

Application Brief

Anschluss eines Differenzialausgangsverstärkers (isoliert) an einen A/D-Wandler mit unsymmetrischem Eingang



Ashley Kang

Einführung

Ganz gleich, ob Sie Strom in einem industriellen 3-Phasen-Servomotorsystem, einem Batteriemanagementsystem für ein Elektrofahrzeug oder einem Photovoltaik-Inverter erfassen, es ist oft notwendig, eine Art Sicherheitsisolierungsschema einzubinden. Sicherheitsbezogene Normen definieren die spezifischen Isolierungsanforderungen für die Endgeräte in Verbindung mit dem jeweiligen Design. Verschiedene Faktoren spielen eine Rolle bei der Bestimmung, welcher Grad der Sicherheitsisolierung (Basis-, Ergänzungs- oder verstärkte Isolierung) erforderlich ist, je nach Art der Ausrüstung, den beteiligten Spannungspegeln und der Umgebung, in der die Ausrüstung installiert werden soll.

Texas Instruments bietet eine Vielzahl von isolierten Strom-Shunt-Verstärkern für die bereits erwähnten Anwendungen zur Spannungs- und Strom-Shunt-Sensorik an, die entweder die grundlegenden Anforderungen oder verstärkte Isolierungsanforderungen erfüllen. Für Anwendungen, die eine verstärkte Isolierung erfordern, ist ein solcher Baustein der AMC1301. Der Ausgang des AMC1301 ist ein vollständig differenzielles Signal, das um eine Gleichtaktspannung von 1,44 V zentriert ist und direkt an einen eigenständigen Analog-zu-Digital-Wandler (ADC) wie in [Abbildung 1](#) gezeigt, oder an den auf der Platine integrierten ADC der Mikrocontroller-Bausteinfamilien MSP430 und C2000 gespeist werden kann.

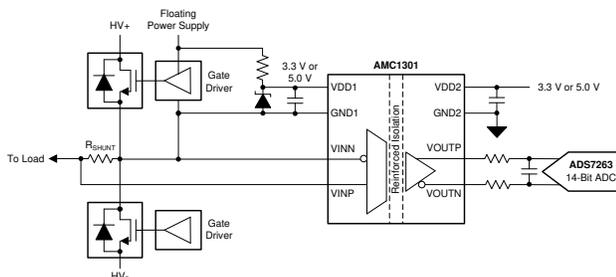


Abbildung 1. AMC1301 Funktionsblockschaltbild

Integrierte ADCs

Sowohl die Prozessorfamilien MSP430 als auch C2000 verfügen über integrierte A/D-Wandler mit unsymmetrischem Eingang, daher stellt sich die Frage: *Wie bekomme ich dieses differenzielle Signal in meinen unsymmetrischen Datenwandler?*

Die einfachste Möglichkeit, dies zu erreichen, besteht darin, nur einen Ausgang des AMC1301 zu verwenden und den zweiten Ausgang potenzialfrei zu lassen. Der Nachteil dieses Designs ist, dass dem Datenwandler nur die Hälfte der Ausgangsspannungshub zur Verfügung steht, was den Dynamikbereich der Messung verringert. Der analoge Eingangsbereich des AMC1301 beträgt ± 250 mV. Mit einer festen Verstärkung von 8,2 sind die VOUTN- und VOUTP-Spannungen $\pm 1,025$ V zentriert um den 1,44 V-Gleichtaktausgang, wie in [Abbildung 2](#) dargestellt. Die Ausgangsspannung beträgt differentiell $\pm 2,05$ V.

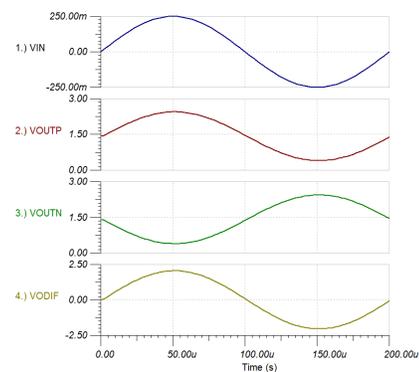


Abbildung 2. Differenzielle Ausgangsspannung

Durch das Hinzufügen einer differenziellen zu einer unsymmetrischen Verstärkerausgangsstufe, wie in [Abbildung 3](#) gezeigt, kann der gesamte Ausgangsbereich des AMC1301 an den ADC bereitgestellt werden.

