

超低消費RS485トランシーバ 低EMI、シャットダウン、 高入力インピーダンス

特長

- **高入力インピーダンス:**
バス上で256個までのトランシーバを接続可能
- **低消費電流:** $I_{CC} = 120\mu A$ (MAX) (ドライバ・ディスエーブル時)
- $I_{CC} = 200\mu A$ (MAX) (ドライバ・イネーブル、無負荷時)
- **シャットダウン時静止電流:** $1\mu A$
- 制御されたスルーレート・ドライバによりEMIを低減
- 単一5V電源
- レシーバ入力およびドライバ出力のESD保護: $\pm 10kV$
- $-7V \sim +12V$ のコモンモード範囲により、データ・ライン上のデバイス間で $\pm 7V$ のグラウンド電位差まで許容
- サーマル・シャットダウン保護回路内蔵
- パワーアップ/ダウン時にドライバー出力にグリッチがなく、電源投入状態でトランシーバの抜き差し可能
- 3ステート出力で、パワーオフ時に出力はハイ・インピーダンスとなる
- LTC485とピン・コンパチブル

アプリケーション


- バッテリー動作RS485/RS422アプリケーション
- 低消費電力RS485/RS422トランシーバ
- レベル・トランスレータ

概要

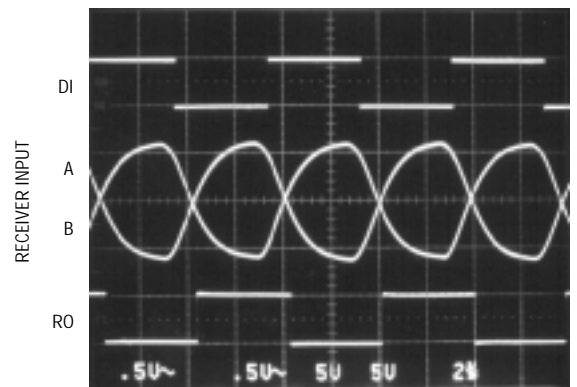
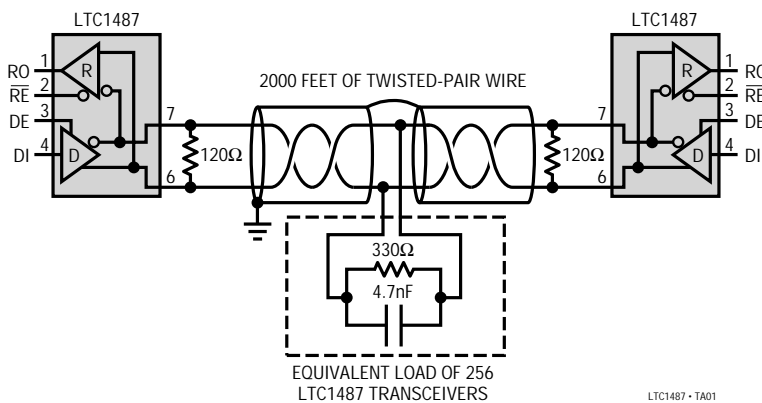
LTC[®]1487は超低消費電力の差動ライン・トランシーバで、高インピーダンス入力を備えており、1本のバス上に最大256個のトランシーバを共有することができます。RS485およびRS422の要求条件に適合します。LTC1487は、スルーレートを制御可能な出力ドライバを内蔵しており、RS485ラインから放射されるEMIを低減し、誤終端ラインでの信号忠実度を改善します。CMOSプロセスを用いていながら過負荷、静電破壊等に対する強度を犠牲にすることなく、大幅に消費電力を低減しています。標準静止電流は動作中はわずか $80\mu A$ 、シャットダウン時には $1\mu A$ です。

ドライバおよびレシーバは3ステート出力を備えているため、同相範囲全域でドライバ出力はハイ・インピーダンス状態に保持されます。バスでのデータ衝突、あるいは故障等による過度の電力消費を防ぐためのサーマル・シャットダウン回路が内蔵されており、その場合ドライバ出力はハイ・インピーダンス状態になります。レシーバには、入力がオープンのままのときに出力状態が“H”になることを保証するフェールセーフ機能があります。I/Oピンは人体モデルを使用した放電試験で、最大 $\pm 10kV$ の複数回のESDスパイクから保護されています。

