

Izolowanie łącza komunikacyjnego RS485

Układy μ Module[®] firmy Linear Technology

Systemy komunikacji w standardzie RS485 można spotkać w wielu aplikacjach: od przemysłowego sterowania procesami po przydrożne tablice informacyjne. Jeśli w ich otoczeniu pojawiają się wyższe napięcia, stosuje się elektryczne izolowanie magistrali komunikacyjnej i logicznych elementów sterujących w celu zapewnienia bezpieczeństwa człowiekowi i sprzętowi.

Często zapomina się o ważnej korzyści płynącej z izolowania, jaką jest zwiększenie wydajności systemu, oprócz oczywistego zabezpieczenia go od niebezpiecznych poziomów napięć. Korzyści te pojawiają się w postaci nieprzerwanej, wolnej od błędów transmisji danych w otoczeniu o niestabilnym poziomie napięcia odniesienia oraz innych źródeł zakłóceń, które uniemożliwiają pracę systemom nieizolowanym.

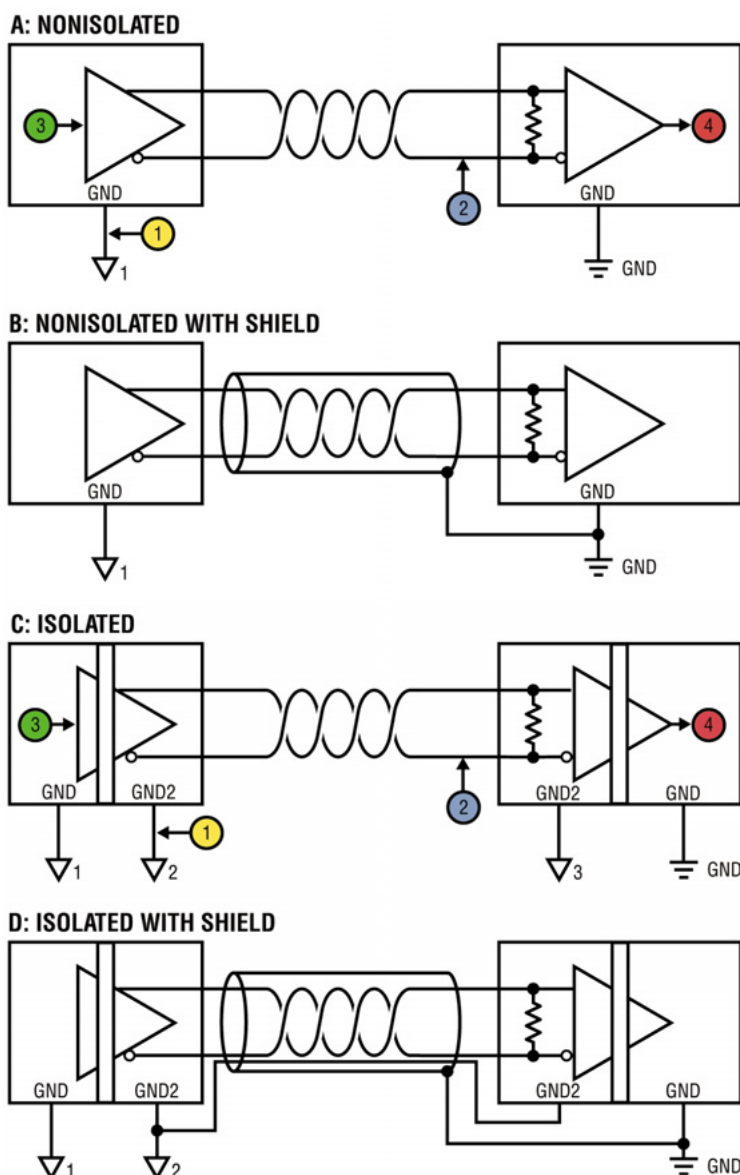
Wielu producentów oferuje izolowane transceivery RS485. Większość rozwiązań zapewnia izolację transmisji danych, ale nie zapewnia izolowanego zasilania interfejsu szyny komunikacyjnej. Użytkownik musi wówczas zbudować izolowaną przetwornicę DC/DC z elementów dyskretnych. Całkowity koszt rozwiązania, jego wielkość, stopień skomplikowania i zapotrzebowanie energetyczne mogą więc odstraszać od zastosowania izolacji w systemach, w których mogłyby przynieść prawdziwe, widoczne korzyści.

