

±60Vの障害保護 3.3Vまたは5V、25kV ESD、 高速CAN FDトランシーバー

特長

- ±60Vまでの過電圧ライン・フォルトに対する保護
- 電源電圧: 3.3Vまたは5V
- 最大4Mbpsの高速CAN FD動作
- ESD: インターフェース・ピンで±25kV、他の全てのピンで±8kV
- アクティブな対称制御回路とSPLITピンを備えた可変スルー・レート・ドライバにより、低電磁放射(EME)に対応
- 拡張された同相電圧範囲(±36V)
- 電源オフ時のCANバスに対する理想的な受動動作
- 電流制限ドライバおよびサーマル・シャットダウン
- パワーアップ/ダウン時にグリッチを生じないドライバ出力
- マイクロパワー・シャットダウン・モード
- 送信データ(TXD)ドミナントのタイムアウト機能
- ISO 11898-2およびCAN FDに準拠
- DeviceNet 互換
- MPグレード(-55°C~125°C)まで供給可能
- 3mm × 3mmの8ピンDFNパッケージおよびSO-8パッケージ

アプリケーション

- 産業用制御および計測ネットワーク
- 車載部品および輸送機部品
- ビル・オートメーション、セキュリティ・システム、HVAC
- 医療機器

概要

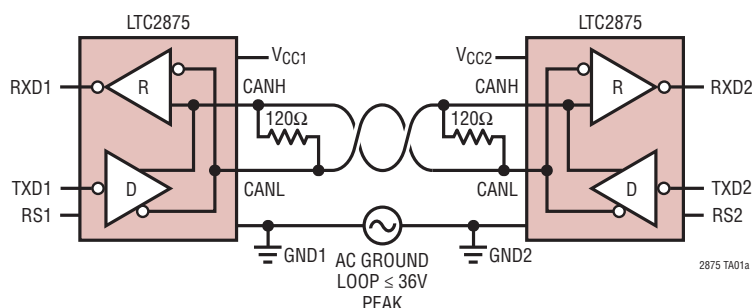
LTC®2875は、3.3Vまたは5V電源で動作する堅牢な高速、低消費電力のCANトランシーバーで、パワーダウン・モードを含む全動作モードで、データ伝送線上の±60Vの過電圧障害からの保護機能を備えています。最大データ・レートは4Mbpsまで拡張され、CAN物理層に基づく高速プロトコルをサポートします。最大4Mbpsのフレキシブル・データ・レート対応コントローラ・エリア・ネットワーク(CAN FD)をサポートします。強化されたESD保護機能により、ラッチアップや損傷が発生することなく、トランシーバー・インターフェース・ピンで±25kV(人体モデル)のESDに耐えることができます。

入力同相電圧範囲が±36Vと広く、CANレシーバーでの同相ノイズ除去比が高いため、グラウンド・ループ電圧の許容範囲が広がっています。アクティブな対称制御機能を備えた高度なCANドライバにより、同相電圧の厳密な制御を維持して優れた電磁放射性能を得ると同時に、可変スルー・レートと分割終端のサポートにより、電磁放射を更に削減できます。

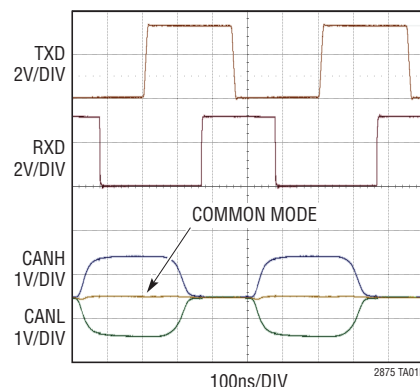
全ての登録商標および商標の所有権は、それぞれの所有者に帰属します。

標準的応用例

グラウンド・ループ電圧が大きいCANバス・リンク



3.3V電源で動作する
LTC2875の4Mbpsでの送信



LTC2875

絶対最大定格

(Note 1)

