

Inhaltsverzeichnis Buch: Industrie-Sensorik

Kapitelkennzeichnung aus dem Buch Industrie-Sensorik, von Prof. Edmund Schiessle, die in den Vorlesungen: Elektrische Messtechnik, Sensorik Grundlagen und Sensorik Vertiefung, behandelt werden.

□ Vorlesungsinhalte im Fach: „Elektrische Messtechnik“

1 Begriffe der Sensormesstechnik, Sensorfertigung und Sensoranwendung

- 1.1 Systematik der Sensorsignale
- 1.2 Vom Elementarsensor zum Sensorsystem
- 1.3 Sensorterminologie und Sensortechnologien
- 1.4 Messtechnische Begriffe der Sensortechnik
- 1.5 Messabweichungen für Einzelmesswerten und Messwertverknüpfungen
 - 1.5.1 Systematische Messabweichung bei Einzelmesswerten
 - 1.5.2 Zufällige Messabweichung bei Einzelmesswerten
 - 1.5.3 Messunsicherheit
 - 1.5.4 Fehlerfortpflanzung von Messabweichungen bei Messungen
- 1.6 Messabweichungen bei Messketten
- 1.7 Messtechnische Eigenschaften von Sensoren und Messmitteln
 - 1.7.1 Statische Messabweichungen
 - 1.7.1.1 Eichung und Kalibrierung
 - 1.7.1.2 Nichtreproduzierbarkeit und messtechnische Stabilität
 - 1.7.1.3 Ansprechschwelle
 - 1.7.1.4 Messempfindlichkeit
 - 1.7.1.5 Nichtlinearität
 - 1.7.1.6 Hysterese
 - 1.7.1.7 Thermische Nullpunktdrift
 - 1.7.1.8 Thermische Empfindlichkeitsänderung
 - 1.7.1.9 Anwendungsbeispiele
 - 1.7.2 Dynamische Messabweichungen
 - 1.7.2.1 Experimentelle Kalibrierung
 - 1.7.2.2 Sprungfunktion
 - 1.7.2.3 Impulsfunktion
 - 1.7.2.4 Sinusfunktion
 - 1.7.2.5 Anwendungsbeispiele
 - 1.7.3 Korrektur von statischen und dynamischen Messabweichungen

in der „Elektrischen Messtechnik“ auszugsweise und leicht abgewandelt

- 1.8 Störsicherheit und Zuverlässigkeit
- 1.9 Praktische Zusammenstellungen und Auswahlkriterien für Messgrößen und Sensoren
 - 1.9.1 Zusammenstellung Sensor- und Messgrößenanwendungen
 - 1.9.2 Auswahlkriterien für Sensor-Entwicklung und Sensor-Anwendung
 - 1.9.3 Anwendungsbeispiel

□ Vorlesungsinhalte im Fach: „Sensorik Grundlagen“

2 Mechanoresistive Sensoren

2.1 Positionsresistive Sensoren

2.1.1 Linearpotentiometer und Winkelpotentiometer

2.1.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

2.1.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

2.1.1.3 Technologien und Anwendungsbeispiele

2.2 Dehnungsresistive Sensoren

2.2.1 Metall - DMS und Halbleiter - DMS

2.2.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

2.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften

2.2.1.3 Applikationstechniken

2.2.1.4 Elektrische Signalanpassung und elektronische Signalverarbeitung

2.2.1.5 Anwendungsbeispiele

2.2.2 Piezoresistive mikroelektromechanische Sensoren

2.2.2.1 Physikalische Wirkungsweise

2.2.2.2 Technische Applikationen

2.2.2.3 Elektrische Signalanpassung und elektronische Signalverarbeitung

2.2.2.4 Messtechnische Eigenschaften

2.2.2.5 Anwendungen und Anwendungsbeispiele

3 Elektromechanische Induktionssensoren

3.1 Induktionsspulensensor (Pick up)

3.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

3.1.3 Anwendungsbeispiele

3.2 Schwingspulensensor

3.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.2.2 Messtechnische Eigenschaften, Sensorelektronik und Anwendungen

3.3 Magnetflussspulensensor

3.3.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

3.3.3 Anwendungsbeispiele

3.4 Differentialtransformator

3.4.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

3.4.3 Anwendungen und Anwendungsbeispiele

3.5 Resolver

3.5.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.5.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

