

SPIS TREŚCI

Od Wydawnictwa	12
Część pierwsza	
TRANSFORMATORY	
Rozdział I. Przeznaczenie i zasada działania transformatora	13
1. Przeznaczenie transformatora	13
2. Ogólne zasady działania transformatora	14
3. Przekładnia transformatora	14
Rozdział II. Budowa transformatora	17
1. Żelazo	17
2. Uzwojenia transformatorów	23
3. Zestawienie i chłodzenie transformatora	32
Rozdział III. Transformator jednofazowy	38
1. Bieg jałowy	38
2. Wykres wektorowy transformatora dla biegu jałowego	39
3. Obciążenie transformatora	44
4. Wykres wektorowy dla stanu obciążenia transformatora	46
3. Schemat zastępczy transformatora	50
6. Zwarcie transformatora	52
7. Zmienność napięcia przy obciążeniu transformatora	57
8. Rozproszenie w transformatorze jednofazowym	59
9. Opory czynne uzwojeń transformatora	63
10. Wykres kołowy transformatora	65
11. Wykres Kappa	68
12. Regulacja napięcia w transformatorze jednofazowym	70
13. Praca równoległa transformatorów jednofazowych	72
14. Straty w transformatorze jednofazowym i jego sprawność	76
15. Prąd magnesujący i prąd biegu jałowego transformatora jednofazowego	81
Rozdział IV. Transformator trójfazowy	84
1. Zasada działania transformatora trójfazowego	84
2. Wykres wektorowy transformatora trójfazowego	85
3. Połączenie transformatora trójfazowego	86
4. Wykresy wektorowe sił elektromotorycznych	89
5. Przekładnia transformatora trójfazowego	94
6. Właściwości eksploatacyjne różnych rodzajów połączeń transformatora trójfazowego	96
7. Grupy połączeń transformatorów trójfazowych	102
8. Praca równoległa transformatorów trójfazowych	106

9. Regulacja napięcia w transformatorze trójfazowym	109
10. Straty w transformatorze trójfazowym i jego sprawność	113
11. Prąd magnesujący i prąd biegu jałowego transformatora trójfazowego	113
Rozdział V. Transformatory specjalne	115
1. Transformator trójzwojeniowy	118
2. Autotransformator	120
3. Transformatory do zmiany liczby faz	122
4. Przekładniki	125
Rozdział VI. Próby transformatorów	127
Rozdział VII. Projektowanie transformatora	127
1. Założenia ogólne	127
2. Obwód magnetyczny	128
3. Obwód elektryczny	130
4. Przybliżone określenie głównych wymiarów transformatora	133
 Część druga 	
MASZYNY INDUKCYJNE	
Rozdział I. Zasada działania maszyn indukcyjnych	141
1. Pole magnetyczne pulsujące	142
2. Pole magnetyczne wirujące	145
3. Działanie pola wirującego	149
4. Wypadkowe pole stojana i wirnika	149
Rozdział II. Budowa maszyn indukcyjnych	150
1. Stojan	150
2. Wirnik	151
Rozdział III. Uzwojenia maszyn prądu zmiennego	154
1. Podział uzwojeń maszyn elektrycznych prądu zmiennego	154
2. Uzwojenia jednowarstwowe	155
a. Oznaczenia w uzwojeniach jednowarstwowych i ich klasyfikacja	155
b. Uzwojenia dwupiętrowe	155
c. Uzwojenia trójpętrowe	159
d. Uzwojenia wzornikowe	164
3. Uzwojenia dwuwarstwowe	181
4. Łączenie uzwojeń trójfazowych	185
5. Uzwojenie o zmiennej liczbie biegunów	187
6. Uzwojenia wirników silników indukcyjnych	189
7. Uzwojenia jednofazowe	192
8. Gwiazda żłobkowa	193
Rozdział IV. Okład prądu i przepływu	198
1. Okład prądu	198
2. Przepływ	200
Rozdział V. Siła elektromotoryczna w maszynie indukcyjnej	203
1. Siła elektromotoryczna indukcyjna w jednym zwoju uzwojenia maszyny indukcyjnej	203
2. Współczynnik grupy	205

