

## White Paper

# Ein Tutorial über RS-485-Transceiver, Teil 1

## Einleitung

TIA/EIA-485 und TIA/EIA-422 (auch bekannt als RS-485 und RS-422) sind leitungsgebundene Kommunikationsstandards der Telecommunications Industry Association/Electronic Industries Alliance (TIA/EIA). Sie basieren auf differenzieller Signalgebung, um eine Datenübertragung über lange Strecken und in störbehafteten Umgebungen in der Industrie und Automatisierungstechnik zu ermöglichen. Differenzielle Signalübertragung unterdrückt Gleichtaktrauschen, und das empfohlene verdrehte Doppelkabel garantiert, dass der Großteil der empfangenen Überlagerungen Gleichtaktstörungen sind. Lange Übertragungsstrecken erhöhen zwar die Massepotenzial-Unterschiede, aber der breite Gleichtaktbereich (CMR; Common Mode Range) des Standards stellt sicher, dass das Netzwerk korrekt arbeitet – selbst wenn große Gleichtaktspannungen auftreten. Sender (Tx) und Empfänger (Rx) weisen nicht invertierende (A/Y) sowie invertierende (B/Z) Anschlüsse auf (Bild 1).

Halbduplex-Bausteine werden für die bidirektionale Kommunikation über eine einzelne Leitung verwendet. Die entsprechenden Rx- und Tx-Klemmen finden sich dann an einem gemeinsamen IC-Gehäuseanschluss. Netzwerke, die zwei Leitungen für die bidirektionale Kommunikation verwenden, nutzen Vollduplex-Bausteine, bei denen die Rx- und Tx-Klemmen getrennte Anschlüsse belegen.

Bei dem großen Angebot an Transceivern am Markt, ist es eine Herausforderung, den besten und kostengünstigsten Baustein für eine bestimmte Anwendung zu finden. Dieses 2-teilige Tutorial bietet einen Überblick über die Auswahlkriterien und Design-Erwägungen, um den richtigen Transceiver zu finden. Der erste Teil beschreibt die gängigen RS-485 ICs und Design-Überlegungen. Teil 2 untersucht den Schutz gegen elektrostatische Entladung (ESD), vergleicht das Human Body Model und IEC61000-4-2 (IEC) Standards, beschreibt den Überspannungsschutz (OVP) und bietet Einblick in schnelle Transceiver (>25 MBit/s), bei denen der Bitversatz beachtet werden muss.

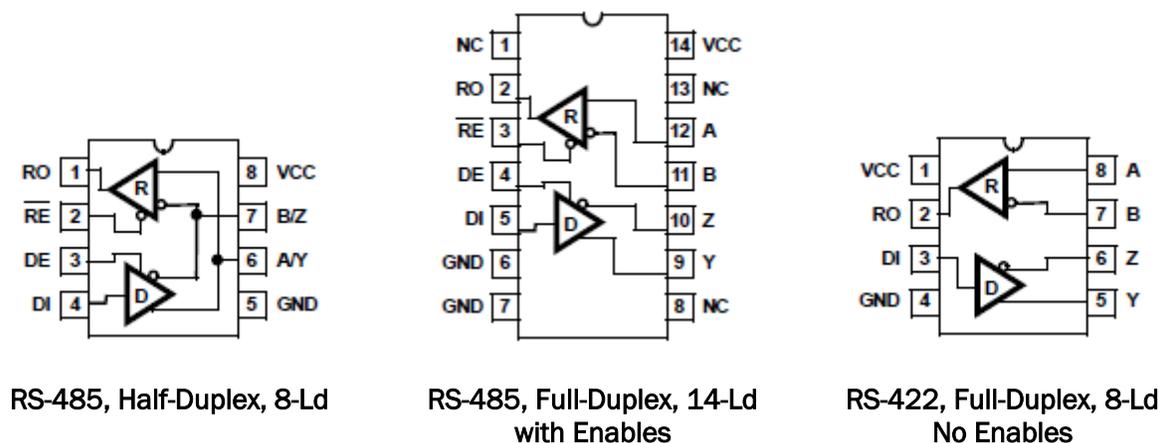


Bild 1: Anschlussbelegung für RS-485 und RS-422

---

## Anforderungen für RS-485

Der RS-485-Standard ist 14 Seiten lang. Hier nur die wichtigsten Anforderungen:

