

Schnittstellen für Industrie-PCs vereinfachen

Der Trend bei der Entwicklung von Industrie-PCs in Richtung kleinere Formfaktoren und mehr Vielseitigkeit bei der Datenkommunikation führt zu moderneren Bus-Transceivern. Neue Transceiver sind aufgrund ihrer hohen Integrationsfähigkeit, Dual-Protokoll-Fähigkeit, die RS-232- und RS-485-Standards unterstützt, sowie zahlreichen Konfigurationsmerkmalen gegenüber herkömmlichen Designs bevorzugt.

Der folgende Beitrag beschreibt die am häufigsten verwendeten Schnittstellenstandards RS-232 und RS-485, deren Funktion und die Eigenschaften eines Dual-Protokoll-Transceivers. Zudem sind Anwendungsbeispiele mit mehreren Protokollen aufgeführt, u.a. für Industrie-PCs.

Der RS-232-Standard

RS-232 ist eine Single-Ended (referenzbezogene) Vollduplex-Schnittstelle, die für eine reine Punkt-zu-Punkt-Kommunikation ausgelegt ist. Ein Treiber stellt eine Verbindung zu einem Empfänger her, und umgekehrt wird ein Empfänger mit einem Treiber verbunden. Die Schnittstelle erfordert eine Masseleitung zwischen Treiber- und Empfänger-masse, um eine gemeinsame Referenz für Sende- und Empfangssignale bereitzustellen (Bild 1).

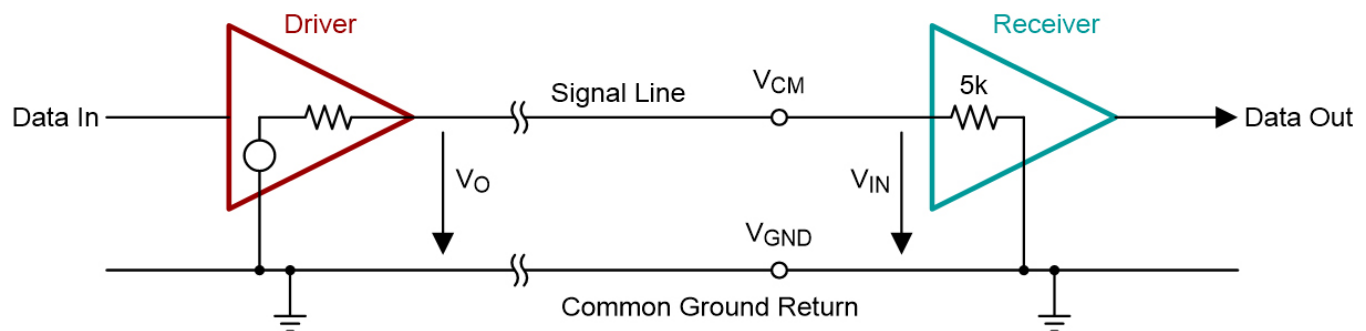


Bild 1: Single-Ended Punkt-zu-Punkt-Datenverbindung

Bei RS-232 wird versucht, durch hohe Signalamplituden Störsicherheit zu erzielen. Der Standard verwendet umgekehrte Logik und spezifiziert eine logische Null als Busspannung von +3 bis +15 V und eine logische Eins von -3 bis -15 V (Bild 2). Der Bereich von +3 bis -3 V ist unbestimmt.