3. Współczynnik skrótu	206
4. Współczynnik uzwojenia i ogólne wyrażenie na siłę elektromotoryczną	208
5. Przekładnia napięciowa i siła elektromotoryczna indukowana w obracającym się wirniku	208
Rozdział VI. Moment obrotowy maszyny indukcyjnej	210
Rozdział VII. Opory indukcyjne i czynne	213
1. Zasada zjawiska powstawania oporów indukcyjnych	213
2. Przewodność dla strumienia żłobkowego	214
3. Przewodność dla strumienia zamykającego się przez szczelinę pomiędzy głowicami zębów	214
4. Przewodność dla strumienia zygzakowatego	215
5. Przewodność dla strumienia zamykającego się wokół połączeń czołowych	216
6. Opór indukcyjny uzwojenia silnika indukcyjnego	216
7. Opór czynny uzwojenia silnika indukcyjnego	224
Rozdział VIII. Praca maszyny indukcyjnej	227
1. Bieg jałowy	227
2. Zwarcie	229
3. Obciążenie maszyny indukcyjnej	231
Rozdział IX. Schemat zastępczy i wykres maszyny indukcyjnej	233
1. Schemat zastępczy i wykres wektorowy maszyny indukcyjnej z otwartym obwodem wtórnym	233
2. Schemat zastępczy i wykres wektorowy silnika indukcyjnego w ruchu	235
Rozdział X. Obwód magnetyczny maszyny indukcyjnej	240
1. Droga strumienia magnetycznego i maszyny indukcyjnej	240
2. Spadek napięcia magnetycznego w szczelinie powietrznej	241
3. Spadek napięcia magnetycznego w zębach	243
4. Spadek napięcia magnetycznego w jarzmie stojana i wirnika	244
5. Przepływ i prąd magnesujący	245
Rozdział XI. Straty i prąd biegu jałowego maszyny indukcyjnej	250
1. Straty w żelazie	250
2. Straty mechaniczne	253
3. Straty w miedzi przy biegu jałowym	253
4. Prąd biegu jałowego	254
Rozdział XII. Wykres kołowy silnika indukcyjnego	258
1. Zasada wykresu kołowego	258
2. Sposób budowania wykresu kołowego	258
3. Posługiwanie się wykresem kołowym	261
4. Wnioski z wykresu kołowego	265
Rozdział XIII. Bilans mocy i strat maszyny indukcyjnej	268
1. Straty jałowe	268
2. Straty obciążeniowe	269
3. Moc pobrana, wewnętrzna, mechaniczna i oddana maszyny indukcyjnej	270
4. Sprawność maszyny indukcyjnej	273
5. Charakterystyki obciążenia silnika indukcyjnego	276

Rozdział XIV. Rozruch i regulacja obrotów silnika indukcyjnego	227
1. Moment rozruchowy silnika indukcyjnego	277
2. Rozruch przy zastosowaniu oporów w obwodzie stojana	279
3. Rozruch przy zastosowaniu oporu w obwodzie wirnika	280
4. Rozruch przez zastosowanie przełącznika gwiazda-trójkąt	282
5. Inne sposoby dokonywania rozruchów silników indukcyjnych	284
6. Ogólna zasada regulacji obrotów silnika indukcyjnego	285
7. Regulacja obrotów silnika indukcyjnego przez zmianę częstotliwości	285
8. Regulacja obrotów silnika indukcyjnego przez zmianę liczby par biegunów	286
9. Regulacja obrotów silnika indukcyjnego za pomocą oporu w obwodzie wirnika	286
10. Regulacja obrotów silnika indukcyjnego przez połączenie dwóch silników kaskadę	290
11. Regulacja obrotów silnika indukcyjnego za pomocą oporu w obwodzie stojana	292
Rozdział XV. Uogólnienie pojęcia poślizgu w maszynie indukcyjnej	293
1. Zakres pracy silnikowej	293
2. Zakres pracy hamulcowej	295
3. Zakres pracy prądnicowej	296
Rozdział XVI. Trójfazowe silniki indukcyjne zwarte	299
1. Silnik jednoklatkowy	299
2. Silnik dwuklatkowy	299
3. Silnik głębokożłobkowy	304
4. Wpływ wyższych harmonicznych na przebieg krzywej momentu	313
5. Porównanie właściwości silników indukcyjnych	315
Rozdział XVII. Silniki indukcyjne jednofazowe	317
1. Zasada działania	317
2. Sposoby rozruchu jednofazowego silnika indukcyjnego	322
Rozdział XVIII. Specjalne przypadki pracy maszyny indukcyjnej	327
1. Trójfazowy regulator indukcyjny napięcia	327
2. Przetwornica częstotliwości	330
3. Silnik dwustronnie zasilany	332
4. Indukcyjny silnik synchroniczny	332
Rozdział XIX. Próby silników indukcyjnych	334
1. Wiadomości ogólne	334
2. Określenie oporu izolacji na zimno	335
3. Pomiar oporu uzwojeń	335
4. Pomiar przekładni	336
5. Próba biegu jałowego	337
6. Próba zwarcia	339
7. Pomiar momentów rozruchowych	341
8. Próba nagrzewania silnika indukcyjnego	342
9. Charakterystyka obciążenia	343
10. Próba na wyższe obroty	344
11. Próby napięciowe	345
Rozdział XX. Projektowanie silników indukcyjnych	345
1. Ustalanie wymiarów zasadniczych	345
2. Stojan	349
3. Wirnik	350