- Differenzielle Signalübertragung mit einem sehr empfindlichen ( $\pm 200$  mV) Rx, und eine stabile ( $\pm 1,5$  V) Tx-Differenz Ausgangsspannung ( $U_{OD}$ ). Dies garantiert einen robusten Rauschabstand, der die Dämpfung durch lange Leitungen toleriert.
- Der Tx muss über einen Enable-Anschluss verfügen. RS-485 erlaubt mehrere Treiber auf dem Bus, um echte bidirektionale Übertragung über eine einzelne Leitung zu ermöglichen. Jeder Tx muss daher über einen Tri-State-Ausgang (mit drei Zuständen) verfügen.
- Hohe Tx-Ausgangsströme zur Ansteuerung doppelt abgeschlossener Leitungen und langer Leitungen. Schnelle bidirektionale Übertragung über eine einzelne Leitung erfordert zwei Abschlüsse.
- Breiter CMR von mindestens -7 bis +12 V. RS-485 ermöglicht Netzwerke mit bis zu 1220 m Länge. Ein breiter CMR handhabt die Massepotenzial-Unterschiede, die bei langen Übertragungsstrecken auftreten können und toleriert größere induzierte Busspannungen in störbehafteten Umgebungen. Dieser CMR ermöglicht Bausteinen mit unterschiedlichen Versorgungsspannungen, über den gleichen Bus zu kommunizieren.
- Ein Eingangswiderstand beim Empfänger von etwa 12 k $\Omega$ . Der Standard erlaubt bis zu 32 „Einheitslasten“ (UL; Unit Load) am Bus. Die Last jedes Bausteins (Tx oder Rx) muss dabei  $\leq 1$  mA bei 12 V Vorspannung (Bias) am Bus sein.

## RS-422 im Vergleich zu RS-485

RS-422 ist ähnlich zu RS-485, nur dass RS-422 einen einzigen Tx auf dem Bus erlaubt und maximal zehn Rx. Diese Single-Tx-/Multiple-Rx-Konfiguration wird auch Multi-Drop- oder Sende-Netzwerk genannt. Die Beschränkung auf einen Treiber erübrigt einen Tx-Enable-Anschluss, was den Abschluss auf einen 120 $\Omega$ -Widerstand reduziert. Dabei sind Vollduplex-Transceiver oder getrennte Rx- und Tx-ICs erforderlich. RS-422 ist ein wesentlich einfacheres Netzwerk als RS-485.

## Der RS-485-Empfänger (Rx)

Ein Standard RS-485 Rx erkennt jede Differenzspannung (Pin A – Pin B)  $> +200$  mV als logische 1 und jede Differenzspannung  $< -200$  mV als logische 0. Diese Eingangsschwellenwerte müssen über einen breiten CMR (-7 bis +12 V) eingehalten werden. Jede Rx-Eingangsspannung zwischen -200 und +200 mV (d.h. 0 V Differenz) ist unbestimmt. Das große Delta zwischen der ( $\pm 1,5$  V) Differenz Ausgangsspannung ( $U_{OD}$ ) des Treibers und der ( $\pm 200$  mV) Schwelle des Empfängers sorgt für eine hohe Störimmunität und handhabt die Dämpfung durch lange Leitungen. Der Standard erlaubt 32 Einheitslasten (UL) am Bus, wobei 1 UL als Baustein definiert ist, der nicht mehr als 1 mA Strom am Bus mit +12 V gegen Masse zieht.

## Der RS-485-Sender (Tx)

Der Standard RS-485 Tx ist ein Treiber mit differenziellen Ausgängen, der mindestens 1,5 V Differenzspannung ( $U_{OD}$ ) an einer differenziellen Last (54  $\Omega$ ) bereitstellt. Die Last ist abgeleitet von den maximal zwei erlaubten 120 $\Omega$ -Abschlusswiderständen, die parallel zu 32 1UL-Empfängern angeschlossen sind. RS-485 ICs enthalten Treiber mit Ausgangs-Anstiegsgeschwindigkeiten, die eine 2- bis 3-fache Datenrate abdecken. Für niedrigere Datenraten kann ein Baustein mit begrenzter Anstiegsgeschwindigkeit verwendet werden, um elektromagnetischen Störungen (EMI) zu minimieren. Dies verringert auch die Auswirkungen fehlerhaft oder mangelhaft angepasster bzw. abgeschlossener Übertragungsleitungen.

