

Vereinfachung von Designs analoger Eingangsmodule für Prozesssteuerungen

Cathal Casey

Applications Engineer, Analog Devices, Inc.

Einführung

Beim Design analoger Eingangsmodule für Prozesssteuerungs-Anwendungen – zum Beispiel speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) oder Prozessleitsysteme – muss in der Regel vorrangig zwischen Leistungsfähigkeit und Kosten abgewogen werden. Traditionell werden die aktiven Frontend-Komponenten, die zur Abschwächung oder Verstärkung von Eingangssignalen dienen, mit ± 15 V versorgt, was nicht nur Auswirkungen auf die Materialkosten hat, sondern das Design wegen der isolierten bipolaren Stromversorgungen außerdem komplexer macht. Um Kosten zu sparen, bieten sich alternativ Designs mit einer unipolaren Versorgungsspannung von 5 V an. Hierdurch verliert das Design der isolierten Stromversorgung für die analogen Frontends zwar deutlich an Komplexität, allerdings können sich andere Schwierigkeiten einstellen wie u.U. eine weniger genaue Messung. Der Baustein **AD4111** integriert einen großen Teil der für die Spannungs- und Strommessung erforderlichen Funktionen (Bild 1) und bietet eine Lösung für die Einschränkungen, die sich aus einer unipolaren 5-V-Versorgung ergeben.

Integriertes Frontend

Der AD4111 ist ein 24bit-Sigma-Delta-A/D-Wandler (Σ - Δ ADC), der mit seiner innovativen und dennoch einfachen integrierten Signalkette sowohl die Entwicklungszeit als auch die Designkosten verringert. Auf der Basis der proprietären **iPassives™**-Technologie von ADI enthält der AD4111 ein analoges Frontend und einen ADC. Er kann daher ohne weitere externe Bauelemente Messspannungen von bis zu ± 10 V und -ströme von 0 bis 20 mA verarbeiten, auch wenn er nur mit einer unipolaren Spannung von 5 V oder 3,3 V versorgt wird. Die Spannungseingänge sind für eine Bereichsüberschreitung bis ± 20 V ausgelegt, wobei der Baustein nach wie vor zuverlässige Wandlungsergebnisse liefert. Die absolute Maximalspannung der Spannungseingänge beträgt ± 50 V. Die Stromeingänge sind für einen Bereich von $-0,5$ mA bis $+24$ mA spezifiziert, was präzise Strommessungen 0 mA-Bereich und exakte Wandlungen bis 24 mA gestattet. Die Spannungseingänge des AD4111 weisen eine garantierte Mindestimpedanz von 1 M Ω auf, sodass auf externe ± 15 -V-Puffer verzichtet werden kann. Ein reduzierter Bedarf an Leiterplattenfläche und geringere Materialkosten sind das Resultat. 5V-Designs unterliegen der Einschränkung, dass für jeden Spannungseingang ein hochohmiger Spannungsteiler benötigt wird, der zusätzliche Leiterplattenfläche belegt. Beim Design einer diskreten Lösung muss außerdem eine Abwägung zwischen den Kosten und der Genauigkeit der Präzisionswiderstände vorgenommen werden. Um dies zu vermeiden, enthält der AD4111 für jeden Eingang einen eigenen hochohmigen Präzisions-Spannungsteiler (siehe Bild 3).