Rozdział XXI. Przykład obliczenia silnika indukcyjnego	351
1. Wymiary zasadnicze	351
2. Uzwojenie i żłobek stojana	352
3. Uzwojenie i żłobek wirnika	353
4. Rdzenie stojana i wirnika	359
5. Wymiary zezwojów stojana i wirnika	360
6. Opory czynne uzwojenia stojana i wirnika	360
7. Opory bierne uzwojeń stojana i wirnika	360
8. Prąd zwarcia	363
9. Prąd magnesujący	364
10. Ciężar żelaza	366
11. Straty	368

Rozdział XXII. Polska produkcja maszyn indukcyjnych	368
--	------------

Część trzecia

MASZYNY SYNCHRONICZNE

Rozdział I. Zasada działania maszyny synchronicznej	371
--	------------

1. Zasada działania maszyny synchronicznej	371
2. Zasada i działanie silnika synchronicznego	373

Rozdział II. Budowa maszyn synchronicznych	374
---	------------

1. Wiadomości ogólne	374
2. Wirnik	379
3. Stojan	383

Rozdział III. Uzwojenie maszyn synchronicznych	383
---	------------

1. Uzwojenie tworników maszyn synchronicznych	383
2. Uzwojenie magnesu	385

Rozdział IV. Siła elektromotoryczna i charakterystyka magnetyczna maszyny synchronicznej	387
---	------------

1. Siła elektromotoryczna indukowana w zwoju średnicowym wirującym w polu sinusoidalnym	387
2. Siła elektromotoryczna w grupie zezwojów wirujących w polu sinusoidalnym	390
3. Siła elektromotoryczna indukowana w grupie zezwojów, wirujących w polu niesinusoidalnym	390
4. Uzyskiwanie sinusoidalnego rozkładu pola w szczelinie powietrznej	391
5. Spadki napięcia magnetycznego wzdłuż obwodu magnetycznego maszyny	391
6. Charakterystyka magnesowania maszyny	397

Rozdział V. Opór indukcyjny i opór czynny maszyny synchronicznej	405
---	------------

1. Strumień twornika	405
2. Przewodność dla strumienia żłobkowego	406
3. Przewodność dla strumienia rozproszenia zamykającego się pomiędzy głowicami zębów	406
4. Przewodność dla strumienia rozproszenia zamykającego się wokół połączeń czołowych	406
5. Opór bierny uzwojenia twornika	407
6. Opór czynny uzwojenia twornika	408