## Einfache RS-485-Transceiver

Kurze, einfache und mit wenigen Knoten versehene Netzwerke können meist kostengünstige RS-485-Transceiver verwenden. Kurze Netzwerke nehmen nicht viel Gleichtaktspannung (CMV) auf und benötigen daher nicht mehr CMR als der RS-485-Standard vorschreibt. Auch der Überspannungsschutz (OVP) kann im Rahmen des Standards bleiben. Einfache Netzwerke mit  $\leq 32$  Knoten benötigen auch keine Teil-Einheitslasten (Fractional UL), und wenn die Leitungen nicht regelmäßig verbunden und getrennt werden, ist auch kein Schutz gegen ESD erforderlich. Trotzdem bieten einige einfache Bausteine einen ESD-Schutz für  $\pm 8$  bis  $\pm 15$  kV Human Body Model. RS-422-Netzwerke weisen einen einzelnen, stets aktivierten Treiber auf. Der Bus wird damit ständig angesteuert und eine Bus-Vorspannung (Biasing) ist nicht erforderlich. Ist der Bus elektrisch kurz und muss demnach nicht als Übertragungsleitung angesehen werden, oder ist die Datenrate sehr langsam, sind keine Bus-Abschlüsse erforderlich und einfache RS-485-Transceiver reichen aus. Es können jedoch Probleme auftreten, wenn Abschlüsse für Multi-Treiber-RS-485-Systeme erforderlich sind.

Was passiert, wenn sich der Bus im Leerlauf befindet (kein Tx steuert den Bus aktiv an), wie es beim Schalten zwischen Tx auf dem Bus auftritt (Bild 2)? Da alle Tx am Bus drei Zustände aufweisen, bringen die differentiellen Abschlusswiderstände die Busspannung auf fast 0 V, was einen unbestimmten Spannungspegel hervorruft. Mit dieser Spannung auf dem Bus kann ein einzelner Rx seinen Ausgang (Ro) auf eine 1 oder eine 0 ansteuern oder im schlimmsten Fall oszillieren. Dies ist problematisch, da der Mikrocontroller ( $\mu C$ ), der Ro überwacht, jeden Übergang von 1 auf 0 als Nachrichten-Startbit interpretiert und ein oszillierendes Ro wertvolle  $\mu C$ -Bandbreite verbraucht, da dieser versucht, einen endlosen Strom an Phantom-Nachrichten zu verarbeiten.

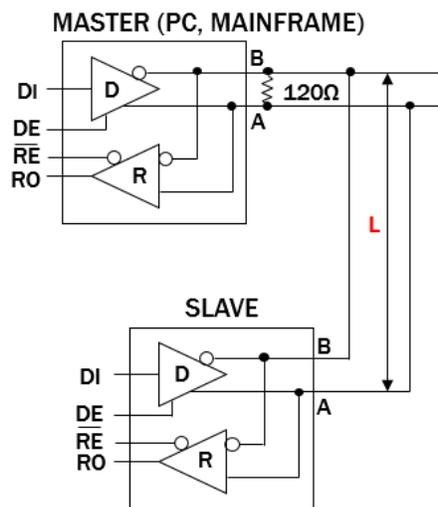
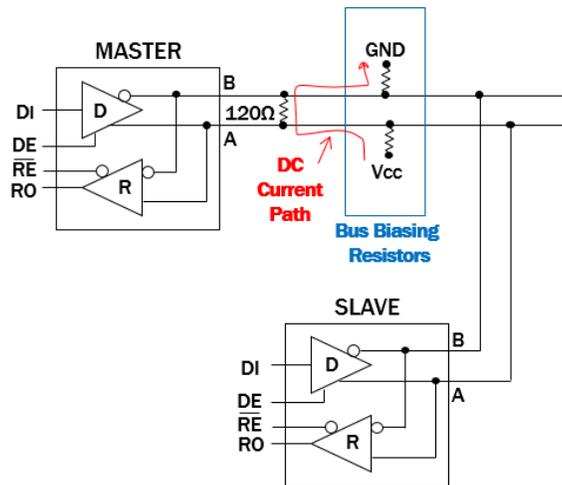


Bild 2: Abgeschlossener Multi-Treiber-Bus

Die gängige Lösung bei diesem Problem war, Bus-Vorspannungswiderstände hinzuzufügen (Bild 3). Die Pull-up- und Pull-Down-Widerstände sorgen für ein Biasing der differentiellen Busspannung um einige wenige +100 mV, was eine logische 1 garantiert wenn sich der Bus im Leerlauf befindet. Dieser Ansatz verkompliziert jedoch das Design, da eine Abwägung zwischen der Bus-Leerlaufspannung (Störimmunität) und der Tx-Last erfolgen muss. Zudem wird ein Gleichstrompfad von  $U_{cc}$  gegen Masse eingeführt. Um die minimale +200mV-DC-Bias-Spannung (null Rauschabstand) über  $60 \Omega$  (zwei parallele Abschlusswiderstände) zu erhalten, sind 3,33 mA erforderlich. Bei einer 3,3V-Versorgung sind somit Bias-

Widerstände mit einem Wert von je 470  $\Omega$  nötig, was eine sehr große Last darstellt. Diese zusätzliche Tx-Last kann die erlaubte Anzahl von Transceivern auf dem Bus erheblich verringern.



