日本語参考資料
最新版英語データシートはこちら

故障保護が最大 ±42 V レベル 4 EMC 保護機能付き RS-485 トランシーバ

データシート

ADM3095E

特長

RS-485 A/B バス・ピンでのレベル 4 EMC 保護を保証
- IEC 61000-4-5 サージ保護（±4 kV）
- IEC 61000-4-4 EFT 保護（±2 kV）
- IEC 61000-4-2 ESD 保護
  - 接触放電: ±8 kV
  - エア・ギャップ放電: ±15 kV

IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性（10 V/m rms）認定済み
RS-485 A/B バス・ピンの HBM ESD: >±30 kV
RS-485 バス・ピンでの ±42 V AC/DC の ピーク故障保護機能
全電源電圧範囲で TIA/EIA RS-485 に準拠
- V_{CC} の動作電圧範囲: 3.0 V ～ 5.5 V
- V_{IO} ロジック電源: 1.62 V ～ 5.5 V

コモンモード入力範囲: -25 V ～ +25 V
最大データ・レート: 2.5 Mbps
半二重
4.5 V V_{CC} での PROFIBUS に準拠
レシーバ入力の短絡、オープン・サーキット、フローティング状態に対するフェイルセーフ機能
256 個のバス・ノードに対応（レシーバの入力インピーダンスは 96 kΩ）
温度範囲: -40 ℃ ～ +125 ℃
グリッチ・フリーのパワーアップ／パワーダウン（ホット・スワップ）
16 ピン・ナロー・ボディ SOIC パッケージ

アプリケーション

暖房、換気、空調（HVAC）ネットワーク
工業用フィールド・バス
ビルディング・オートメーション
ユーティリティ・ネットワーク

概要

ADM3095E は 3.0 V ～ 5.5 V で動作する 2.5 Mbps の RS-485 トランシーバで、RS-485 バス・ピンでの最大 ±42 V AC/DC のピーク・バス過電圧故障保護機能を備えています。このデバイスは、電源に直接短絡するなどの過電圧故障や、24 V AC 電源を誤って RS-485 A/B バス・ピンに接続するなどの過電圧故障に耐えるように設計されています。ADM3095E は RS-485 トランシーバで、IEC 61000-4-5 レベル 4 サージ保護機能を内蔵しており、RS-485 バス・ピンで最大 ±4 kV の保護が可能です。このデバイスは、バス・ピンで最大 ±2 kV の IEC 61000-4-4 レベル 4 電気的高速トランジエント（EFT）の保護と、IEC 61000-4-2 レベル 4 静電気放電（ESD）の保護を備えており、トランシーバのインターフェース・ピンでラッチアップや損傷なしに最大 ±15 kV に耐えることができます。

このデバイスは ±25 V の拡張コモンモード入力電圧範囲を備えており、グラウンド・ループ電圧が生じる可能性がある長いケーブル長のノイズの多い環境でのデータ通信の信頼性を改善します。拡張コモンモード入力電圧範囲、過電圧故障保護、サージ保護、EFT 保護、および ESD 保護の組み合せにより、電磁適合性（EMC）保護機能をすべて内蔵した RS-485 トランシーバ ADM3095E を実現しています。

ADM3095E は柔軟なデジタル・インターフェースのためのロジック電源ピン（V_{IO}）も備えており、最小 1.62 V の電圧で動作します。ADM3095E は、4.5 V 以上の電源電圧で最小 2.1 V の高いドライバ差動出力電圧（V_{OD}）の PROFIBUS® に準拠しています。このデバイスは拡張動作温度範囲で十分に特性評価されており（−40 ℃～ +125 ℃のオプションがあります）、16 ピン・ナロー・ボディ SOIC パッケージを採用しています。

機能ブロック図

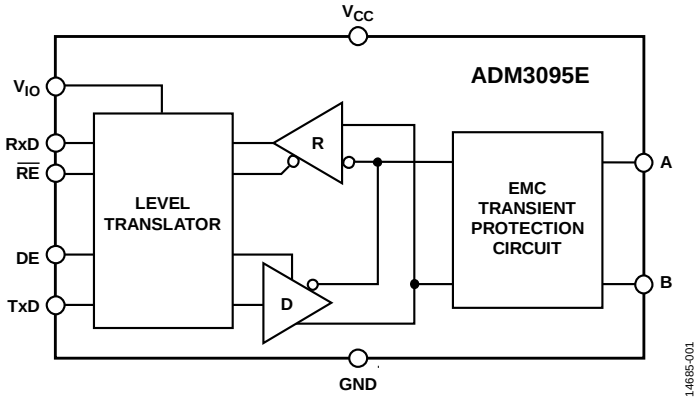


図 1.

アナログ・デバイセズ社は、提供する情報が正確で信頼できるものであることを期していますが、その情報の利用に関して、あるいは利用によって生じる第三者の特許やその他の権利の侵害に関して一切の責任を負いません。また、アナログ・デバイセズ社の特許または特許の権利の使用を明示的または暗示的に許諾するものでもありません。仕様は、予告なく変更される場合があります。本紙記載の商標および登録商標は、それぞれの所有者の財産です。※日本語版資料は REVISION が古い場合があります。最新の内容については、英語版をご参照ください。

Rev. o

©2017 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

アナログ・デバイセズ株式会社

本　　社／〒105-6891　東京都港区海岸 1-16-1　ニューピア竹芝サウスタワービル
電話 03（5402）8200
大阪営業所／〒532-0003　大阪府大阪市淀川区宮原 3-5-36　新大阪トラストタワー
電話 06（6350）6868

目次

特長 1
アプリケーション 1
概要 1
機能ブロック図 1
改訂履歴 2
仕様 3
タイミング仕様 4
タイミング図 4
絶対最大定格 5
熱抵抗 5
ESD に関する注意 5
ピン配置およびピン機能説明 6
代表的な性能特性 7
試験回路 10
動作原理 11
堅牢な RS-485 11
公認 IEC EMC ソリューション 11
過電圧故障の保護 11
±42 V 誤配線の保護 11
RS-485 ネットワーク・バイアスと終端 12
IEC ESD、EFT、サージ保護 12
IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性 15
拡張 ±25 V コモンモード範囲にわたり、RS-485 に完全に準拠 16
1.62 V ～ 5.5 V の V_{IO} ロジック電源 16
真理値表 16
レシーバのフェイルセーフ 17
RS-485 のデータ・レートとバスの静電容量 17
ホット・スワップ機能 17
アプリケーション情報 18
信頼性の高い半二重 RS-485 ネットワーク 18
外形寸法 19
オーダー・ガイド 19

改訂履歴

3/2017—Revision 0: Initial Version

仕様

特に指定のない限り、V_{CC} = 3.0 V ～ 5.5 V、T_A = T_{MIN}（−40 ˚C）～ T_{MAX}（125 ˚C）。

表 1.

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
DRIVER					
Differential Output Voltage (V_{OD})					
	1.5		5.0	V	$V_{CC} \geq 3.0$ V, R = 27 Ω or 50 Ω; see Figure 25
	2.1		5.0	V	$V_{CC} \geq 4.5$ V, R = 27 Ω or 50 Ω; see Figure 25
Differential Output Voltage over Common Mode Range $\|V_{OD3}\|$	1.5		5.0	V	$V_{CC} \geq 3.0$ V, V_{CM} = −25 V to +25 V; see Figure 26
	2.1		5.0	V	$V_{CC} \geq 4.5$ V, V_{CM} = −25 V to +25 V; see Figure 26
$\Delta\|V_{OD}\|$ for Complementary Output States			0.2	V	R = 27 Ω or 50 Ω; see Figure 25
Common-Mode Output Voltage (V_{OC})			3	V	R = 27 Ω or 50 Ω; see Figure 25
$\Delta\|V_{OC}\|$ for Complementary Output States			0.2	V	R = 27 Ω or 50 Ω; see Figure 25
Output Short-Circuit Current, V_{OUT}					
High	−250		+250	mA	$-42 \text{ V} \leq V_{SC}$[1] $\leq +42$ V
Low	−250		+250	mA	$-42 \text{ V} \leq V_{SC}$[1] $\leq +42$ V
DRIVER INPUT LOGIC					
Input Logic Threshold Low			0.33 V_{IO}	V	$1.62 \text{ V} \leq V_{IO} \leq 5.5$ V
Input Logic Threshold High	0.7 V_{IO}			V	$1.62 \text{ V} \leq V_{IO} \leq 5.5$ V
Logic Input Current			±1	µA	$0 \leq V_{IN} \leq V_{IO}$
RECEIVER					
Differential Input Threshold Voltage (V_{TH})	−200	−125	−30	mV	$-25 \text{ V} \leq V_{CM} \leq +25$ V
Input Hysteresis (ΔV_{TH})		30		mV	$-25 \text{ V} \leq V_{CM} \leq +25$ V
Input Resistance (A, B)	96			kΩ	$-25 \text{ V} \leq V_{CM} \leq +25$ V
Input Capacitance (A, B)		150		pF	T_A = 25ºC
Input Current (A, B)	−1.0		+1.0	mA	DE = 0 V, V_{CC} = 0 V or 5 V, V_{IN} = ±25 V
	−1.0		+1.0	mA	DE = 0 V, V_{CC} = 0 V or 5 V, V_{IN} = ±42 V
CMOS Logic Input Current ($\overline{RE}$)			±1	µA	
Output Voltage					
Low (V_{OL})			0.2	V	I_{OUT} = 300 µA
High (V_{OH})	V_{IO} − 0.2			V	$V_{IO} \geq 1.62$ V, I_{OUT} = −300 µA
Output Short-Circuit Current	4		85	mA	V_{OUT} = GND or V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V, $V_{IO} \geq 3.0$ V
			85	mA	V_{OUT} = GND/V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V, V_{IO} < 3.0 V
Three-State Output Leakage Current			±2	µA	$\overline{RE}$ = V_{IO}, RxD = 0 V or V_{IO}
POWER SUPPLY					
V_{IO}	1.62		V_{CC}	V	
Supply Current (I_{CC})					
TxD Data Rate = 2.5 Mbps			50	mA	No load, DE = V_{CC} = V_{IO}, $\overline{RE}$ = V_{CC} = V_{IO}
RxD Data Rate = 2.5 Mbps			6	mA	No load, DE = 0 V, $\overline{RE}$ = 0 V
TxD/RxD Data Rate = 2.5 Mbps			90	mA	No load, DE = V_{CC} = V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V
TxD/RxD Data Rate = 2.5 Mbps					
			130	mA	R_L = 54 Ω, DE = V_{CC} = V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V
		90		mA	R_L = 54 Ω, DE = V_{CC} = V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V, V_{CC} = 5.5 V
		45		mA	R_L = 54 Ω, DE = V_{CC} = V_{IO}, $\overline{RE}$ = 0 V, V_{CC} = 3.0 V
Supply Current in Shutdown Mode			5	µA	DE = 0 V, $\overline{RE}$ = V_{CC} = V_{IO}