Technologia μ Module[®] firmy Linear Technology zapewnia kompleksowe rozwiązanie izolacji zarówno danych, jak i zasilania, wykonanych w postaci niewielkich układów w obudowach LGA i BGA. Moduł LTM2881 zawiera izolowany transceiver RS485 oraz izolowaną przetwornicę DC/DC zdolną wygenerować moc 1 W do zasilania obwodów interfejsu szyny oraz obwodów pomocniczych. Mikromoduł nie wymaga żadnych komponentów zewnętrznych – zintegrowane są nawet kondensatory filtrujące zasilanie oraz załączany elektrycznie rezystor terminujący.

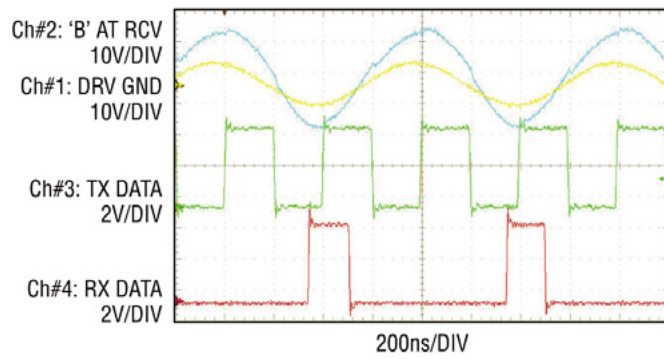
Uziemienie i zniekształcenia napięciowego sygnału współbieżnego

Standard RS485 został opracowany i znormalizowany w celu umożliwienia komunikacji pomiędzy transceiverami przy zmiennym potencjale uziemienia w granicach ± 7 V. Sygnały szyny danych mogą przyjmować wartości od -7 V do $+12$ V w odniesieniu do lokalnego „uziemienia” dowolnego węzła. Różnice potencjału uziemienia wynikają z licznych powodów, m.in. ze zmian rzeczywistego potencjału „ziemi” lub spadków napięcia na szynach powrotnych uziemienia, współdzielonych z innymi obwodami pod obciążeniem.

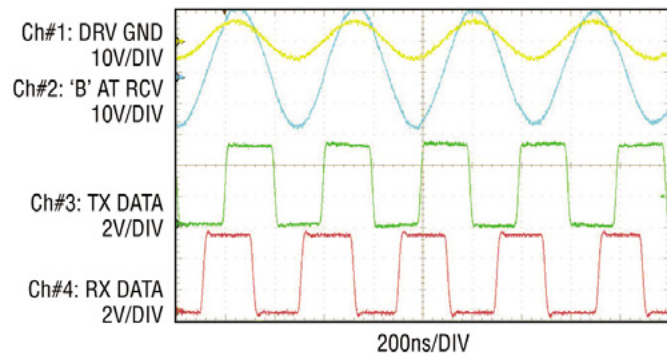
W szczególnych stanach przejściowych można zaobserwować przesunięcie potencjału



Rys. 1. Różne konfiguracje izolacji i ekranowania linii transmisyjnej



Rys. 2. Oscylogramy z nieizolowanej linii transmisyjnej



Rys. 3. Oscylogramy obrazujące przebieg komunikacji na linii transmisyjnej, w której użyto modułów LTM2881

uziemiaenia daleko poza zakres ± 7 V. W takim przypadku będziemy świadkami błędów w odbieranych danych, albo – co gorsza – zniszczenia transceiverów i obwodów z nimi powiązanych. Właściwe zastosowanie transceiwera izolowanego, takiego jak LTM2881 rozszerza zakres wykorzystywanego napięcia wspólnego (tj. napięcia szyny różnicowej w odniesieniu do potencjału uziemienia) do wartości ± 560 V w trybie ciągłym i ± 3500 V_{DC} czasowo przez 60 sekund. Ten rodzaj izolacji zapewnia zabezpieczenie oraz nieprzerwaną transmisję nawet jeśli istnieją różne źródła zakłóceń, takie jak niebezpośrednie wyładowania atmosferyczne czy różne potencjały uziemienia w systemach łączących wiele budynków.

Jedną z przyczyn powtarzających się zakłóceń sygnału i poziomu uziemienia może być umieszczenie kabli zasilających prądem przemiennym w pobliżu szyny transmisyjnej RS485. Oznacza to, że komputery, drukarki, oświetlenie lampami wyładowczymi, napędy silników oraz inne obciążenia nieliniowe mają wpływ na „czystość” zasilania w postaci wprowadzania wyższych harmonicznych do żyły neutralnej, żyły uziemienia czy bezpośrednio do linii transmisyjnej, powodując błędy. Stosując rozwiązania izolowane łagodzimy lub eliminujemy skutki tych błędów w transmisji.