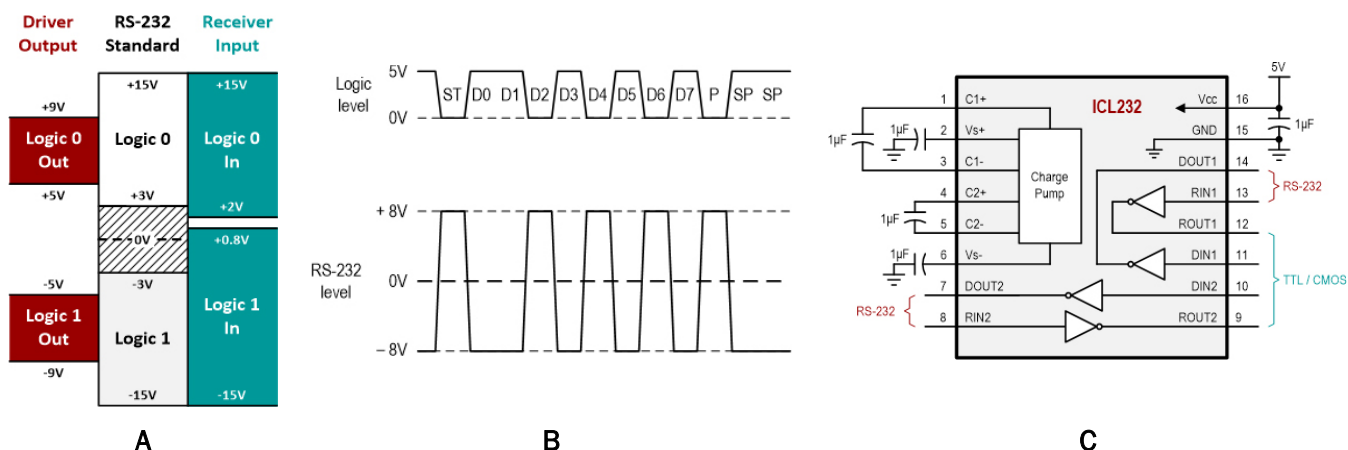


Bild 2: RS-232-Signalpegel (A), deren Umwandlung von Logik in Bussignale (B) und ein RS-232-Transceiver mit integrierter Ladungspumpe (C)

Die meisten der heutigen RS-232-Designs verwenden einen oder zwei Datenkanäle, wobei jeder Kanal aus einem Sende- und Empfangssignalpaar besteht. Transceiver, die zwei Kanäle bereitstellen, können einen Kanal für die Datenübertragung und den anderen für die Handshake-Steuerung nutzen. Einkanalige Bausteine müssen auf Software-Ablaufsteuerung zurückgreifen.

Der RS-232-Standard spezifiziert eine maximale Signalrate von bis zu 19,8 KBit/s und eine maximale Anstiegsgeschwindigkeit (Slew Rate) von 30 V/ μ s. Durch Verringerung der Busspannungsamplituden können moderne Transceiver jedoch Datenraten von bis zu 1 MBit/s unterstützen, ohne die Slew-Rate-Spezifikation zu verletzen. Obwohl keine Festlegung getroffen wurde, ist die maximale Kabellänge auf ca. 30 m begrenzt.

Der RS-485-Standard

RS-485 wurde in den frühen 1980er Jahren entwickelt und ist ein erheblich verbesserter Standard für eine robuste Datenübertragung in störbehafteten Umgebungen über weite Entfernungen. Der Standard verwendet differenzielle Signalgebung über ein Signalpaar mit den zwei Leitern A und B. Er spezifiziert einen differenziellen Busspannungshub zwischen den beiden Leitern von mindestens 1,5 V, wenn eine differenzielle Last mit 54 Ω anliegt.

