

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

## **Bachelorarbeit**

**Jonas Niemeyer**

# **Entwicklung eines analogen Ausgabemoduls für ein modulares Prüfsystem**

### **Kurzfassung**

In einer vorangegangenen Studienarbeit wurde ein Konzept für ein universelles, modulares Prüfsystem für Elektronikbaugruppen im industriellen Umfeld entwickelt. Darauf aufbauend wird in dieser Bachelorarbeit als erstes Modul das Modul für analoge Spannungsausgabe („AO-Modul“) entwickelt. Dies findet in einem Prüfsystem Anwendung, wenn z. B. analoge Eingänge einer Baugruppe geprüft werden müssen. Zunächst werden zusätzlich zu den aus der Studienarbeit resultierenden Anforderungen konkrete Anforderungen an die Elektronik und das Gehäusesystem des AO-Moduls definiert. Im Mittelpunkt steht die Genauigkeitsanforderung der analogen Ausgänge von  $\pm 10\text{mV}$  über einen Spannungsbereich von 0 V bis 24 V. Dem Konzept entsprechend findet die Implementierung der Hardware statt. Dazu wird eine Schaltung und ein Leiterplattenlayout entworfen. Der Fokus der Schaltungsentwicklung liegt auf dem Analogteil des Moduls, welcher aus einem Digital-Analog-Umsetzer und einer Verstärkerschaltung besteht. Außerdem wird ein Mikrocontroller, eine Ethernet-Schnittstelle und die Spannungsversorgung des Moduls implementiert.

Nach dem Aufbau des Moduls und einer ersten Inbetriebnahme wird die Präzision der analogen Ausgänge messtechnisch überprüft. Eine erste Messung ergibt eine maximale Abweichung von etwa 40 mV, was innerhalb des vorab berechneten Fehlerbudgets liegt. Nach einer Kalibrierung der analogen Ausgänge wird eine erneute Messung durchgeführt. Über den gesamten Spannungsbereich von 0 V bis 24 V liegt die Abweichung der Ausgangsspannung innerhalb der geforderten Toleranz von  $\pm 10\text{ mV}$ .

### **Abstract**

In a previous study project, a concept for a universal, modular testing system for electronic assemblies in an industrial environment was developed. Building on this, the first module to be developed in this bachelor's thesis is the module for analog voltage output (“AO module“). This module is used in a testing system when, for example, the analog inputs of an assembly need to be tested. Initially, in addition to the requirements derived from the study project, specific requirements for the electronics and the housing system of the AO module are defined. The main focus is on the accuracy requirement of the analog outputs of  $\pm 10\text{mV}$  over a voltage range from 0 V to 24 V. The hardware implementation is carried out according to the concept. For this purpose, a circuit and a printed circuit board layout are designed. The focus of the circuit development is on the analog part of the module, which consists of a digital-to-analog converter and an amplifier circuit. Additionally, a microcontroller, an Ethernet interface, and the module's power supply are implemented.

After assembling the module and performing an initial commissioning, the precision of the analog outputs is checked using measurements. An initial measurement shows a maximum deviation of about 40 mV, which is within the pre-calculated error budget. After calibrating the analog outputs, a new

measurement is conducted. Across the entire voltage range from 0 V to 24 V, the deviation of the output voltage is within the required tolerance of  $\pm 10$  mV.

**Erstprüfer:** Prof. Dr.-Ing. Uwe Meier  
**Zweitprüfer:** M. Eng. Timo Göstenkors