

Kapitel 2

Sensormodellierung

2.1. Motivation und Vorgehensweise

Voraussetzung für eine systematische Analyse, Optimierung und Charakterisierung von Bauelementen ist die Beschreibung des Bauelementes durch ein mathematisches Modell. Eine systematische und umfassende Analyse und Charakterisierung wiederum ist Grundlage für die Entwicklung von effizienten Tests, die in minimaler Testzeit eine maximale Testabdeckung für die laut Spezifikation garantierten Eigenschaften eines Bauelementes gestatten.

Speziell für Meßaufnehmer hat sich zur Modellbildung die Methode der konjugierten Größen bewährt. Entsprechend /KRO 88/ wird dabei das System an geeigneten Stellen gegen die Umwelt abgegrenzt und in kleine überschaubare Baugruppen eingeteilt. Schließlich wird mit Hilfe von „Austauschvariablen“ und des Energieerhaltungssatzes ein parameterisches Modell des Meßsystems entwickelt. Beim hier vorliegenden System ist diese Vorgehensweise insofern nur eingeschränkt anwendbar, als es sich bei den integrierten Spulen mit hochpermeablem Kern um ein nichtlineares, verteiltparametrisches System handelt. Zwar wurde in /WIT 96/ die Anpassung der Parameter des in Schaltungssimulatoren für hochpermeable Kernmaterialien verwendeten Modells von Jiles-Atherton beschrieben, und sicher ist die Verwendung dieses Modells zur Analyse des Gesamtsystems und zur Schaltungsauslegung sinnvoll. Zum Verständnis der Vorgänge in den integrierten Spulen erwies sich dieses Modell jedoch als wenig nützlich, da es die speziellen Feldverhältnisse in den Kernen der integrierten Spulen nicht erfaßt.

Vielmehr wurde die Abgrenzung des Systems in Teilsysteme entsprechend der Vorgänge in den Spulen vorgenommen. Dementsprechend erfolgt in Abschnitt 2.2. die Berechnung der Magnetisierung der Kerne durch ein äußeres Magnetfeld und in Abschnitt 2.3. durch einen Strom in den integrierten Spulen. Kapitel 2.4. beinhaltet die Beschreibung des in der Literatur /NIE 91/ als Fluxgate-Effekt beschriebenen Modulationsverfahrens an der nichtlinearen Materialkennlinie der Permalloykerne. Kapitel 2.5. verbindet die zuvor beschriebenen Effekte durch Kopplung von FEM und Signalverarbeitung zur Simulation des dynamischen Sensorverhaltens. In Kapitel 2.6. werden schließlich Effekte, die sich der Simulation mit der FEM entziehen, in die Modellbildung einbezogen und damit ein Vorschlag für eine Spulenkonfiguration entwickelt, die zu für die Kompaßanwendung ausreichenden Sensoreigenschaften führt.