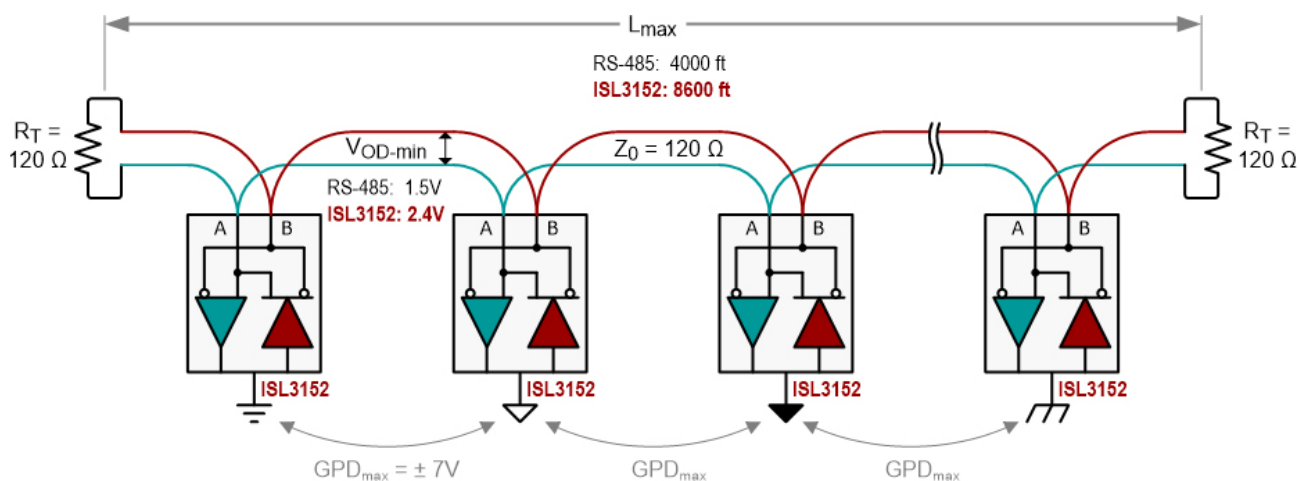


Bild 3: RS-485-Netzwerk mit Daisy-Chained (verketteten) Busknoten und abgeschlossenen Kabelenden

RS-485 unterstützt die Vernetzung von bis zu 32 Einheitslasten über eine Multipunkt-Bustopologie. Die Busknoten sind über verdrehte Doppelkabel (Twisted-Pair) miteinander verkettet (Bild 3). Die empfohlene Kabel-Impedanz von 120 Ω erfordert Abschlusswiderstände an beiden Kabelenden, deren Werte mit der Kabelimpedanz übereinstimmen müssen.

Da die Empfängereingänge intern mit Masse verbunden sind, ist keine separate Masseverbindung zwischen Treibern und Empfängern erforderlich – solange die Eingangsspannungen des Empfängers den vorgegebenen Gleichtaktspannungsbereich von -7 bis +12 V nicht überschreiten.

RS-485 unterstützt Leitungslängen bis zu 1200 m und Datenraten bis zu 10 MBit/s – aber nicht gleichzeitig. Die maximal zulässige Leitungslänge für eine bestimmte Datenrate folgt einer konservativen *Leitungslängen-contra-Datenraten-Kennlinie*, die in Bild 4 dargestellt ist.

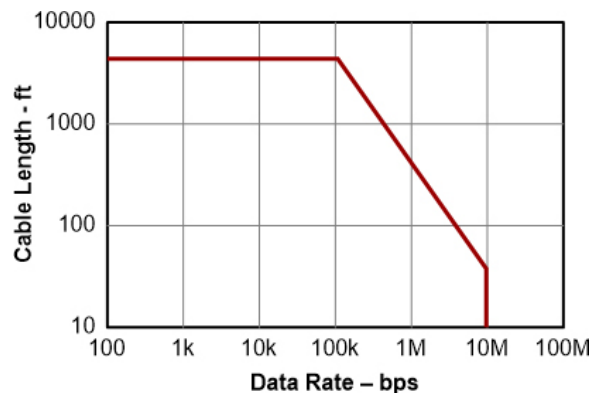


Bild 4: RS-485-Kabellänge im Vergleich zur Datenrate

RS-485 unterstützt Mehrpunkt-Topologien, bei denen jeder Busknoten Daten senden oder empfangen kann. Es gibt zwei Arten von Mehrpunkt-Bussen: Halbduplex und Vollduplex (Bild 5). Ein Halbduplex-Bus verwendet zwei Leitungen, wobei ein Knoten Daten übertragen kann, während ein anderer Knoten Daten empfängt. Bei einem Vollduplex-Bus werden zwei Signalkaue (vier Leitungen) verwendet. Ein Paar verbindet den Treiber des Master-Knotens mit den Empfängern mehrerer Slave-Knoten und das andere Paar verbindet die Treiber der Slave-Knoten mit dem Empfänger des Master-Knotens. Diese Topologie erlaubt dem Master, entweder Daten an alle Slaves zu senden oder einen bestimmten Slave-Knoten anzusprechen, während gleichzeitig Daten von den Slave-Knoten (jeweils von einem Slave) empfangen werden. Ein Vollduplex-Bus erhöht den Datendurchsatz, ist aber aufgrund des höheren Verdrahtungsaufwandes wesentlich teurer als ein Halbduplex-Bus.

