

Fachbereich Elektrotechnik und Technische Informatik
Department of Electrical Engineering and Computer Science

Studien- und Bachelorarbeit

Till Söffgen

Entwicklung eines Präzisions-Analogmoduls für die Gleichspannungsmessung in Automatisierungssystemen

Kurzfassung

Bei der Herstellung insbesondere von Industrieelektronik steht die Sicherstellung einer gleichbleibenden Produktqualität im Fokus. Um diese zu gewährleisten, werden aufwendige Fertigungsendtests genutzt. Bei der Produktion industrieller Analogmodule umfassen diese z.B. die Messung von Gleichspannungen. Eine Parallelisierung der Messungen über mehrere Kanäle lässt sich mit den aktuell genutzten Messgeräten aufgrund des hohen Preises nicht umsetzen.

Im Rahmen dieser Arbeit soll eine Möglichkeit gefunden werden, die bisherigen Messgeräte durch eine kostengünstigere Lösung zur Gleichspannungsmessung im Messbereich von ± 10 V zu ersetzen. Hierzu wird die benötigte Genauigkeit ermittelt und anhand dieser Anforderung ein Analogmodul für den Betrieb in einem industriellen Automatisierungssystem als Demonstrator entwickelt. Um einen hohen Nutzen aus dem Entwicklungsaufwand für diesen Demonstrator zu ziehen, soll zudem mit einer abweichenden Bestückung der Schaltung der Einsatz industrieller Analogmodule für eine weitere Anwendung erprobt werden. Hierbei soll das Analogmodul für die Messung von Gleichspannungen bis 1000 V in industriellen Gleichstromnetzen eingesetzt werden können. Das Analogmodul soll dabei so entwickelt werden, dass es in einem kompakten Gehäuse hinsichtlich Luft- und Kriechstrecken normkonform ist. Eine Herausforderung ist es dabei, die Anforderungen der beiden Anwendungsfelder in Einklang zu bringen.

Im Rahmen der Arbeit ist es gelungen, beide Anwendungen mit dem Schaltungsentwurf für den Demonstrator abzudecken. Die definierten Anforderungen konnten dabei vollständig erfüllt werden. Beide Varianten konnten messtechnisch untersucht und die unterschiedlichen Komponenten der Messabweichung bestimmt werden. Es kann so gezeigt werden, dass ein Analogmodul für den Einsatz im Fertigungsendtest mit einer Grenzabweichung von ca. 215 ppm des Messbereichsendwertes bzw. 51 ppm bei Verwendung einer externen Spannungsreferenz realisierbar ist. Der schaltungstechnische Aufwand sowie die Bauteilkosten können dabei auf dem Niveau handelsüblicher, industrieller Analogmodule gehalten werden. Auch die Bestückungsoption für die Anwendung zur Gleichspannungsmessung bis 1000 V konnte in einem kompakten Gehäuse realisiert werden. Mit einer Grenzabweichung des Moduls von $< 0,3$ % konnte eine Genauigkeit nachgewiesen werden, die für herkömmliche Analogmodule üblich ist. Die erzielten Ergebnisse erlauben die Beurteilung der Möglichkeit zur Gestaltung von Serienprodukten für die beschriebenen Anwendungen und reduzieren somit Projektrisiken und den Entwicklungsaufwand für nachfolgende Produktentstehungsprojekte.

Abstract

In the production of industrial electronics, ensuring consistent product quality is a key focus. To achieve this, extensive final tests are used. In the production of industrial analog modules, this includes measuring DC voltages. As part of this thesis, an alternative, cost-effective solution for DC voltage measurement in the range of ± 10 V is sought to replace the existing measurement devices. The required accuracy is determined, and an analog module is developed as a demonstrator for operation in an industrial automation system based on these requirements. To maximize the value derived from developing this demonstrator, an alternative circuit configuration is also tested for the use of industrial analog modules in another application. Specifically, the analog module is intended for measuring DC voltages up to 1000 V in industrial DC networks. The analog module is designed to comply with air and creepage distance standards while being housed in a compact enclosure. Balancing the requirements of both application fields presents a challenge.

In the course of this thesis, both applications are covered by the circuit design of the demonstrator. The defined requirements are fully met. Both variants are subjected to metrological analysis, and the different components of measurement deviation are determined. It can be demonstrated that an analog module for use in final testing during production can achieve a limit deviation of approximately 215 ppm of the measurement range endpoint value (or 51 ppm when using an external voltage reference). The circuit complexity and component costs can be kept at the level of commercially available industrial analog modules. Additionally, the assembly option for DC voltage measurement up to 1000 V is successfully realized within a compact housing. The module's deviation is less than 0.3 %, consistent with typical accuracy for conventional analog modules. These results allow for assessing the feasibility of designing series products for the described applications, thereby reducing project risks and development effort for subsequent product creation projects.

1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier

2. Prüfer: Dipl.-Ing. Klaus Brand