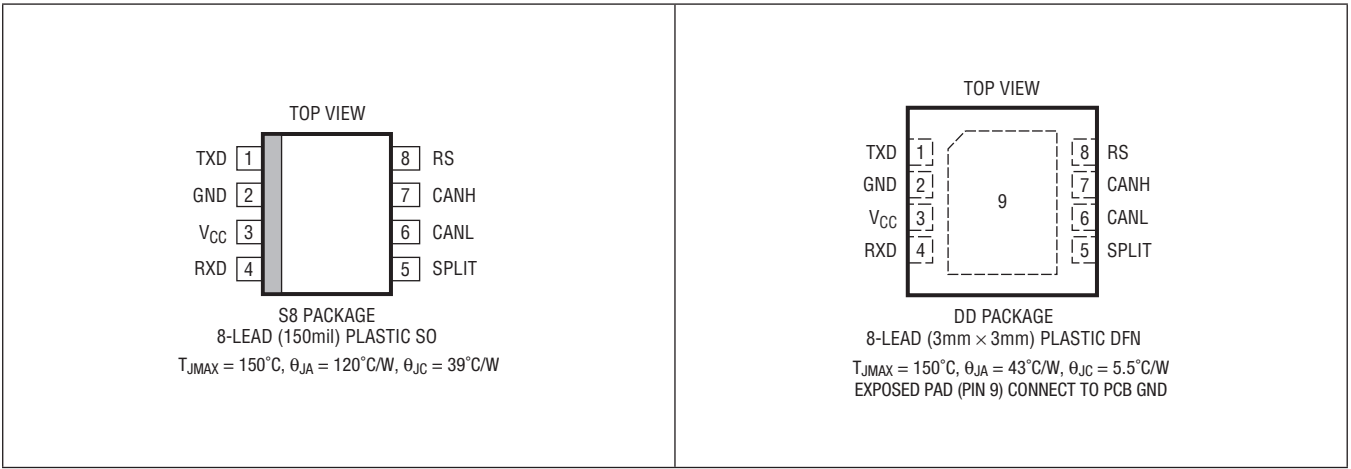
電源電圧

V_{CC}	-0.3V~6V
ロジック入力電圧 (TXD、RS)	-0.3V~6V
インターフェース I/O: CANH、CANL、SPLIT	-60V~60V
レシーバー出力 (RXD)	-0.3V~($V_{CC}+0.3V$)
バス差動電圧 (CANH-CANL 間)	-120V~120V

動作周囲温度範囲 (Note 4)

LTC2875I	-40°C~85°C
LTC2875H	-40°C~125°C
LTC2875MP	-55°C~125°C
保存温度範囲	-65°C~150°C
リード温度 (ハンダ処理、10 秒)	300°C

ピン配置



発注情報

鉛フリー仕上げ	テープ&リール	製品マーキング	パッケージ	温度範囲
LTC2875IDD#PBF	LTC2875IDD#TRPBF	LGKG	8 Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	-40°C to 85°C
LTC2875HDD#PBF	LTC2875HDD#TRPBF	LGKG	8 Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	-40°C to 125°C
LTC2875MPDD#PBF	LTC2875MPDD#TRPBF	LGKG	8 Lead (3mm x 3mm) Plastic DFN	-55°C to 125°C
LTC2875IS8#PBF	LTC2875IS8#TRPBF	2875	8-Lead (150 mil) Plastic SO	-40°C to 85°C
LTC2875HS8#PBF	LTC2875HS8#TRPBF	2875	8-Lead (150 mil) Plastic SO	-40°C to 125°C
LTC2875MPS8#PBF	LTC2875MPS8#TRPBF	2875	8-Lead (150 mil) Plastic SO	-55°C to 125°C

