

# Isolierter Schaltkreis zur Erkennung von Unter- und Überspannung



Data Converters

Scott Cummins

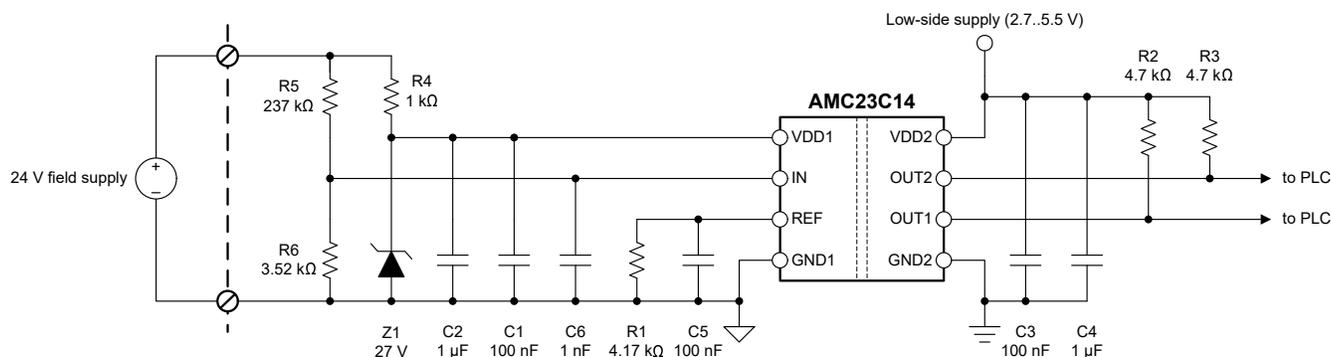
## Designziele

Überspannungspegel	Unterspannungspegel	Low-Side $V_{DD}$	High-Side- $V_{DD}$	Einschwingzeit
28,8 V	20,4 V	2,7 V–5,5 V	24 V	360 ns

## Designbeschreibung

Dieser isolierte Hochgeschwindigkeits-Unterspannungs- und Überspannungserkennungsschaltkreis ist mit einem doppelten isolierten Fensterkomparator mit einem einstellbaren Schwellenwert (AMC23C14) implementiert. Dieser Schaltkreis wurde für industrielle Feldversorgungsanwendungen entwickelt, bei denen die Controllerseite erkennen muss, ob die Versorgungsspannung des Remote-Moduls in einem gültigen Bereich liegt.

Der AMC23C14 wird aufgrund seiner robusten verstärkten Isolierung mit einem hohen CMTI von 100 kV/ $\mu$ s (Minimum), den einstellbaren Doppelfenster-Komparator-Schwellenwerten, einem großen High-Side-Versorgungsspannungsbereich (3 V bis 27 V) und dem erweiterten industriellen Temperaturbereich (–40 bis +125 Grad Celsius) ausgewählt.



Schaltplan zur Unterspannungs- und Überspannungserkennung

## Designhinweise

1. Um Fehler zu minimieren, wählen Sie Präzisionswiderstände für den Spannungsteiler ( $R_5$  und  $R_6$ ) und den Widerstand zur SchwellenwertEinstellung ( $R_1$ ).
2. Der AMC23C14 wird über die Feldversorgung mit Strom versorgt und ist durch eine Zenerdiode und einen Shunt-Widerstand gegen Spannungen  $> 30$  V (absolute maximale Versorgungsspannung) geschützt.
3. Wählen Sie den Spannungsteiler und die Widerstände zur SchwellenwertEinstellung anhand des gewünschten Betriebsspannungsbereichs aus.