[1] V_{SC} は、RS-485 のバス・ピン A または B での短絡電圧です。

タイミング仕様

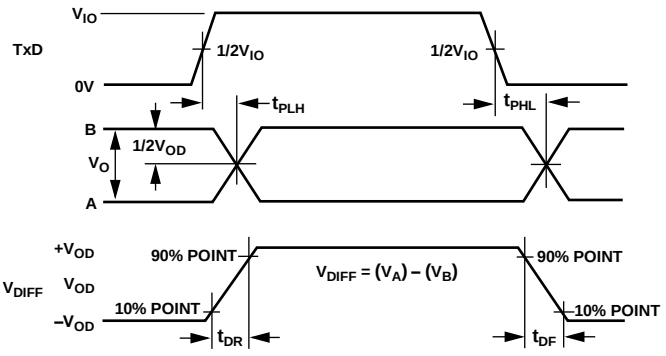
特に指定のない限り、V_{CC} = 3.0 V ～ 5.5 V、V_{IO} = 1.62 V ～ V_{CC}、T_A = T_{MIN}（−40 ˚C）～ T_{MAX}（125 ˚C）。

表 2.

Parameter	Min	Typ	Max	Unit	Test Conditions/Comments
DRIVER					
Data Rate			2.5	Mbps	
Propagation Delay (t_{PLH}, t_{PHL})		35	500	ns	R_{LDIFF} = 54 Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100 pF; see Figure 2 and Figure 27
Differential Skew (t_{SKEW})		10	50	ns	R_{LDIFF} = 54 Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100 pF; see Figure 2 and Figure 27
Rise/Fall Times (t_R, t_F)		40	130	ns	R_{LDIFF} = 54 Ω, C_{L1} = C_{L2} = 100 pF; see Figure 2 and Figure 27
Enable Time (t_{ZH}, t_{ZL})		500	2500	ns	R_L = 110 Ω, C_L = 50 pF, see Figure 4 and Figure 28
Disable Time (t_{HZ}, t_{LZ})		500	2500	ns	R_L = 110 Ω, C_L = 50 pF, see Figure 4 and Figure 28
Enable Time from Shutdown		4000	5500	ns	R_L = 110 Ω, C_L = 50 pF, see Figure 4 and Figure 28
RECEIVER					
Propagation Delay (t_{PLH}, t_{PHL})		120	200	ns	C_L = +15 pF, V_{ID}[1] ≥ ±1.5 V; see Figure 3 and Figure 29
		140	220	ns	C_L = +15 pF, V_{ID}[1] ≥ ±600 mV; see Figure 3 and Figure 29
Skew (t_{SKEW})		4	40	ns	C_L = +15 pF, V_{ID}[1] ≥ ±1.5 V; see Figure 3 and Figure 29
Enable Time		12	55	ns	R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF; see Figure 5 and Figure 30
Disable Time		12	55	ns	R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF; see Figure 5 and Figure 30
Enable Time from Shutdown		3000	4500	ns	R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF; see Figure 5 and Figure 30
Time to Shutdown	50	330	3000	ns	R_L = 1 kΩ, C_L = 15 pF; see Figure 5 and Figure 30
Rx, Pulse Width Distortion			40	ns	C_L = +15 pF, V_{ID}[1] ≥ ±1.5 V; see Figure 3 and Figure 29

[1] V_{ID} は、RS-485 レシーバの入力差動電圧です。

タイミング図



NOTES
1. V_{OD} IS THE DIFFERENCE BETWEEN A AND B, WITH $+V_{OD}$ BEING THE MAXIMUM POINT OF V_{OD}, AND $-V_{OD}$ BEING THE MINIMUM POINT OF V_{OD}.

図 2. ドライバ伝搬遅延、立上がり／立下がりタイミング

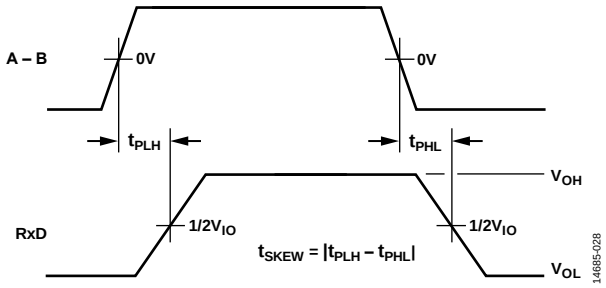


図 3. レシーバ伝搬遅延タイミング

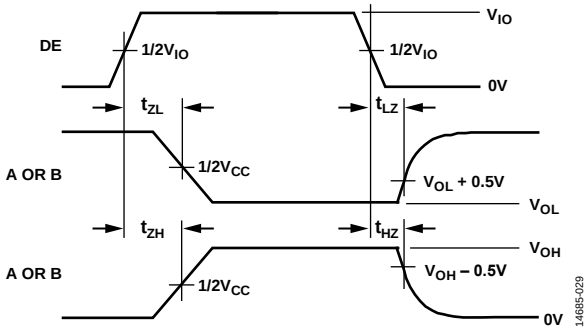


図 4. ドライバ・イネーブル／ディスエーブル・タイミング

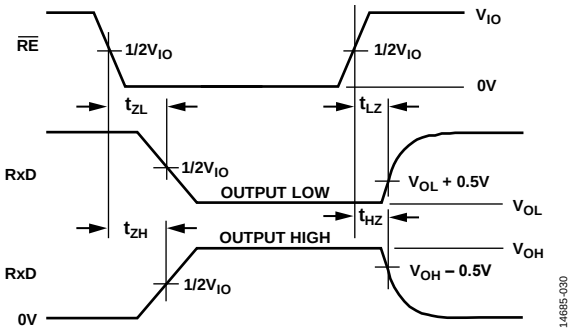


図 5. レシーバ・イネーブル／ディスエーブル・タイミング

絶対最大定格

特に指定のない限り、T_A = 25 ℃。

表 3.

Parameter	Rating
V_{CC} to GND	−0.5 V to +7 V
V_{IO} to GND	−0.5V to +7 V
Digital Input/Output Voltage (DE, $\overline{RE}$, TxD, RxD)	−0.3 V to V_{IO} + 0.3 V
Driver Output/Receiver Input Voltage	±48 V
Operating Temperature Range	−40°C to +125°C
Storage Temperature Range	−65°C to +150°C
Maximum Junction Temperature	150°C
Continuous Total Power Dissipation	400 mW
Lead Temperature	
Soldering (10 sec)	300°C
Vapor Phase (60 sec)	215°C
Infrared (15 sec)	220°C
ESD (A and B pins only)	
IEC 61000-4-2 Contact Discharge	±8 kV
IEC 61000-4-2 Air Discharge	±15 kV
EFT (A and B Pins Only)	
IEC 61000-4-4 Level 4 EFT	±2 kV
Surge (A and B pins only)	
IEC 61000-4-5 Level 4 Surge	±4 kV
Human Body Model (HBM) ESD Protection	
All Pins	±6 kV
A and B Pins Only	>±30 kV
Field Induced Charged Device Model ESD (FICDM)	±1.25 kV

上記の絶対最大定格を超えるストレスを加えると、デバイスに恒久的な損傷を与えることがあります。この仕様規定はストレス定格のみを指定するものであり、この仕様の動作のセクションに記載する規定値以上でのデバイス動作を定めたものではありません。製品を長時間にわたり絶対最大定格状態に置くと、製品の信頼性に影響を与えることがあります。

熱抵抗

表 4. 熱抵抗

Package Type	θ_{JA}[1]	θ_{JC}[1]	Unit
R-16	50.9	18.9	°C/W

[1] 熱抵抗のシミュレーション値は、ビアのない JEDEC 2S2P サーマル・テスト・ボードに基づいています。JEDEC JESD51 を参照。

ESD に関する注意

ESD（静電放電）の影響を受けやすいデバイスです。

電荷を帯びたデバイスや回路ボードは、検知されないまま放電することがあります。本製品は当社独自の特許技術である ESD 保護回路を内蔵してはいますが、デバイスが高エネルギーの静電放電を被った場合、損傷を生じる可能性があります。したがって、性能劣化や機能低下を防止するため、ESD に対する適切な予防措置を講じることをお勧めします。

ピン配置およびピン機能説明

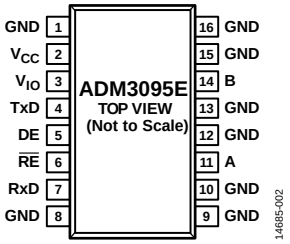


図 6. ADM3095E ピン配置

表 5. ADM3095E ピン機能の説明

Pin No.	Mnemonic	Description
1, 8 to 10, 12, 13, 15, 16	GND	グラウンド。
2	V_{CC}	3.0 V ～ 5.5 V の電源。V_{CC} ピンと GND ピンの間に 0.1 µF のデカップリング・コンデンサを接続することを推奨します。
3	V_{IO}	1.62 V ～ 5.5 V の V_{IO} ロジック電源。V_{IO} ピンと GND ピンの間に 0.1 µF のデカップリング・コンデンサを接続することを推奨します。
4	TxD	送信データ入力。この入力には、ドライバから送信するデータを入力します。
5	DE	ドライバ出力イネーブル。このピンをハイ・レベルにすると、ドライバ差動出力 A と B がイネーブルになります。ロー・レベルにすると、ハイ・インピーダンス状態になります。
6	$\overline{RE}$	レシーバ・イネーブル入力。このピンはアクティブ・ロー入力です。この入力をロー・レベルにすると、レシーバがイネーブルになり、この入力をハイ・レベルにすると、レシーバがディスエーブルになります。
7	RxD	レシーバ出力データ。この出力は、（A –B）> −30 mV の場合にハイになり、（A –B）< –200 mV の場合にローになります。
11	A	非反転ドライバ出力／レシーバ入力。ドライバがディスエーブルになるか、V_{CC} の電源がオフになると、バスが過負荷状態になるのを避けるため、ピン A はハイ・インピーダンス状態になります。
14	B	反転ドライバ出力／レシーバ入力。ドライバがディスエーブルになるか、V_{CC} の電源がオフになると、バスが過負荷状態になるのを避けるため、ピン B はハイ・インピーダンス状態になります。