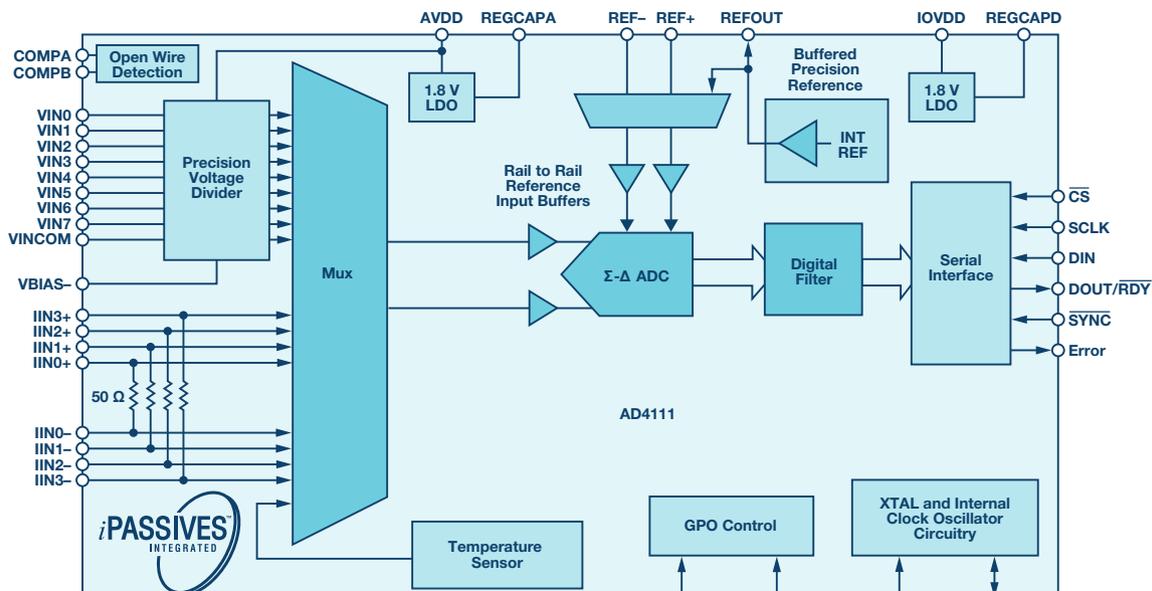


Bild 1: Blockschaubild des AD4111

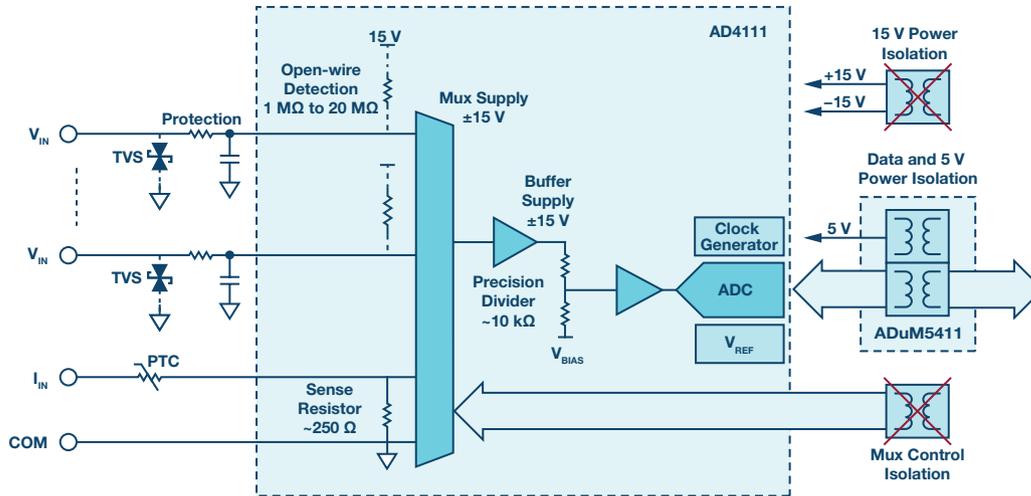


Bild 2: Schema einer typischen High-End-Lösung

Erkennung von Leitungsunterbrechungen

Die fehlende Erkennung von Leitungsunterbrechungen (engl. Open Wire Detection) ist in der Regel ein Mangel von Designs, die nur mit 5 V versorgt werden. Diese Funktion wird üblicherweise mit einem hochohmigen Widerstand zur 15-V-Leitung realisiert, um eine offene Verbindung auf eine außerhalb des Bereichs liegende Spannung zu ziehen. Der AD4111 schafft hier Abhilfe, indem er die „Open-Wire-Detektierung“ auch mit einer Versorgungsspannung von 5 V oder 3,3 V ermöglicht. Außerdem wird zwischen Leitungsunterbrechung und Bereichsüberschreitung unterschieden, was die Diagnose vereinfacht. Da dieses Feature in den AD4111 integriert ist, werden weder ein Pull-up-Widerstand am Frontend noch eine 15-V-Versorgung benötigt. Durch den Wegfall der ±15-V-Stromversorgung verringern sich die Komplexität, die Leiterplattenfläche und die Störemissionen der Isolationsschaltungen. Für Anwendungen, die ohne Open-Wire-Detektierung auskommen, gibt es alternativ den AD4112, der bis auf die Erkennung von Leitungsunterbrechungen alle Vorteile des AD4111 bietet.

Systemlösung

Die Integration einer Spannungsreferenz und eines Takterzeugers in den AD4111 wirkt sich ebenfalls positiv auf die Leiterplattenfläche und die Materialkosten aus. Ungeachtet dessen ist die Verwendung externer Bauteile nach wie vor möglich, wenn eine höhere Genauigkeit und geringere Umwandlungsfehler über die Temperatur gewünscht werden. Die Bilder 2 und 3 zeigen typische High-End- bzw. Low-End-Lösungen. Hervorgehoben ist in beiden Abbildungen der Anteil der Signalkette, der vollständig durch den AD4111 ersetzt werden kann. Die TUE-Genauigkeitsangaben (engl. Total Unadjusted Error) des AD4111 wurden so gewählt, dass die Systemanforderungen erfüllt werden. In vielen Lösungen kann die Genauigkeit ausreichen, um ohne zusätzliche Kalibriermaßnahmen auszukommen. In bestehenden hochgenauen Lösungen werden Module oftmals kanalweise kalibriert. Da der AD4111 jedoch mit hochgradig angepassten Eingängen entwickelt wurde, wird bei der Kalibrierung nur eines Kanals auch für alle übrigen Eingänge ein ähnliches Maß an Genauigkeit erreicht.