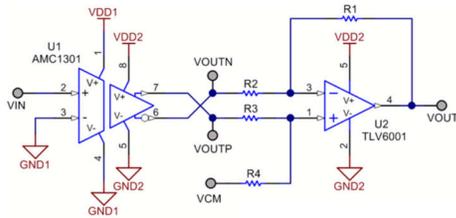


Abbildung 3. Differenzieller zu unsymmetrischer Ausgang

Angenommen, an VIN wird ein Vollausschlag-Sinussignal von ± 250 mV angelegt. Die interne Verstärkung des AMC1301 ergibt 2,05 Vpk-pk-Ausgänge an den Punkten VOUTP und VOUTN, die um 180 Grad phasenverschoben sind. Die Differenz zwischen diesen Signalen, VODIF, beträgt 4,1 Vpk-pk. Bei $R1 = R4$ und $R2 = R3$ zeigt Gleichung 1 die Übertragungsfunktion der Ausgangsstufe an.

$$VOUT = VOUTP \times \left(\frac{R4}{R3}\right) - VOUTN \times \left(\frac{R1}{R2}\right) + VCM \quad (1)$$

Wenn die Widerstände mit dem gleichen Wert für R1 bis R4 in Gleichung 1 und VCM auf 2,5 V eingestellt sind, verringert sich Gleichung 2 auf:

$$VOUT = (VOUTP - VOUTN) + VCM \quad (2)$$

Die Kurven in Abbildung 4 zeigen die Eingangsspannung und die Ausgangsspannungen des AMC1301 sowie die Ausgangsspannung der endgültigen differenziellen zu unsymmetrischen Ausgangsstufe. Beachten Sie, dass die Differenzspannung von $\pm 2,05$ V in ein unsymmetrisches Signal von 0,5 bis 4,5 V umgesetzt wird.

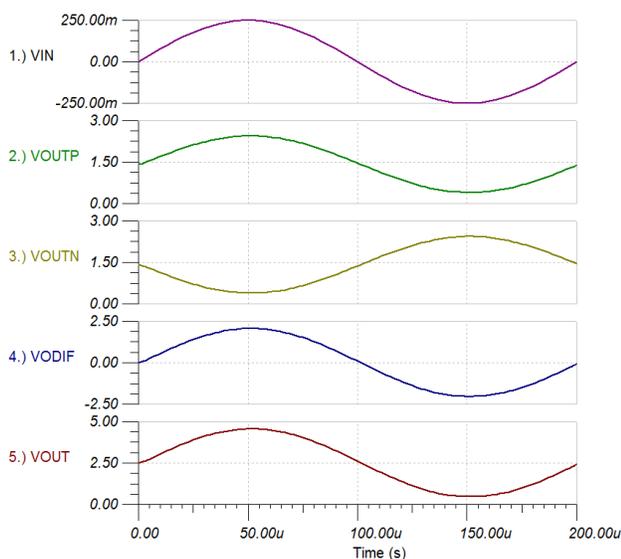


Abbildung 4. Unsymmetrische Ausgangsspannung

Je nach Eingangsspannungsbereich des A/D-Wandlers kann eine Verstärkung oder Dämpfung in die differenzielle zu unsymmetrische Stufe integriert werden, um den Ausgangsspannungshub einzustellen. Die Ausgangsgleichtaktspannung kann auch an die Eingangsanforderungen des A/D-Wandlers angepasst werden.

Designbeispiel

Die ADC12 auf den MSP430-Bausteinen haben einen Eingangsspannungsbereich von 0–2,5 V, wenn die interne Spannungsreferenz verwendet wird. Mit dem VOUTP von AMC1301 kann der ADC12 ein Eingangssignal von 0,415 V bis 2,465 V liefern, das weit innerhalb des Eingangsbereichs des Wandlers liegt, während nur die Hälfte des Eingangsbereichs des AMC1301 verwendet wird. Wie Abbildung 5 zeigt, kann mit einer differenziellen zu einer unsymmetrischen Verstärkerkonfiguration mit einer Verstärkung von 0,5 und einer Gleichtaktspannung von 1,25 V der gesamte Spannungsbereich des AMC1301 auf den ADC12 angewendet werden.

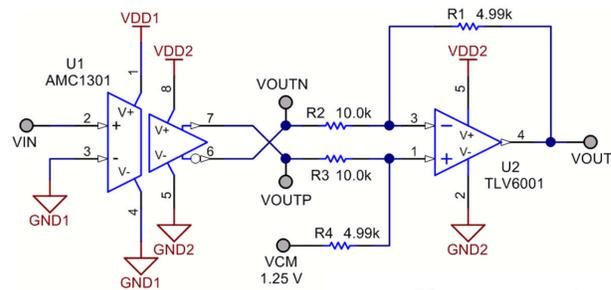


Abbildung 5. Skalierter differenzieller zu unsymmetrischer Ausgang

Empfehlungen für alternative Bausteine

Die AMC1100 oder AMC1200 bieten eine Basisisolierung mit ähnlicher Leistung wie die AMC1301 zu einem niedrigeren Preis. Der TLV170 bietet diese Option für Anwendungen, die einen bipolaren Ausgang benötigen.

Tabelle 1. Empfehlungen für alternative Bausteine

Baustein	Optimierte Parameter	Leistungskompromisse
AMC1100	Galvanische Isolierung bis zu 4250 V _{PEAK}	Geringere Transientenfestigkeit
AMC1200	Galvanische Isolierung bis zu 4250 V _{PEAK}	Basisisolierung im Vergleich zu verstärkt
TLV170	Bipolarer Betrieb bis ± 18 V	Höherer Eingangsruhestrom

Fazit

Es ist zwar möglich, einen unsymmetrischen A/D-Wandler mit einem einzelnen Ausgang des AMC1301 anzusteuern, durch Hinzufügen eines Differenzials zur unsymmetrischen Operationsverstärkerstufe am Ausgang wird jedoch sichergestellt, dass die Zielanwendung den größtmöglichen Dynamikbereich hat.