3.5.3 Anwendungsbeispiele

3.6 Inductosyn

3.6.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

3.6.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

3.6.3 Anwendungsbeispiele

4 Elektromechanische Induktivsensoren

4.1 Einspulen - Längsanker - Sensor

4.2 Differenzspulen - Längsanker-Sensor

4.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau

4.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

4.2.3 Anwendungsbeispiele

- 4.3 Einspulen - Queranker-Sensor
 - 4.3.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 4.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 4.3.3 Anwendungsbeispiele
- 4.4 Differenzspulen-Queranker-Sensor
 - 4.4.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 4.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 4.4.3 Anwendungsbeispiele

5 Elektromechanische Wirbelstromsensoren

- 5.1 Längsanker - Wirbelstrom-Sensor
 - 5.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 5.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 5.1.3 Anwendungen
- 5.2 Queranker - Wirbelstrom-Sensor
 - 5.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 5.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 5.2.3 Anwendungen

6 Induktive Positionssensoren (Näherungsschalter, Initiatoren)

- 6.1 Induktive Initiatoren
 - 6.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 6.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 6.1.3 Anwendungsbeispiele
- 6.2 Wirbelstrom - Initiatoren
 - 6.2.1 Wirkungsweise, Eigenschaften, Aufbau und Elektronik
 - 6.2.2 Schaltabstand
 - 6.2.3 Einbauvorschriften
 - 6.2.4 Kalibrierung
 - 6.2.5 Bauformen
 - 6.2.6 Betriebsarten
 - 6.2.7 Elektrische Schutzfunktion, Schutzarten und elektromagnetische Verträglichkeit
 - 6.2.8 Elektrische Verschaltungsarten
 - 6.2.9 Vor- und Nachteile
 - 6.2.10 Anwendungen

7 Magnetfeldsensoren

- 7.1 Wiegand-Sensor und Impulsdraht
 - 7.1.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 7.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 7.1.3 Anwendungsbeispiele
 - 7.1.4 Impulsdrahte
- 7.2 Magnetfeldsensoren mit amorphen Metallen
 - 7.2.1 Magnetfeldpositionssensoren
 - 7.2.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 7.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 7.2.1.3 Anwendungsbeispiele
- 7.3 Galvanomagnetische Sensoren
 - 7.3.1 Galvanomagnetische Effekte und Technologien
 - 7.3.2 Hall - Sensoren und Hall - Differenzsensoren
 - 7.3.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 7.3.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 7.3.2.3 Berechnung der magnetischen Flussdichten von Steuermagneten

- 7.3.2.3 Anwendungsbeispiele
 - 7.3.3 Magnetoinduktions-Durchfluss-Sensor
 - 7.3.3.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 7.3.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 7.3.3.4 Anwendungsbeispiele
 - 7.3.4 Feldplatte (FP) und Differenzfeldplatte (FFP)
 - 7.3.4.1 Physikalische Wirkungsweise und Aufbau
 - 7.3.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 7.3.4.3 Anwendungen und Anwendungsbeispiele
 - 7.4 MR- Sensoren (*MagneticResistance* -Sensoren)
 - 7.4.1 IMR- Sensoren (*IsotropicMagneticResistace*- Sensors)
 - 7.4.2 AMR- Sensoren (*AnisotropicMagneticResistance*- Sensors) ohne Strukturgeometrie
 - 7.4.3 AMR- Sensoren (*AnisotropicMagneticResistance*- Sensors) mit Strukturgeometrie
 - 7.4.3.1 AMR- Sensoren mit Barberpole- Struktur (Version Barberpole)
 - 7.4.3.2 AMR- Sensoren mit optimierten Barberpole- Strukturen (Version Pseudohall)
 - 7.4.3.3 Anwendungsbeispiele und Anwendungsbeispiele
 - 7.4.5 GMR- Sensoren (*GaintMagneticResistance*- Sensoren)
 - 7.4.6 GMI- Sensoren (*GaintMagneticInductance*- Sensoren)
 - 7.4.7 CMR- Sensoren (*CollosalMagneticResistance*- Sensoren)
 - 7.4.8 TMR- Sensoren (*TunnelingMagneticResistance*- Sensoren)
 - 7.4.9 Nanomagnetfeld- Sensoren
 - 7.5 SQUID- Sensoren (*SuperconductingQUantumInterferenceDevice*- Sensoren)
 - 7.5.1 Physikalische Grundlagen und technischer Prinzipaufbau von Josephson- Kontakten
 - 7.5.2 Physikalische Grundlagen und technischer Prinzipaufbau eines SQUIDs
 - 7.5.3 Anwendungen
- Anwendungsbeispiele