更に広い動作温度範囲で規定されるデバイスについては、弊社または弊社代理店にお問い合わせください。

テープ&リールの仕様。一部のパッケージは、#TRMPBF 接尾部の付いた指定の販売経路を通じて 500 個入りのリールで供給可能です。

電氣的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ または 5V 、図1は $R_L = 60\Omega$ 、 $RS = 0\text{V}$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ での標準値で適用される。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER		CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
電源									
V _{CC}	Supply Voltage		3.3V V _{CC} Range		●	3	3.3	3.6	V
			5V V _{CC} Range		●	4.5	5	5.5	V
I _{CC(R)}	Supply Current (Recessive)				●	1	1.8	3	mA
I _{CC(D)}	Supply Current (Dominant)				●	25	42	60	mA
I _{CCS}	Supply Current in Shutdown Mode (I-Grade)		RS = TXD = V _{CC} , RXD Open, T ≤ 85°C		●		1	5	μA
	Supply Current in Shutdown Mode (H-, MP-Grade)		RS = TXD = V _{CC} , RXD Open, T ≤ 125°C		●		1	15	μA
ドライバ									
V _{O(D)}	Bus Output Voltage (Dominant)	CANH	t < t _{TOTXD}	V _{CC} = 5V	●	2.75	3.6	4.5	V
				V _{CC} = 3.3V	●	2.15	2.9	3.3	V
		CANL	t < t _{TOTXD}	V _{CC} = 5V	●	0.5	1.4	2.25	V
				V _{CC} = 3.3V	●	0.5	0.9	1.65	V
V _{O(R)}	Bus Output Voltage (Recessive)		V _{CC} = 5V, No Load (Figure 1)		●	2	2.5	3	V
			V _{CC} = 3.3V, No Load (Figure 1)		●	1.45	1.95	2.45	V
V _{OD(D)}	Differential Output Voltage (Dominant)		R _L = 50 Ω to 65 Ω (Figure 1)		●	1.5	2.2	3.0	V
V _{OD(R)}	Differential Output Voltage (Recessive)		No Load (Figure 1)		●	−500	0	50	mV
V _{OC(D)}	Common Mode Output Voltage (Dominant)		V _{CC} = 5V, (Figure 1)		●	2	2.5	3	V
			V _{CC} = 3.3V, (Figure 1)		●	1.45	1.95	2.45	V
I _{OS(D)}	Bus Output Short-Circuit Current (Dominant)	CANH	CANH = 0V		●	−100	−75	−40	mA
		CANH	−60V ≤ CANH ≤ 60V		●	−100		3	mA
		CANL	CANL = 5V		●	40	75	100	mA
		CANL	−60V ≤ CANL ≤ 60V		●	−3		100	mA
レシーバ									
V _{CM}	Bus Common Mode Voltage = (CANH + CANL)/2 for Data Reception		V _{CC} = 5V		●			±36	V
			V _{CC} = 3.3V		●			±25	V
V _{TH} ⁺	Bus Input Differential Threshold Voltage (Positive-Going)		V _{CC} = 5V, −36V ≤ V _{CM} ≤ 36V		●		775	900	mV
			V _{CC} = 3.3V, −25V ≤ V _{CM} ≤ 25V		●		775	900	mV
V _{TH} [−]	Bus Input Differential Threshold Voltage (Negative-Going)		V _{CC} = 5V, −36V ≤ V _{CM} ≤ 36V		●	500	625		mV
			V _{CC} = 3.3V, −25V ≤ V _{CM} ≤ 25V		●	500	625		mV
ΔV _{TH}	Bus Input Differential Hysteresis Voltage		V _{CC} = 5V, −36V ≤ V _{CM} ≤ 36V				150		mV
			V _{CC} = 3.3V, −25V ≤ V _{CM} ≤ 25V				150		mV
R _{IN}	Input Resistance (CANH and CANL)		TXD = V _{CC} ; R _{IN} = ΔV/ΔI; ΔI = ±20μA		●	25	40	50	kΩ
R _{ID}	Differential Input Resistance		TXD = V _{CC} ; R _{IN} = ΔV/ΔI; ΔI = ±20μA		●	50	80	100	kΩ
ΔR _{IN}	Input Resistance Matching		R _{IN} (CANH) to R _{IN} (CANL)		●			±1	%
C _{IH}	Input Capacitance to GND (CANH)		(Note 6)				32		pF
C _{IL}	Input Capacitance to GND (CANL)		(Note 6)				8		pF
C _{ID}	Differential Input Capacitance		(Note 6)				8.4		pF
I _L	Bus Leakage Current (Power Off) (I-Grade)		V _{CC} = 0V, CANH = CANL = 5V, T ≤ 85°C		●			±10	μA
	Bus Leakage Current (Power Off) (H-, MP-Grade)		V _{CC} = 0V, CANH = CANL = 5V, T ≤ 125°C		●			±40	μA