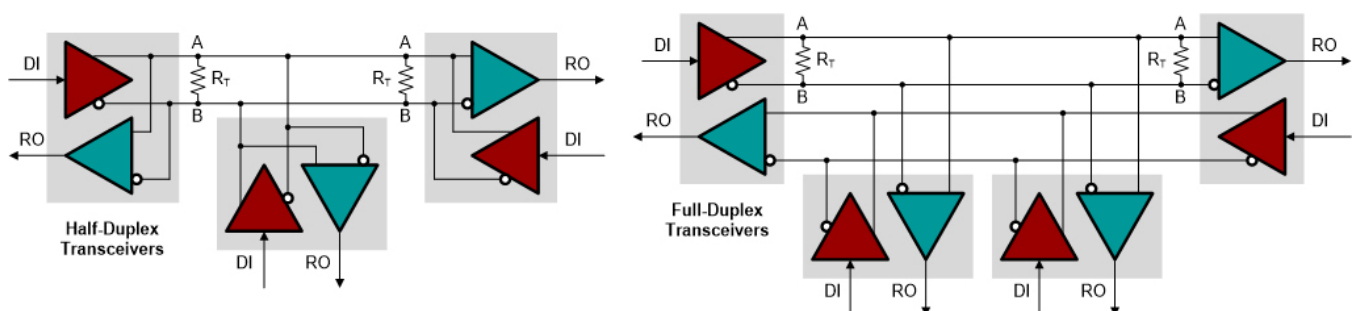


Bild 5: Halbduplex- und Vollduplex-Multipunkt-Bus-Topologien bei der RS-485-Übertragung

Dual-Protokoll-Transceiver

Moderne Transceiver sind in der Lage, die Designs neuer Industrie-PCs und RS-232-zu-RS-485/422-Schnittstellenwandler zu unterstützen. Letztere sind für bestehende RS-232-Geräte wie ältere PCs, Instrumentierung und Maschinen erforderlich, bei denen die Schnittstellen entweder an ein einziges Netzwerk angeschlossen oder über lange Distanzen erweitert werden müssen.

Bild 6 zeigt das Blockschaltbild eines Dual-Protokoll-Transceivers mit zwei RS-232-Sende- und Empfangskanälen und einem Vollduplex-RS-485-Transceiver. Zu beachten ist die Durchfluss-Anschlussbelegung des Transceivers mit Bus-Anschlüssen auf einer Seite und Logik-Anschlüssen auf der anderen Seite. Dies ermöglicht ein einfaches Routing von Signalleitungen an den lokalen Controller und stellt einen großen Vorteil gegenüber herkömmlichen Transceivern dar (Bild 3), deren Anschlüsse das Überkreuzen von Signalleitungen vom Bus zum Controller und umgekehrt erfordern.

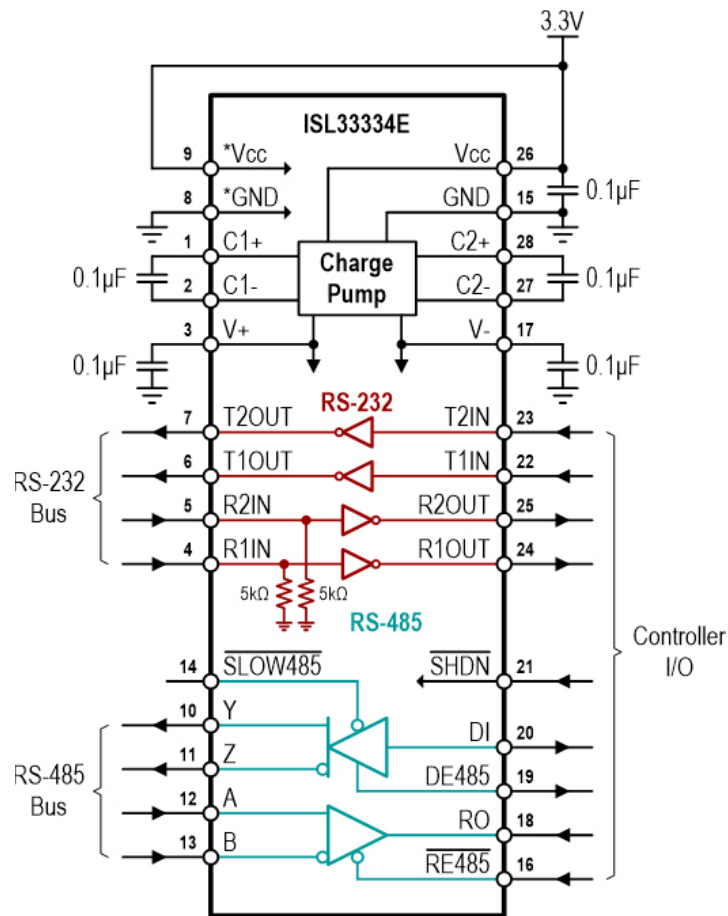


Bild 6: Dual-Protokoll-Transceiver mit einem RS-485- und zwei RS-232-Transceivern

