

ELEKTRYKA

Jacek R. Przygodzki

BEZSTYKOWE METODY POMIARÓW
KONDUKTYWNOŚCI ROZTWORÓW PRZEWODZĄCYCH

Kielce 1992

SPIS TREŚCI

WSTĘP	7
Rozdział I	
WPROWADZENIE	9
1.1. Zależność konduktywności roztworów od ich stężenia	10
1.2. Teoretyczne wyjaśnienie zjawiska przewodnictwa roztworów i jego modele matematyczne	13
1.3. Konduktometria elektrodowa	20
1.4. Miareczkowanie konduktometryczne	24
1.5. Porównanie metod konduktometrycznych	26
Rozdział II	
KONDUKTOMETRIA WIELKIEJ CZĘSTOTLIWOŚCI (OSCYLOMETRIA)	29
2.1. Przetworniki bezstykowe wielkiej częstotliwości	29
2.2. Uprozczone modele matematyczne przetworników indukcyjno- ściowych	33
2.3. Analiza przetworników indukcyjnościowych uwzględniająca rzeczywiste wymiary cewki i ośrodka	42
2.3.1. Założenia dotyczące konstrukcji przetwornika	44
2.3.2. Założenia dotyczące zjawisk fizycznych	46
2.3.3. Model matematyczny	47
2.3.4. Równania podstawowe	47
2.3.5. Rozwiązywanie równań	48
2.3.6. Funkcje przetwarzania przetworników	49
2.3.7. Wyniki obliczeń numerycznych	50
2.3.8. Wnioski	52
2.4. Analiza przetworników indukcyjnościowych uwzględniająca prąd przesunięcia	53
2.4.1. Założenia dotyczące konstrukcji przetwornika	54
2.4.2. Założenia dotyczące zjawisk fizycznych	54
2.4.3. Model matematyczny	54
2.4.4. Równania podstawowe	56
2.4.5. Funkcje przetwarzania przetworników	56
2.4.6. Wyniki obliczeń numerycznych	57
2.4.7. Analiza metrologiczna przetworników	61
2.4.8. Wnioski	63

2.5. Doświadczalne potwierdzenie wyników obliczeń	64
2.6. Przyrządy oscylometryczne	68
2.7. Dwa układy oscylometryczne z czujnikami indukcyjności- wymi opracowane przez autora	70
2.7.1. Układ analogowy	71
2.7.2. Cyfrowy system pomiarowy	73

Rozdział III

WŁAŚCIWOŚCI PRZETWORNIKÓW INDUKCYJNOŚCIOWYCH W ZAKRESIE MAŁYCH STĘŻEŃ	77
3.1. Wpływ stałej dielektrycznej i możliwość jej wyznaczenia za pomocą przetworników indukcyjnościowych	78
3.2. Zjawisko dyspersji częstotliwościowej konduktywności roztworów elektrolitów	81
3.3. Zgodność obliczeń opartych na teorii Debye'a-Falkennagena z wynikami uzyskiwanymi za pomocą przetworników oscylo- metrycznych	86
3.3.1. Porównanie obliczeń i wyników uzyskanych za pomocą Oscymometru przez Kluga i innych	86
3.3.2. Porównanie obliczeń z krzywą wyznaczoną przez autora niniejszej pracy przy użyciu analizatora Hewletta-Packarda	88
3.3.3. Porównanie obliczeń z wynikami uzyskanymi przez Kamińską-Zydroń i Morawskiego za pomocą Oscillo- tatora	89
3.3.4. Wnioski	90
3.4. Praktyczne wskazówki dla konstruktorów aparatury oscylo- metrycznej	91

Rozdział IV

KONDUKTOMETRIA BEZSTYKOWA MAŁEJ CZĘSTOTLIWOŚCI	95
4.1. Przetworniki bezstykowe małej częstotliwości	95
4.2. Możliwość eliminacji jednego z błędów systematycznych przetworników dwutransformatorowych	103
4.2.1. Błąd od skośnego ułożenia zwojów	103
4.2.2. Model matematyczny uzwojenia wzbudzonego przy- jęty przez autora niniejszej pracy	105
4.2.3. Obliczanie błędu od strumienia pasywnego	112
4.2.4. Możliwość kompensacji błędu od strumienia pasy- wnego	112

PODSUMOWANIE	115
ZAŁĄCZNIKI	117
1. Właściwości elektryczne wybranych roztworów i ciał stałych ...	117
2. Wyprowadzenie wzorów wyrażających równanie przetwarzania przetworników indukcyjnościowych 2.17, 2.19 i 2.21	120
3. Sposób wykonywania pomiarów potwierdzających słuszność wypro- wadzonych wzorów	128
4. Obliczenia numeryczne błędu przetwornika dwutransformatorowego oraz jego kompensacji	130
WYKAZ LITERATURY	138
WYKAZ RYSUNKÓW	144
WYKAZ WAŻNIEJSZYCH OZNACZEŃ	147