## Designschritte

1. Bestimmen Sie das Spannungsteilerverhältnis, das zum Auslösen des festen internen 300 mV-Schwellenwerts erforderlich ist, wenn das Netzteil die gültige Mindestbetriebsspannung von 20,4 (24 V – 15 %) überschreitet. Größe der Gesamt-widerstand des Spannungsteilers auf 100  $\mu$ A einstellen, wenn  $V_{supp}$  die gewünschte Betriebsspannung von 24 V hat.

$$IN = V_{supp} \left( \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$300 \text{ mV} = 20.4 \text{ V} \left( \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$V_{supp} = 100 \mu\text{A} \times (R_5 + R_6)$$

$$24 \text{ V} = 100 \mu\text{A} \times (R_5 + R_6)$$

Die Lösung des Gleichungssystems ergibt  $R_5 = 236 \text{ k}\Omega$ ,  $R_6 = 3,52 \text{ k}\Omega$ .

- Wenn man den Analogrechner verwendet, beträgt der nächste E96-Widerstandswert 237  $\text{k}\Omega$  und 3,48  $\text{k}\Omega$ .
2. Verändern Sie den Widerstand zur SchwellenwertEinstellung, um den Komparator mit einstellbarem Schwellenwert auszuspeisen, wenn die Stromversorgung 28,8 V (24 V + 20 %) überschreitet.

$$IN = V_{supp} \left( \frac{R_6}{R_5 + R_6} \right)$$

$$IN = 28.8 \text{ V} \left( \frac{3.52 \text{ k}\Omega}{237 \text{ k}\Omega + 3.52 \text{ k}\Omega} \right)$$

$$IN = 0.42 \text{ V}$$

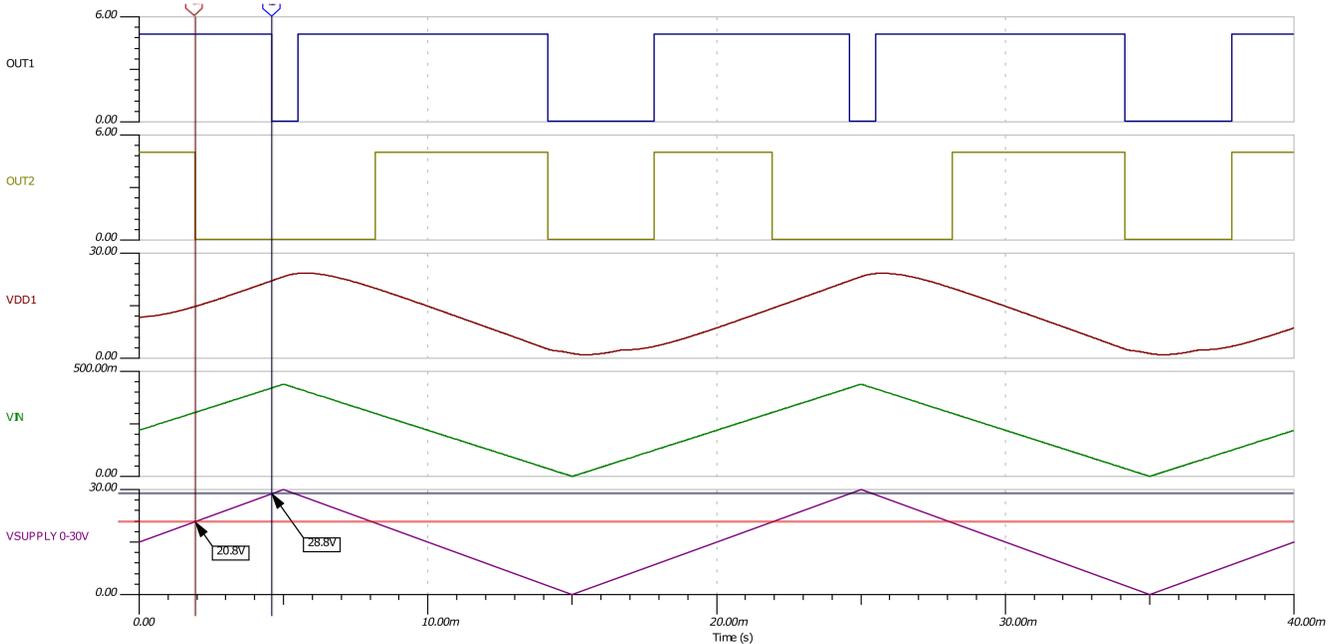
$$V_{ref} = IN$$

$$R_1 = \frac{V_{ref}}{I_{ref}} = \frac{0.42 \text{ V}}{100 \mu\text{A}} = 4.2 \text{ k}\Omega$$