**Bild 3: Bus-Biasing löst das Leerlaufproblem, führt aber zu neuen Problemen**

Neuere RS-485-Transceiver umgehen dieses Problem, da sie eine spezielle Failsafe-/Sicherheitsfunktion bieten.

## Neuere RS-485-Transceiver

Neuere RS-485 ICs sind funktionsreicher und bieten eine fortschrittliche Rx-Failsafe-Funktion, Teil-Einheitslasten (Fractional UL) und eine höhere ESD-Beständigkeit. Dazu zählen die ISL317XE Transceiver von Intersil für 3,3V-Anwendungen, sowie die ISL315XE-Reihe für 5V-Anwendungen.

## Full Failsafe (FFS) Rx

Eine der wichtigsten Funktionen, um die RS-485-Transceiver in letzten 20 Jahren erweitert wurden und die nicht Teil des Standards ist, ist die Full-Failsafe-Funktion (FFS) des Empfängers. FFS bedeutet, dass der Rx seinen Ausgang auf einen definierten Zustand steuert (in der Regel eine logische 1), sobald die Rx-Eingänge schwebend, kurzgeschlossen oder nicht angesteuert und durch einen Abschlusswiderstand kurzgeschlossen sind. Wie erwähnt, tritt dieser zuletzt genannte Zustand immer dann auf, wenn ein abgeschlossener Multi-Tx-Bus nicht aktiv angesteuert wird. FFS Rx löst dieses 0V-Busproblem, indem der Rx-Eingangsschwellenwert neu festgelegt wird. Durch Ändern der oberen Schwelle auf eine geringfügig negative differenzielle Spannung (-20 bis -50 mV) erkennt der Rx nun eine 0V-Differenzialspannung als einen gültigen Eingangspegel für eine logische 1 an. Diese Änderung ist weiterhin RS-485-konform, da jede Spannung  $> +200$  mV weiterhin als „High“ erkannt wird, und der negative Rx-Schwellenwert unverändert bleibt. FFS Rx erübrigt somit das Bus-Biasing, was die maximale Anzahl an Transceivern am Bus erlaubt.

Zwei Nachteile können sich mit FFS Rx ergeben: Erstens, da der Eingangsschwellenwert-Schaltbereich um die Hälfte verringert wird (von 400 auf etwa 200 mV), ist es schwierig, viel Hysterese in die Rx-Eingänge einzubringen. Die FFS-Rx-Hysterese umfasst 20-40 mV, während ein Empfänger ohne FFS eine Hysterese  $\geq 70$  mV aufweist. Ein FFS Rx weist somit eine geringere Störimmunität auf als ein Standard Rx. Zweitens, können die asymmetrischen FFS-Schaltpunkte eine Tastgrad-Verzerrung auf Netzwerken verursachen und Bus-Übergänge verlangsamen.

---

## Teil-Einheitslasten (Fractional Unit Loads)

Als die Zahl der Netzwerkknoten über 32 stieg, mussten Nutzer von Standard-RS-485-Bausteinen Repeater hinzufügen, um das Netzwerk in 32 UL-Knotensegmente zu unterteilen. Neuere Transceiver lösen dieses Problem durch einen Rx mit höherem Eingangswiderstand, was mehr Bausteine am Bus ermöglicht und weiterhin die RS-485-Anforderungen mit 32 mA maximalem Laststrom erfüllt. 1/4-UL-Bausteine weisen Eingangsströme von  $\leq 250 \mu\text{A}$  auf, sodass 128 Transceiver ( $128 \cdot 250 \mu\text{A} = 32 \text{ mA}$ ) am Bus erlaubt sind. 1/8-UL-Bausteine weisen Eingangsströme von  $\leq 125 \mu\text{A}$  auf, was 256 Bausteine am Bus ermöglicht. Deaktivierte Tx-Lastströme sind in der Regel vernachlässigbar, sodass der Rx-Eingangswiderstand die Lastberechnung dominiert. Das Konzept der Einheitslast ist strikt auf DC-Lasten bezogen, sodass AC-Erwägungen (z.B. Leitungslänge, Abstand der Knoten oder Kapazität der Knoten) die Anzahl der Knoten verringern können – und zwar auf Werte, die kleiner sind als es die UL erlaubt.