8 Reedsensoren

- 8.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
- 8.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektrik
- 8.3 Anwendungsbeispiele

9 Magnetoelastische Sensoren

- 9.1 Magnetoelastischer Effekt und Technologie
- 9.2 Pressduktor
- 9.3 Magnetoelastisch-Induktiver Krafelementarsensor
- 9.4 Magnetoelastischer Druck-Elementarsensor
- 9.5 Magnetoelastischer Drehmoment-Elementarsensor
 - 9.5.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 9.5.2 Messtechnische Grundlagen und Sensorelektronik
- 9.6 Anwendungsbeispiele

10 Kapazitive Sensoren

- 10.1 Kapazitive EMS - Sensoren (*Electro Mechanical Systems*- Sensors)
 - 10.1.1 Kapazitiver (EMS-) Differenzwegsensoren
 - 10.1.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 10.1.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 10.1.2 Kapazitive (EMS-) Drucksensoren
 - 10.1.2.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 10.1.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 10.1.3 Kapazitiver (EMS-) Füllstandssensor
 - 10.1.3.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 10.1.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik

- 10.1.4 Kapazitive (M)EMS - Näherungsschalter
 - 10.1.4.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 10.1.4.2 Messtechnische Eigenschaften, Sensorelektronik und Anwendungen
- 10.1.5 Elektrische und elektronische Schaltungen für kapazitive Elementarsensoren
 - 10.1.5.1 Elektrische Schaltung:
 - 10.1.5.2 Elektronische Schaltungen
- 10.1.6 Technische Anwendungsbeispiele
- 10.2 Kapazitive MEMS - Sensoren (Micro Electro Mechanical Systems- Sensors)
 - 10.2.1 Kapazitive MEMS -Drucksensoren
 - 10.2.2 Kapazitive MEMS- Beschleunigungssensoren
- 10.3 Applikationsbeispiele abgewandelter MEMS- Sensortypen
 - 10.3.1 Kapazitive MEMS- Vibrationselementarsensoren
 - 10.3.2 Kapazitive MEMS- Neigungswinkelsensoren (Inklinometer)
 - 10.3.3 Kapazitive MEMS- Drehratensensoren (Gyroskope)
 - 10.3.3.1 Physikalische und technologische Grundlage
 - 10.3.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 10.3.3.3 Anwendungsbeispiele und Anwendungsgebiete
 - 10.3.4 EMS- Mikrophone (MEMS- Schallsensoren)

11 Piezoelektrische Sensoren

- 11.1 Physikalische, mathematische, technologische und messtechnische Grundlagen
- 11.2 Technische Bauformen von piezoelektrischen Elementarsensoren
 - 11.2.1 Piezoelektrische Kraft-Elementarsensor
 - 11.2.2 Piezoelektrischer Druck-Elementarsensor
 - 11.2.3 Piezoelektrischer Beschleunigungs-Elementarsensor
- 11.3 Elektronische Auswerteschaltungen für piezoelektrische Elementarsensoren
 - 11.3.1 Spannungsverstärker ("Elektrometerverstärker")
 - 11.3.2 Ladungsverstärker
 - 11.3.3 IPC - Sensor (ICP = Integrated Circuit Piezoelectric)
- 11.4 Technische Datenbeispiele ausgewählter piezoelektrischer Sensoren
- 11.5 Anwendungsgebiete und Anwendungsbeispiele

12 Optische und Optoelektronische Sensoren

- 12.1 Optische und elektrophysikalische Grundlagen
- 12.2 Photoelektrische Effekte
- 12.3 Sensoreffekte und technische Anwendung
- 12.4 Photo-Zelle (Vakuum-Photo-Zelle)
 - 12.4.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.4.2 Messtechnische Eigenschaften
 - 12.4.3 Anwendungsgebiete
- 12.5 Photo- Multiplier (Sekundärelektronen- Vervielfacher = SEV)
 - 12.5.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.5.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.5.3 Anwendungsgebiete
- 12.6 Photo-Widerstand (Photoresistiver Elementarsensor)
 - 12.6.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.6.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.6.3 Anwendungsgebiete
- 12.7 Photodiode und Photoelement
 - 12.7.1 PN- Photodioden
 - 12.7.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.7.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.7.1.3 Anwendungsgebiete