LTC1487は一般用温度範囲で完全に仕様が規定されており、8ピンDIPおよびSOパッケージで供給されます。

 LTC、LTはリアテクノロジー社の登録商標です。

TYPICAL APPLICATION



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

(Note 1)

Supply Voltage (V_{CC})	12V
Control Input Voltage	-0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
Driver Input Voltage	-0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
Driver Output Voltage	$\pm 14V$
Receiver Input Voltage	$\pm 14V$
Receiver Output Voltage	-0.5V to $V_{CC} + 0.5V$
Operating Temperature Range	$0^{\circ}C \leq T_A \leq 70^{\circ}C$
Lead Temperature (Soldering, 10 sec)	$300^{\circ}C$

PACKAGE/ORDER INFORMATION

<p>N8 PACKAGE 8-LEAD PDIP</p> <p>S8 PACKAGE 8-LEAD PLASTIC SO</p> <p>$T_{JMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 130^{\circ}C/W$ (N8) $T_{JMAX} = 125^{\circ}C, \theta_{JA} = 150^{\circ}C/W$ (S8)</p>	ORDER PART NUMBER
	LTC1487CN8 LTC1487CS8 LTC1487IN8 LTC1487IS8
	S8 PART MARKING
	1487 1487I

Consult factory for Military grade parts.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $0^{\circ}C \leq T_A \leq 70^{\circ}C, V_{CC} = 5V$ (Notes 2, 3) unless otherwise noted.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
V_{OD1}	Differential Driver Output Voltage (Unloaded)	$I_O = 0$	●		5	V
V_{OD2}	Differential Driver Output Voltage (with Load)	$R = 50\Omega$ (RS422) $R = 27\Omega$ (RS485), Figure 1	● ●	2.0 1.5	5	V V
ΔV_{OD}	Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage for Complementary Output States	$R = 27\Omega$ or $R = 50\Omega$, Figure 1	●		0.2	V
V_{OC}	Driver Common-Mode Output Voltage	$R = 27\Omega$ or $R = 50\Omega$, Figure 1	●		3	V
$\Delta V_{OC} $	Change in Magnitude of Driver Common-Mode Output Voltage for Complementary Output States	$R = 27\Omega$ or $R = 50\Omega$, Figure 1	●		0.2	V
V_{IH}	Input High Voltage	DE, DI, \overline{RE}	●	2		V
V_{IL}	Input Low Voltage	DE, DI, \overline{RE}	●		0.8	V
I_{IN1}	Input Current	DE, DI, \overline{RE}	●		± 2	μA
I_{IN2}	Input Current (A, B)	DE = 0, $V_{CC} = 0V$ or 5.25V, $V_{IN} = 12V$ DE = 0, $V_{CC} = 0V$ or 5.25V, $V_{IN} = -7V$	● ●		0.30 -0.15	mA mA
V_{TH}	Differential Input Threshold Voltage for Receiver	$-7V \leq V_{CM} \leq 12V$	●	-0.2	0.2	V
ΔV_{TH}	Receiver Input Hysteresis	$V_{CM} = 0V$	●	45		mV
V_{OH}	Receiver Output High Voltage	$I_O = -4mA, V_{ID} = 200mV$	●	3.5		V
V_{OL}	Receiver Output Low Voltage	$I_O = 4mA, V_{ID} = -200mV$	●		0.4	V
I_{OZR}	Three-State (High Impedance) Output Current at Receiver	$V_{CC} = \text{Max}, 0.4V \leq V_O \leq 2.4V$	●		± 1	μA
R_{IN}	Receiver Input Resistance	$-7V \leq V_{CM} \leq 12V$	●	70	96	k Ω
I_{CC}	Supply Current	No Load, Output Enabled No Load, Output Disabled	● ●	120 80	200 120	μA μA
I_{SHDN}	Supply Current in Shutdown Mode	DE = 0V, $\overline{RE} = V_{CC}$		1	10	μA
I_{OSD1}	Driver Short-Circuit Current, $V_{OUT} = \text{HIGH}$	$-7V \leq V_O \leq 12V$	●	35	250	mA
I_{OSD2}	Driver Short-Circuit Current, $V_{OUT} = \text{LOW}$	$-7V \leq V_O \leq 12V$	●	35	250	mA
I_{OSR}	Receiver Short-Circuit Current	$0V \leq V_O \leq V_{CC}$	●	7	85	mA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $-40^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 85^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ (Note 4) unless otherwise noted.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
V_{OD1}	Differential Driver Output Voltage (Unloaded)	$I_O = 0$	●		5	V	
V_{OD2}	Differential Driver Output Voltage (with Load)	$R = 50\Omega$ (RS422) $R = 27\Omega$ (RS485), Figure 1	● ●	2.0 1.5	5	V V	
V_{OC}	Driver Common-Mode Output Voltage	$R = 27\Omega$ or $R = 50\Omega$, Figure 1	●		3	V	
V_{TH}	Differential Input Threshold Voltage for Receiver	$-7\text{V} \leq V_{CM} \leq 12\text{V}$	●	-0.2	0.2	V	
ΔV_{TH}	Receiver Input Hysteresis	$V_{CM} = 0\text{V}$	●	45		mV	
I_{CC}	Supply Current	No Load, Output Enabled No Load, Output Disabled	● ●	120 80	200 120	μA μA	
I_{SHDN}	Supply Current in Shutdown Mode	$DE = 0\text{V}$, $\overline{RE} = V_{CC}$		1	10	μA	
t_{PLH}	Driver Input to Output	$R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100\text{pF}$, (Figures 3, 5)	●	150	1200	ns	
t_{PHL}	Driver Input to Output		●	150	1200	ns	
t_{SKEW}	Driver Output to Output		●	100	600	ns	
t_r, t_f	Driver Rise or Fall Time		●	150	2000	ns	
t_{PLH}	Receiver Input to Output	$R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100\text{pF}$, (Figures 3, 7)	●	30	140	250	ns
t_{PHL}	Receiver Input to Output		●	30	140	250	ns
t_{SKD}	$ t_{PLH} - t_{PHL} $ Differential Receiver Skew		●	13		ns	
f_{MAX}	Maximum Data Rate		●	250		kbps	

