

Polymerfaser-basiertes Messen, Steuern und Schalten

POF-Control

Projekt: Polymerfaser-basiertes Messen, Steuern und Schalten (POF-Control)

Laufzeit: 01.01.2015 bis 31.12.2018

Gesamtprojektkosten: 649.854,00 €

Davon Förderung: 649.854,00 €

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. Olaf Ziemann

Institut POF-AC

Technische Hochschule Nürnberg

Georg Simon Ohm

Die Schwerpunkte der Anwendung optischer Polymerfasern (POF) lagen in den letzten Jahren vor allem in den Bereichen Datenkommunikation und Sensorik. So hat das Institut POF-AC der Technischen Hochschule Nürnberg zum Beispiel in den beiden Europäischen Projekten „POF-ALL“ und „POF-Plus“ zwischen 2004 und 2010 erhebliche Fortschritte bei der Datenübertragungs-Kapazität der 1 mm Standard-POF erzielen können.

Im Forschungsprojekt POF-Control wurde nun ein neuer inhaltlicher Schwerpunkt gewählt. Dabei ging es vor allem um Anwendungen in der Automatisierungs- und Steuerungstechnik und die Kombination der bisherigen Schwerpunkte und Ergebnisse mit neuen Verfahren. Charakteristisch für diesen Bereich ist, dass die Übertragung großer Datenmengen nicht unbedingt im Mittelpunkt steht. Vielmehr sind Fragen der Zuverlässigkeit, der Immunität gegenüber elektromagnetischen Feldern und der Kombination verschiedener Funktionen wichtig. Die Grundidee für das Institut POF-AC besteht darin, vielfältige bereits vorliegende Komponenten zu kombinieren.

Ziele

In einem neuen Forschungsschwerpunkt an der TH Nürnberg werden nun bisherige Forschungsergebnisse des POF-AC mit neuen Verfahren verknüpft und unter dem Namen „POF-Control“ vereint. POF-Control hat dabei das Potenzial, verschiedene Problemstellungen mit interdisziplinären Ansätzen zu lösen.

Projektverlauf

Der Datenübertragung und dem Schalten von Leistungselektronik mit Licht wurde weniger Aufmerksamkeit gewidmet als ursprünglich geplant. Dies ist darauf zurückzuführen, dass in beiden Bereichen das Interesse in der Industrie massiv verringert ist. Als Ausgleich wurde die Entwicklung von optischen Fernspeisungen, speziell im Bereich der Sensorik, massiv ausgebaut, da sich hier zukünftig vielfältige Anwendungsmöglichkeiten erwarten lassen. Vor allem im Bereich des Einsatzes roter und blauer LED in 1-Faser-Systemen konnten einzigartige Fortschritte erreichen können.

Zu Beginn des Projekts wurde eine universelle LED-Impulsquelle für kommerzielle Leistungs-LED entwickelt (siehe Abbildung 1). Mit Hilfe der verwendeten H-Brücke lassen sich Strö-

me bis typisch 1 Ampere erzielen. Bei Impulsbreiten zwischen 500 ns und 10 μ s wird die maximale optische Impulsleistung erreicht. Über den Steuereingang der Leiterplatte können per PC diverse Parameter eingestellt werden, wie beispielsweise die Impulsbreite, die Wiederholrate und die Zahl der Impulse. In späteren Varianten wurde zudem die Einstellung des Impulsstroms ergänzt.

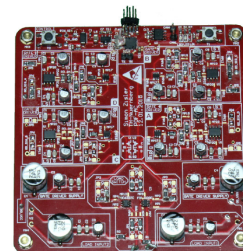


Abb.1: Leiterplatte der LED-Impulsquelle

Zusätzliche Kühlkörper ermöglichen zudem höhere Ströme. Im Anschluss erfolgte der Messaufbau. Es konnte festgestellt werden, dass sich Leistungs-LED überraschend gut als Lichtquellen mit kurzen Impulsdauern eignen.

Verschiedene kommerzielle Leistungs-LED wurden untersucht. Dank der verwendeten H-Brücke konnten Impulsbreiten bis zu 10 ns erreicht werden. Typischerweise erreichen LED bei Breiten ab 500 ns ihre volle optische Impulsleistung. Ab 10 μ s Impulsbreite tritt eine leichte Abnahme der optischen Leistung durch innere Erwärmung ein. Für den weiteren Projektverlauf stand ein erster Power-over-Fiber Demonstrator mit maximal 60 mW verfügbarer elektrischer Nutzleistung zur Verfügung. Für einfache Elektronik ist keine Spannungswandlung erforderlich.

Im weiteren Projektverlauf stand die optische Fernspeisung von Elektronik im Fokus. Dabei wurden Konzepte für verschiedene Anwendungsszenarien entwickelt.