Rozdział VI. Oddziaływanie twornika w maszynie synchronicznej	409
1. Przepływ uzwojenia jednofazowego	409
2. Przepływ uzwojenia trójfazowego	411
3. Różne oddziaływania twornika	412
Rozdział VII. Zwarcie ustalone maszyny synchronicznej	419
1. Zasada zjawiska	419
2. Charakterystyka zwarcia	420
3. Współczynnik zwarcia	421
4. Zależność ustalonego prądu zwarcia od obrotu	422
Rozdział VIII. Wykresy wektorowe oraz charakterystyki zewnętrzne i obciążenia maszyny synchronicznej	423
1. Schemat zastępczy maszyny	423
2. Wykres wektorowy maszyny synchronicznej	424
3. Charakterystyki zewnętrzne prądnicy synchronicznej	428
4. Krzywe regulacyjne prądnicy synchronicznej	429
5. Charakterystyka obciążenia przy $\cos \varphi = 0$ indukcyjnym	429
6. Trójkąt Potiera	430
7. Wykres Blondella	432
8. Przekształcony wykres Blondella	434
9. Wykres Potiera	438
10. Zmienność napięcia maszyny synchronicznej	440
Rozdział IX. Praca równoległa prądnic synchronicznych	445
1. Niezbędność i zalety pracy równoległej prądnic synchronicznych	445
2. Warunki synchronizacji prądnic synchronicznych	446
3. Sposoby synchronizacji prądnic synchronicznych	452
4. Współpraca prądnicy synchronicznej z siecią sztywną	455
5. Wyrażenie na moc i moment maszyny synchronicznej	460
6. Moment synchronizujący maszyny synchronicznej	465
7. Kołysanie maszyn synchronicznych	466
Rozdział X. Silnik synchroniczny	469
1. Własności ogólne	469
2. Rozruch silnika synchronicznego	470
3. Praca silnika synchronicznego	473
4. Krzywe Mordeya	475
5. Charakterystyki robocze silnika synchronicznego	478
Rozdział XI. Straty i sprawność maszyny synchronicznej	479
1. Podział strat w maszynie synchronicznej	479
2. Straty obciążeniowe	480
3. Straty wzbudzenia	481
4. Straty w żelazie	482
5. Straty mechaniczne	484
6. Sprawność maszyny synchronicznej	485
Rozdział XII. Zagadnienia specjalne w maszynach synchronicznych	487
1. Kompensator synchroniczny	487
2. Silnik reakcyjny	489
3. Jednofazowa prądnica synchroniczna	490
4. Prądnice na wyższą częstotliwość	490
5. Zagadnienia materiałowe w maszynach synchronicznych	491
6. Maszyny synchroniczne o dużej mocy na jednostkę ciężaru	493

Rozdział XIII. Udarowe zwarcie maszyny synchronicznej	493
1. Ogólna charakterystyka zjawiska	495
2. Zwarcie udarowe w chwili, gdy siła elektromotoryczna indukowana w uzwojeniu twornika osiąga maksimum	495
3. Zwarcie udarowe w chwili, gdy siła elektromotoryczna indukowana w uzwojeniu twornika jest równa zero	499
4. Opór nadprzebiegowy, przebiegowy oraz wielkości prądów zwarcia	503
Rozdział XIV. Opory zastępcze maszyny synchronicznej dla składowej zgodnej, przeciwnej i zerowej	509
1. Wiadomości ogólne	509
2. Opór zastępczy dla składowych zgodnych	509
3. Opór zastępczy dla składowych przeciwnych	509
4. Opór zastępczy dla składowych zerowych	511
Rozdział XV. Próby maszyn synchronicznych	511
1. Zakres prób	511
2. Pomiar oporu izolacji uzwojeń	512
3. Pomiar oporu uzwojeń	512
4. Zdjęcie charakterystyki biegu jałowego	514
5. Zdjęcie charakterystyki ustalonej symetrycznego zwarcia trójfazowego	515
6. Zdjęcie charakterystyki obciążenia przy $\cos \varphi = 0$ indukcyjnym	516
7. Zdjęcie charakterystyki zewnętrznej	518
8. Zdjęcie krzywych regulacyjnych	519
9. Określenie zmienności napięcia	520
10. Próba nagrzewania maszyny synchronicznej	520
11. Pomiar oporu izolacji na gorąco	521
12. Próba napięciowa	522
13. Określenie strat i sprawności	523
14. Charakterystyki rozruchowe silnika synchronicznego	525
15. Zdjęcie krzywych Mordeya	526
Rozdział XVI. Przetwornica jednotwornikowa	528
1. Rodzaje maszyn przetwarzających prąd stały na zmienny	528
2. Zasada budowy i działania przetwornicy jednotwornikowej	530
3. Przekładnia napięciowa i prądowa przetwornicy jednotwornikowej	532
4. Wypadkowy prąd w tworniku prądnicy jednotwornikowej	535
5. Oddziaływanie twornika przetwornicy jednotwornikowej	537
6. Komutacja w przetwornicy jednotwornikowej	538
7. Regulacja napięcia przetwornicy jednotwornikowej	539
8. Rozruch przetwornicy jednotwornikowej	540
9. Biegunowość przetwornicy	541
10. Zastosowanie przetwornicy jednotwornikowej	544
11. Badanie przetwornicy jednotwornikowej	544