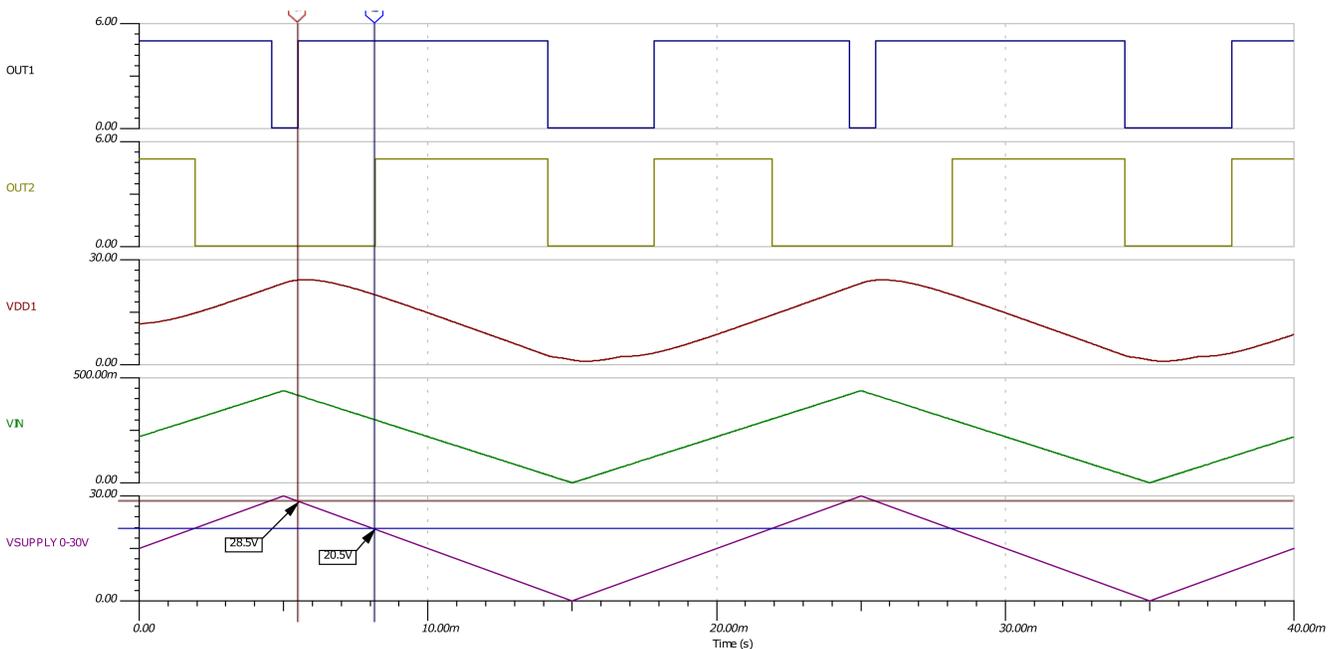
3. Wählen Sie eine 27 V-Zenerdiode, um den AMC23C14 vor Spannungen zu schützen, die über der empfohlenen Betriebsspannung liegen.

## Designsimulationen

Die folgenden Abbildungen sind SPICE-Simulationswellenformen der Unter- und Überspannungserkennungsschaltung. Enthalten ist der VDD1-Eingang, in dem die Zenerdiode dargestellt ist, die den VDD1-Eingang vor Spannungen außerhalb seines Betriebsbereichs schützt. [SPICE-Simulation des Unterspannungs- und Überspannungserkennungsschaltkreises – Steigend](#) zeigt die Spice-Simulation mit den Ausgangs-Triggerpunkten bei einer steigenden Eingangsspannung. [SPICE-Simulation des unter- und Überspannungserkennungsschaltkreises – Fallend](#) zeigt ein ähnliches Bild, jedoch mit den Ausgangs-Triggerpunkten bei einer fallenden Eingangsspannung. Beim Vergleich der beiden Abbildungen unterscheiden sich die Triggerpunkte um 0,3 V, wobei der abfallende Spannungseingang einen niedrigeren Triggerwert hat.