Bei vielen Sensoranwendungen im Bereich der Hochspannung oder in explosionsgefährdeten Umgebungen muss eine elektrische Isolation vom restlichen System sichergestellt werden. Diese Sensoren benötigen sowohl eine Energieversorgung als auch eine Datenkommunikationsverbindung mit dem restlichen System. Eine mögliche Lösung hierfür ist ein optisch gespeister optischer Sensorlink. Diese bestehen üblicherweise aus einer LED zur Datenkommunikation, eine Photodiode als optischer Empfänger, einer Lichtquelle mit hoher Strahlungsleistung und einem Photowandler, um diese Lichtleistung wieder in elektrische Energie zurück zu wandeln.

Weiterhin werden zwei Fasern benötigt: Eine zur Übertragung

der optischen Leistung und eine zur Datenübertragung. Im Rahmen des Projekts wurden hier verschiedene Systemansätze untersucht: Zunächst wurde ein ferngespeister Füllstandssensor entwickelt, welcher zur Energieübertragung eine Hochleistungs-LED und einen speziellen Indium-Gallium-Phosphid Photowandler verwendet. Zur Datenübertragung wurden Standardkomponenten aus der Datenübertragung verwendet. Hierbei wurde ein besonderes Augenmerk auf die Elektronik auf der Sensorseite gelegt. Dabei wurde neben einem effizienten Energy-Harvester mit integriertem Step-Up und Step-Down Converter auch ein besonders sparsamer Mikrocontroller verwendet.

Dieses System wurde dann weiterentwickelt zu einer 1-Faser-Lösung. Dafür wird die LED auf der Sensorseite sowohl für die Energiewandlung als auch zur Datenübertragung verwendet. Auf der Gegenseite wurde ebenfalls eine LED verwendet, welche sowohl die Energie für den Sensor liefert, als auch als Empfänger für die Sensordaten dient. Immer ersten Ansatz wurde dabei eine Effizienz der LED als Photowandler von bis zu 0,1 A/W erzielt. Die Sensordaten werden dabei mit 9,6 kbit/s übertragen.

In einem weiteren Schritt wurde ein Netzwerk mit vier Sensoren aufgebaut (Optisch gespeistes Sensornetzwerk, siehe Abbildung 2). Hierbei werden vier Sensoren an einer Zentrale angeschlossen. Dies ermöglicht das Aufnehmen diverser Messgrößen mit handelsüblichen I2C-Sensoren. In diesem Fall waren diese Messgrößen Temperatur, Luftdruck, Luftfeuchte und eine Lichtschranke. Diese Sensoren können allerdings beliebig geändert werden und so sind beispielsweise bereits ein Gestensensor, ein Dehnungsmessstreifen und ein Extensometer für diverse Anwendungen wie Strukturüberwachung in Tunneln getestet worden.

Anschließend konnte die Verwendung von Step-Up-Konvertern als effiziente Alternative zu DC-DC-Wandlern verifiziert werden. Es konnte auch gezeigt werden, dass NTC (Heißleiter) direkt mit dem A/D-Wandler eines Mikrocontrollers ausgelesen werden können.



Abb.2: Optisch ferngespeistes Sensornetzwerk

Darüber hinaus konnte die Bitrate für die LED-LED-Kommunikation stufenweise auf bis zu 18 Mbit/s gesteigert und das direkte Booten eines Controllers aus der Energie einer blauen LED in weniger als 6 ms erfolgreich nachgewiesen werden. Dies ermöglicht den Aufbau von Systemen mit deutlich reduzierter Komplexität, da auf einen Step-Up Converter verzichtet werden kann. Im letzten Projektschritt wurde das direkte

Projektleiter
Prof. Dr.-Ing. Olaf Ziemann
Telefon: 0911/ 5880-1060
E-Mail: olaf.ziemann@pofac.ohm-hochschule.de

Institut POF-AC
Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

www.th-nuernberg.de

Schalten von Leistungselektronik anhand eines Bipolartransistors mit isolierter Gate-Elektrode (IGBT) gezeigt. Dabei wird sowohl die notwendige Energie zum Schalten des IGBTs als auch der Schaltimpuls selbst optisch bereitgestellt.

Ergebnisse

Im Projektzeitraum hat das Institut POF-AC 12 wissenschaftliche Arbeiten mit Bezug auf Projektergebnisse publiziert. Mehrere Arbeiten mit direktem Projektbezug sind auf den Internationalen POF-Konferenzen, 2016 in Birmingham, 2017 in Aveiro und 2018 in Seattle, präsentiert worden. Darüber hinaus wurde im April 2016 durch das POF-AC ein Förderantrag im Rahmen des Programms „Europäischer Fonds für regionale Entwicklung, Operationelles Programm im Ziel Investitionen in Wachstum und Beschäftigung Bayern 2014 - 2020“ mit dem Titel „OHMNetze“ gestellt. Es war dabei vorgesehen, das Projekt POF-Control in dieses Vorhaben zu integrieren. Das Projekt OHM-Netze gibt dem POF-AC die Möglichkeit, viele offene Fragestellungen weiter zu bearbeiten.

Fördergeber

Bayerisches Staatsministerium für
Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst



Projektpartner aus der Wissenschaft

 TECHNISCHE HOCHSCHULE NÜRNBERG
GEORG SIMON OHM