電氣的特性

●は全動作温度範囲での規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ または 5V 、図1は $R_L = 60\Omega$ 、 $R_S = 0\Omega$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ での標準値で適用される。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
同相安定化出力 SPLIT								
V _{O_SPLIT}	SPLIT Output Voltage	−500 μA ≤ I(SPLIT) ≤ 500 μA	V _{CC} = 5V	●	1.5	2.5	3.5	V
			V _{CC} = 3.3V	●	0.9	1.9	2.9	V
I _{OS_SPLIT}	SPLIT Short-Circuit Current	−60V ≤ SPLIT ≤ 60V			●	−3	3	mA
レシーバー出力 RXD								
V _{OH_RXD}	Receiver Output High Voltage	I(RXD) = −3mA (Sourcing)	●	V _{CC} − 0.4V				V
V _{OL_RXD}	Receiver Output Low Voltage	I(RXD) = 3mA (Sinking)	●				0.4	V
I _{OS_RXD}	Receiver Short-Circuit Current	RXD = 0V or V _{CC}	●	±11			±18	mA
ロジック入力 TXD								
V _{IH_TXD}	High Level Input Voltage	V _{CC} = 3.3V or 5V	●	0.67 • V _{CC}				V
V _{IL_TXD}	Low Level Input Voltage	V _{CC} = 3.3V or 5V	●				0.33 • V _{CC}	V
I _{IN_TXD}	Logic Input Current	0 ≤ TXD ≤ V _{CC}	●	−20	0	10		μA
ロジック／スルー・レート制御入力 RS								
V _{IH_RS}	High Level Input Voltage	V _{CC} = 3.3V or 5V	●	0.9 • V _{CC}				V
V _{IL_RS}	Low Level Input Voltage	V _{CC} = 3.3V or 5V	●				0.5 • V _{CC}	V
I _{IN_RS}	Logic Input Current	0 ≤ RS ≤ V _{CC}	●	−170	0	10		μA

スイッチング特性

●は全動作温度範囲の規格値を意味する。それ以外は $T_A = 25^\circ\text{C}$ での値。注記がない限り、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ または 5V 、図1は $R_L = 60\Omega$ 、 $C_L = 100\text{pF}$ 、 $R_{SL} = 0\Omega$ 、 $R_S = 0\Omega$ 、 $V_{CC} = 5\text{V}$ での標準値で適用される。(Note 2)