代表的な性能特性

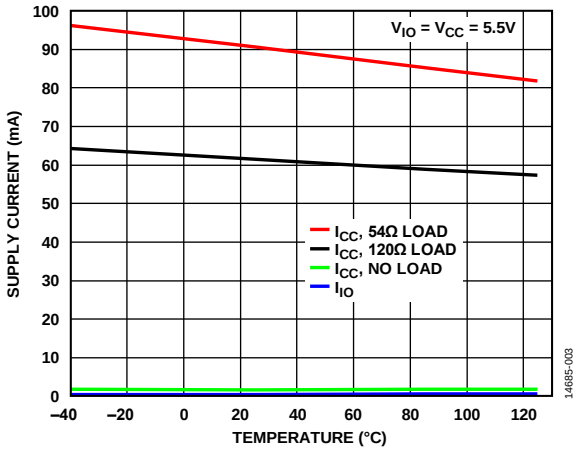


図 7. 電源電流と温度の関係、データ・レート = 2.5 Mbps

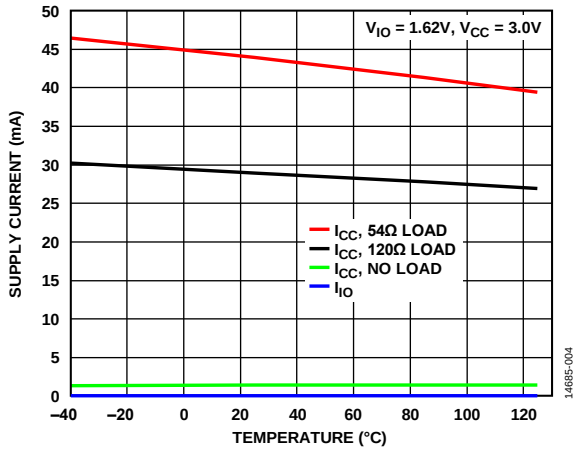


図 8. 電源電流と温度の関係、データ・レート = 2.5 Mbps

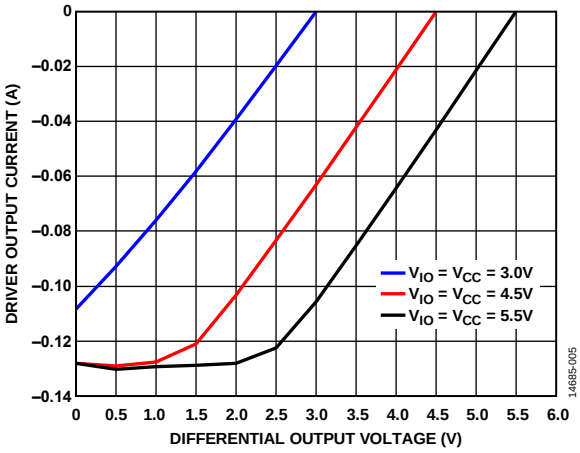


図 9. ドライバ出力電流と差動出力電圧の関係

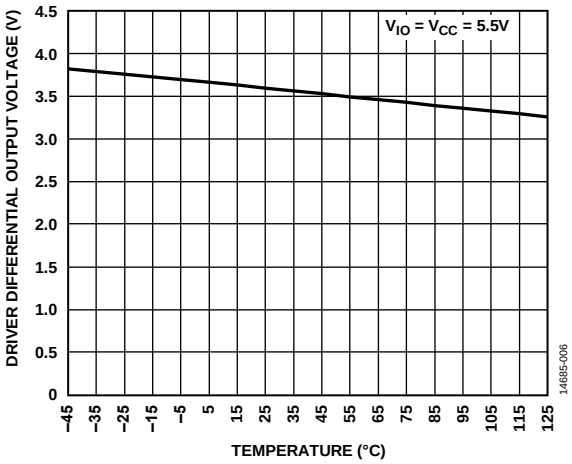


図 10. ドライバ差動出力電圧と温度の関係

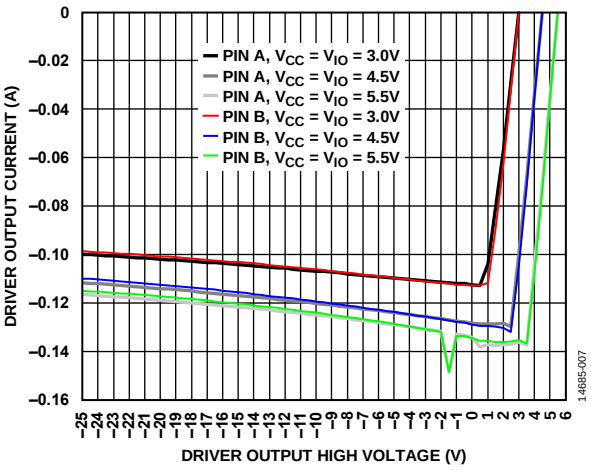


図 11. ドライバ出力電流とドライバ出力高電圧の関係

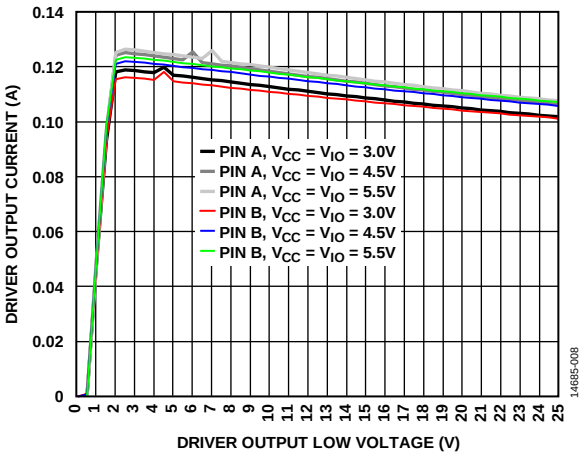


図 12. ドライバ出力電流とドライバ出力低電圧の関係

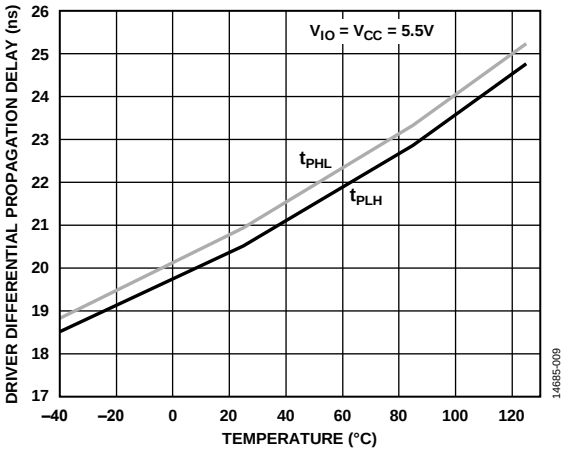


図 13. ドライバ差動伝搬遅延と温度の関係

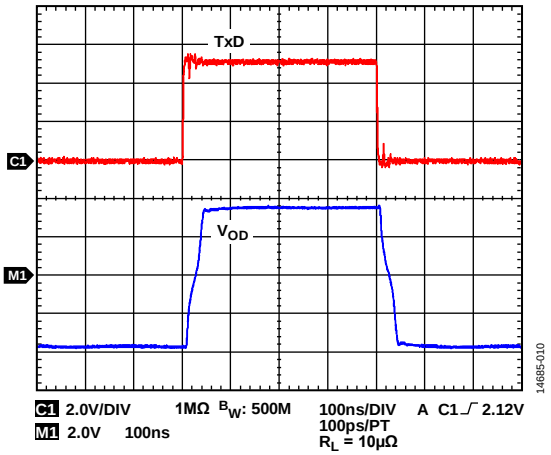


図 14. ドライバ伝搬遅延

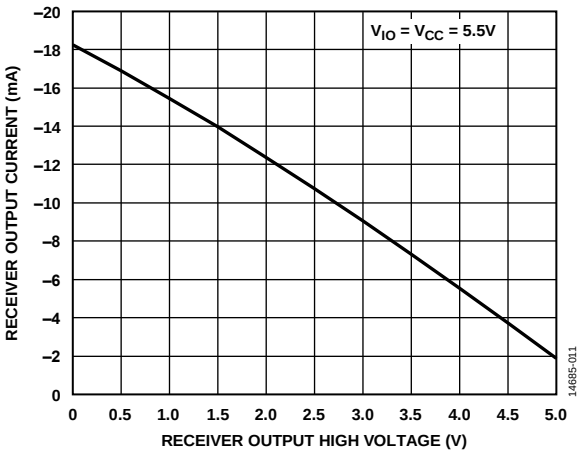


図 15. レシーバ出力電流とレシーバ出力高電圧の関係

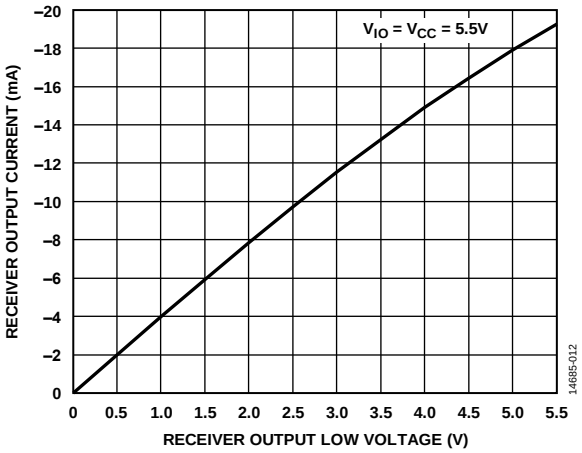


図 16. レシーバ出力電流とレシーバ出力低電圧の関係

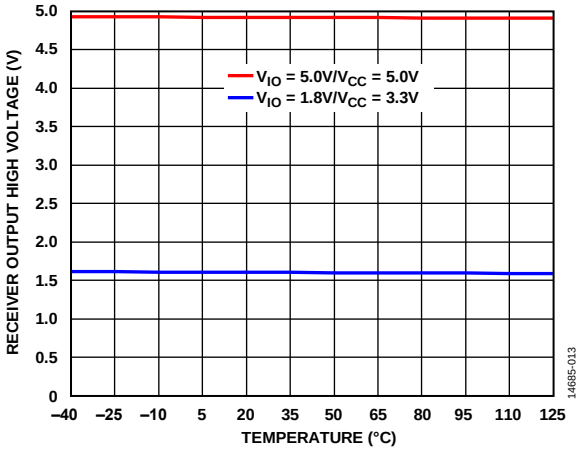


図 17. レシーバ出力高電圧と温度の関係

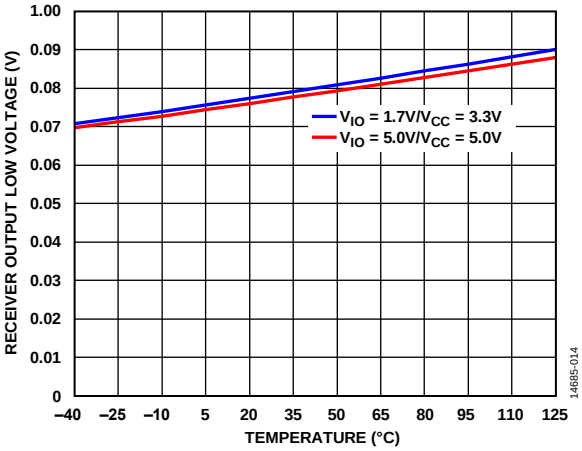


図 18. レシーバ出力低電圧と温度の関係

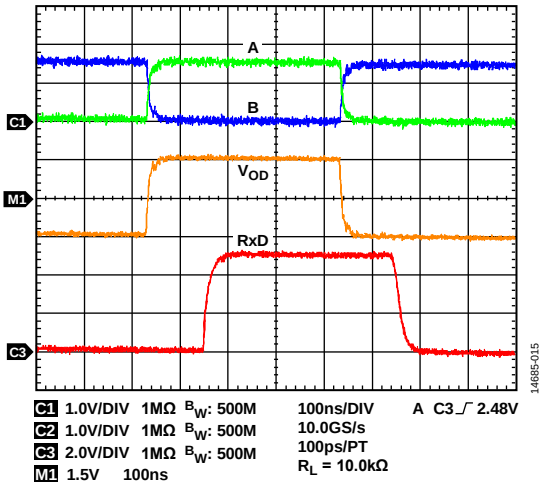


図 19. レシーバ伝搬遅延

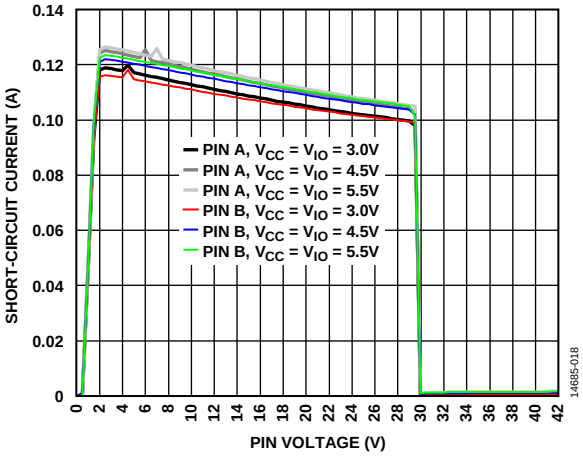


図 22. 短絡電流とピン電圧の関係

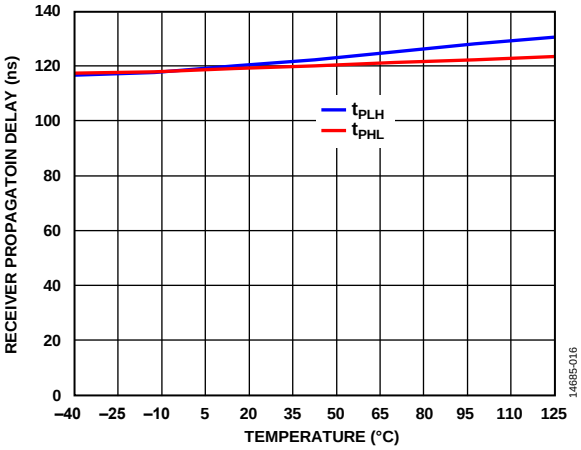


図 20. レシーバ伝搬遅延と温度の関係

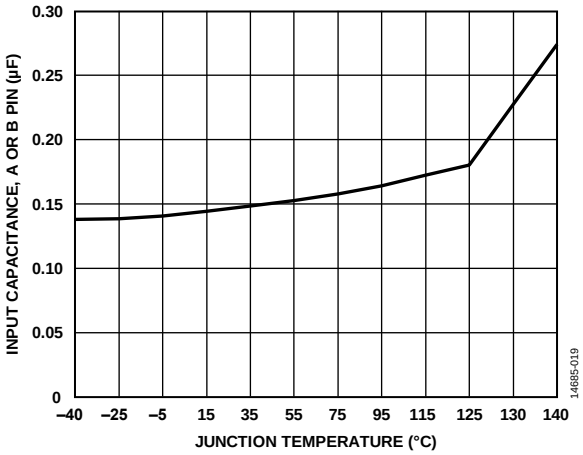


図 23. ピン A またはピン B の入力容量と
ジャンクション温度の関係

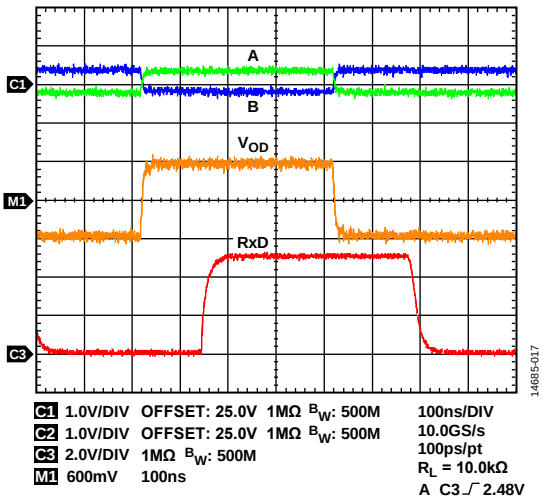


図 21. 入力コモンモード電圧 25 V のレシーバ性能