Zugehörige Dokumentation

1. [Driftarme Low-Side-Strommessung für Dreiphasensysteme](#)
2. [Präzise Strommessung an Hochspannungs-Stromschienen](#)

WICHTIGER HINWEIS UND HAFTUNGSAUSSCHLUSS

TI STELLT TECHNISCHE UND ZUVERLÄSSIGKEITSDATEN (EINSCHLIESSLICH DATENBLÄTTER), DESIGNRESSOURCEN (EINSCHLIESSLICH REFERENZDESIGNS), ANWENDUNGS- ODER ANDERE DESIGNBERATUNG, WEB-TOOLS, SICHERHEITSMITTELSYSTEME UND ANDERE RESSOURCEN „WIE BESEHEN“ UND MIT ALLEN FEHLERN ZUR VERFÜGUNG, UND SCHLIESST ALLE AUSDRÜCKLICHEN UND STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN AUS, EINSCHLIESSLICH UND OHNE EINSCHRÄNKUNG ALLER STILLSCHWEIGENDEN GEWÄHRLEISTUNGEN DER MARKTGÄNGIGKEIT, DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK ODER DER NICHTVERLETZUNG VON RECHTEN.

Diese Ressourcen sind für qualifizierte Entwickler gedacht, die mit TI-Produkten entwickeln. Sie allein sind verantwortlich für (1) die Auswahl der geeigneten TI Produkte für Ihre Anwendung, (2) das Design, die Validierung und den Test Ihrer Anwendung und (3) die Sicherstellung, dass Ihre Anwendung die geltenden Normen sowie alle anderen Sicherheits-, regulatorischen und sonstigen Vorgaben erfüllt.

Diese Ressourcen können jederzeit und ohne Vorankündigung geändert werden. Sie erhalten von TI die Erlaubnis, diese Ressourcen ausschließlich für die Entwicklung von Anwendungen mit den in der Ressource beschriebenen TI-Produkten zu verwenden. Jede andere Vervielfältigung und Darstellung dieser Ressourcen ist untersagt. Es wird keine Lizenz für andere Rechte am geistigen Eigentum von TI oder an Rechten am geistigen Eigentum Dritter gewährt. TI übernimmt keine Verantwortung für und Sie schützen TI und seine Vertreter gegen Ansprüche, Schäden, Kosten, Verluste und Verbindlichkeiten, die sich aus Ihrer Nutzung dieser Ressourcen ergeben.

Produkte von TI werden gemäß den [Verkaufsbedingungen von TI](#) oder anderen geltenden Bedingungen bereitgestellt, die entweder auf [ti.com](#) verfügbar sind oder in Verbindung mit diesen TI-Produkten bereitgestellt werden. Durch die Bereitstellung dieser Ressourcen durch TI werden die geltenden Garantien oder Gewährleistungsausschlüsse von TI für TI-Produkte weder erweitert noch verändert.

TI widerspricht allen zusätzlichen oder abweichenden Bedingungen, die Sie möglicherweise vorgeschlagen haben, und lehnt sie ab.

Postanschrift: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2023 Texas Instruments Incorporated

IMPORTANT NOTICE AND DISCLAIMER

TI PROVIDES TECHNICAL AND RELIABILITY DATA (INCLUDING DATA SHEETS), DESIGN RESOURCES (INCLUDING REFERENCE DESIGNS), APPLICATION OR OTHER DESIGN ADVICE, WEB TOOLS, SAFETY INFORMATION, AND OTHER RESOURCES "AS IS" AND WITH ALL FAULTS, AND DISCLAIMS ALL WARRANTIES, EXPRESS AND IMPLIED, INCLUDING WITHOUT LIMITATION ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY, FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OR NON-INFRINGEMENT OF THIRD PARTY INTELLECTUAL PROPERTY RIGHTS.

These resources are intended for skilled developers designing with TI products. You are solely responsible for (1) selecting the appropriate TI products for your application, (2) designing, validating and testing your application, and (3) ensuring your application meets applicable standards, and any other safety, security, regulatory or other requirements.

These resources are subject to change without notice. TI grants you permission to use these resources only for development of an application that uses the TI products described in the resource. Other reproduction and display of these resources is prohibited. No license is granted to any other TI intellectual property right or to any third party intellectual property right. TI disclaims responsibility for, and you will fully indemnify TI and its representatives against, any claims, damages, costs, losses, and liabilities arising out of your use of these resources.

TI's products are provided subject to [TI's Terms of Sale](#) or other applicable terms available either on [ti.com](https://www.ti.com) or provided in conjunction with such TI products. TI's provision of these resources does not expand or otherwise alter TI's applicable warranties or warranty disclaimers for TI products.

TI objects to and rejects any additional or different terms you may have proposed.

Mailing Address: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265
Copyright © 2024, Texas Instruments Incorporated