**Teil 2** dieses Tutorials untersucht den Schutz gegen elektrostatische Entladung (ESD), vergleicht das Human Body Model und die IEC61000-4-2 (IEC) Standards, beschreibt den Überspannungsschutz (OVP) und die Leitungsinvertierung und bietet Einblick in schnelle Transceiver (>25 MBit/s), bei denen der Bitversatz beachtet werden muss.

# Ein Tutorial über RS-485-Transceiver, Teil 2

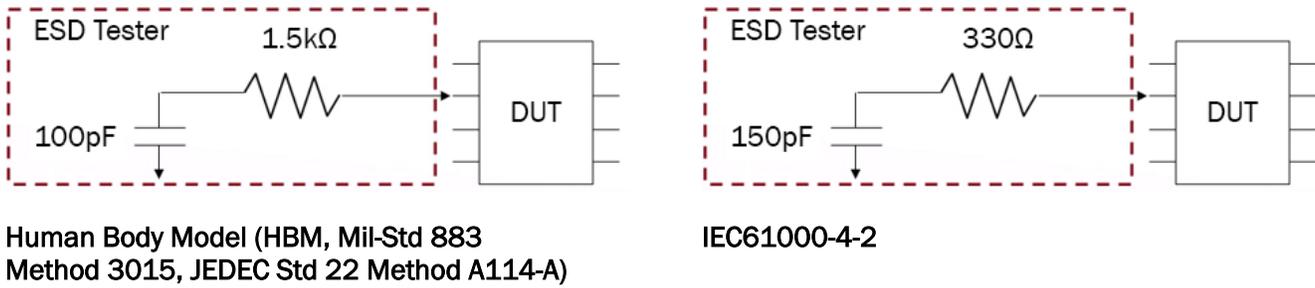
Teil 1 dieses Tutorials beschreibt die verschiedenen Auswahlkriterien und Design-Erwägungen für RS-485-Transceiver, um den richtigen Transceiver zu wählen. Teil 2 untersucht den Schutz gegen elektrostatische Entladung (ESD), vergleicht das Human Body Model und die IEC61000-4-2 (IEC) Standards, beschreibt den Überspannungsschutz (OVP) und die Leitungsinvertierung und bietet Einblick in schnelle Transceiver (>25 MBit/s), bei denen der Bitversatz beachtet werden muss.

## Verbesserter ESD-Schutz

Neuere Transceivers bieten auch einen verbesserten ESD-Schutz an den Busanschlüssen, die meist mit freiliegenden Anschlüssen an der Außenseite von Geräten verbunden sind. Damit sind sie elektrostatischen Entladungen ausgesetzt, und der Anschluss eines „geladenen“ Schnittstellenkabels kann einen ungeschützten Transceiver beschädigen.

ESD-Schutz für Busanschlüsse wird durch einen von zwei Standards realisiert: durch das bekanntere Human Body Model (HBM), wie es in den USA gängig ist, und durch den IEC61000-4-2 (IEC) Standard, wie er in Europa und zunehmend auch weltweit angewendet wird. Der HBM-Test emuliert ESD-Ereignisse, die während der Fertigung und Handhabung auftreten. Der IEC-ESD-Test ist ein Endgerätetest, der Geräte für ESD-Ereignisse im Feld abhärten soll. Der IEC-ESD-Standard umfasst zwei Testmethoden: eine Kontakt-Methode (wie HBM) und eine Luftspalt-Methode. Bei letzterer wird eine geladene Elektrode in die Nähe des zu testenden Anschlusses gebracht bis sich die Spannung über den Luftspalt zum Pin entlädt. Bei der Kontakt-Methode berührt die Elektrode den zu testenden Anschluss bereits vor dem Aufladen der Elektrode.

Die größten Unterschiede zwischen HBM und IEC61000 sind die Bauteilwerte im Entlade-Netzwerk (Bild 4). Der Ladungsspeicher-Kondensator bei IEC61000 ist 50% größer und der serielle Strombegrenzungswiderstand beträgt  $330 \Omega$  statt  $1,5 \text{ k}\Omega$ . Der geringere Widerstandswert erhöht den Spitzen-ESD-Strom um den Faktor fünf, was zu einem wesentlich anspruchsvolleren ESD-Test führt.