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS			MIN	TYP	MAX	UNITS
トランシーバーのタイミング								
f _{MAX}	Maximum Data Rate			●	4			Mbps
t _{PTXBD}	TXD to Bus Dominant Propagation Delay	(Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	45	80	130	ns
			V _{CC} = 5V	●	45	75	115	ns
t _{PTXBR}	TXD to Bus Recessive Propagation Delay	(Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	80	120	170	ns
			V _{CC} = 5V	●	60	90	120	ns
t _{PTXBDS}	TXD to Bus Dominant Propagation Delay, Slow Slew	RSL=200kΩ (Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	200	540	1220	ns
			V _{CC} = 5V	●	220	560	1200	ns
t _{PTXBRS}	TXD to Bus Recessive Propagation Delay, Slow Slew	RSL=200kΩ (Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	400	960	2010	ns
			V _{CC} = 5V	●	480	1040	2240	ns
t _{PBDRX}	Bus Dominant to RXD Propagation Delay	(Figure 2, 3)		●	25	40	65	ns
t _{PBRRX}	Bus Recessive to RXD Propagation Delay	(Figure 2, 3)		●	25	45	80	ns
t _{PTRXD}	TXD to RXD Dominant Propagation Delay	(Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	80	120	180	ns
			V _{CC} = 5V	●	75	115	165	ns
t _{PTRXR}	TXD to RXD Recessive Propagation Delay	(Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	115	165	215	ns
			V _{CC} = 5V	●	95	135	185	ns
t _{PTRXDS}	TXD to RXD Dominant Propagation Delay, Slow Slew	RSL = 200kΩ (Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	190	500	1110	ns
			V _{CC} = 5V	●	210	530	1090	ns
t _{PTRXRS}	TXD to RXD Recessive Propagation Delay, Slow Slew	RSL = 200kΩ (Figure 2, 3)	V _{CC} = 3.3V	●	420	940	1910	ns
			V _{CC} = 5V	●	480	1020	2110	ns
t _{TOTXD}	TXD Timeout Time	(Figure 2, 4)		●	0.5	2	4	ms
t _{BIT(RXD),2M}	Receiver Output Recessive Bit Time, 2Mbps, Loop Delay Symmetry	(Figure 7)	V _{CC2} = 3.3V	●	400	455	550	ns
			V _{CC2} = 5V	●	400	475	550	ns
t _{BIT(RXD),4M}	Receiver Output Recessive Bit Time, 4Mbps	(Figure 7)	V _{CC2} = 5V	●	200	225	275	ns
t _{ENRX}	RXD Enable from Shutdown	(Figure 5)		●			40	μs
t _{ENTX}	TXD Enable from Shutdown	(Figure 2, 6) (Note 5)		●			40	μs
t _{SHDNRX}	Time to Shutdown, RXD	(Figure 5)		●			250	ns
t _{SHDNTX}	Time to Shutdown, TXD	(Figure 2, 6)		●			250	ns
トランスミッタの駆動の対称性 (同相電圧の変動)								
V _{SYM}	Driver Symmetry (CANH + CANL − 2V _{O(R)}) (Dynamic Peak Measurement)	RL = 60Ω/Tol.< 1%, C _{SPLIT} = 4.7nF/5%, f _{TXD} = 250kHz, Input Impedance of Oscilloscope: ≤ 20pF/ ≥ 1MΩ (Figure 2)		●			±500	mV

Note 1: 絶対最大定格に記載された値を超えるストレスはデバイスに永続的損傷を与える可能性がある。また、長期にわたって絶対最大定格条件に曝すと、デバイスの信頼性と寿命に悪影響を与える恐れがある。

Note 2: デバイスのピンに流れ込む電流は全て正。デバイスのピンから流れ出す電流は全て負。注記がない限り、全ての電圧はデバイスのグラウンドを基準にしている。

Note 3: 製造プロセスではテストされない。

Note 4: このデバイスには、短時間の過負荷状態の間デバイスを保護するための過熱保護機能が備わっている。過熱保護機能がアクティブなときジャンクション温度は 150°C を超える。規定された最高動作温度を超えた動作が継続すると、デバイスの劣化または故障が生じる恐れがある。

