

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

## **Studien- und Bachelorarbeit**

**Jan-Niklas Rischmüller**

# **Entwicklung eines Functional-Safety-IO-Moduls**

### **Kurzfassung**

Ziel dieser Arbeit ist es, ein Functional-Safety-IO-Modul zu entwickeln, das sowohl analoge als auch digitale Ein- und Ausgänge sicher und unsicher verarbeiten kann. Zu Beginn wird der Stand der Technik erläutert und grundlegende Begriffe der funktionalen Sicherheit werden erklärt. Anschließend werden die Anforderungen an das Modul gesammelt, die sich aus verschiedenen Normen und Expert\*inneninterviews ergeben. Daraufhin werden mögliche Konzepte für ein neues Modul herausgearbeitet und miteinander verglichen. Das Ziel dieser Phase ist es, ein Konzept zu erarbeiten, das als Basis für den Schaltungsentwurf dient. Im Schaltungsentwurf werden die einzelnen Schaltungen beschrieben und die Spezifikationen berechnet. Dieser bildet die Grundlage für das Layout des IO-Moduls. Die Inbetriebnahme erfolgt durch Tests der einzelnen IOs, bei denen die spezifizierten Werte ein- und ausgegeben und die Schaltungen auf ihre Genauigkeit getestet werden. Abschließend werden die Ergebnisse dargelegt, eingeordnet und bewertet. Das IO-Modul besteht aus digitalen Eingängen, digitalen Ausgängen, konfigurierbaren analogen Ein- und Ausgängen und einem analog und digital nutzbaren Ein- und Ausgang. Bis auf den analog und digital nutzbaren Ein- und Ausgang sind die IOs unsicher oder sicher verschaltet nutzbar. Der digitale Eingang entspricht den Anforderungen und kann in Zukunft weiterverwendet werden. Beim digitalen Ausgang stehen noch Tests zur Verifizierung der Anforderungen aus. Bei den anderen Ein- und Ausgängen müssen kleinere Schaltungsanpassungen durchgeführt werden damit diese den Anforderungen entsprechen. Zusammenfassend wird empfohlen, die entwickelten IOs weiter zu verwenden und die beschriebenen Anpassungen bei den jeweiligen Baugruppen durchzuführen. Weitere Tests, insbesondere zur EMV und bei unterschiedlichen Temperaturen, sind notwendig, um die Funktionalität und Sicherheit des Moduls vollständig zu verifizieren.

### **Abstract**

The aim of this thesis is to develop a functional safety IO module that can process both analog and digital inputs and outputs safely and unsafely. Initially, the state of the art is explained, and basic concepts of functional safety are introduced. Subsequently, the requirements for the module are gathered from various standards and expert interviews. Possible concepts for a new module are then developed and compared. The goal of this phase is to create a concept that serves as the basis for the circuit design. In the circuit design, the individual circuits are described, and the specifications are calculated. The circuit design is the foundation for the layout of the IO module. The commissioning is carried out by testing the individual IOs, in which the specified values are input and output and the circuits are tested for accuracy. Finally, the results are presented, classified, and evaluated. The IO module consists of digital inputs, digital outputs, a configurable analog input and output, and an input and output that can be used both analog and digitally. Except for the analog and digital usable input and output, the IOs can be used in an unsafe or safely connected manner. The digital input meets the requirements and can be used in the future. Tests to verify the requirements are still pending for the digital output. Minor circuit

adjustments must be made to the other inputs and outputs so that they meet the requirements. In summary, it is recommended to continue using the developed IOs and to realize the described adjustments to the respective assemblies. Further tests, especially regarding EMC and at different temperatures, are necessary to fully verify the functionality and safety of the module.

**1. Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier**

**2. Prüfer: Dipl.-Ing. Daniel Pohl**