SWITCHING CHARACTERISTICS $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ (Notes 2, 3) unless otherwise noted.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
t_{PLH}	Driver Input to Output	$R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100\text{pF}$, (Figures 3, 5)	●	150	1200	ns	
t_{PHL}	Driver Input to Output		●	150	1200	ns	
t_{SKEW}	Driver Output to Output		●	250	600	ns	
t_r, t_f	Driver Rise or Fall Time		●	150	1200	ns	
t_{ZH}	Driver Enable to Output High	$C_L = 100\text{pF}$ (Figures 4, 6), S2 Closed	●	100	1500	ns	
t_{ZL}	Driver Enable to Output Low	$C_L = 100\text{pF}$ (Figures 4, 6), S1 Closed	●	100	1500	ns	
t_{LZ}	Driver Disable Time from Low	$C_L = 15\text{pF}$ (Figures 4, 6), S1 Closed	●	150	1500	ns	
t_{HZ}	Driver Disable Time from High	$C_L = 15\text{pF}$ (Figures 4, 6), S2 Closed	●	150	1500	ns	
t_{PLH}	Receiver Input to Output	$R_{DIFF} = 54\Omega$, $C_{L1} = C_{L2} = 100\text{pF}$, (Figures 3, 7)	●	30	140	250	ns
t_{PHL}	Receiver Input to Output		●	30	140	250	ns
t_{SKD}	$ t_{PLH} - t_{PHL} $ Differential Receiver Skew		●	13		ns	
t_{ZL}	Receiver Enable to Output Low	$C_{RL} = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S1 Closed	●	20	50	ns	
t_{ZH}	Receiver Enable to Output High	$C_{RL} = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S2 Closed	●	20	50	ns	
t_{LZ}	Receiver Disable from Low	$C_{RL} = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S1 Closed	●	20	50	ns	
t_{HZ}	Receiver Disable from High	$C_{RL} = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S2 Closed	●	20	50	ns	
f_{MAX}	Maximum Data Rate		●	250		kbps	
t_{SHDN}	Time to Shutdown	$DE = 0$, $\overline{RE} = \uparrow$	●	50	200	600	ns

SWITCHING CHARACTERISTICS $0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$, $V_{CC} = 5\text{V}$ (Notes 2, 3) unless otherwise noted.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
$t_{ZH}(\text{SHDN})$	Driver Enable from Shutdown to Output High	$C_L = 100\text{pF}$ (Figures 4, 6), S2 Closed	●		2000	ns
$t_{ZL}(\text{SHDN})$	Driver Enable from Shutdown to Output Low	$C_L = 100\text{pF}$ (Figures 4, 6), S1 Closed	●		2000	ns
$t_{ZH}(\text{SHDN})$	Receiver Enable from Shutdown to Output High	$C_L = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S2 Closed	●		2000	ns
$t_{ZL}(\text{SHDN})$	Receiver Enable from Shutdown to Output Low	$C_L = 15\text{pF}$ (Figures 2, 8), S1 Closed	●		2000	ns

The ● denotes specifications which apply over the full operating temperature range.