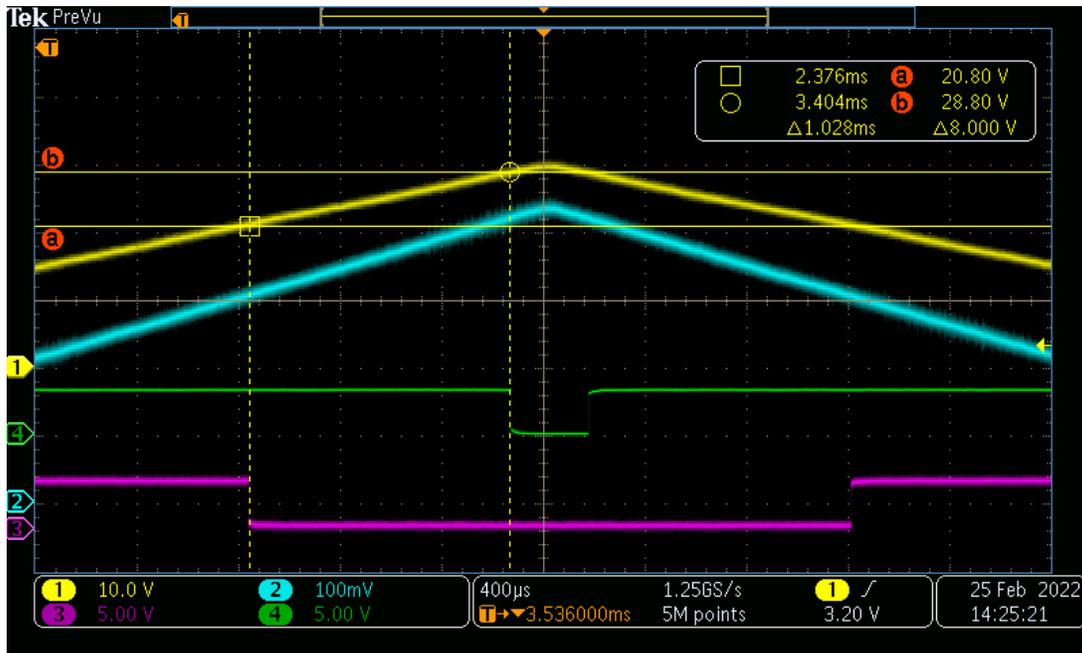
### SPICE-Simulation des Unter- und Überspannungserkennungsschaltkreises – Steigend



### SPICE-Simulation des Unter- und Überspannungserkennungsschaltkreises – Fallend

## Gemessenes Ansprechverhalten

Die folgenden Abbildungen zeigen das gemessene Ausgangssignal des unter- und Überspannungserkennungsschaltkreises beim Vergleich der Ausgänge mit der Spannung  $V_{\text{supp}}$  (Kurve 1). Der AMC23C14 verfügt über Open-Drain-Ausgänge, die normalerweise auf bis zu VDD2 gezogen werden und niedrig getrieben werden, wenn die Eingangsspannung die Schwellenspannung jedes Komparators überschreitet. In diesen Messungen können OUT1 (Kurve 3) Übergänge niedrig sein, wenn  $V_{\text{supp}}$  28,8 V überschreitet, und OUT2 Übergänge niedrig, wenn  $V_{\text{supp}}$  20,8 V überschreitet. Komponentenschwankungen und die Komparator-Hysterese können die Auslöseschwellen beeinflussen, aber in diesem Fall liegt der Auslösepunkt innerhalb von weniger als 1 % der gewünschten Werte. Die Spannungsschwellenwerte variieren leicht, wenn  $V_{\text{supp}}$  steigt oder fällt. Die zweite Wellenform zeigt dies mit OUT1-Triggern bei 28,6 V statt 28,8 V.