Note 5: バス・ドミナント状態をアサートするために、TxD は、この時間の経過後、ハイからローに遷移する必要がある。

Note 6: ピン容量は参照用としてのみ示されており、製造プロセスではテストされていない。

テスト回路

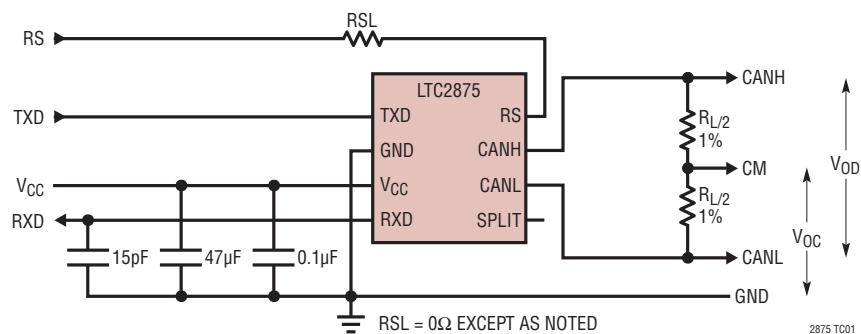


図1. 全ての電気的特性の測定

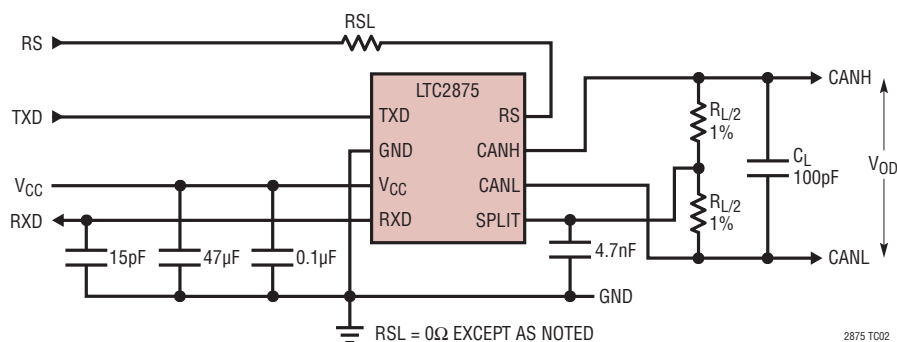


図2. レシーバーのイネーブル/ディスエーブル時間を除く全てのスイッチング特性の測定

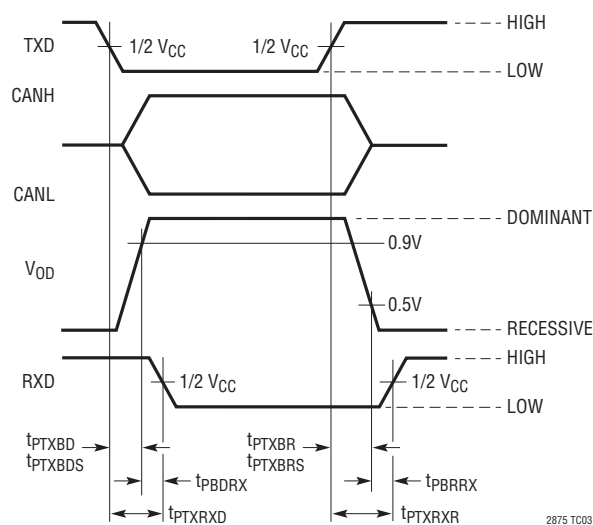


図3. CANトランシーバーのデータ伝搬のタイミング図

テスト回路

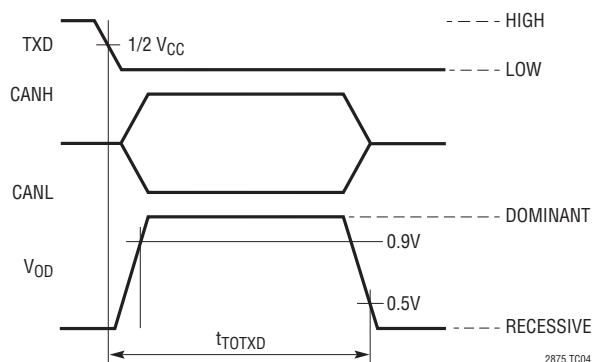


図4. TXDドミナントのタイムアウト時間