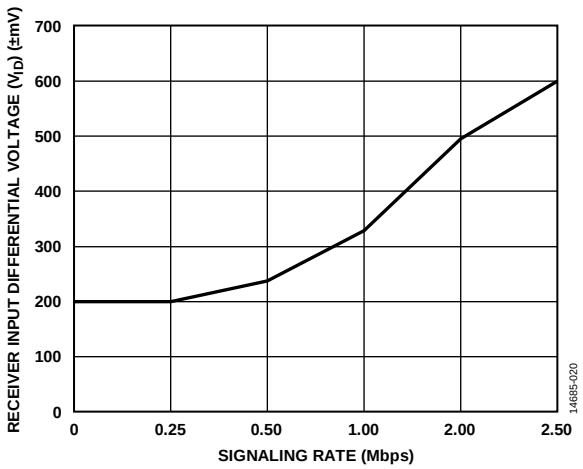


図 24. レシーバ入力差動電圧（V_{ID}）と信号レートの関係

試験回路

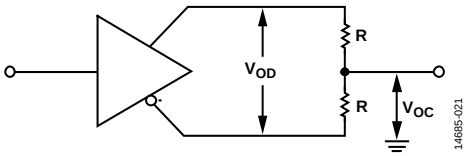


図 25. ドライバ電圧の測定

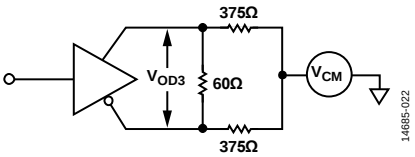


図 26. コモンモード電圧範囲でのドライバ電圧の測定

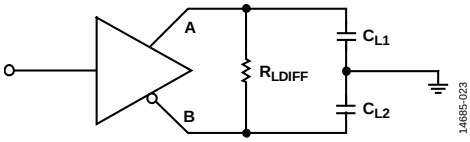


図 27. ドライバ伝搬遅延

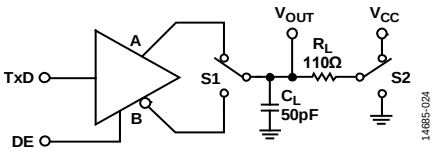


図 28. ドライバ・イネーブル／ディスエーブル

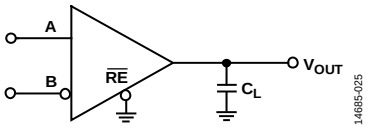


図 29. レシーバ伝搬遅延

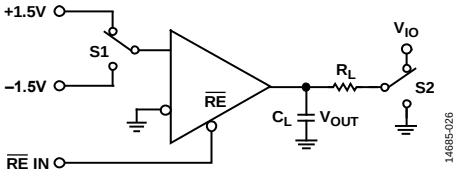


図 30. レシーバ・イネーブル／ディスエーブル

動作原理

堅牢な RS-485

ADM3095E は、信頼性の高い 3.0 V ～ 5.5 V の RS-485 トランシーバです。過酷なアプリケーション環境で動作する場合にシステムの故障を減らします。ADM3095E は、IEC 61000-4-5 レベル 4 サージ保護機能を内蔵した RS-485 トランシーバです。電圧トランジェント圧縮（TVS）や完全統合サージ・プロテクタ（TISP）などの外部保護コンポーネントがなくても、RS-485 バス・ピンで最大 ±4 kV の保護が可能になります。ADM3095E には、バス・ピンで最大 ±2 kV IEC 61000-4-4 レベル 4 EFT の保護機能、IEC 61000-4-2 レベル 4 ESD の保護機能、および IEC 61000-4-5 のサージ保護機能が組み込まれています。ADM3095E は、さらに定義されたレベルの過電圧故障保護を実現します。

公認 IEC EMC ソリューション

RS-485 デバイスのドライバ出力とレシーバ入力では、米国通信工業会（TIA）／米国電子工業会（EIA）RS-485 規格で指定された、−7 V ～ +12 V の範囲を超える電源への短絡に起因する高電圧故障が頻繁に発生します。通常、RS-485 アプリケーションでは、過酷な電気環境で動作するため、正温度係数（PTC）フューズなどの費用がかかる外部保護デバイスが必要になります。また、過酷な電気環境では、RS-485 バス・ピンに IEC 61000-4-2 ESD、IEC 61000-4-4 EFT、IEC 61000-4-5 サージ保護などの機能を備えたコンポーネントを選択するなど、一般的な EMC の問題も考慮する必要があります。

