

# Pojazdy elektryczne

część I

Jacek Skibicki

Gdańsk 2010

PRZEWODNICZĄCY KOMITETU REDAKCYJNEGO  
WYDAWNICTWA POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ  
*Romuald Szymkiewicz*

RECENZENT  
*Zbigniew Stein*

PROJEKT OKŁADKI I SKŁAD  
*Jacek Skibicki*

Wydano za zgodą  
Rektora Politechniki Gdańskiej

© Copyright by Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej  
Gdańsk 2010

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

ISBN 978–83–7348–298–2

---

WYDAWNICTWO POLITECHNIKI GDAŃSKIEJ

Wydanie I. Ark. wyd. 6,2, ark. druku 6,75, 935/581

---

## SPIS TREŚCI

Od autora .....	7
Wykaz ważniejszych skrótów i oznaczeń .....	9
1. Pojęcia podstawowe, klasyfikacja pojazdów elektrycznych .....	11
2. Historia pojazdów elektrycznych .....	15
2.1. Pierwsze próby, lata 1828 ÷ 1880 .....	15
2.2. Początki zastosowań praktycznych, lata 1880 ÷ 1900 .....	17
2.3. Rozwój i stabilizacja, lata 1900 ÷ 1950 .....	24
2.4. Historia najnowsza – od 1950 .....	36
<b>I – POJAZDY SIECIOWE .....</b>	<b>53</b>
3. Rozruch i regulacja prędkości pojazdów .....	55
3.1. Charakterystyka trakcyjna i metody sterowania pracą obwodu głównego pojazdu ...	55
3.2. Pojazdy zasilane z sieci napięcia stałego .....	58
3.2.1. Pojazdy klasyczne z rozruchem oporowym i silnikami szeregowymi prądu stałego .....	58
3.2.1.1. Etapy rozruchu pojazdów klasycznych .....	59
3.2.1.2. Przełączanie grup silników .....	61
3.2.1.3. Metody przełączania grup silników .....	62
3.2.1.4. Regulacja prędkości przez osłabianie wzbudzenia .....	67
3.2.2. Pojazdy z rozruchem impulsowym i silnikami szeregowymi prądu stałego ....	68
3.2.2.1. Zasada impulsowej regulacji wartości napięcia .....	68
3.2.2.2. Dodatkowe wymagania dla pojazdów z rozruchem impulsowym .....	70
3.2.3. Pojazdy z napędem przekształtnikowym i silnikami prądu przemiennego .....	71
3.2.3.1. Zasada kształtowania charakterystyk silnika indukcyjnego .....	71
3.2.3.2. Metoda sterowania pracą silnika indukcyjnego .....	73
3.3. Pojazdy zasilane z sieci napięcia przemiennego .....	77
3.3.1. Pojazdy zasilane napięciem trójfazowym .....	78
3.3.2. Pojazdy zasilane napięciem jednofazowym o częstotliwości obniżonej .....	81
3.3.2.1. Pojazdy z jednofazowymi silnikami komutatorowymi prądu przemiennego .....	81
3.3.2.2. Pojazdy z silnikami szeregowymi prądu stałego lub tętniącego .....	90
3.3.2.3. Pojazdy z silnikami trójfazowymi prądu przemiennego .....	92
3.3.3. Pojazdy zasilane napięciem jednofazowym o częstotliwości przemysłowej ...	94
3.3.3.1. Pojazdy z jednofazowymi silnikami komutatorowymi prądu przemiennego .....	94
3.3.3.2. Pojazdy z silnikami prądu stałego (tętniącego) .....	95
3.3.3.3. Pojazdy z silnikami trójfazowymi prądu przemiennego .....	98
3.4. Pojazdy wielosystemowe .....	98
3.4.1. Pojazdy z jednofazowymi silnikami komutatorowymi prądu przemiennego .	99

3.4.2. Pojazdy z silnikami szeregowymi prądu stałego dostosowane do różnych wartości napięcia zasilającego .....	100
3.4.3. Pojazdy z silnikami prądu stałego (tętniącego) dostosowane do zasilania napięciem stałym i przemiennym .....	102
3.4.4. Pojazdy z silnikami trójfazowymi prądu przemiennego .....	107
Literatura .....	110