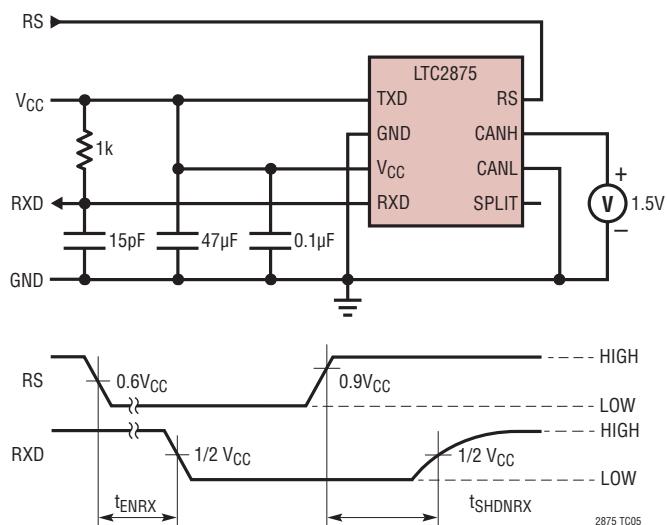


図5. RXDのイネーブルとディスエーブルのタイミング

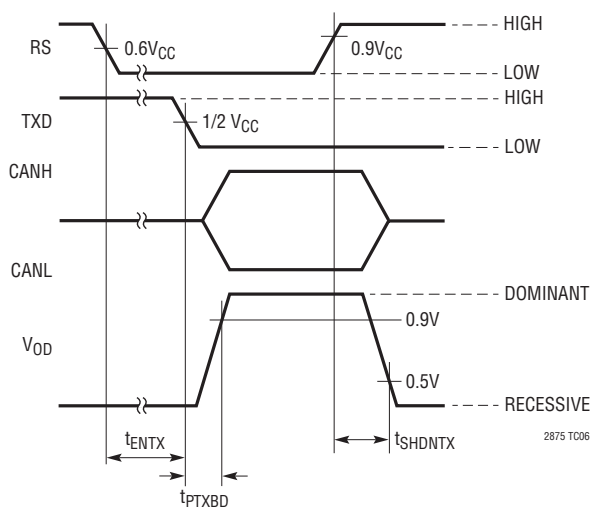


図6. TXDのイネーブルとディスエーブルのタイミング

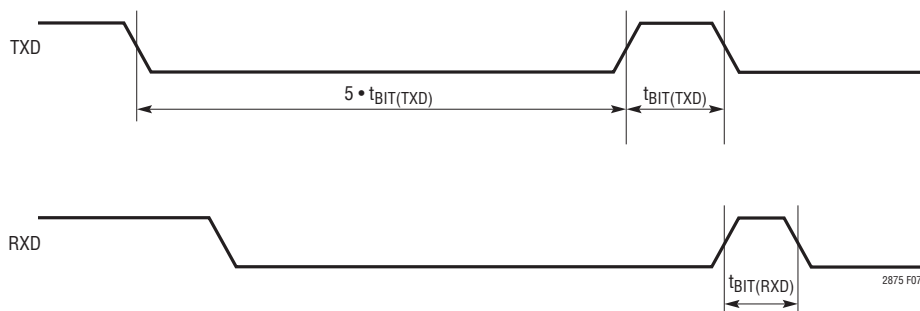
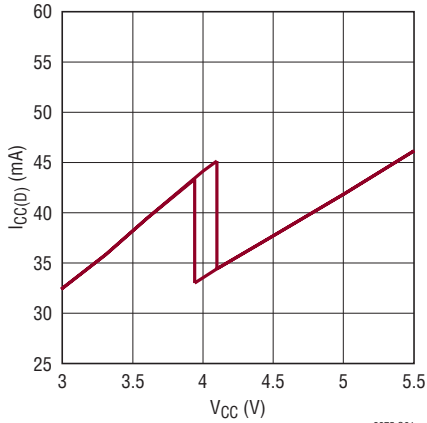


図7. ループ遅延の対称性

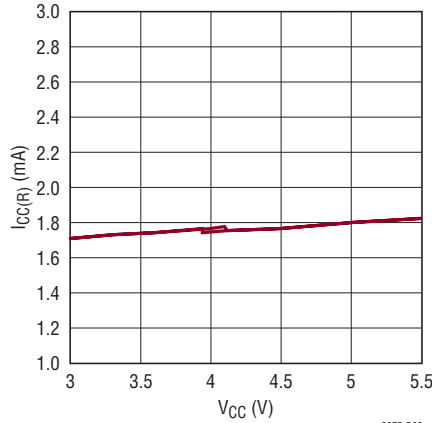
代表的な性能特性

注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ または 5V 、 $R_L = 60\Omega$ 、 $C_L = 100\text{pF}$ 、 $R_{SL} = 0\Omega$ 、 $R_S = 0\text{V}$ 。