Note 1: Absolute maximum ratings are those beyond which the safety of the device cannot be guaranteed.

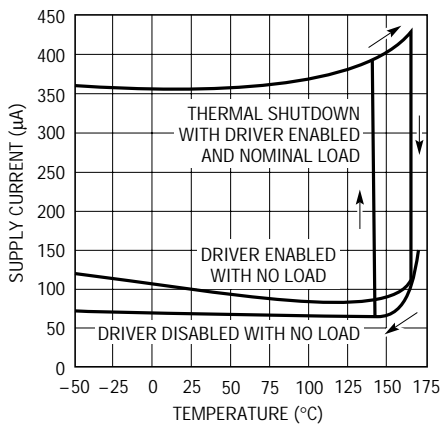
Note 2: All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.

Note 3: All typicals are given for $V_{CC} = 5\text{V}$ and $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

Note 4: The LTC1487 is not tested and is not quality-assurance sampled at -40°C and at 85°C . These specifications are guaranteed by design, correlation, and/or inference from 0°C , 25°C and/or 70°C tests.

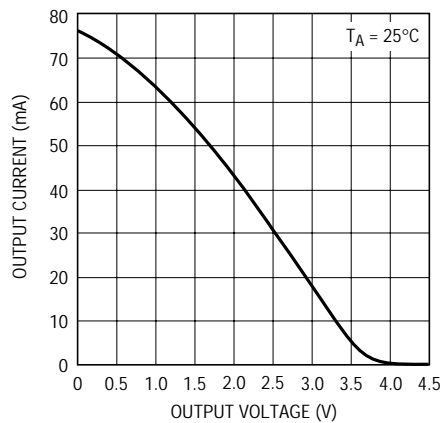
TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