適切な EMC 保護コンポーネントを選択する際、EMC 規制に準拠することと、RS-485 トランシーバの EMC 保護において動的な破壊特性に適合することが課題になります。これらの課題を克服するため、設計者は何度も設計、試験、プリント回路基板（PCB）の製作を繰り返す場合があります。この結果、市場に投入するまでの期間が長くなり、プロジェクトの予算を超過します。

システム・コストと設計の複雑さを軽減するため、ADM3095E は、EMC 保護と過電圧故障保護の機能を内蔵しています。EMC と過電圧故障の保護回路を内蔵した ADM3095E は、性能が最適化されているので、設計と試験にかかる時間を大幅に節約できます。

図 31 に、EMC 保護機能を備えた RS-485 回路レイアウトの例を示しています。RS-485 バス・ピン用の IEC 61000-4-2 ESD レベル 4、IEC 61000-4-4 EFT レベル 4、IEC 61000-4-5 サージ保護レベル 4 を目的にしています。この回路は、2 つの TISP、2 つのトランジェント・ブロック・ユニット（TBU）、1 つのデュアル TVS など、複数のディスクリート部品を使用しています。ADM3095E は保護部品を内蔵しているので、個別の EMC と過電圧故障保護部品を使用する場合と比較すると、PCB の面積が大幅に削減されます。

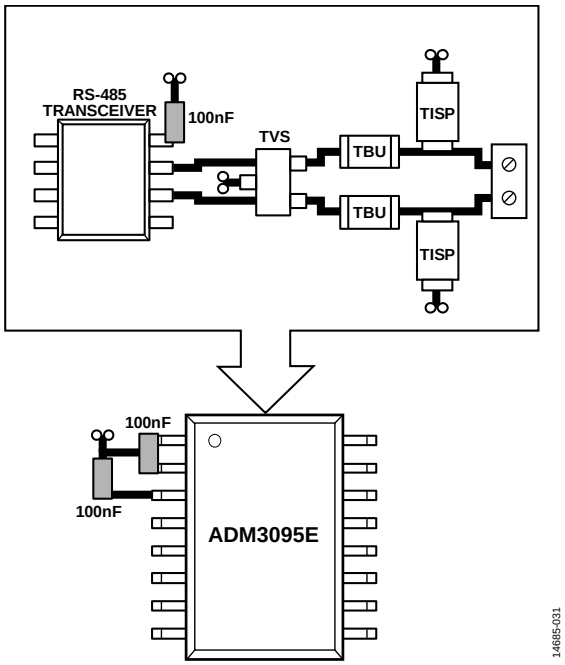


図 31. EMC 保護された RS-485 回路のレイアウト

過電圧故障の保護

ADM3095E は、3.0 V ～ 5.5 V V_{CC} の動作範囲にわたり故障保護機能を備えた RS-485 トランシーバです。RS-485 トランシーバのロジック・ピンの状態（TxD 入力、DE/$\overline{RE}$ 入力）を詳細に検査する必要はありません。このトランシーバには、コモンモードの拡張動作電圧範囲 ±25 V に対応する故障保護機能も組み込まれています。

ADM3095E RS-485 のドライバの出力とレシーバ入力は、-42 V ～ +42 V ac/dc ピークの範囲内にある、あらゆる電圧に対して短絡から保護されます。故障した場合の電流の最大値は、±250 mA です。RS-485 ドライバには、トランシーバのコモンモード電圧範囲 ±25 V の上限を超える電圧で、ドライバ電流を低減するフォールドバック電流制限回路が搭載されています（図 22 を参照）。フォールドバック機能により、この電流が低減され、消費電力と加熱の影響を適切に管理できるようになります。

±42 V 誤配線の保護

ADM3095E が、RS-485 の終端またはバス・バイアス抵抗が取り付けられていないバスで動作する場合、高電圧の誤配線から保護されます。通常、誤配線は、高電圧の 24 V ac/dc 電源が RS-485 のバス・ピン・コネクタに直接接続される場合に発生します。ADM3095E は、RS-485 のバス・ピンで最大 ±42 V ピーク（グラウンド GND を基準）の誤配線による故障に耐えて、損傷を防ぎます。

誤配線の保護は、ADM3095E RS-485 のバス・ピン A と B で保証され、バス・ピンに接続されているコネクタをホット・スワップする場合に保証されます。表 6 に、ADM3095E が提供する高電圧誤配線の保護についてまとめています。ADM3095E は、±42 V dc および ±24 V ± 20 % rms、50 Hz または 60 Hz、ホット・プラグおよび DC ランプ試験波形でテスト済みです。このテストは、フローティング電源のオン時とオフ時の両方で、多様な状態にある RS-485 TxD 入力ピン、DE/$\overline{RE}$ イネーブル・ピンに対して実施されています。RS-485 バス・ピンは、ピン A から GND、ピン B から GND、ピン A と ピン B 間の高電圧誤配線からも保護されます。

表 6. 高電圧誤配線の保護

Supply[1]		Inputs[2]			Miswire Protection at RS-485 Output Pins[3, 4]
V_{CC}	V_{IO}	DE	$\overline{RE}$	TxD	
X	X	H/L	H/L	H/L	−42 V dc ≤ V_A ≤ +42 V dc
X	X	H/L	H/L	H/L	−42 V dc ≤ V_B ≤ +42 V dc
X	X	H/L	H/L	H/L	−42 V ac ≤ V_A ≤ +42 V ac
X	X	H/L	H/L	H/L	−42 V ac ≤ V_B ≤ +42 V ac

[1] X は電源の状態がオンまたはオフであることを意味します。
[2] H はロジック・ピンがハイ・レベルであることを意味し、L はロジック・ピンがロー・レベルであることを意味します。
[3] これはピン A と GND 間、ピン B と GND 間、ピン A と B 間の AC/DC ピーク誤配線電圧です。
[4] V_A はピン A の電圧、V_B はピン B の電圧です。

RS-485 ネットワーク・バイアスと終端

バイアス抵抗と終端抵抗が取り付けられた RS-485 のバス・ピン A および B を高電圧誤配線から保護するため、バイアス・ネットワークを経由して ADM3095E の電源ピン V_{CC} へ流れる電流経路が用意されています。この方式で ADM3095E を保護するため、デバイスには V_{CC} 保護回路が内蔵されています。プルアップ抵抗 R1（図 32 を参照）を経由する電流経路は、V_{CC} ピンには損傷を与えません。ただし、定格電力が正しくないと、プルアップ抵抗が損傷することがあります。プルアップ抵抗 R1 の定格電力は、誤配線電圧と抵抗の値によって決定されます。

この方式でピン A と B の間に誤配線が発生した場合、ADM3095E のバス機構（図 32 を参照）は保護されますが、定格電力が正しくないと、バス終端抵抗 RT が損傷することがあります。終端抵抗 RT の定格電力は、誤配線電圧と抵抗の値によって決定されます。

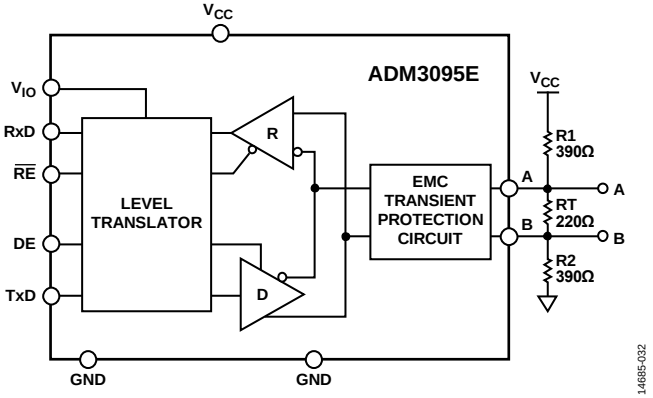


図 32. バス終端とバイアス抵抗による ADM3095E の高電圧誤配線の保護

IEC ESD、EFT、サージ保護

電気／電子装置は、システム・レベルの IEC 規格に適合するように設計する必要があります。システム・レベルの IEC 規格の例を以下に示します。

- IEC 61131-2 −プロセス制御とオートメーション
- IEC 61800-3 −モーター・コントロール
- IEC 60730-1 −ビル・オートメーション

データ通信ラインについて、これらのシステム・レベルの規格は次の 3 種類の高電圧トランジェントに対して、さまざまな保護レベルを指定しています。

- IEC 61000-4-2 ESD
- IEC 61000-4-4 EFT
- IEC 61000-4-5 サージ

これらの各仕様では、定義された現象に対して、電子／電気装置の耐性を評価する試験方法が定義されています。次のセクションに、これらの各試験を示します。ADM3095E では、これらの IEC EMC 仕様に従って完全な試験が実施され、EMC に準拠していることが認定されています。

静電放電（ESD）

ESD とは、異なる電位を持つ物体間で静電荷が急激に移動する現象で、近距離での接触や電界による誘導によって発生します。ESD が発生すると、瞬時に高電流が流れます。動作中にシステム外部で発生する ESD 現象に対する耐性を判断することが、IEC 61000-4-2 試験の主な目的です。IEC 61000-4-2 では、接触放電および気中放電として知られる 2 つのカップリング方法を使用した試験について説明しています。

接触放電とは、放電ガンと被試験装置（EUT）が直接接触することを意味します。気中放電の試験では、放電ガンの充電された電極を EUT に向けて移動させ、エア・ギャップ間にアーク放電を発生させます。放電ガンは、EUT と直接接触しません。

湿度、温度、気圧、距離、EUT に近づく速度など、多数の要素が気中放電試験の結果と再現性に影響を与えます。この方法は、実際の ESD 現象の発生を表現するのに適していますが、再現性の表現には適していません。そのため、接触放電の方が試験方法として推奨されます。

試験中、データ・ポートは放電間隔が 1 秒以上で、10 回以上の正および負の単発放電にさらされます。試験電圧の選択は、システムの環境によって決定します。

ADM3095E は IEC 61000-4-2 規格に適合する信頼性を備え、この規格で最高のレベル 4 に合格しています。このレベルでは、±8 kV の接触放電電圧と ±15 kV の気中放電電圧が指定されています。

