

Projekt Präzisionsverstärker

Programmierbare Vorverstärker für hochpräzise Low-Offset-, Low-Noise-Auflösungen im μV - und nA -Bereich

Mikrosysteme mit einer Vielzahl von Sensoren revolutionieren die heutige Technik und alle Gebiete des Lebens. Alle diese Anwendungen werden von den Fortschritten der Mikroelektronik in Komplexität und Leistungsfähigkeit vorangetrieben. Trotz vieler Produkt- und Entwicklungsverlagerungen ins Ausland behauptet Deutschland und Europa seine dominierende Stellung in der analogen und Sensorelektronik mit dem Schwerpunkt automotiver Sensorik und Elektronik.

Thüringen hat durch konzentrierte Anstrengungen der Unternehmen, der Wissenschaft und der Politik mit dem Technologiedreieck Erfurt – Ilmenau – Jena ein Kompetenzzentrum für Mikrosensorik, Mikroelektronik, Optoelektronik, ausgebaut, das durch ständig wachsende Markterfolge die Wirtschaft Thüringens voranbringt.

Zahlreiche Anfragen zu neuen Mikrosystemen belegen, dass Aufträge nur dann zu akquirieren sind, wenn gegenüber dem Stand der Technik besondere Eigenschaften angeboten werden können. Im Bereich der Mikrosysteme (bedingt durch die ständig vorangetriebene Miniaturisierung) wird vor allem nach hochauflösenden Verstärkern mit kleinstem Offset, kleinstem Rauschen für sehr kleine Spannungen und Ströme nachgefragt. Diese Eigenschaften können auf drei Wegen verbessert werden:

- Anwendung neuer Technologien
- Verbesserung der Schaltungstechnik
- Innovative Systemarchitekturen

In diesem Projekt sollen die Möglichkeiten durch Verbesserung der Schaltungstechnik und Systemarchitekturen erforscht werden und damit vorhandene Technologien in ihrer Anwendungsbreite ausgedehnt werden.

Sollen vorgegebene Produktionsstätten markträchtig genutzt und ausgebaut werden (in Thüringen wird dieser Weg favorisiert, da ein Neubau von Front-End-Halbleiterfabriken heute einige Milliarden € kostet), ist es zweckmäßig, alle drei Wege vorteilhaft zu nutzen und auszubauen. Mit der Hilfe von Förderprojekten wurden beispielsweise die SOI-, DIMOS- und SOQ- Technologie zur Verfügung gestellt. Die SiGe-Technologie soll in den nächsten Jahren erforscht werden. In weiteren geförderten Projekten wurde die Auflösungsgrenze von Analog-Digital-Wandlern vorangetrieben und die Anwendbarkeit auf Sensoren verallgemeinert. Da der verfügbare technische Stand heute vor allem in IP-Libraries als technischer Support der Waferlieferanten (beispielsweise X-FAB) genutzt werden kann, beinhalten industrielle Anfragen, die neue Marktanteile versprechen, meist extreme Anforderungen hinsichtlich Rauschen, Linearität, Offset und strom- und spannungsmäßiger Auflösungsgrenze an die Vorverstärker. Das vorliegende Projekt stellt sich das Ziel, für ausgewählte Technologien die Grenzen der schaltungstechnisch verarbeitbaren Signale zu erweitern und die erforschten Schaltungen zur breiten Nutzung in KMUs und Großunternehmen zur Verfügung zu stellen. Davon wird eine Markterweiterung in der Produktentwicklung, eine Erweiterung der Waferproduktion durch Aufträge aus fabless Designzentren, empfindlichere Sensoren und neue Forschungsaufträge erwartet.

Folgende Parameter sollen verbessert werden:

- kleinste auflösbare Spannung
- kleinster auflösbarer Strom
- Offset
- Linearität
- Rauschen

Die Forschungsarbeiten sollen für zeitkontinuierliche und zeitdiskrete (SC = Switched Capacitor) Schaltungen durchgeführt werden.

Der Offset von Operationsverstärkern in klassischer Schaltungstechnik kann durch den immer vorhandenen Matchingfehler nicht unter bestimmte Grenzen verringert werden (BiCMOS etwa 1 mV, CMOS etwa 10 mV). Demgegenüber stehen Projektanfragen und ASIC-Spezifikationen, bei denen die Genauigkeit weit unter 1 mV liegen soll. Dieses Problem wird im Augenblick durch aufwendige Abgleichvorgänge während des Produktionstests verringert. Dabei wird jeder einzelne Chip ausgemessen und ein entsprechender Korrekturwert einprogrammiert. Dieser Ablauf ist teuer und zeitaufwendig. Ein weiteres Problem dieses Ansatzes ist die Offsetdrift auf Grund von Temperatur und Alterung, die durch einen festen Programmierwert nicht ausgeglichen werden kann und damit die maximal erreichbare Auflösung begrenzt. Aus diesem Grund sollen im Rahmen dieses Projektes zur Verringerung des Offsets selbstabgleichende und kalibrierbare

Schaltungen untersucht werden. Derartige Schaltungen können gleichzeitig dafür verwendet werden, das niederfrequente Rauschen zu minimieren. Diese Methoden sollen dann erstmalig in wiederverwendbaren IP-Cores angewendet werden (Präzisionsvorverstärker) die danach allen Partnern zur Verfügung stehen. Die grundsätzlichen Methoden, die dazu untersucht werden sollen, sind Auto-Zeroing, Chopping und Offsetkompensation mit Zusatzverstärker. Ein wichtiges Ziel des Forschungsprojektes ist dabei der Entwurf eines Systems mit Offsetkompensation durch einen Zusatzverstärker, welches ohne externe Kapazitäten auskommt. Die Einsparung der externen Kapazität an dieser Stelle wäre eine echte Neuheit und bietet enorme Vorteile hinsichtlich Kosten und Störsicherheit. Um dieses Ziel zu erreichen, müssen verschiedene Punkte grundlegend untersucht werden. Dazu gehört die Leckstromminimierung bei hohen Temperaturen durch schaltungstechnische und technologische Mittel. Ein weiterer Punkt ist die Untersuchung von differenziellen Strukturen zur Informationsspeicherung. Des weiteren muss die Empfindlichkeit des Hauptverstärkers gegenüber Veränderungen auf der Speicherkapazität erhöht werden. Da es sich hier um neuartige Ansätze handelt, ist die Entwicklung sehr aufwendig und risikobehaftet und soll deshalb im Rahmen dieses Forschungsprojektes durchgeführt werden.

Damit würden den Partnern am Ende des Projektes mehrere einzigartige Methoden und IP-Cores für den Entwurf von Präzisionselektronik zur Verfügung stehen, die Ihnen bei nachfolgenden Produktentwicklungen enorme Vorteile bringen.

Ein weiteres Ziel, das wir mit dem Projekt anstreben, ist ein reger Erfahrungsaustausch zwischen den relevanten Firmen, die sich mit der Entwicklung von integrierter Präzisionselektronik beschäftigen. Dies soll über die Review- und Auswertungstreffen geschehen, bei denen es zu intensiven fachlichen Diskussionen kommt. Am Ende des Projektes soll eine Art informelles Netzwerk „Präzisionselektronik“ entstanden sein, welches auch nach Projektende weiter besteht.

Ansprechpartner:

Prof. Dr. sc. techn. Franz Rößler
 Tel.: +49 (361) 4276639
 Email: franz.roessler@imms.de