Nadany, ale nieodebrany

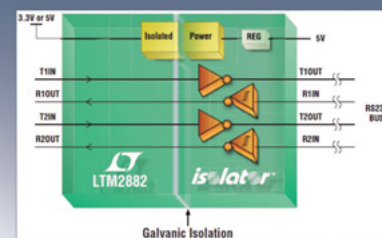
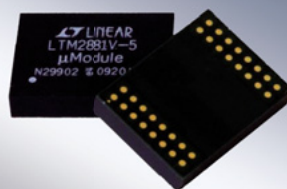
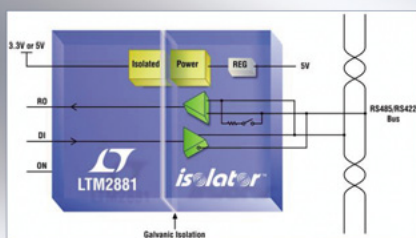
Konfiguracje okablowania RS485 dla systemu nieizolowanego oraz izolowanego pokazano na

rysunku 1. Dla uproszczenia wzięto pod uwagę połączenia jednokierunkowe punkt-punkt, ale koncepcję tę można łatwo rozciągnąć na sieci wielowęzłowe. Rysunek 1a przedstawia nieizolowane, nieekranowane połączenie skrętką, z zastosowaniem komponentów kategorii 5e. Na rysunku 2 widać przebiegi sygnałów zdjętych oscyloskopem w różnych punktach tej sieci transmisyjnej na długości 30 m kabla przy wprowadzeniu różnicy poziomu uziemienia pomiędzy układem sterującym a odbiornikiem. Kolory przebiegów odwzorowują miejsca umieszczenia sondy oscyloskopu, pokazane na rys. 1. Wszystkie sygnały mierzone w odniesieniu do uziemienia na wyjściu odbiornika.

Kanał 3 (zielony) przedstawia sygnał danych w nadawczym układzie sterującym, podczas gdy

REKLAMA

Linear Technology przedstawia izolowane mikromoduły interfejsów RS485 oraz RS232 ze zintegrowanym zasilaniem



μModule® LTM2881: zintegrowany transceiver RS485 z zasilaniem 1 W i barierą izolacji 2500 V_{RMS}. Nie wymaga komponentów zewnętrznych

- Transmisja 20 Mbps lub 250 kbps przy niskiej EMI
- Zintegrowana przetwornica DC/DC 1 W
- Wysoka odporność ESD: ± 15 kV HBM
- Napięcie zasilania 3,3 V lub 5 V
- Niewielkie wymiary zewnętrzne: 11,25 mm × 15 mm × 2,8 mm (LGA lub BGA)



μModule® LTM2882: zintegrowany transceiver RS232 z zasilaniem 1 W i barierą izolacji 2500 V_{RMS}. Nie wymaga komponentów zewnętrznych

- Transmisja 1 Mbps dla obciążenia 250 pF/3 kΩ, 250 kbps dla 1 nF/3 kΩ oraz 100 kbps dla 2,5 nF/3 kΩ
- Zintegrowana przetwornica DC/DC 1 W
- Napięcie zasilania 3,3 V lub 5 V
- Niewielkie wymiary zewnętrzne: 15 mm × 11,25 mm × 2,8 mm (LGA) lub 3,7 mm (BGA)

Skontaktuj się z firmą Arrow Electronics Poland, autoryzowanym dystrybutorem produktów Linear Technology i zamów płytę demonstracyjną z mikromodułem LTM2881 lub LTM2882



PODZESPOŁY

kanal 4 (czerwony) reprezentuje wyjściowy sygnał danych z odbiornika, który powinien odwzorowywać dane wejściowe z odpowiednim opóźnieniem wynikającym z propagacji sygnału w linii transmisyjnej.

Przebieg żółty ilustruje sinusoidę napięcia wprowadzonego pomiędzy poziomy uziemień, o amplitudzie 7 V (14 V_{pp}). Kanał 2 (niebieski) przedstawia sygnał „B” na ujemnym wejściu odbiornika po przebyciu przezeń odległości równej długości kabla: 30 m. Dane cyfrowe na wejściu odbiornika są niemal niezauważalne w odniesieniu do silnego sygnału współbieżnego, na który zostały nałożone.

