



Doctoral Thesis

Low power systems-on-chip for biomedical applications

Author(s):

Oberle, Michael

Publication Date:

2002

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-004379615> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Diss. ETH No. 14509

Low Power Systems-on-Chip for Biomedical Applications

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by

MICHAEL OBERLE

Dipl.-Ing. Univ. Karlsruhe (TH)
born November 29th, 1965
citizen of Germany

accepted on the recommendation of

Prof. Dr. Q. Huang, examiner
Prof. Dr. H. Niederer, co-examiner

2002

Abstract

This thesis describes the design and implementation of single-chip low-power biomedical systems for a novel generation of medical devices. Mixed-signal systems-on-a-chip (SoC) have been designed for operation and control in implanted ventricular assist pumps and for implanted blood pressure sensors. Finally, a specific market analysis has been performed prior to the development of a novel communication principle using the human body itself as a data bus.

The first SoC described contains a 10 mW 2-channel eddy-current sensing device for 2D magnetic bearing control, which is part of a ventricular assist pump. Power consumption has been reduced by more than a factor of 15 and the accuracy of the position measurement has been improved from 8 to 10 bit through a new excite and readout concept.

A micro-transponder has been designed for an implanted blood pressure sensor applying passive telemetry for batteryless operation. Although it drives a low-ohmic sensor, the whole system including data acquisition and RF communication has been the first of its kind consuming less than 500 μW .

The last system describes a novel communication approach which makes use of the dielectric characteristics of human tissue. Signals can be transmitted through the human body via galvanic coupling of AC currents in the μA range. A simplified engineering model has been developed for the communication channel. The principle of operation has been successfully tested with a digital ECG demonstrator.

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt das Design und die Implementierung von single-Chip biomedizinischen Systemen geringen Stromverbrauchs. Mixed-Signal Systems-on-a-Chip (SoC) wurden für den Einsatz in implantierbaren Herz-Pumpen, sowie für implantierbare Blutdrucksensoren entwickelt. Vor dem Hintergrund einer Marktanalyse wurde schliesslich ein neuartiges Kommunikationsprinzip entworfen, welchen den menschlichen Körper selbst zur Datenübertragung einsetzt.

Das erste SoC ist ein 10 mW Zweikanal Wirbelstromsensor-Chip für eine 2D-Positionkontrolle eines Magnetlagers. Durch den Einsatz eines neuen Konzeptes zur Sensoranregung und Signalaufnahme konnte der Stromverbrauch um den Faktor 15 gesenkt, und die Messgenauigkeit von 8 auf 10 Bit verbessert werden.

Im weiteren wurde ein Mikrotransponder für einen implantierbaren Blutdrucksensor entwickelt, welcher durch den Einsatz passiver Telemetrie ohne Batterie auskommt. Trotz der geringen Sensorimpedanz war der Transponder der erste seiner Art mit einem Leistungsverbrauch von $500 \mu W$, inklusive Datenaufnahme und HF Kommunikation.

Abschliessend wurde ein neuartiges Kommunikationssystem entwickelt, welches auf den dielektrischen Eigenschaften menschlichen Gewebes basiert. Mittels galvanischer Kopplung können μA grosse Signalströme durch den Körper gesendet werden. Um die Übertragungseigenschaften besser verstehen zu können wurde zunächst ein einfaches Ingenieursmodell entwickelt. Anschliessend wurde das Prinzip in einem digitalen 1-Kanal EKG-Demonstrator erfolgreich getestet.