**Bild 4: Entlade-Netzwerke für Human Body Model und IEC61000-4-2**

Tabelle 1 zeigt die Unterschiede zwischen dem IEC-ESD-Modell und dem Human Body Model. Bei IEC ist jeder Parameter strenger ausgelegt. Neben dem fast 5-fach höheren Spitzenstrom, zwingt die Puls-Anstiegsgeschwindigkeit den Schutzschaltkreis, wesentlich schneller zu reagieren. Die gesamte Pulsenergie wird in weniger als der halben Zeit an den IC übertragen. IEC benötigt zudem zehn ESD-Testpulse anstelle von drei.

**Tabelle 1: Parameter-Vergleich und Klassifizierung zwischen IEC61000-4-2 und Human Body Model**

<i>PARAMETER</i>	<i>HBM</i>	<i>IEC 61000</i>	
Anzahl angelegter Pulse	1-3	10	
Speicherkondensator (C)	100 pF	150 pF	
Begrenzungswiderstand (Rs)	1,5 kΩ	330 Ω	
Max. Strom (bei 15 kV)	10 A	45 A	
Max. Anstiegszeit	10 ns	1 ns	
Pulsdauer	450 ns	180 ns	
<i>KLASSIFIZIERUNG</i>		<i>Luftspalt-Methode</i>	<i>Kontakt-Methode</i>
Level 1	±2 kV	±2 kV	±2 kV
Level 2	±4 kV	±4 kV	±4 kV
Level 3	≥ ±8 kV	±8 kV	±6 kV
Level 4	N/A	≥ ±15 kV	≥ ±8 kV

Es gibt drei Klassifizierungen für HBM und vier für IEC ESD. Der spezielle ESD-Aufbau in neueren Transceivern erfüllt die höchsten Anforderungen für beide Standards. Der Aufbau schützt den IC im inaktiven als auch im aktiven Zustand, ohne den RS-485-Standard-CMR von -7 bis +12 V zu beeinflussen. Schnittstellen-ICs, die mit ESD-Schutz nach IEC61000 ausgestattet sind, sparen Zeit und Kosten, indem sie einen Schutz auf Leiterplattebene erübrigen und die Zahl an Rückläufern aufgrund von ESD-Schäden minimieren.

## Neuere Transceiver mit großer differenzieller Ausgangsspannung (UOD)

Einige Standards (wie Profibus DP) verwenden RS-485 für die physikalische Ebene (PHY), erfordern aber eine größere Tx U<sub>OD</sub> (2,1 V), um eine bessere Ansteuerung und Störfestigkeit zu erzielen. Die mit 5 V betriebene ISL3150E-Serie von Intersil bietet eine U<sub>OD</sub> von mindestens 2,4 V, was 900 mV mehr

---

Störfestigkeit als bei Standard RS-485-ICs garantiert. Der 40 MBit/s ISL3159E bietet mindestens 2,1 V. Mit der höheren  $U_{OD}$  können diese Transceiver mehr als die zwei im RS-485-Standard vorgeschriebenen Abschlüsse ansteuern. ISL315XE-Sender können die RS-485-vorgegebene  $U_{OD}$  (1,5 V) für sechs bis acht Abschlüsse bereitstellen (dem 3- bis 4-fachen des RS-485-Standards). Damit eignen sie sich für Stern- und andere nicht-standardgemäße Netzwerke, die mehr als zwei Abschlüsse benötigen.

## Bausteine mit Überspannungsschutz (OVP; Over-Voltage Protection)

Ein weiteres Problem tritt auf, wenn Stromversorgungsleitungen im gleichen Kabelkanal verlegt werden wie die Datenleitungen. Verdrahtungsfehler, lose Verbindungen oder sogar Lötreste können einen Kontakt zwischen Stromleitung und Datenverbindung auf der Leiterplatte oder im Stecker verursachen. Da industrielle Stromversorgungen meist mehr als 20 V bereitstellen, würde ein ungeschützter Standard-RS-485-Transceiver bei einem Kontakt mit einer Datenleitung zerstört. Ein überspannungs- oder fehlergeschützter Transceiver sorgt dafür, dass RS-485-Busanschlüsse Spannungen überstehen, die wesentlich höher sind als im RS-485-Standard vorgegeben. OVP-Bausteine wie der ISL3243XE und ISL3249XE bieten Überspannungsschutz von  $\pm 40$  bis  $\pm 60$  V und einen breiten Gleichtaktbereich (CMR), der im Vergleich zum RS-485-Standard doppelt so groß ist. Ein größerer CMR nimmt die Gleichtaktspannung auf, die in langen Netzwerken oder störbehafteten Umgebungen regelmäßig auftritt. Intersils OVP-Bausteine sind mit CMR-Werten von  $\pm 15$  bis  $\pm 25$  V ausgewiesen. Ein Sender und ein Empfänger bleiben damit selbst dann noch in Betrieb und kommunizieren miteinander, wenn große Gleichtaktspannungen vorhanden sind.