図 33 に、本仕様に記載されている 8 kV の接触放電の電流波形を示します。主な波形のパラメータには、1 ns 未満の立上がり時間と約 60 ns のパルス幅があります。

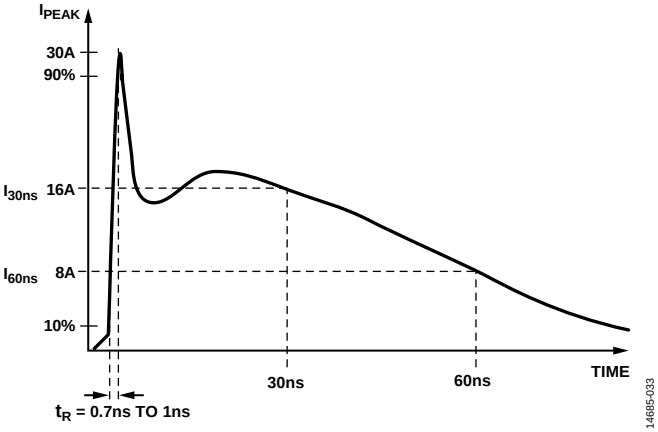


図 33. IEC 61000-4-2 ESD 波形（8 kV）

図 34 では、HBM ESD 8 kV の波形と IEC 61000-4-2 規格の 8 kV の接触放電の電流波形を比較しています。2 つの規格は異なる波形形状とピーク電流を規定しています。IEC 61000-4-2 の 8 kV パルスに定義されたピーク電流が 30 A なのに対し、HBM ESD のピーク電流は 1/5 未満の 5.33 A になっています。その他に、初期電圧スパイクの立上がり時間が異なります。HBM ESD 波形に定義された立上がり時間 10 ns と比較すると、IEC 61000-4-2 ESD の立上がり時間は 1 ns と極めて短くなっています。IEC 61000-4-2 ESD 波形に定義された電力量は、HBM ESD 波形の電力量よりもはるかに大きくなります。（図 34 を参照）

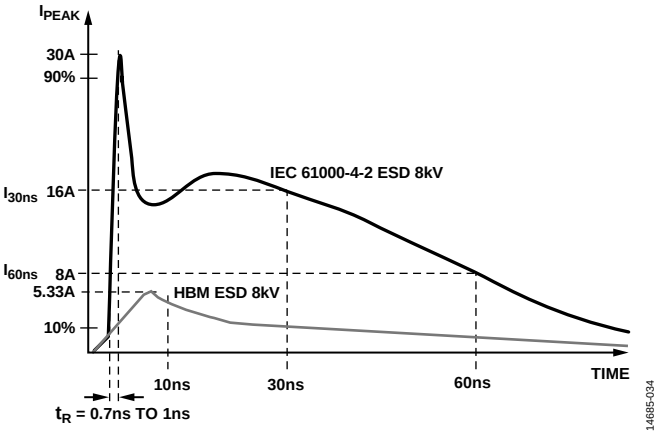


図 34. HBM ESD 波形（8 kV）と比較した IEC 61000-4-2 ESD 波形（8 kV）

これらの要素を考慮すると、さまざまなレベルの HBM ESD 保護機能を備えた競合デバイスではなく、過酷な環境での動作を保証し、IEC 61000-4-2 ESD の定格に適合する ADM3095E などのデバイスを選択することを強く推奨します。表 7 に、IEC 61000-4-2 ESD 認定試験の結果を示します。この試験は、トランシーバの通常動作で、2.0 Mbps のときの ADM3095E のクロック・データを使用して実施されました。IEC 61000-4-2 ESD の試験図については、図 35 を参照してください。

表 7. IEC 61000-4-2 認定試験の結果

ESD Gun Connected to	IEC 61000-4-2 Test Result	Certified Result
GND	±15 kV (air), ±8 kV (contact), Level 4 protection	Yes

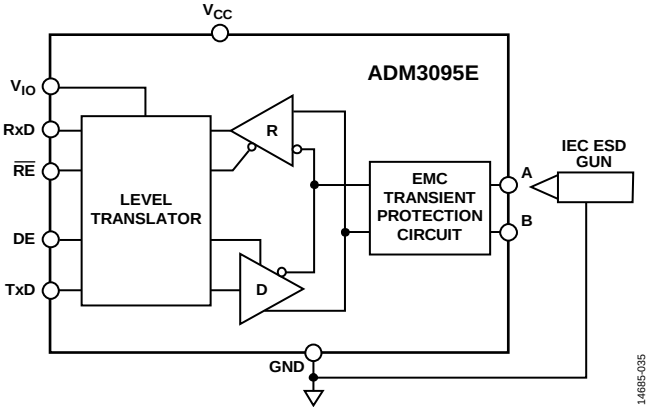


図 35. IEC 61000-4-2 ESD 試験図

電気的ファスト・トランジェント（EFT）

EFT 試験では、多数の高速トランジェント・インパルスを信号ラインに印加することで、過渡的な妨害を発生させます（この妨害は通信ポートへ容量結合する外部スイッチング回路で発生します）。これらの妨害には、誘導性負荷または容量性負荷のスイッチングで発生する、リレーやスイッチの接触バウンスやトランジェントが含まれます。これらの妨害は、すべて工業環境で頻繁に発生します。IEC 61000-4-4 で定義される EFT 試験では、これらの現象の結果として発生する妨害をシミュレートします。

図 36 に、EFT 50 Ω の負荷波形を示します。EFT 波形は、出力インピーダンス 50 Ω のジェネレータから発生して、50 Ω のインピーダンスを通した電圧で定義されます。出力波形は、 2.5 kHz ～ 5 kHz の高電圧トランジェントのバースト（バースト期間 15 ms）が 300 ms 間隔で繰り返される波形で構成されています。（図 36 を参照）各パルスの立上がり時間は 5 ns で、波形の立上がりエッジの 50% の点と立下がりエッジの 50% の点間で測定されるパルス幅は 50 ns です。

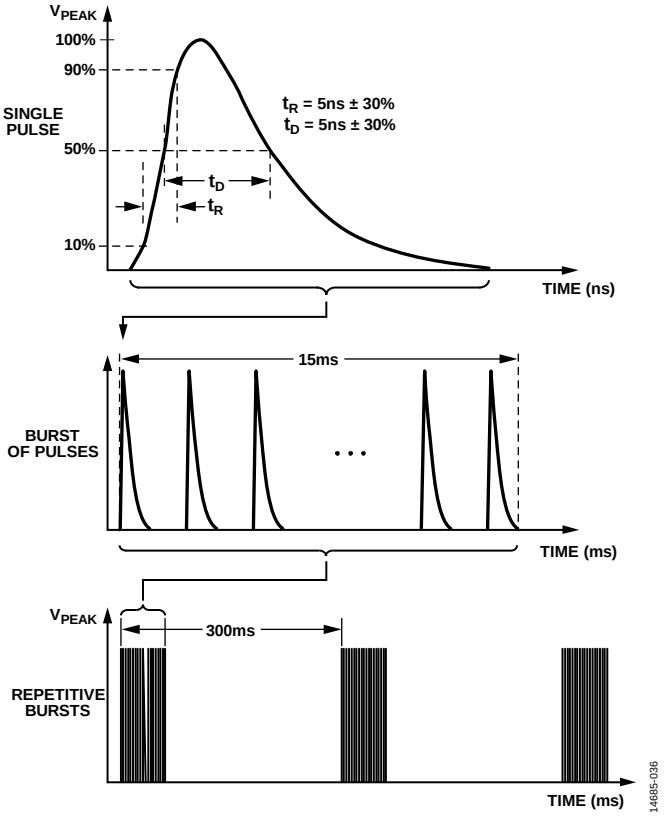


図 36. IEC 61000-4-4 EFT 50 Ω の負荷波形

単一の EFT パルスの合計エネルギーは、ESD パルスの合計エネルギーとほぼ同じになります。単一のパルスの合計エネルギーは、通常 4 mJ です。

ADM3095E は IEC 61000-4-4 規格に適合する信頼性を備え、この規格で最高のレベル 4 に合格しています。このレベルでは、2 kV の電圧レベルが指定されています。

試験中、これらの EFT 高速バースト・トランジェントは、容量性クランプを使用して通信ラインに結合されます。EFT は、直接接触ではなく、クランプによって通信ラインに容量結合されます。また、この結合は、EFT ジェネレータの低出力インピーダンスに起因する負荷を軽減します。クランプとケーブル間の結合容量は、ケーブルの直径、ケーブルのシールドと絶縁によって異なります。この試験は、トランシーバの通常動作で、2.0 Mbps のときの ADM3095E のクロック・データを使用し、2 つの設定で実施されました。最初の設定はシールドされたツイスト・ペア・ケーブルを使用し、RS-485 のケーブル・シールドを GND ピンに接続しました。2 番目の設定は、シールドなしのツイスト・ペア・ケーブルを使用しました。表 8 に、認定試験の結果を示します。IEC 61000-4-4 EFT の試験図については、図 37 を参照してください。

表 8. IEC 61000-4-4 認定試験の結果

EFT Clamp Connected to	IEC 61000-4-4 Test Result	Certified Result
GND	±2 kV Level 4 protection	Yes

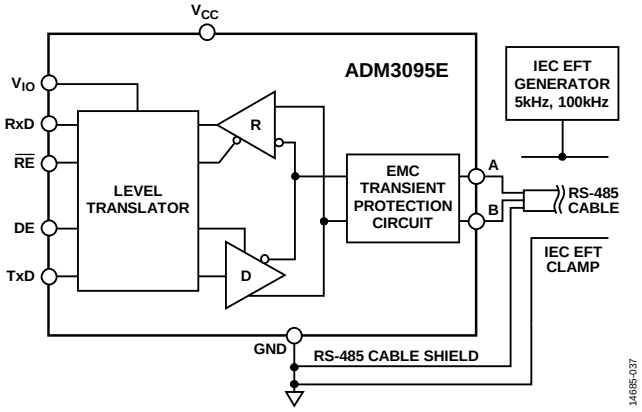


図 37. IEC 61000-4-4 EFT 試験図

サージ・トランジェント

サージ・トランジェントは、スイッチングまたは雷トランジェントからの過電圧によって発生します。スイッチング・トランジェントは、電源システムのスイッチング、配電システムでの負荷の変動、または短絡などのさまざまなシステム故障が原因で発生します。雷トランジェントは、近くの落雷によって回路に混入した高電流や高電源から発生します。IEC 61000-4-5 は、これらの破壊的なサージに対する耐性を評価するため、波形、試験方法、および試験レベルを定義しています。