- 12.7.2 Photoelement
 - 12.7.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 12.7.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.7.2.3 Anwendungsgebiete
- 12.8 Positionsempfindliche Photodioden (PSD)
 - 12.8.1 Lateraleffekt- PSD
 - 12.8.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.8.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.8.1.3 Anwendungsgebiete
 - 12.8.2 Segmentierte PSD
- 12.9 Bildsensoren
 - 12.9.1 CCD- Bildsensoren
 - 12.9.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 12.9.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 12.9.1.3 Anwendungsgebiete
 - 12.9.2 CCD - Farbsensoren
 - 12.9.3 Weiterentwicklungen
- 12.10 Lichtwellenleiter (LWL)
 - 12.10.1 Physikalische Grundlagen
 - 12.10.2 Lichtwellenleiter-Typen
 - 12.10.2.1 Multimode-Stufenfaser
 - 12.10.2.2 Multimode-Gradientenfaser.
 - 12.10.2.3 Monomode Stufenfaser
 - 12.10.2.4 Geometrische Anordnung von Lichtwellenleiter
- 12.11 Optische und optoelektronische Sender
 - 12.11.1 Glühlampen und Metallampflampen
 - 12.11.2 Lichtemittierende Dioden (LED)
 - 12.11.3 Halbleiter-Diodenlaser (Injektionslaser)
- 12.12 Optische und optoelektronische Anwendungen
 - 12.12.1 Lichtschranken
 - 12.12.2 Reflextastköpfe
 - 12.12.3 Störunterdrückung bei Lichtschranken und Tastköpfen
 - 12.12.4 Lasertriangulationssensor
 - 12.12.5 Inkrementale Messeinrichtungen
 - 12.12.5.1 Inkrementale Weg- und Winkelmessung
 - 12.12.5.2 Inkrementale Drehzahlmessung
 - 12.12.6 Weitere optische Anwendungsbeispiele
 - 12.12.7 Hybridoptische Sensoren
 - 12.12.7.1 Hybridoptische Abstandssensoren
 - 12.12.7.2 Hybridoptische Drucksensoren
 - 12.12.7.3 Hybridoptischer Füllstandssensor
- 12.13 Faseroptische Sensoren
 - 12.13.1 Optische und physikalische Grundlagen
 - 12.13.2 Monomod- Sensorik
 - 12.13.3 Zweistrahl- Interferometer
 - 12.13.3.1 Michelson- Interferometer
 - 12.13.3.2 Mach- Zehnder- Interferometer
 - 12.13.3.3 Faseroptische Kreisel
- 12.14 Anwendungsbeispiele:

13 Temperatursensoren

- 13.1 Kontaktthermometrie
 - 13.1.1 Physikalische Grundlagen

- 13.1.2 Temperaturmessung in und an Festkörpern
- 13.1.3 Temperaturmessung in Flüssigkeiten
- 13.1.4 Temperaturmessung in Gasen und Dämpfen
- 13.2 Kontaktthermometrische Sensoren
 - 13.2.1 Thermoresistive Metall-Sensoren (Metall-Widerstandsthermometer)
 - 13.2.1.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 13.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 13.2.1.3 Anwendungsbeispiele
 - 13.2.2 Thermoelektrische Sensoren (Thermoelemente)
 - 13.2.2.1 Physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 13.2.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 13.2.2.3 Anwendungsbeispiele
- 13.3 Strahlungsthermometrie
 - 13.3.1 Gesamtstrahlungspyrometer
 - 13.3.1.1 Hohlspiegel - Gesamtstrahlungspyrometer
 - 13.3.1.2 Linsen - Gesamtstrahlungspyrometer
 - 13.3.1.3 Fotoelektrisches Gesamtstrahlungspyrometer
 - 13.3.2 Teilstrahlungspyrometer
 - 13.3.2.1 Licht - Teilstrahlungspyrometer
 - 13.3.2.2 Farb - Teilstrahlungspyrometer