Beim unabhängigen Betrieb der Bussysteme kann jeder RS-232-Port Datenraten von bis zu 400 KBit/s unterstützen, ohne das vorgegebene Slew-Rate-Maximum zu überschreiten.

Der RS-485-Abschnitt ermöglicht die Auswahl eines 20-MBit/s-Hochgeschwindigkeitsmodus und eines begrenzten 115-KBit/s-Slew-Rate-Modus über den /SLOW485-Anschluss. Im Highspeed-Modus ist die Treiberausgangsleistung nicht Slew-Rate-begrenzt. Dieser Modus sollte nur für Entfernungen angewendet werden, die kürzer als 30 m sind. Der Hochgeschwindigkeitsmodus erfordert zudem Abschlusswiderstände

an beiden Kabelenden, wobei die Widerstandswerte der charakteristischen Kabelimpedanz von entweder 120 Ω für RS-485-Kabel oder 100 Ω für CAT-5-Kabel entsprechen müssen.

Moderne Transceiver müssen in der Lage sein, bei niedriger Versorgungsspannung effizient zu arbeiten. Dies geschieht durch eine optimierte Ladungspumpe. Die Ladungspumpe in Bild 6 erzeugt die bipolaren Stromversorgungen (V+, V-) für die RS-232-Treiber, wofür vier kleine Kondensatoren mit 0,1 μF erforderlich sind. Zwei Kondensatoren werden für die tatsächliche Ladungspumpenfunktion verwendet, die die anfänglichen 3,3 V bei U_{CC} in +5 V für V+ und -5,3 V für V- umwandeln. Die beiden anderen Kondensatoren werden zum Puffern von V+ und V- verwendet, um während des Schaltvorgangs einen ausreichenden Versorgungsstrom für den RS-232-Treiber zu gewährleisten.

Während der gesamte Transceiver-Versorgungsstrom weniger als 4 mA beträgt, können weitere Stromeinsparungen erzielt werden, indem der Chip in einen Abschaltmodus versetzt wird. Dazu wird der /SHDN-Anschluss auf Low gebracht. In diesem Shut-Down-Modus stoppt der Betrieb der Ladungspumpe und der Reststrom besteht nur aus den in die Logikeingänge fließenden Leckströmen. Somit hängt der Gesamtleckstrom von der Bausteinkonfiguration ab und reicht bis 40 μA hinab.

Wird der Baustein wieder eingeschaltet (/SHDN auf High), benötigt die Ladungspumpe bis zu 25 μs , um sich zu stabilisieren. Während dieser Zeit ist keine RS-232-Kommunikation möglich. Da die Ladungspumpe den RS-485-Transceiver nicht versorgt, beginnt die RS-485-Kommunikation 2 μs nachdem /SHDN auf High gebracht wurde. Diese Zeitspanne ist wesentlich kürzer als bei herkömmlichen Transceivern, die die Ladungspumpe für alle Betriebsarten benötigen.

Multiprotokoll-Anwendungen

Die Integration eines RS-485-Transceivers und zweier RS-232-Transceiver in einen IC macht die Schnittstellengestaltung eines Industrie-PCs äußerst vielseitig, da der lokale Controller entweder die verschiedenen Bussysteme unabhängig ansteuert oder als Schnittstellenwandler arbeitet (Bild 7). Im Betrieb als RS-232-zu-RS-485-Wandler können die RS-232-Signale von Kanal 1 oder Kanal 2 oder beide in Logikpegel umgesetzt und dann über den RS-485-Bus übertragen werden. Mittels Adresscodierung können die Controller auf beiden Seiten der RS-485-Verbindung zwischen zwei RS-232-Datenströmen unterscheiden.