波形は、オープン・サーキット電圧と短絡電流に関する波形発生器の出力として仕様規定されています。図 38 に、RS-485 の通信ポートに印加される 1.2 µs／50 µs の波形を示します。波形発生器の実効出力インピーダンスは 2 Ω です。そのため、サージ・トランジェントでは、高電流が流れます。

図 38 に、1.2 µs と 50 µs のサージ・トランジェント波形を示します。ESD や EFT の立上がり時間、パルス幅、エネルギー・レベルとほぼ同じですが、サージ・パルスの立上がり時間は 1.25 µs で、パルス幅は 50 µs です。さらに、サージ・パルスのエネルギーは、ほぼ 90 J に達することがあり、ESD パルスまたは EFT パルスのエネルギーよりも 3 ～ 4 桁大きくなります。このため、サージ・トランジェントは、最も厳しい EMC トランジェントであると考えられます。

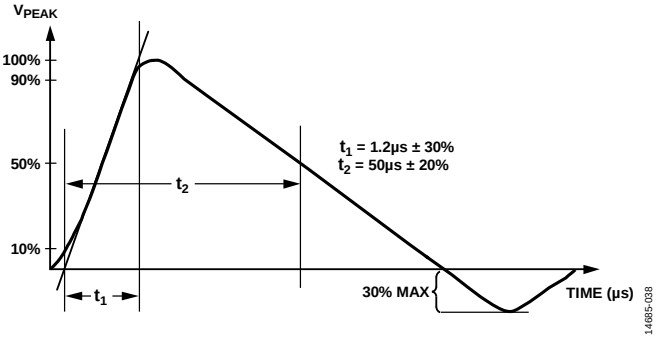


図 38. IEC 61000-4-5 サージ 1.2 µs/50 µs の波形

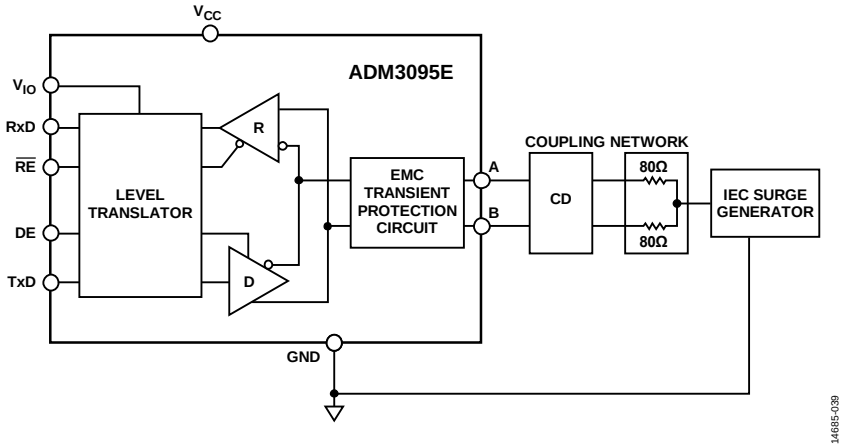


図 39. IEC 61000-4-5 サージ試験図

ADM3095E は IEC 61000-4-5 規格に適合する信頼性を備え、この規格で最高のレベル 4 に合格しています。このレベルでは、4 kV のピーク電圧が指定されています。

図 39 に、IEC 61000-4-5 サージ規格に対する ADM3095E の標準的な試験構成を示します。試験中、抵抗がサージ トランジェントを通信ラインに結合します。半二重の RS-485 デバイスに対する結合ネットワークは、ピン A とピン B の両方に 80 Ωの抵抗を接続して構成します。並列抵抗値は 40 Ω になります。サージ試験中は、5 つの正のパルスと 5 つの負のパルスがデータ・ポートに印加されます。各パルス間の最大間隔は 1 分です。IEC 61000-4-5 規格では、試験の間、通常の動作条件でデバイスを設定する必要があることを明記しています。

この試験は、トランシーバの通常動作で、2.0 Mbps のときの ADM3095E のクロック・データを使用して実施されました。表 9 に、認定試験の結果を示します。

表 9. IEC 61000-4-5 認定試験の結果

Surge Generator Connected to	IEC 61000-4-5 Test Result	Certified Result
GND	±4 kV Level 4 protection	Yes

IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性

EVAL-ADM3095EEBZ は、IEC 61000-4-6 レベル 3（10 V/m rms）に準拠する伝導無線周波数（RF）耐性試験を実施し、認定を受けています。IEC 61000-4-6 の伝導耐性試験は、RF 電磁界が存在する環境で動作し、主電源や他のネットワークに接続する（信号ラインまたは制御ライン）製品に適用されます。伝導妨害の原因は、RF 送信機が放射する電磁界で、この電磁界が設置された装置に接続したケーブルの全長にわたって作用することがあります。IEC 61000-4-6 試験では、150 kHz ～ 80 MHz の周波数範囲で RF 電圧の掃引とステップ切替を行います。RF 電圧を、1 kHz で 80 % 振幅変調します。次に RF 電圧を、表 10 に指定したような被試験装置（EUT）、つまり、クランプを使用した 1 枚の EVAL-ADM3095EEBZ に印加します。クランプは 2 枚の EVAL-ADM3095EEBZ 評価用ボードの間の通信ケーブルに接触して置かれます。

EVAL-ADM3095EEBZ は、レベル 3 で試験します。このレベルでは、最高の試験レベル 10 V/m rms が指定されています。すべての試験でのクランプ、接続ケーブル、および EUT の構成を表 10 と図 40 に示します。すべての試験で、IEC 61000-4-6 のクランプは EVAL-ADM3095EEBZ EUT の側に置かれ、ケーブル・シールドは浮かせるか、接地するかのいずれかにします。

表 10. IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性 EUT と装置

Parameter	Details
IEC 61000-4-6 Clamp	Schaffner KEMZ 801, placed at 30 cm away from the EUT
IEC 61000-4-6 Test Level	Level 3, 0.15 MHz to 100 MHz, 10 V/m rms, 80% amplitude modulated by a 1 kHz sinusoidal
EUT	EVAL-ADM3095EEBZ
EUT Data Rate	2.0 Mbps
EUT Power	V_{CC} and V_{IO} powered at 5 V
Cable Between EUT	5 meters, Unitronic PROFIBUS, 22 American wire gauge (AWG)
Cable Termination	120 Ω resistor at both cable ends
Pass/Fail Criteria	Passes if data at receiver with a pulse width distortion is within 10% of mean
Pass Classification	Class A compliance

2 枚目の EVAL-ADM3095EEBZ（補助装置）は、ネットワーク（両方の EVAL-ADM3095EEBZ 装置で構成される）上に置かれ、通信バスを終端しています。表 11 に、EUT が IEC 61000-4-6 のレベル 3 に合格した試験結果を示します。表 11 に記載されたケーブル・シールドの設定で、ADM3095E は、IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性規格のクラス A に適合しています。シールドなしツイスト・ペア・ケーブルも試験しました。表 11 を参照してください。

表 11. IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性認定試験の結果

Clamp Location	Cable Shield	Current Return Path	IEC 61000-4-6 Test Frequency (MHz)	Certified Result
30 cm from EUT	Floating	GND	0.15 to 80	Pass
30 cm from EUT	Earthed	GND	0.15 to 80	Pass
30 cm from EUT	N/A[1]	GND	0.15 to 80	Pass

[1] N/A は適用なしを意味します。

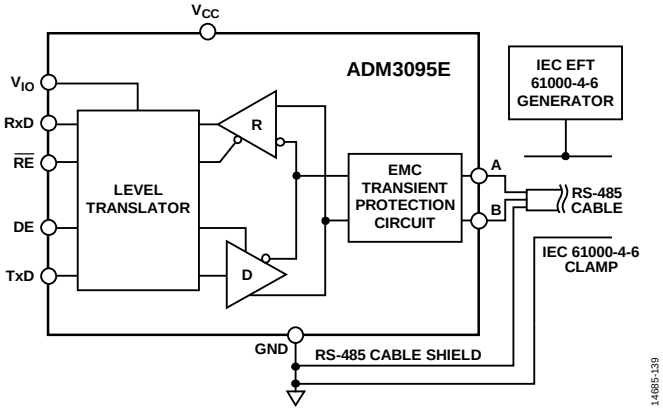


図 40. IEC 61000-4-6 伝導 RF 耐性試験の構成例

拡張 ±25 V コモンモード範囲にわたり、RS-485 に完全に準拠

ADM3095E は、RS-485 トランシーバで、3.0 V ～ 5.5 V の動作電圧範囲にわたり、コモンモード入力範囲を ±25 V に拡張すると同時に、TIA/EIA RS-485 規格を越える性能を発揮します。これらの規格では、コモンモード範囲にわたりバス差動電圧が 1.5 V 以上と指定されています。さらに、V_{CC} に 4.5 V を超える電源を供給すると、ADM3095E のドライバ出力は最低 2.1 V（V_{OD}）になり、PROFIBUS 互換の RS-485 ドライバの条件を満たします。

コモンモード入力範囲を ±25 V に拡張することで、長いケーブル全体にわたりシステムの信頼性が向上します。長いケーブルでは、RS-485 トランシーバ間で、大きなグラウンド電位差が発生する可能性があります。コモンモード入力範囲を ±25 V に拡張することで、グラウンド・ループ電圧が発生する可能性がある長いケーブル全体にわたり、ノイズの多い環境でデータ通信の信頼性が向上します。

1.62 V ～ 5.5 V の V_{IO} ロジック電源

ADM3095E は、1.62 V という低電圧の柔軟なデジタル・インターフェースを駆動するロジック電源ピン V_{IO} を備えています。V_{IO} ピンは、ロジック入力（TxD 入力、DE/$\overline{RE}$ 制御ピン）と RxD 出力に電力を供給します。

これらのピンは、ユニバーサル非同期レシーバ／トランスミッタ（UART）、特定用途向け集積回路（ASIC）、マイクロコントローラなどのロジック・デバイスに接続します。これらのデバイスの多くは、5 V よりも大幅に低い電源を使用します。