Supply Current vs Temperature



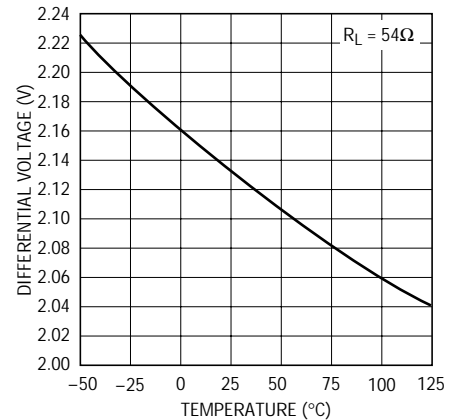
LTC1487 • TPC01

Driver Differential Output Voltage vs Output Current



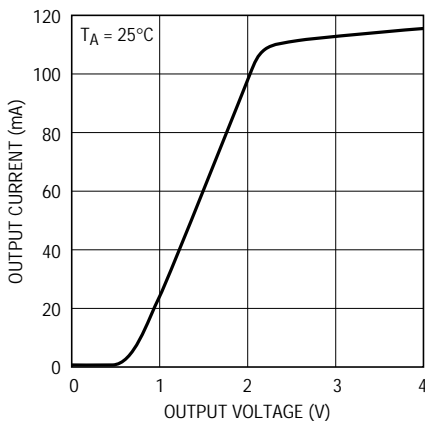
LTC1487 • TPC02

Driver Differential Output Voltage vs Temperature



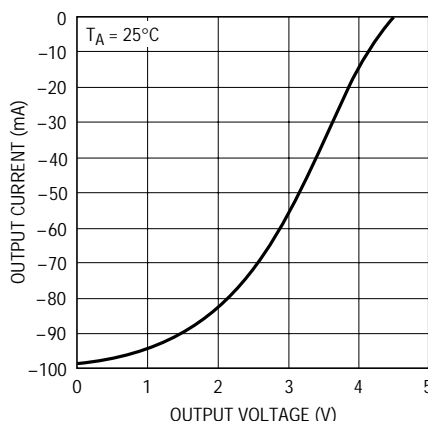
LTC1487 • TPC03

Driver Output Low Voltage vs Output Current



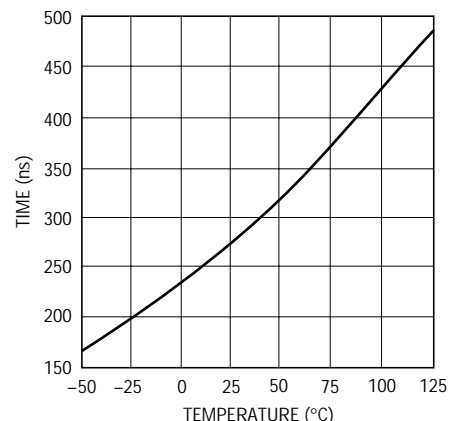
LTC1487 • TPC04

Driver Output High Voltage vs Output Current



LTC1487 • TPC05

Driver Skew vs Temperature



LTC1487 • G06

ピン機能

RO(ピン1): レシーバ出力。レシーバ出力がイネーブルされているとき(\overline{RE} "L"), AがBより200mV以上高い場合、ROは" H "になります。AがBより200mV以上低い場合、ROは" L "になります。

\overline{RE} (ピン2): レシーバ出力イネーブル。" L "を印加すると、レシーバ出力ROがイネーブルされ、" H "を印加するとレシーバ出力はハイ・インピーダンス状態になります。

DE(ピン3): ドライバ出力イネーブル。DEに" H "を印加すると、ドライバ出力がイネーブルされます。A、B、およびチップは、ライン・ドライバとして機能します。" L "が入力されると、ドライバ出力はハイ・インピーダンス状態になり、チップはライン・レシーバとして機能

します。REが" H "でDEが" L "の場合、デバイスは低消費電力(1 μ A)のシャットダウン状態に入ります。

DK(ピン4): ドライバ入力。ドライバ出力がイネーブルされているときに(\overline{DE} "H"), DIに" L "を印加すると、出力Aが" L "になりBが" H "になります。ドライバ出力がイネーブルされているときにDIに" H "を印加すると、Aが" H "になりBが" L "になります。

GND(ピン5): グランド

A(ピン6): ドライバ出力/レシーバ入力

B(ピン7): ドライバ出力/レシーバ入力

V_{CC} (ピン8): 正電源。4.75V < V_{CC} < 5.25V

FUNCTION TABLES

LTC1487 Transmitting

INPUTS			OUTPUTS	
\overline{RE}	DE	DI	B	A
X	1	1	0	1
X	1	0	1	0
0	0	X	Z	Z
1	0	X	Z*	Z*

*Shutdown mode

LTC1487 Receiving

INPUTS			OUTPUTS
\overline{RE}	DE	A - B	RO
0	0	$\geq 0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs Open	1
1	0	X	Z*