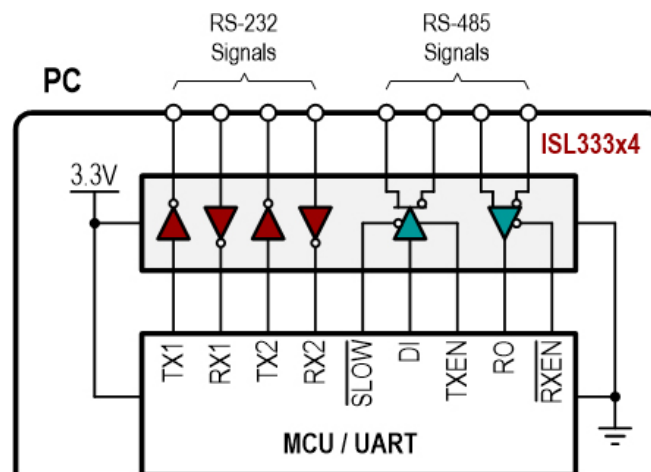


Bild 7: Vernetzung mehrerer RS-232-Geräte über RS-232-zu-RS-485-Wandler

Um die Verbindung zwischen zwei RS-232-Schnittstellen über eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung über lange Strecken zu verlängern, ist der Dual-Protokoll-Transceiver als eigenständiger RS-232-zu-RS-485-Wandler

konfiguriert. Zwei Wandler werden benötigt – einer an jedem Kabelende, um RS-485-Bussignale in RS-232-Daten umzuwandeln und umgekehrt. Die Konfiguration ist einfach, da die Enable-Eingänge für Treiber und Empfänger mit ihren jeweiligen Spannungsschienen fest verdrahtet werden können, um den Transceiver dauerhaft im aktiven Betriebszustand zu halten (Bild 8A).

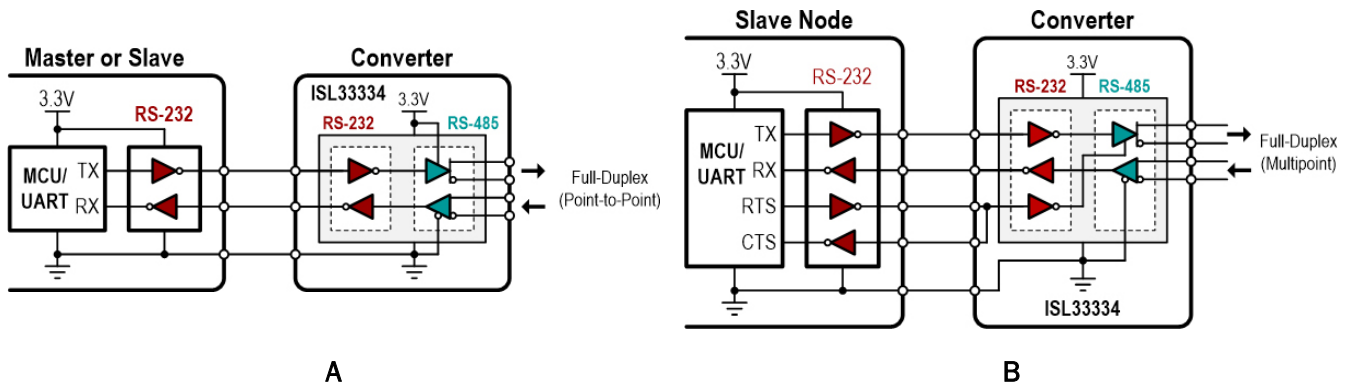


Bild 8: Vernetzung mehrerer RS-232-Geräte über RS-232-zu-RS-485-Wandler

Die Vernetzung mehrerer RS-232-Geräte über einen Vollduplex-RS-485-Bus erfordert eine geringfügige Konfigurationsänderung der Wandler im Slave-Knoten. Der Treiber und der Empfänger im Master-Knoten (PC) können immer aktiv bleiben, genauso wie die Empfänger in den Slave-Knoten. Die Treiber in den Slave-Knoten müssen jedoch präzise angesteuert werden, um zu verhindern, dass zwei oder mehr Slaves gleichzeitig auf den Bus zugreifen. Dabei wird der Treiber des zweiten RS-232-Kanals zum Aktivieren (Enable) und Deaktivieren (Disable) des RS-485-Treibers mit dem RTS-Ablaufsteuerungssignal verwendet (Bild 8B). Zu beachten ist, dass innerhalb des Wandlers das RTS-Signal auf den CTS-Eingang des Reglers zurückgekoppelt werden muss. Dies wird als Nullmodem-Konfiguration bezeichnet.