□ Vorlesungsinhalte im Fach: „Sensorik Vertiefung mit Labor“

14 Schall - Sensoren

- 14.1 Allg. Physikalische und akustische Grundlagen
 - 14.1.1 Physikalische Einteilung der Schall-Frequenzbereiche
 - 14.1.2 Ausbreitungsgeschwindigkeiten des Schalls in verschiedenen Medien
 - 14.1.3 Das Schallfeld
- 14.2 Hörschall-Sensoren
 - 14. 2.1 Elektrodynamischer Hörschall-Sensor
 - 14. 2.2 Elektromagnetischer Hörschall-Sensor
 - 14. 2.3 Elektrostatischer Hörschall-Sensor
 - 14.2.3.1 Kondensatormikrophone (Elektrostatischer Schall-Sensor)
 - 14.2.3.2 Elektretmikrophon (elektrostatischer Elektret-Schall-Sensor)
 - 14.2.4 Piezoelektrischer Hörschall-Sensor
- 14.3 Spezielle Anwendungen
 - 14.3.1 Körperschall-Sensoren
 - 14.3.2 Wasserschall-Sensoren (Hydrophone)
- 14.4 Ultraschall-Sensoren (US - Sensoren)
 - 14.4.1 Allgemeine physikalische und technische Grundlagen
 - 14.4.2 US-Abstandssensoren
 - 14.4.2.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 14.4.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 14.4.2.3 Anwendungsbeispiele und Anwendungen
 - 14.4.3 US-Füllstandssensoren
 - 14.4.3.1 Ausführungsformen
 - 14.4.3.2 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 14.4.3.3 Anwendung
 - 14.4.4 US-Durchflusssensoren
 - 14.4.4.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 14.4.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 14.4.5 US-Volumenstrommessung
 - 14.4.6 Akustische und US-Mikroskope

15 Pneumatische Sensoren

- 15.1 Physikalische Grundlagen
- 15.2 Staudruck-Sensor (Staudüse)
- 15.3 Ringstrahl-Sensor (Ringstrahldüse)
- 15.4 Pneumatische Luftschranken-Sensor

16 Kerntechnische Strahlungssensoren

- 16.1 Physikalische und messtechnische Grundlagen
- 16.2 Sicherheitstechnik
- 16.3 Kern-Strahlungsdetektoren (Kern-Strahlungssensoren) in der Technik
 - 16.3.1 Ionisationskammern
 - 16.3.1.1 Ionisationskammer mit Strom-Betrieb
 - 16.3.1.2 Ionisationskammer mit Impuls-Betrieb
 - 16.3.2 Zählrohre
 - 16.3.2.1 Proportionalzählrohr
 - 16.3.2.2 Geiger-Müller-Zählrohr (GM-Zählrohr)
 - 16.3.3 Halbleiter-Strahlungssensoren (Halbleiter-Detektoren)
 - 16.3.3.1 Ge(Li)- Sensor und HPGe- Sensor
 - 16.3.3.2 Volumensperrschicht Halbleitersensor

- 16.3.3.3 Oberflächensperrschicht-Halbleitersensor mit p-n- Übergang
- 16.3.4 Szintillationszähler (Szintillationssensor)
 - 16.3.4.1 Physikalische Wirkungsweise und technischer Aufbau
 - 16.3.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Messelektronik
- 16.5 Zusammenstellung der messtechnischen Eigenschaften und Strahlungssensoren

17 Chemische Sensoren

- 17.1 Chemische, physikalische und messtechnische Grundbegriffe und Grundlagen
- 17.2 Leitfähigkeitssensoren für Flüssigelektrolyte
 - 17.2.1 Konduktive 2-Elektroden LF-Sensor für Flüssigelektrolyte
 - 17.2.1.1 Chemisch-physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.2.1.3 Anwendungen und Anwendungsbeispiel
 - 17.2.2 Konduktive 4-Elektroden LF-Sensor für Flüssigelektrolyte
 - 17.2.2.1 Chemisch-physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.2.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.2.2.3 Anwendungen
 - 17.2.3 Kontaktfreie elektrodenlose LF-Induktionssensoren für Flüssigelektrolyte
 - 17.2.3.1 Chemisch-physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.2.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.2.3.3 Anwendungen
- 17.3 Konzentrationssensoren mit ionenselektiven Elektroden für Flüssigelektrolyte
 - 17.3.1 Der pH-Wert - Sensor mit protonenselektiver Glasmembran
 - 17.3.1.1 Elektrochemisch Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.3.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.3.1.3 Anwendungsgebiete und Anwendungsbeispiele
 - 17.3.2 Konzentrationssensoren mit ionenselektiven Festkörpermembran-Elektroden
 - 17.3.2.1 Elektrochemisch Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.3.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.3.2.3 Anwendungsgebiete
 - 17.3.3 Konzentrationssensoren mit ionenselektiven Flüssigmembran-Elektroden
 - 17.3.4 Ionenselektiver Feldeffekt-Transistor (ISFET)
 - 17.3.4.1 Chemisch-physikalische Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.3.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.3.4.3 Anwendungsgebiete
 - 17.3.4.4 Messverfahren
 - 17.3.4.5 Nichtelektrochemische Sensoren zur pH- Messung
- 17.4 Redoxpotential - Sensoren
 - 17.4.1 Elektrochemisch Grundlagen und technischer Aufbau
 - 17.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.4.3 Anwendungsgebiete
- 17.5 Gassensoren
 - 17.5.1 Elektrochemische Gassensoren
 - 17.5.1.1 Elektrochemische Zwei- und Dreielektrodenzellen
 - 17.5.1.1.1 Grundlagen, Aufbau und Sensorelektronik
 - 17.5.1.1.2 Eigenschaften und Anwendungen
 - 17.5.1.2 Clark-Elektrode
 - 17.5.1.2.1 Elektrochemische Grundlagen u. technischer Aufbau
 - 17.5.1.2.2 Messtechnische Eigenschaften u. Sensorelektronik
 - 17.5.1.2.3 Anwendungen und Anwendungsbeispiele
 - 17.5.2 Elektronische Gassensoren (Halbleiter-Gassensoren)
 - 17.5.2.1 Metalloxid-Gassensoren
 - 17.5.2.1.1 Physikalisch-chemische Grundlagen u. technischer Aufbau