*Shutdown mode

TEST CIRCUITS

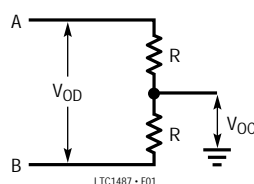


Figure 1. Driver DC Test Load

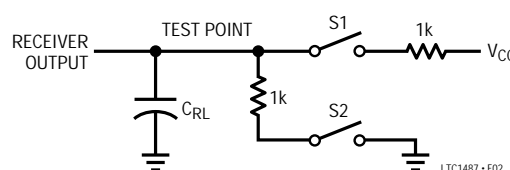


Figure 2. Receiver Timing Test Load

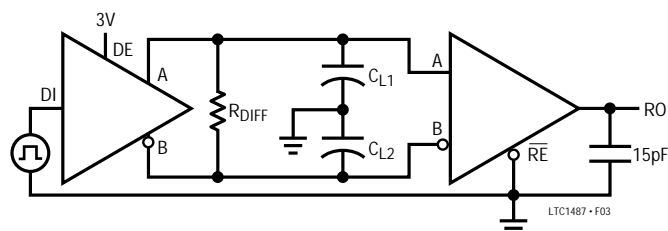


Figure 3. Driver/Receiver Timing Test Circuit

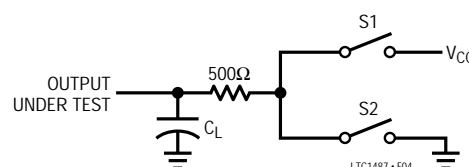


Figure 4. Driver Timing Test Load

SWITCHING TIME WAVEFORMS

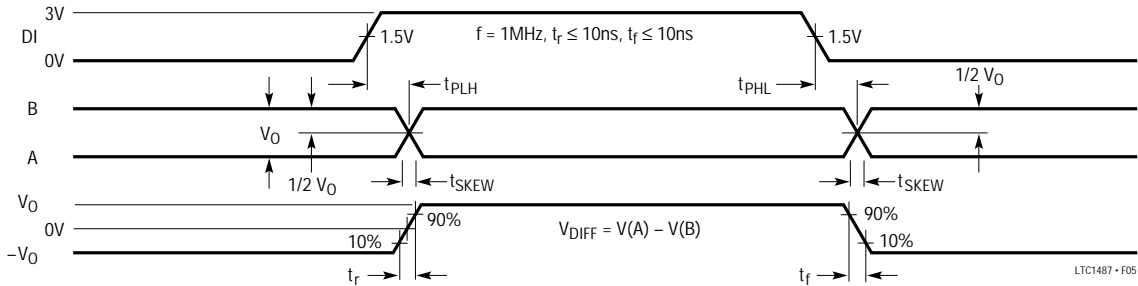


Figure 5. Driver Propagation Delays

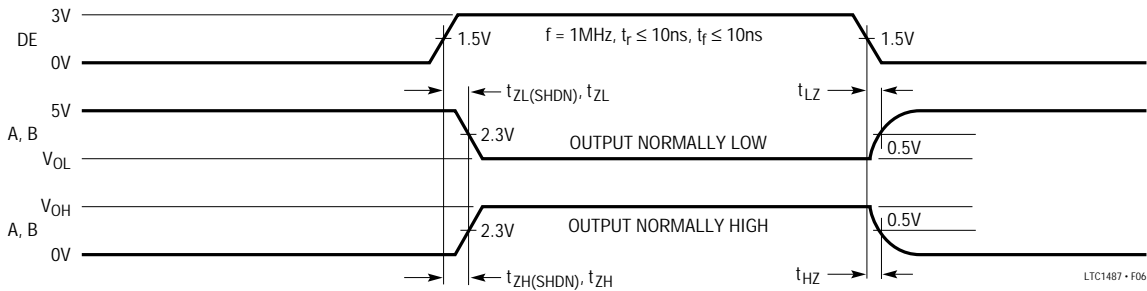


Figure 6. Driver Enable and Disable Times

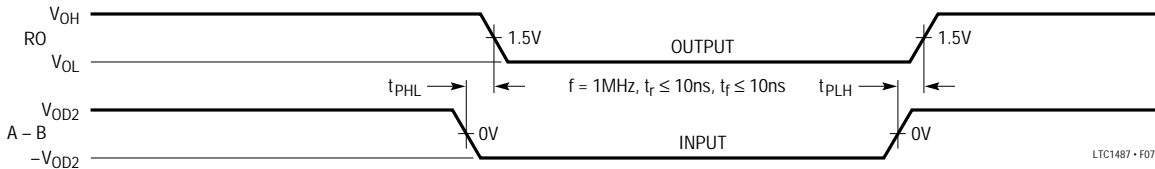


Figure 7. Receiver Propagation Delays

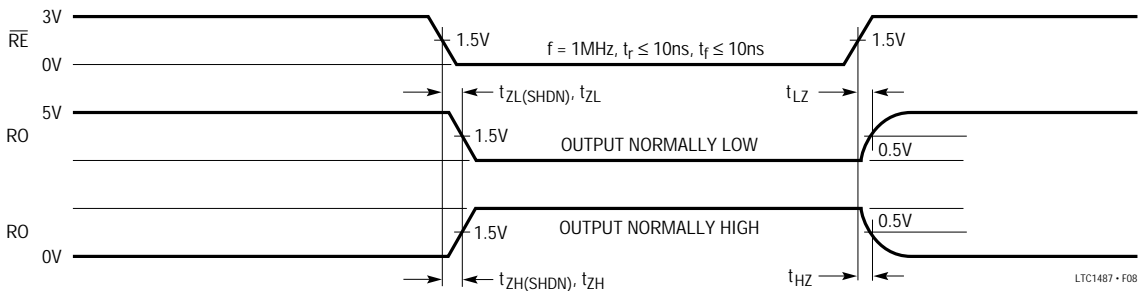


Figure 8. Receiver Enable and Disable Times

アプリケーション情報

高入力インピーダンス

LTC1487は、96k (typ)の入力インピーダンスを持ち、1本のRS485差動データ・バスで最大256個のトランシーバを共有できるように設計されています。RS485規格は、1個のトランシーバで最大32個の「ユニット負荷」をドライブできることを要求しています。1ユニット負荷(UL)は、最大12Vを印加したときに、最大1mAの電流を流すインピーダンスとして定義されます。標準的なRS485トランシーバ入力ユニット負荷は0.5から1です。LTC1487は入力インピーダンスが96kで、同じ12V条件では125 μ Aの電流しか流さず、バスに対する負荷はわずか0.125ULにしかなりません。その結果、RS485ドライバ負荷仕様の範囲内で、1本のRS485データ・バスに256個のLTC1487トランシーバ(32UL/0.125UL = 256)を接続することが可能です。LTC1487は、他のすべてのRS485仕様を満足するため、標準RS485トランシーバ・デバイスまたはハイ・インピーダンス・トランシーバとも同等に動作することができます。

