

Dipl.-Ing. Norbert Reifschneider, Fuldata

**Entwurf und Realisierung  
mikrointegrierter, digitaler  
stochastischer  
Magnetfeldsensoren**

Reihe **8**: Meß-, Steuerungs-  
und Regelungstechnik

Nr. **665**

# **1 Inhalt**

<b>1 Inhalt</b>	<b>V</b>
<b>2 Zusammenfassung</b>	<b>1</b>
<b>3 Einführung</b>	<b>2</b>
3.1 Aktueller Stand der Forschung	<b>2</b>
3.2 Tendenzen neuerer Zeit	<b>3</b>
3.3 Gegenstand dieser Arbeit	<b>5</b>
<b>4 Grundlagen des Hall-Effektes</b>	<b>7</b>
4.1 Ideales Hall-Element	<b>8</b>
4.2 Reales Hall-Element	<b>10</b>
4.3 Geometrieinflüsse	<b>11</b>
4.4 Weitere konstruktive Einflußfaktoren	<b>13</b>
<b>5 Rückgewinnung der Meßgröße</b>	<b>16</b>
5.1 Statistik des digitalen Datenstroms	<b>17</b>
5.2 Bestimmung der Wahrscheinlichkeiten	<b>23</b>
5.3 Rauschen im digitalen Datenstrom	<b>31</b>
5.4 Rauschen im geregelten stochastischen System	<b>35</b>
5.4.1 Ideales binäres stochastisches System	<b>36</b>
5.4.2 Reales binäres stochastisches System	<b>37</b>
5.4.3 Geregeltes binäres stochastisches System	<b>42</b>
<b>6 DISTOMAG - Der stochastische Magnetfeldsensor</b>	<b>52</b>
6.1 Schaltungstechnische Realisierung des DISTOMAG	<b>52</b>
6.1.1 Regelung des DISTOMAG	<b>58</b>
6.1.2 Entscheidungsdetektion	<b>60</b>
6.2 Analoge Simulation der Kippstufe	<b>69</b>
6.2.1 SPICE-Modellierung der magnetfeldsensitiven Elemente	<b>71</b>
6.2.2 Die einfachen Hall-Elemente	<b>73</b>
6.2.3 Modellierung der MAGFETs	<b>85</b>

6.3 Physikalischer Entwurf der Sensorzellen	87
6.3.1 Programmierung der DRC- und Layout-Extraktionstools	88
6.3.2 Realisierung des Layouts	99
6.4 Vermessung der ersten Prototypen des DISTOMAG-Chips	103
6.4.1 Der Meßaufbau	106
6.4.2 Vermessung der Hall-Elemente und MAGFETs	107
6.4.3 Einfluß der Prozeßtoleranzen	109
6.4.4 Vermessung der stochastischen Sensoren	111
6.4.5 Korrektur der Empfindlichkeitsabweichungen	113
6.4.6 MAGFETs oder Hall-Elemente ohne Gate als Sensoren?	120
6.5 Vergleich des Rauschverhaltens	128
7 Anhänge	134
7.1 Übersicht der im 1. Chip realisierten Sensoren	134
7.2 Übersicht der im 2. Chip realisierten Sensoren	135
8 Index	138
9 Literatur	146