ( $<1 \Omega$ ) metodą techniczną z dokładnie mierzonym napięciem .....	28
1.2.3. Pomiary prądu, napięcia i mocy w obwodzie z odbiornikiem RL + C .....	29
1.3. Opracowanie i dyskusja wyników .....	30
1.3.1. Wyznaczenie rezystancji ( $>1 \Omega$ ) metodą techniczną z dokładnie mierzonym prądem .....	30
1.3.2. Wyznaczenie rezystancji ( $<1 \Omega$ ) metodą techniczną z dokładnie mierzonym napięciem .....	30
1.3.3. Obliczenia wielkości elektrycznych w obwodzie z odbiornikiem RL + C ..	30
1.4. Pytania kontrolne .....	31
1.5. Literatura pomocnicza .....	32
<b>2. Badanie zabezpieczeń instalacji i urządzeń elektrycznych przed przeciążeniem i zwarciami</b> .....	33
2.1. Wstęp .....	33
2.2. Badania .....	44
2.2.1. Badania bezpiecznika topikowego .....	44
2.2.2. Badania wyzwalacza przeciążeniowego wyłącznika instalacyjnego lub wyłącznika silnikowego .....	46
2.2.3. Badania przekaźnika termobimetalowego ze stycznikiem .....	48
2.3. Opracowanie i omówienie wyników .....	50
2.3.1. Charakterystyka bezpiecznika topikowego .....	50
2.3.2. Charakterystyka wyłącznika instalacyjnego i silnikowego .....	50
2.3.3. Charakterystyka przekaźnika termobimetalowego .....	51
2.4. Pytania kontrolne .....	51
2.5. Literatura pomocnicza .....	51
<b>3. Badanie krwioobiegu mózgu za pomocą symulacji obwodu elektrycznego</b> .....	52
3.1. Wstęp .....	52
3.2. Badania .....	56
3.2.1. Początkowy stan ustalony .....	57
3.2.2. Badanie zaburzeń w krwioobiegu .....	59
3.2.3. Badanie wpływu różnicowań patologicznych w krwioobiegu mózgu .....	61
3.3. Opracowanie wyników .....	62
3.3.1. Obliczenia do prezentacji przebiegów .....	62
3.3.2. Obliczenia do prezentacji wpływu różnicowań patologicznych .....	65

3.4.	Podsumowanie .....	65
3.5.	Pytania kontrolne .....	65
3.6.	Literatura pomocnicza .....	66
<b>4.</b>	<b>Badanie właściwości silnika asynchronicznego .....</b>	<b>67</b>
4.1.	Wstęp .....	67
4.2.	Badania .....	70
4.2.1.	Oględziny .....	70
4.2.2.	Pomiar charakterystyki mechanicznej .....	70
4.2.3.	Pomiar charakterystyk mechanicznych przy zasilaniu z przekształtnika energoelektronicznego .....	72
4.2.4.	Rejestracja przebiegów .....	74
4.3.	Opracowanie i omówienie wyników .....	75
4.3.1.	Obliczenia do charakterystyki mechanicznej przy zasilaniu z sieci .....	75
4.3.2.	Obliczenia do charakterystyki mechanicznej przy zasilaniu z przekształtnika energoelektronicznego .....	76
4.3.3.	Obliczenia do prezentacji przebiegów w silniku klatkowym .....	79
4.4.	Podsumowanie .....	81
4.5.	Pytania kontrolne .....	81
4.6.	Literatura pomocnicza .....	81
<b>5.</b>	<b>Badanie właściwości prądnicy synchronicznej .....</b>	<b>82</b>
5.1.	Wstęp .....	82
5.2.	Badania .....	86
5.2.1.	Oględziny .....	86
5.2.2.	Pomiar charakterystyki biegu jałowego .....	86
5.2.3.	Pomiar charakterystyk zewnętrznych .....	88
5.2.4.	Pomiar charakterystyk regulacyjnych .....	90
5.2.5.	Pomiar charakterystyki zwarcia .....	90
5.3.	Opracowanie i omówienie wyników .....	92
5.3.1.	Przeliczenie charakterystyki biegu jałowego .....	92
5.3.2.	Obliczenia do charakterystyki zewnętrznej .....	93
5.3.3.	Obliczenia do charakterystyki regulacyjnej .....	95
5.3.4.	Obliczenia do charakterystyki zwarcia .....	96
5.3.5.	Obliczenia reaktancji synchronicznej .....	96
5.4.	Podsumowanie .....	97
5.5.	Pytania kontrolne .....	97
5.6.	Literatura pomocnicza .....	97
<b>6.</b>	<b>Badanie właściwości silnika prądu stałego .....</b>	<b>98</b>
6.1.	Wstęp .....	98
6.2.	Badania .....	107
6.2.1.	Oględziny .....	107
6.2.2.	Badanie układu z napięciowym sprzężeniem zwrotnym .....	107
6.2.3.	Badanie układu z prędkościowym sprzężeniem zwrotnym .....	109
6.2.4.	Rejestracja kształtu napięcia i prądu .....	110
6.3.	Opracowanie i omówienie wyników .....	111
6.3.1.	Obliczenia do charakterystyk mechanicznych przy sprzężeniu napięciowym .....	111

---

6.3.2. Obliczenia do charakterystyk mechanicznych przy sprzężeniu prędkościowym .....	112
6.4. Podsumowanie .....	113
6.5. Pytania kontrolne .....	113
6.6. Literatura pomocnicza .....	113
<b>7. Badanie właściwości rozruchowych silników asynchronicznych klatkowych .....</b>	<b>114</b>
7.1. Wstęp .....	114
7.2. Badania .....	121
7.2.1. Próba biegu jałowego .....	121
7.2.2. Wyznaczanie prądu rozruchowego z uproszczonej próby zwarcia .....	122
7.2.3. Próby wybiegu w celu wyznaczenia momentu bezwładności wirnika badanego silnika .....	123
7.2.4. Badania rozruchu za pomocą przełącznika gwiazda–trójkąt .....	124
7.2.5. Badania rozruchu przy zastosowaniu urządzenia „softstart” .....	125
7.3. Opracowanie i dyskusja wyników .....	125
7.3.1. Wyznaczenie momentu bezwładności wirnika silnika dwiema metodami .	125
7.3.2. Wyznaczenie prądu rozruchowego .....	127
7.3.3. Opracowanie przebiegów rozruchu gwiazda–trójkąt .....	128
7.3.4. Opracowanie przebiegów rozruchu przy zastosowaniu urządzenia „softstart” .....	129
7.4. Pytania kontrolne .....	129
7.5. Literatura pomocnicza .....	129