CMOS出力ドライバ

LTC1487トランシーバは、単一3.3V電源で動作しながら、RS485規格に完全に適合します。RS485規格では、トランシーバがRS485ライン接続で12Vまたは-7Vまでの同相電圧に耐える必要があります。さらにトランシーバは、ESD破壊とラッチアップのどちらも起こらないようにしなければならないため、ドライバ出力から各電源レールに寄生ダイオードを含む従来のCMOSドライバ(図9)では対応できません。LTC1487は、ショットキ・ダイオードのペアを出力段に追加する独自のプロセス・エンハンスメントを用い(図10)、同相電圧が電源レールを超えたときに、電流が流れるのを防止しています。出力ドライバでは実質ラッチアップは発生せず、RS485で規定されるフォールト条件ではドライバにラインを接続しません。独自の出力保護構造によって、最大

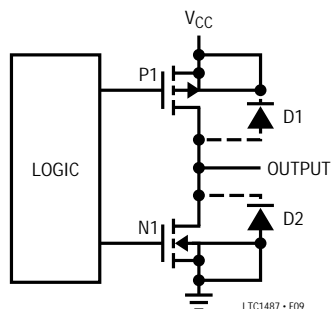


Figure 9. Conventional CMOS Output Stage

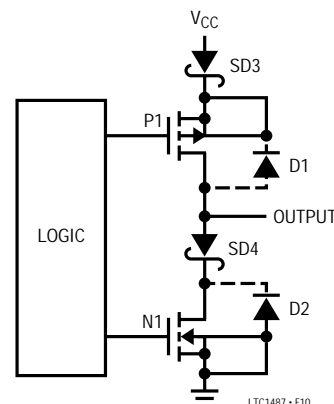


Figure 10. LTC1487 Output Stage

±10kVの(人体モデル)ESDスパイクからトランシーバ・ライン端子を保護します。

複数のドライバが同じ伝送ラインに接続される場合は、2つ以上のドライバが同時にアクティブになる潜在的条件が存在します。1つ以上のドライバが電流をソースしているときに、別のドライバが電流をシンクする場合、いずれかのドライバでの消費電力が過剰になる可能性があります。この状態は、複数のドライバが1本の伝送ラインを求めて競争していることから、ドライバ・コンテンションと定義されます。LTC1487は、ドライバ・コンテンション故障を防止する電流制限方式を採用しています。ドライバ・コンテンションが発生すると、電流は約70mAに制限され、ドライバ内の消費電力が過剰になるのを防止します。

LTC1487は過剰な電力消費からデバイスを保護する、サーマル・シャットダウン機能を備えています。極端なフォールト条件では、最大250mAがデバイス内を流れ、内部温度が急激に上昇する可能性があります。内部温度が150に達すると、サーマル・シャットダウン回路がドライバ出力をディスエーブルし、温度が130まで冷えると、再びドライバ出力をターンオンにします。このサイクルはフォールト条件がなくなるまで、必要に応じて繰り返されます。