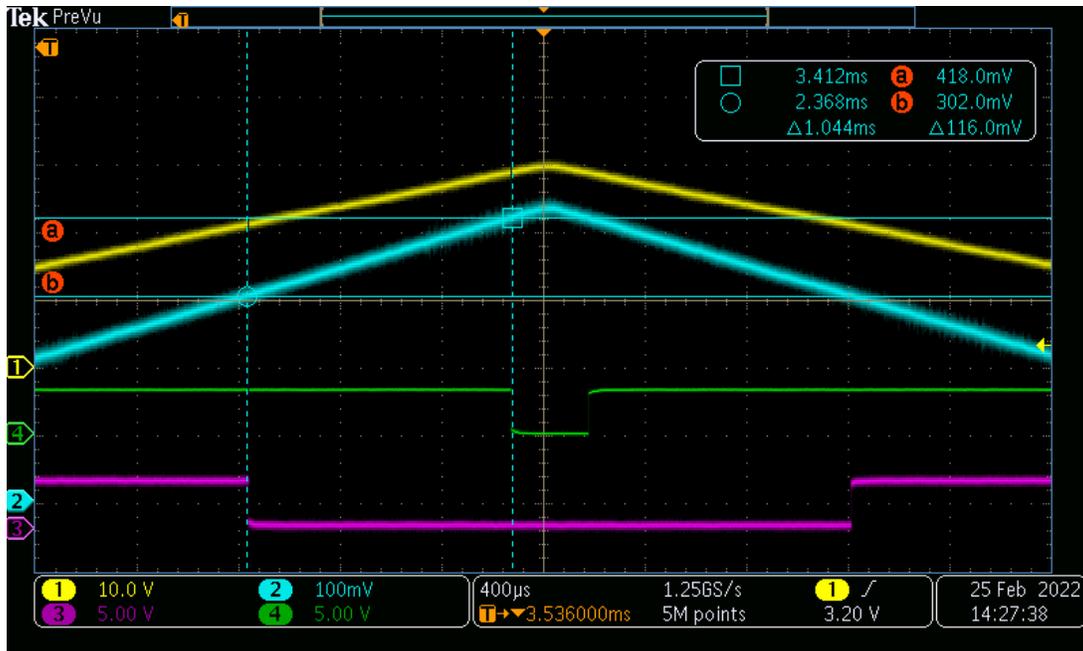


Erfassung der Wellenform bei zunehmender  $V_{\text{supp}}$

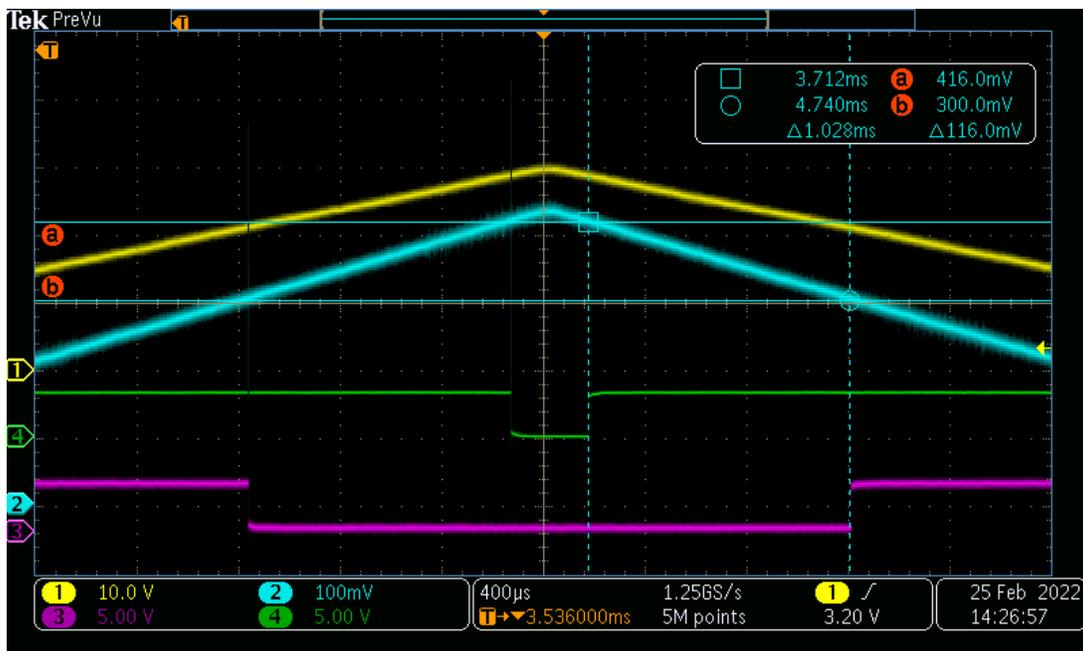


Erfassung der Wellenform bei abnehmender  $V_{\text{supp}}$

Die folgenden Abbildungen zeigen das gemessene Ausgangssignal der unter- und Überspannungserkennungsschaltung beim Vergleich der AMC23C14-Ausgänge mit der VIN-Spannung (Kurve 2). Diese Messungen bestätigen, dass die Auslöseschwellen des Komparators den gewünschten Werten entsprechen, die durch den internen Komparator-Schwellenwert bei 300 mV und den extern eingestellten Schwellenwert bei 420 mV festgelegt werden, wie in der Gleichung in Schritt 2 des Abschnitts Designschritte definiert.



Signalform von IN bei zunehmender  $V_{supp}$



Signalform von IN bei abnehmender  $V_{supp}$

## Design vorgestellter Baustein

Baustein	Wichtigste Leistungsmerkmale	Baustein-Link
AMC23C14	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Großer High-Side-Versorgungsspannungsbereich: 3 V bis 27 V</li> <li>• Low-Side-Versorgungsspannungsbereich: 2,7 V bis 5,5 V</li> <li>• Doppelfenster-Komparator: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Fensterkomparator 1: Einstellbarer Schwellenwert von <math>\pm 20</math> mV bis <math>\pm 300</math> mV</li> <li>– Fensterkomparator 2: Fester Schwellenwert von <math>\pm 300</math> mV</li> </ul> </li> <li>• Unterstützt den Modus positive