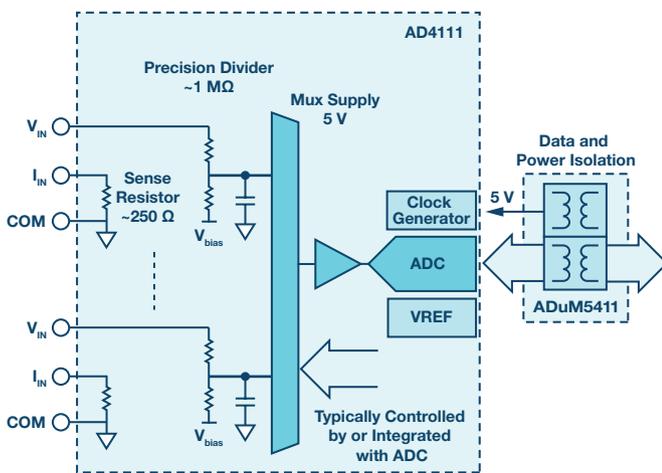


Bild 3: Schema einer typischen Low-End-Lösung

EMV-Tests

Module für speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und Prozessleitsysteme werden nicht selten in rauen industriellen Umgebungen eingesetzt und müssen mit elektromagnetischen Störgrößen (EMI) zurechtkommen. Das Design eines Eingangsmoduls mit hoher elektromagnetischer Verträglichkeit (EMV) bringt jedoch zusätzliche Komplexität mit sich, da die meisten Bauelemente nicht für EMV ausgelegt sind. Dementsprechend schwierig gestaltet sich das Design der Schutz- und Filterschaltungen für die Eingänge. Zusätzlich kann sich die Entwicklungszeit wegen des Design- und Prüfaufwands signifikant verlängern. Das Anmieten von EMV-Laboren ist teuer, und fehlgeschlagene Tests können zu langen Verzögerungen führen, bis die Platinen abgeändert und erneut geprüft sind. Der AD4111 wurde in ein Leiterplatten-Design eingebunden, das eine erprobte EMV-Lösung darstellt. Die Platine ist so charakterisiert, dass die Schaltungs-Performance durch gestrahlte oder leitungsgeführte HF-Störgrößen nicht dauerhaft beeinträchtigt wird. Außerdem wurde die Beständigkeit gegen elektrostatische Entladungen, elektrisch schnelle Transienten und Stromstöße gemäß den Normen IEC 61000-4-x nachgewiesen. Eine Evaluierung erfolgte überdies gemäß CISPR 11. Die Störabstrahlungen der Leiterplatte liegen demnach deutlich unter den Grenzwerten der Klasse A. Weitere Informationen über das AD4111-EMV-Board finden Sie in der Applikationsschrift AN-1572. Diese enthält alle notwendigen Informationen über die verwendeten Prüfprozeduren, die Schaltpläne des Leiterplattendesigns und das Layout für das Design eines EMV-geprüften Eingangsmoduls mit dem AD4111.

Fazit / Zusammenfassung

Der ADC AD4111 stellt ein Komplettsystem dar und zeichnet sich insbesondere durch einen hohen Integrationsgrad und weitreichende Konfigurierbarkeit aus. Seine Eignung für Eingangsspannungen bis ± 10 V und Eingangsströme von 0 bis 20 mA, die Möglichkeit zur Versorgung mit 5 V oder 3,3 V und die Open-Wire-Detektion machen den AD4111 neben seinen zahlreichen weiteren Features zu einer einzigartigen Lösung für das Design analoger Eingangsmodule. Das LFC-SP-40-Gehäuse des AD4111 misst 6 mm \times 6 mm. Mit diesem ADC lassen sich Module, die früher eine ganze, komplexe Leiterplatte erforderten, durch einen einzigen Baustein ersetzen.

Weitere Informationen über die hier erwähnten Produkte finden Sie auf analog.com/ADC

Über den Autor

Cathal Casey arbeitet als Applikationsingenieur bei der Precision Converter Technology Group von Analog Devices im irischen Cork. Präzise Sigma-Delta-ADCs für Gleichstrom-Messungen sind sein Hauptarbeitsgebiet. Casey kam nach seinem Studium am University College Cork, das er 2016 mit einem Bachelor-Abschluss in Elektrotechnik und Elektronik beendete, zu Analog Devices. Zu erreichen ist er unter cathal.casey@analog.com.

Online Support Community



Nehmen Sie Kontakt auf mit den Technologieexperten von Analog Devices in unserer Online Support Community. Stellen Sie Ihre schwierigen Designfragen, durchsuchen Sie die FAQs oder nehmen an einer Unterhaltung teil.

Besuchen Sie ez.analog.com

Analog Devices, Inc. Worldwide Headquarters

Analog Devices, Inc.
One Technology Way
P.O. Box 9106
Norwood, MA 02062-9106
U.S.A.
Tel: 781.329.4700
(800.262.5643, U.S.A. only)
Fax: 781.461.3113

Analog Devices, Inc. Europe Headquarters

Analog Devices GmbH
Otto-Aicher-Str. 60-64
80807 München
Germany
Tel: 49.89.76903.0
Fax: 49.89.76903.157

Analog Devices, Inc. Japan Headquarters

Analog Devices, KK
New Pier Takeshiba
South Tower Building
1-16-1 Kaigan, Minato-ku,
Tokyo, 105-6891
Japan
Tel: 813.5402.8200
Fax: 813.5402.1064

Analog Devices, Inc. Asia Pacific Headquarters

Analog Devices
5F, Sandhill Plaza
2290 Zuchongzhi Road
Zhangjiang Hi-Tech Park
Pudong New District
Shanghai, China 201203
Tel: 86.21.2320.8000
Fax: 86.21.2320.8222

©2019 Analog Devices, Inc. All rights reserved. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners. Ahead of What's Possible is a trademark of Analog Devices. DN21111-0-3/19

analog.com



AHEAD OF WHAT'S POSSIBLE™