レシーバ入力

LTC1487の入力同相範囲は、RS485で規定される-7V~12Vの全電圧範囲をカバーします。各ライン端子からグランドに96kの内部抵抗を備えており、RS485バスに対して0.125ULの負荷を提供します。規定入力同相範囲内で±200mVを超える差動信号が、レシーバ出力でTTL互換信号に変換されます。ライン信号上でのノイズの影響を最小限に抑えるために、若干の入力ヒステリシスを

アプリケーション情報

持っています。ラインが終端されるか、レシーバ入力が必要と短絡された場合、レシーバ回路には45mVのヒステリシスが組み込まれているため、レシーバ出力は最後の有効ライン信号を保持します。LTC1487トランシーバ入力がフロートしている(終端されていない)場合は、A入力での10 μ Aの内部プルアップがレシーバ出力を強制的に既知の“H”状態にします。

低消費電力動作

ドライバ出力がディスエーブルされると、LTC1487はわずかな電源電流しか消費しません。シャットダウン時の静止電流は標準1 μ A以下です。レシーバがアクティブで、ドライバ出力がディスエーブルされている場合、LTC1487は標準80 μ Aの静止電流を流します。ドライバ出力がイネーブルされているが終端されていない場合、2つの出力のうち1つが内部レシーバの入力抵抗に電流を供給するため静止電流が増大します。70k Ω の最小レシーバ入力抵抗と5Vの最大出力振幅では、静止電流は最大72 μ A増大します。ドライバがイネーブルされた状態での標準的な静止電流の増加は約40 μ Aです。

ドライバが外部で終端されているときにイネーブルされた場合、静止電流は大幅に上昇します。終端負荷が1/2(ドライバ出力間で120 Ω)の場合、ドライバは終端抵抗で最小1.5Vを強制的に設定するため、静止電流は最低13mAまで増大します。完全に終端された60 Ω ラインを接続した場合、電流はドライバがイネーブルされた状態で、25mA以上に増大し、内部レシーバ入力で消費される余分な40 μ Aは完全に無視できます。

シャットダウン・モード

レシーバ出力(RO)とドライバ出力(A, B)はともに、それぞれ \overline{RE} を“H”、DEを“L”にすれば3ステート・モードにすることができます。さらに、 \overline{RE} が“H”でDEが“L”のときには、LTC1487はシャットダウン・モードに入ります。

シャットダウン・モードでは、LTC1487の消費電流はわずか標準1 μ Aです。デバイスを確実にシャットダウンするには、最低600nsの間だけ同時に \overline{RE} を“H”、DEを“L”にしなければなりません。この持続時間が50ns以下の場合、デバイスはシャットダウン・モードに入りません。 \overline{RE} またはDEのレベルを切り替えると、LTC1487は3.5 μ s以内に通常動作に復帰します。

シャットダウンの直前に、ドライバがアクティブになっていた場合、ドライバ出力が安定するまで消費電流は1 μ Aに減少しません。ワーストケース条件では、出力が安定するまでに2.6 μ sもかかることがあります。シャットダウンの前にドライバがディスエーブルされた場合、消費電流はすぐに0.1 μ Aまで減少します。

スルーレートと伝搬遅延

多くのデジタル・エンコーディング方式は、ドライバとレシーバの伝搬遅延の差に依存しています。図11にLTC1487の伝搬遅延のテスト回路を示します。

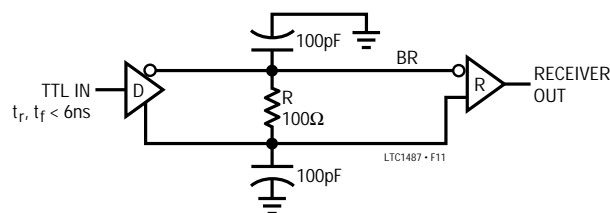


Figure 11. Receiver Propagation Delay Test Circuit

レシーバの遅延時間は次のとおりです。

$$|t_{PLH} - t_{PHL}| = 13\text{ns Typ, } V_{CC} = 5\text{V}$$

LTC1487ドライバは、スルーレート制御によりシステムのEMIを低減し、ケーブルの誤終端に起因する反射を抑えることによって、信号の忠実度を向上させています。

ドライバのスキュー時間は次のとおりです。

$$\text{SKEW} = 250\text{ns Typ, } V_{CC} = 3.3\text{V}$$

$$600\text{ns Max, } V_{CC} = 3.3\text{V, } T_A = -40 \sim 85$$