Ein wesentlicher Vorteil spannungstoleranter Busanschlüsse ist das einfache Design für deren Schutznetzwerke. Wenn DC- oder Transienten-Busspannungen die Nennspannung eines Transceiver-Busanschlusses überschreiten, müssen externe Schutzbausteine wie ein Transienten-Spannungsunterdrückungs-IC (TVS; Transient Voltage Suppressor) zum Transceiver-Design hinzugefügt werden. Der asymmetrische Spannungsbereich des Standard-CMR (-7 bis +12 V) erschwert den Einsatz bidirektionaler TVS ICs. Ein  $\pm 12$ V TVS erlaubt negativen Spannungen, die -7V-Grenze des Transceivers zu überschreiten, während ein  $\pm 7$ V-TVS 40% des Standard +CMR-Werts verringert. Umgekehrt decken die symmetrischen Busanschluss-Spannungen des OVP-Transceivers den bidirektionalen TVS-Schutz ab. Durch den zusätzlichen Spielraum zwischen der TVS-Klemmspannung und der Busanschluss-Beschädigungsspannung ist der Schutz zudem robuster. Beim Schutz eines OVP-Bausteins mit einem CMR von  $\pm 25$  V sollte ein bidirektionaler TVS mit einer Distanzspannung über  $\pm 25$  V und unterhalb des OVP-Bereichs gewählt werden. Zu beachten ist, dass TVS-Bausteine als Klemme bei Spannungen fungieren, die 50% höher als ihre Distanzspannung sind. Also sollte die niedrigste TVS-Spannung gewählt werden, die den erforderlichen CMR ermöglicht. TVS-Spannungen im Bereich  $\pm 25$  bis  $\pm 40$  V bieten im Allgemeinen einen guten Schutz für  $\pm 60$ V OVP ICs.

Zusammen mit dem  $\pm 16,5$  kV HBM ESD, machen der Überspannungsschutz und der weite CMR die Bausteine zu den robustesten RS-485-Transceivern am Markt. Sie bieten sämtliche neue Funktionen, sind also FFS und stellen nur 1/4 der Einheitslast (UL) am Bus dar.

## OVP-Bausteine mit Leitungsinvertierung

In RS-485-Netzwerken mit vielen Knoten kann es vorkommen, dass Knoten oft falsch verdrahtet werden (d.h. Datenleitungen werden vertauscht). Das Testen und erneute Verdrahten von Steckern ist allerdings sehr zeitaufwändig. Eine bessere Lösung sind RS-485-Transceiver mit Leitungsinvertierung, auch Polaritätsumkehrfunktion genannt. Das einfache Umlegen eines Jumpers oder die Zustandsänderung einer GPIO-Leitung kehrt die Polarität des Transceivers um. Damit kann der falsch verdrahtete Knoten ordnungsgemäß auf dem Bus kommunizieren.

---

Bei einem herkömmlichen RS-485-Transceiver sind die Empfänger-/Sender-A/Y-Anschlüsse der nicht-invertierende Eingang; die B/Z-Anschlüsse sind die invertierenden Anschlüsse. Eine Umkehr der Verbindungen von diesen Anschlüssen zum Bus invertiert die empfangenen und gesendeten Daten, was zu einer unverständlichen Kommunikation führt.

Ein Transceiver mit einer Polaritätsumkehrfunktion arbeitet als normaler Transceiver mit Polaritätsumkehringang im inaktiven Zustand. Der Transceiver kehrt jedoch die Polarität der Busanschlüsse um, wenn der Eingang für die Polaritätswahl in den aktiven Zustand geschaltet wird. Damit werden die B/Z-Anschlüsse zu nicht-invertierenden Anschlüssen; A/Y werden die invertierenden Anschlüsse. Damit kommuniziert der Transceiver korrekt – selbst wenn seine Busverbindungen umgekehrt sind. Die ISL3248XE-5V-Serie und der 3-5V ISL32437E sowie ISL32457E bieten diese Leitungsinvertierungsfunktion.