Komparatoren: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Cmp0: Einstellbarer Schwellenwert von 600 mV bis 2,7 V</li> <li>– Cmp2: Fester 300 mV-Schwellenwert</li> <li>– Cmp1 und Cmp3: Deaktiviert</li> </ul> </li> <li>• Referenz für Schwellenwertanpassung: 100 <math>\mu</math>A, <math>\pm 2</math> %</li> <li>• Auslöseschwellenfehler: <math>\pm 1</math> % (max.) bei 250 mV</li> <li>• Ausbreitungsverzögerung: 290 ns (Typ.)</li> <li>• Hoher CMTI-Wert: 15 kV/<math>\mu</math>s (min.)</li> <li>• Open-Drain-Ausgänge</li> <li>• Sicherheitsrelevante Zertifizierungen: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Verstärkte Isolierung von 7000 V<sub>pk</sub> gemäß DIN VDE V 0884-11</li> <li>– Isolierung mit 5000 V<sub>RMS</sub> für 1 Minute pro UL1577</li> </ul> </li> <li>• Vollständig spezifiziert für den erweiterten industriellen Temperaturbereich: -40 °C bis +125 °C</li> </ul>	Bauteil: <a href="#">AMC23C14</a> Ähnliche Bausteine: <a href="#">Isolierte Verstärker</a>

## Designreferenzen

Eine umfassende Schaltkreisbibliothek von TI finden Sie in [Analog Engineer's Circuit Cookbooks](#).

Texas Instruments Datenblatt [AMC23C14 AMC23C14 Zweifach-Fensterkomparator mit schnellem Ansprechverhalten und verstärkter Isolierung mit einstellbarem Schwellenwert](#)

## 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 © 2022 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