真理値表

V_{IO} は、DE ピン、TxD ピン、$\overline{RE}$ ピン、RxD ピンのみに給電します。

表 12. 伝送の真理値表

Supply Status		Inputs[1]		Outputs[1]	
V_{CC}	V_{IO}	DE	TxD	A	B
On	On	H	H	H	L
On	On	H	L	L	H
On	On	L	X	Z	Z
On	Off	H	H	I	I
On	Off	H	L	I	I
On	Off	L	X	I	I
Off	On	X	X	Z	Z
Off	Off	X	X	Z	Z

[1] H はハイ・レベルを意味し、I は不定を意味し、L はロー・レベルを意味し、X はすべての状態を意味し、Z はハイ・インピーダンス（オフ）を意味します。

表 13. 受信の真理値表

Supply Status		Inputs[1]		Outputs[1]
V_{CC}	V_{IO}	A − B	$\overline{RE}$	RxD
On	On	>−0.03 V	L	H
On	On	<−0.2 V	L	L
On	Off	>−0.03 V	L	I
On	Off	<−0.2 V	L	I
On	On	−0.2 V < A − B < −0.03 V	L	I
On	Off	−0.2 V < A − B < −0.03 V	L	I
On	On	Inputs open/shorted	L	H
On	Off	Inputs open/shorted	L	I
On	On	X	H	Z
On	Off	X	H	I
Off	Off	X	H	I
Off	Off	X	L or NC	I

[1] H はハイ・レベルを意味し、I は不定を意味し、L はロー・レベルを意味し、X はすべての状態を意味し、Z はハイ・インピーダンス（オフ）を意味し、NC は未接続を意味します。

レシーバのフェイルセーフ

レシーバ入力には、A と B の入力がフローティング、オープン・サーキット、または短絡の場合に、ロジック・ハイの RxD 出力を確保するフェイルセーフ機能があります。すべてのドライバをディスエーブルにした状態で、終端処理された伝送ラインでロジック・ハイの RxD 出力が確保されます。これは、レシーバの入力閾値を −30 mV と −200 mV の間に設定することによって行われます。レシーバの差動入力電圧（A −B）が −30 mV 以上の場合、RxD はロジック・ハイになります。A −B が -200 mV 以下の場合、RxD はロジック・ローになります。すべてのトランスミッタをディスエーブルにした状態でバスが終端処理されている場合、終端の効果でレシーバの差動入力電圧は 0 V になります。ADM3095E のレシーバ閾値により、RxD がロジック・ハイになり、30 mV の最小ノイズ・マージンが実現します。

レシーバのフェイルセーフ機能（RxD のロジック・ハイ）は、バスの静電容量値やプルアップ抵抗の構成にかかわらず、RxD ピンで保証されます。

RS-485 のデータ・レートとバスの静電容量

ADM3095E のデータ・レートとバス・ノードの性能は、デバイスの動作温度に依存します。ADM3095E の動作温度が高くなると、ADM3095E に内蔵された EMC 保護回路の静電容量も増加します。ADM3095E のドライバの出力構造を簡略化すると、特定の抵抗とコンデンサで構成されるローパス・フィルタと見なすことができます。動作温度が高くなり、静電容量が増加すると、このローパス・フィルタの効果が大きくなり、RS-485 バス・ピンで駆動できる最大データ・レートが低くなります。

ホット・スワップ機能

回路基板をホットな（つまり動作中の）バックプレーンに挿入すると、データ・バスへの差動妨害により、データ・エラーが発生することがあります。ADM3095E では、PCB のホット・スワップのシミュレーションとして、V_{CC} の電源を入り切りしても、RS-485 のバス・ピン A と B がスプリアス・データを出力しないことを保証するための試験を実施しました。この試験での V_{CC} の上昇率／下降率は、300 µs の間に 0 V ～ 5 V の電圧変化（高上昇率/下降率）、および 9.5 ms の間に 0 V～ 5 V の電圧変化（低上昇率/下降率）です。これらの上昇率／下降率で RS-485 の出力 A と B を測定しましたが、グリッチは出力されませんでした。

アプリケーション情報

信頼性の高い半二重 RS-485 ネットワーク

図 41 に、1000 フィート（300 メートル）にわたって敷設されたケーブルで、バス通信を実現する信頼性の高い RS-485 通信ネットワークを示します。複数の RS-485 ノードが接続される長いケーブルの全長では、データ通信を途絶えさせたり、RS-485 インターフェースに恒常的な障害を与える危険要因が多数存在します。

ADM3095E は、バス電源の高電圧故障や IEC 61000-4-5 サージなどの EMC トランジェントに対して強力な保護機能を備えています。さらに、ADM3095E のコモンモード入力範囲が ±25 V に拡張されているので、2 個以上の ADM3095E デバイスの GND ピンの間で ±25 V のグラウンド電位差を取ることができます。

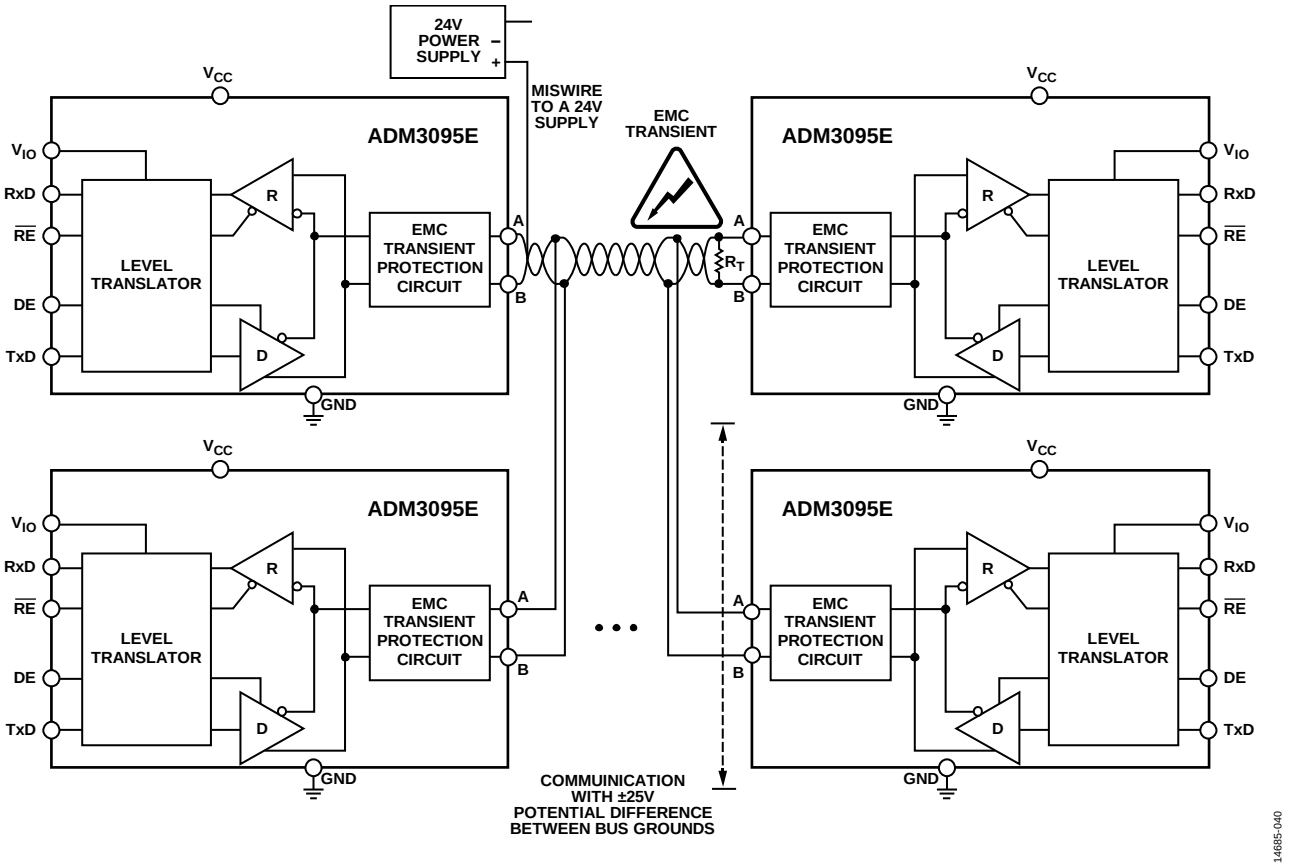


図 41. RS-485 通信ネットワーク

外形寸法

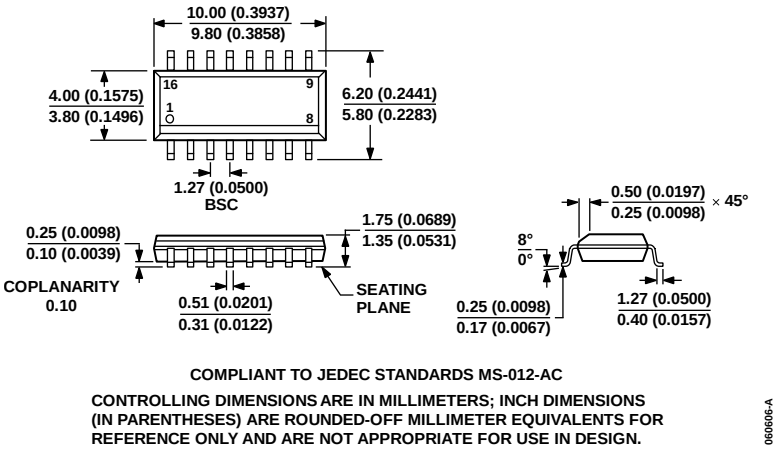


図 42. 16 ピン、標準スモール・アウトライン・パッケージ［SOIC_N］
ナロー・ボディ
（R-16）
寸法単位: mm（括弧内はインチ）

オーダー・ガイド

Model[1]	Temperature Range	Package Description	Package Option
ADM3095EBRZ	−40°C to +125°C	16-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-16
ADM3095EBRZ-RL7	−40°C to +125°C	16-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-16
ADM3095EARZ	−40°C to +85°C	16-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-16
ADM3095EARZ-RL7	−40°C to +85°C	16-Lead Standard Small Outline Package [SOIC_N]	R-16
EVAL-ADM3095EEBZ		ADM3095E Evaluation Board	

[1] Z = RoHS 準拠製品。