Ein Problem bei der früheren Leitungsinvertierung war, dass die zuvor beschriebene Invertierung auch den Full-Failsafe-Ausgangsstatus umkehrt. Die Aktivierung der Leitungsinvertierung sorgt beim Empfänger für die Ausgabe einer logischen 0, wenn seine Eingänge schwebend oder kurzgeschlossen sind. Dies ist das Gegenteil, was der  $\mu\text{C}$  erwartet. Intersil löste dieses Problem durch eine patentierte Funktion, die FFS beibehält – unabhängig davon, ob der Empfänger normale oder invertierte Polarität aufweist. Die Bausteine sind damit einfach einsetzbar.

## Sehr schnelle Transceiver (> 25 MBit/s)

Echtzeit-Anwendungen wie Robotik, Antriebssteuerungen (EnDat2.2) und Datenerfassung, benötigen hohe Datenraten (> 25 MBit/s), um die Latenzzeit zu minimieren und den Datendurchsatz zu erhöhen. Sehr hohe Datenraten erfordern einen geringen Tx- und Rx-Bitversatz, um Tastgrad-Verzerrungen zu minimieren. Außerdem ist ein niedriger Bitversatz zwischen den Bausteinen erforderlich, um schnelle parallele Anwendungen (SCSI Fast-20 und Fast-40) zu ermöglichen.

Wie wichtig ein niedriger Bitversatz ist, zeigt ein Beispiel, bei dem Rx und Tx jeweils einen Bitversatz von 5 ns aufweisen: Bei der Eingabe eines 100ns-Impulses (10 MBit/s) in einen der Bausteine führt dies zu einem Ausgangsimpuls zwischen 95 und 105 ns. Findet der Versatz beider Bausteine in die gleiche Richtung statt (additiv), kann ein zwischen zwei  $\mu\text{C}$ s gesendetes Bit auf der Empfangsseite nur 90 ns lang sein. Dies sind nur 10% Verzerrung; aber wenn der gleiche Rx und Tx ein 40-MBit/s-Signal (25 ns Bitbreite) übertragen führt der gleiche Bitversatz zu einer inakzeptablen Pulsbreitenverzerrung von 40%.

Schnelle Transceiver, wie die von Intersil, weisen einen maximalen Rx- und Tx-Bitversatz von 1,5 ns und 4 ns maximalen Versatz zwischen den Bausteinen auf. Der ISL3179E (3 V) und ISL3159E (5 V) sind beide für 40 MBit/s ausgelegt, während der ISL3259E (5 V) mit Datenraten bis zu 100 MBit/s arbeitet. Alle Bausteine sind als 125 °C-Option für den industriellen Temperaturbereich erhältlich und eignen sich somit für Antriebssteuerungen. Sie werden im MSOP- und DFN-Gehäuse für platzbeschränkte Anwendungen ausgeliefert und bieten  $\pm 15$  kV ESD-Schutz nach IEC. Hinzu kommt, dass der ISL3159E und ISL3259E eine Tx  $U_{\text{OD}} > 2,1$  V bieten, was deren Einsatz in schnellen Profibus-DP-Netzwerken erlaubt.

## Fazit

Trotz der Vielzahl an RS-485/RS-422-Bausteinen am Markt vereinfacht das Verständnis gängiger Designprobleme und der Transceiver-Funktionen zur Lösung dieser Probleme die Wahl des am besten geeigneten RS-485-Transceivers für eine bestimmte Anwendung. [Über RS-485/RS-422-Transceiver von Intersil.](#)

###

---

### **Über die Renesas Electronics Corporation**

Renesas Electronics Corporation bietet zuverlässige Embedded-Design-Innovationen mit kompletten Halbleiterlösungen, die Milliarden von vernetzten, intelligenten Geräten ermöglichen, die Art und Weise zu verbessern, wie Menschen arbeiten und leben - sicher und sicher. Als weltweit führender Anbieter von Mikrocontrollern, Analog-, Power- und SoC-Produkten bietet Renesas das Know-how, die Qualität und umfassende Lösungen für eine breite Palette von Anwendungen in den Bereichen Automotive, Industrie, Heimelektronik, Büroautomatisierung und Informationskommunikation, um eine grenzenlose Zukunft zu gestalten. Erfahren Sie mehr unter [renesas.com](http://renesas.com)

+1 408-432-8888 | © Renesas Elektronik Amerika. Alle Rechte vorbehalten. Renesas (und Design) sind Marken der Renesas Electronics Corporation oder einer ihrer Tochtergesellschaften. Alle anderen genannten Marken sind Eigentum ihrer jeweiligen Inhaber.