- 17.5.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften u. Sensorelektronik
- 17.5.2.1.3 Anwendungen und Anwendungsgebiete
- 17.5.3 Pellistor- Sensor
 - 17.5.3.1 Physikalisch-chemische Grundlagen u. technischer Aufbau
 - 17.5.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.5.3.3 Anwendungsgebiete
- 17.5.4 Metall-Isolator Gassensor
 - 17.5.4.1 Physikalisch-chemische Grundlagen u. technischer Aufbau
 - 17.5.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 17.5.4.3 Anwendungsgebiete
- 17.5.5 Festkörperelektrolyt Gassensor
 - 17.5.5.1 Nernst-Sonde (Sauerstoff-Sensor)
 - 17.5.5.2 Lambda- Sonde
 - 17.5.5.3 Resistive Lambda-Sonde
 - 17.5.5.4 Lambda- Magersonde
- 17.5.6 Nichtelektrochemische Sensoren zur pH- Wertmessung

18 Feuchte- Sensoren

- 18.1 Allgemeine physikalische und messtechnische Grundlagen und Grundbegriffe
- 18.2 Feuchte- Sensoren
 - 18.2.1 Coulometrischer Feuchte- Sensor (Keidel- Messzelle)
 - 18.2.1.1 Physikalische chemische Eigenschaften und Aufbau
 - 18.2.1.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 18.2.2 Lithium-Clorid(LiCl)- Feuchtesensor
 - 18.2.2.1 Physikalische chemische Eigenschaften und Aufbau
 - 18.2.2.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 18.2.3 Resistiver Feuchte- Sensoren (resistive Keramikhygrometer)
 - 18.2.3.1 Elektrophysikalische Grundlagen und physikalischer Prinzipaufbau
 - 18.2.3.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 18.2.4 Kapazitive Feuchte- Sensoren
 - 18.2.4.1 Elektrophysikalische Grundlagen und physikalischer Prinzipaufbau
 - 18.2.4.2 Messtechnische Eigenschaften und Sensorelektronik
 - 18.2.5 Weitere industrielle Feuchte- Sensoren
 - 18.2.5.1 Prozess-Hygrometer
 - 18.2.5.2 Handmessgerät zur Messung der relativen Luftfeuchte und Temperatur
 - 18.2.5.3 Feuchte- Sensor für den Hochtemperatureinsatz
- 18.3 Kalibrierung
- 18.4 Anwendungsgebiete für Feuchte- Sensoren verschiedener Bauart

19 Biologische Sensoren (Biosensoren)

- 19.1 Grundbegriffe
- 19.2 Systematik Biosensoren
 - 19.2.1 Biophysikalische Sensoren (Biophysikosensoren)
 - 19.2.2 Biochemische Sensoren (Biochemosensoren)
 - 19.2.3 Bioelektronische Sensoren (Bioelektroniksensoren)
- 19.3 Biophysikochemische Grundlagen und technischer Prinzipaufbau von Biosensoren
 - 19.3.1 Messtechnische Eigenschaften und Applikationen
 - 19.3.2 Messtechnische Arbeitsschritte
 - 19.3.3 Sensor- Applikationseigenschaften
 - 19.3.3 Sensor- Applikationen
 - 19.3.4 Sensortechnische Anwendungsgebiete