Część czwarta

KOMUTATOROWE MASZYNY PRĄDU ZMIENNEGO

Rozdział I. Wiadomości ogólne	549
1. Charakterystyka ogólna komutatorowych maszyn prądu zmiennego	549
2. Komutator jako przetwornica częstotliwości	549
3. Zasada regulowania obrotów silnika za pomocą napięcia wprowadzającego od obwodu wirnika	553

Rozdział II. Trójfazowy silnik komutatorowy bocznikowy	553
1. Trójfazowy silnik komutatorowy bocznikowy z transformatorem	555
2. Silnik Schragego	556
3. Charakterystyki silnika Schragego	560

Rozdział III. Trójfazowy silnik komutatorowy szeregowy	562
---	-----

1. Zasada działania trójfazowego silnika komutatorowego szeregowego	562
2. Charakterystyki trójfazowego silnika komutatorowego szeregowego	565

Rozdział IV. Jednofazowy silnik komutatorowy	567
---	-----

1. Jednofazowy silnik komutatorowy szeregowy	567
2. Silnik repulsyjny	572

Część piąta

KONSTRUKCJA WIRUJĄCYCH MASZYN ELEKTRYCZNYCH

Rozdział I. Nagrzewanie się i wentylacja maszyn elektrycznych	578
--	-----

1. Nagrzewanie się maszyn elektrycznych	578
2. Chłodzenie i wentylacja maszyn elektrycznych	584

Rozdział II. Ułożyskowanie maszyn elektrycznych	590
--	-----

1. Podział łożysk maszyn elektrycznych	590
2. Łożyska toczne	591
3. Łożyska ślizgowe	594
4. Pasowanie łożysk	598

Rozdział III. Wały maszyn elektrycznych	600
--	-----

1. Obliczanie wału na skręcanie	600
2. Sprawdzanie wału na ugięcie	602
3. Sprawdzanie wytrzymałości wału	605
4. Wyważanie wirników i krytyczna liczba obrotów	605

Rozdział IV. Wentylatory maszyn elektrycznych	607
--	-----

1. Podział wentylatorów maszyn elektrycznych	607
2. Wentylatory odśrodkowe	607
3. Wentylatory śmigłowe	609
4. Osłony wentylacyjne	610

Rozdział V. Konstrukcja stojanów maszyn prądu stałego	611
--	-----

1. Jarzma maszyn prądu stałego	611
2. Bieguny magnetyczne	613
3. Uzwojenie stojana	615
4. Tabliczki zaciskowe i pokrywa zaciskowa	617

Rozdział VI. Konstrukcja wirników maszyn prądu stałego	618
---	-----

1. Żelazo twornika	618
2. Uzwojenie tworników	620
3. Bandaże	625
4. Komutatory	627

Rozdział VII. Szczotki i ich umocowanie w maszynach prądu stałego	630
1. Szczotki	631
2. Trzymadła szczotkowe	632
3. Aparat szczotkowy	635
Rozdział VIII. Konstrukcja stojanów maszyn indukcyjnych	637
1. Pakiet blach i kadłub stojana	637
2. Uzwojenie stojanów	640
3. Wyprowadzenia, zaciski i mufy kablowe	645
Rozdział IX. Konstrukcja wirników silników indukcyjnych	646
1. Szkielet i blachy wirnika	646
2. Uzwojenie wirników	648
3. Pierścienie ślizgowe	649
4. Pozostałe elementy konstrukcyjne silników indukcyjnych	651
Rozdział X. Konstrukcja maszyn synchronicznych	660
1. Wiadomości ogólne	660
2. Konstrukcja stojana	660
3. Konstrukcja wirnika	663
Literatura	666
Skorowidz	667
Spis oznaczeń	671