Rys. 2 przedstawia wystąpienie oczywistych błędów. Istnieją dwa powody utraty danych, oba mają swoje źródło w ograniczonych możliwościach eliminacji składowej współbieżnej po stronie odbiornika. Pierwszy z nich to zawartość wysokich częstotliwości w sygnale współbieżnym, w tym przypadku ok. 1,2 MHz, przekraczająca użyteczną częstotliwość eliminacji składowej współbieżnej w większości odbiorników RS485. Drugim jest amplituda sygnału współbieżnego, która znacznie przewyższa przedział od -7 V do +12 V. W takim przypadku amplituda sygnału na końcu 30-metrowej linii transmisyjnej sięga ±20 V, jeżeli nawet sygnał wprowadzony na początku linii nie przekraczał ±7 V! Maksymalna wartość tej amplitudy uwidacznia się przy częstotliwości rezonansowej okablowania. Zauważmy, że nie odnosi się to do różnicowej charakterystyki linii transmisyjnej, tylko do impedancji współbieżnej. Częstotliwość rezonansowa okablowania

przebiegi sygnałów zdjęte w tych samych miejscach systemu, co poprzednio. W tej konfiguracji składowa współbieżna aplikowana na wejściu odbiornika nie przedostaje się przez barierę izolacji, a poziom izolowanego uziemienia odbiornika podąża za składową współbieżną wejścia odbiornika. W rezultacie odbiornik nie „widzi” tego jako zmianę składowej współbieżnej, co umożliwia mu prawidłowy odbiór sygnału różnicowego.

Warto zauważyć, że częstotliwość sygnału współbieżnego została zwiększona do 2 MHz, co warunkuje wyższą amplitudę sygnału na końcu linii transmisyjnej (przebieg niebieski) aż do wartości 40 V_{pp}. Amplituda ta jest znacząco wyższa niż pozwala na to standard RS485 i uniemożliwia pracę nieizolowanych transceiverów RS485.

Udoskonalenie okablowania

Wybór lepszego okablowania ekranowanego, ze wspólnym przewodem sprowadzającym potencjały uziemienia wszystkich węzłów do tego samego poziomu, jest jednym ze sposobów zwiększenia bezpieczeństwa i wydajności transmisji.

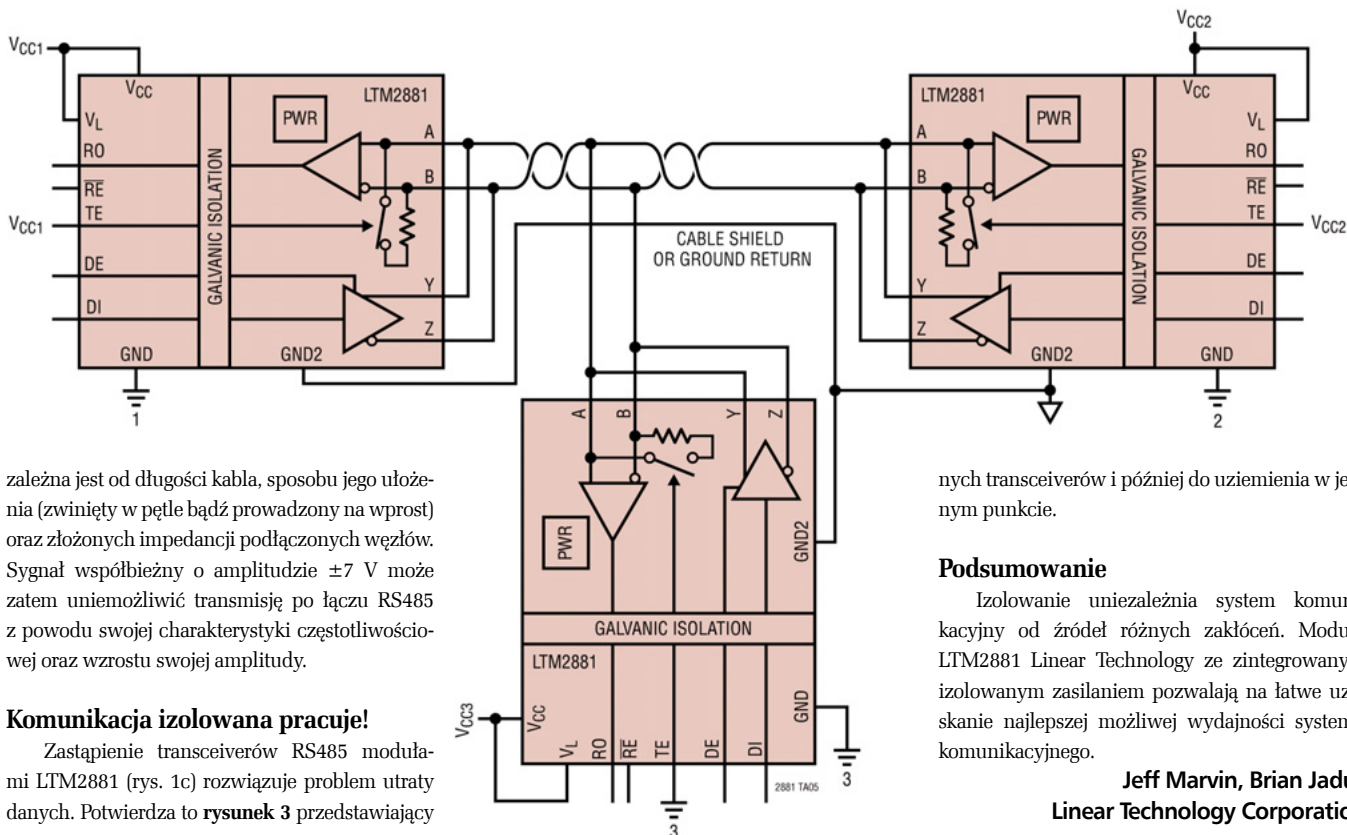
Rys. 1b przedstawia nieizolowane łącze transmisyjne z użyciem ekranowanego kabla skrętki, np. Belden 9841. W celu uniknięcia pętli zwarcowej wynikającej z możliwej różnicy potencjałów pomiędzy uziemieniem po obu stronach łącza należy dołączyć ekran po jednej jego stronie – najlepiej od strony odbiornika dla podniesienia wydajności łącza. W systemach wielowęzłowych węzłem głównym jest zwykle ten z podłączonym ekranem łącza. Rolą ekranu jest przeniesienie energii zakłóceń do uziemienia bez obniżania róż-