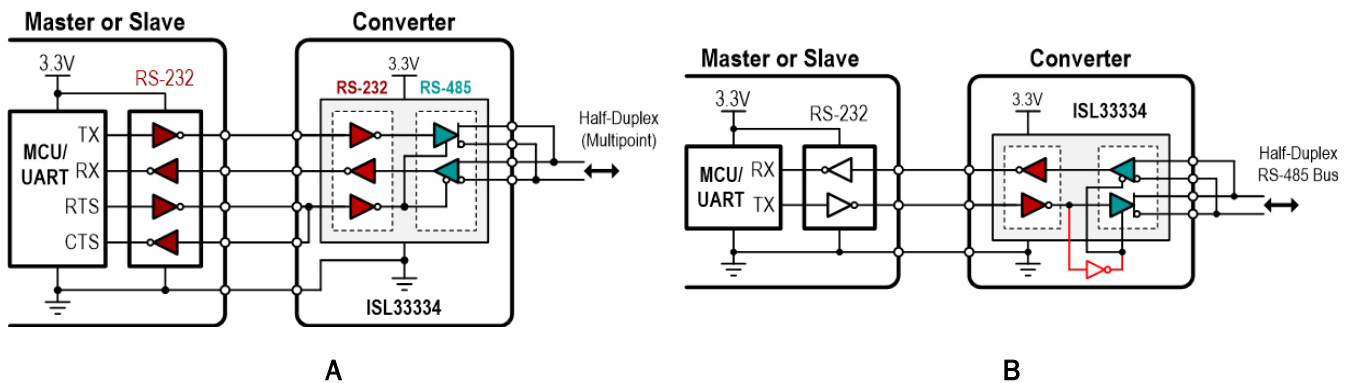


Bild 9: Vernetzung mehrerer RS-232-Geräte über RS-232-zu-RS-485-Wandler

Die Vernetzung mehrerer RS-232-Geräte über einen Halbduplex-RS-485-Bus erfordert die in Bild 9A gezeigte Konfiguration. Hier steuert das RTS-Signal die Enable-Funktionen des Treibers und Empfängers. Diese Konfiguration ist in allen Knoten (Master und Slaves) erforderlich, da ein Halbduplex-Bus nur Daten in einer Richtung zu einem Zeitpunkt übergeben kann.

Bei einigen Geräten können die RTS- und CTS-Steuersignale bis zu 10 ms asynchron zu den übertragenden Daten sein. In diesem Fall empfiehlt es sich, die Enable-Signale datengesteuert auszulegen. Dazu wird ein Inverter zwischen dem Treibereingang (DI) und den Enable-Anschlüssen (DE485 und /RE485) hinzugefügt.

Der Transceiver geht somit in den Sendemodus, wenn DI = Low ist und in den Empfangsmodus wenn DI = High ist. Im Empfangsbetrieb sind die Treiberausgänge hochohmig und die niederohmigen Abschlusswiderstände senken die Busspannung auf 0 V. Da der RS-485-Empfänger ein vollständig ausfallsicherer Baustein ist, zeigen alle Dual-Protokoll-Transceiver auf dem Bus eine Null-Busspannung als logische Eins (High) am Empfängerenausgang RO an. Somit wird ein Umschalten eines Treiberausgangs zwischen Aktiv-Low und hoher Impedanz weiterhin einen Übergang von Low auf High an einem anderen Empfängerenausgang erzeugen.

Fazit

Moderne Dual-Protokoll-Transceiver vereinfachen das Schnittstellendesign in industriellen Anwendungen aufgrund ihres hohen Integrationsgrades, der Unterstützung von RS-232- und RS-485-Protokollen, programmierbaren Datenraten und stromsparenden Konfigurationen. Um Entwickler beim Aufbau industrieller Netzwerke zu unterstützen, bietet Intersil ein breites Spektrum an Festfunktions- und programmierbaren, ein- und zweikanaligen Multiprotokoll-Transceivern.

Referenzen

- [Dual-Protokoll-Transceiver von Renesas](#)
- [ISL33334E-Datenblatt](#)

#

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

+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.