nicy potencjałów uziemienia pomiędzy poszczególnymi węzłami.

Najlepszym rozwiązaniem kablowym dla transceiverów izolowanych jest przedstawione na rys. 1d. Wszystkie izolowane uziemienia każdego z węzłów są połączone razem tym samym przewodem, który z kolei jest podłączony do nieizolowanego uziemienia po jednej stronie, by ustanowić poziom napięcia odniesienia w stosunku do innych pływających poziomów napięć w systemie. Takie podejście zabezpiecza szynę danych przed nadmiernymi napięciami poza zakresem bariery izolacji.

Przy takiej konfiguracji uzyskuje się najlepszą wydajność odbiornika RS485, ponieważ potencjał izolowanego uziemienia odbiornika podąża za składową współbieżną sygnału wejściowego i jest eliminowany przez barierę izolacji. Odbiornik nie jest obciążony kasowaniem stanów przejściowych składowej współbieżnej, pozbycie się ich następuje na barierze izolacji, gdzie moduł LTM2881 przekształca dane w różnicowe impulsy cyfrowe. Ta metoda komunikacji jest odporna na szczególnie duże zmiany składowej współbieżnej, nawet 30 kV/μs bez utraty danych ani dodatkowego rozsynchronizowania układu.

Rys. 1d przedstawia również ekran podłączony po jednej stronie do uziemienia, by pozbyć się zakłóceń z zewnątrz. Nie wszystkie systemy będą jednak wyposażone w ekran i oddzielne połączenia pomiędzy uziemieniami poszczególnych węzłów. W takim przypadku najlepiej podłączyć ekran do wspólnego punktu wszystkich izolowa-



zależna jest od długości kabla, sposobu jego ułożenia (zwinęty w pętle bądź prowadzony na wprost) oraz złożonych impedancji podłączonych węzłów. Sygnał współbieżny o amplitudzie ±7 V może zatem uniemożliwić transmisję po łączy RS485 z powodu swojej charakterystyki częstotliwościowej oraz wzrostu swojej amplitudy.

Komunikacja izolowana pracuje!

Zastąpienie transceiverów RS485 modułami LTM2881 (rys. 1c) rozwiązuje problem utraty danych. Potwierdza to **rysunek 3** przedstawiający

nych transceiverów i później do uziemienia w jednym punkcie.

Podsumowanie

Izolowanie uniezależnia system komunikacyjny od źródeł różnych zakłóceń. Moduły LTM2881 Linear Technology ze zintegrowanym izolowanym zasilaniem pozwalają na łatwe uzyskanie najlepszej możliwej wydajności systemu komunikacyjnego.

Jeff Marvin, Brian Jadus
Linear Technology Corporation

Rys. 4. Typowe połączenie modułów LTM2881 w konfiguracji half-duplex, z połączeniem ich uziemień (GND2) dla uzyskania optymalnej wydajności systemu.