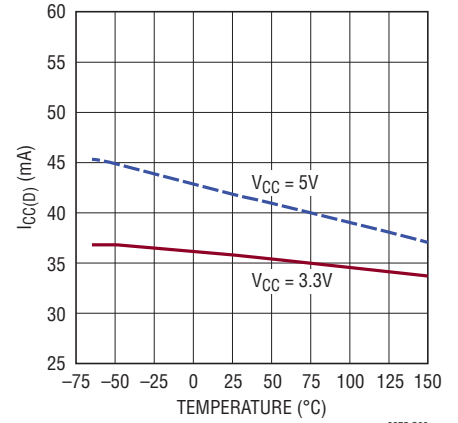
電源電流(ドミナント)と V_{CC}



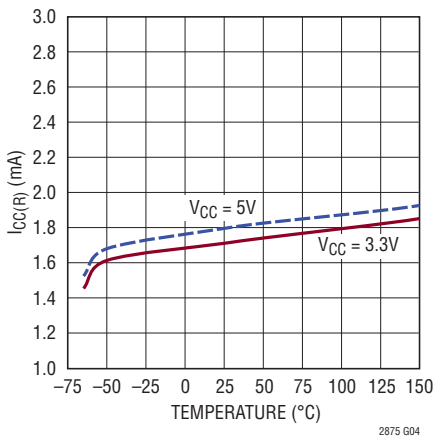
電源電流(リセッシブ)と V_{CC}



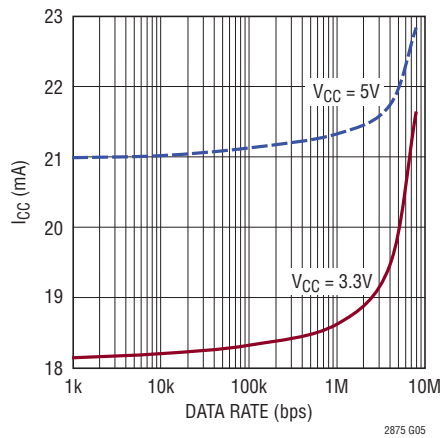
電源電流(ドミナント)と温度



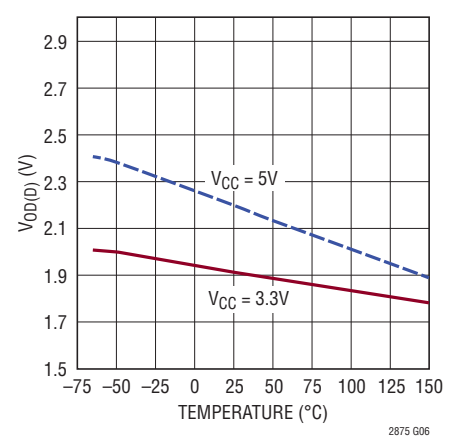
電源電流(リセッシブ)と温度



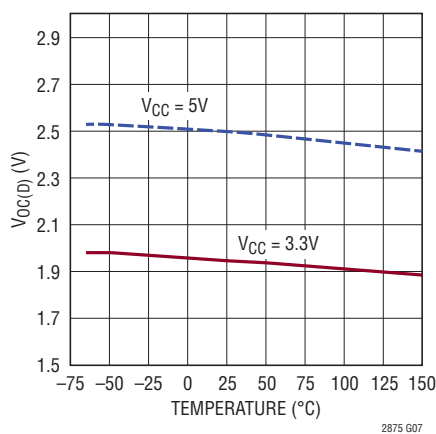
電源電流とデータ・レート



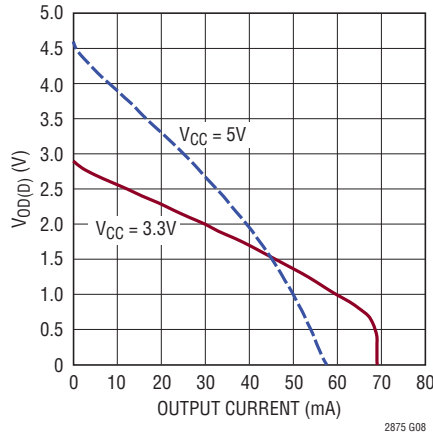
ドライバの差動出力電圧
(ドミナント)と温度



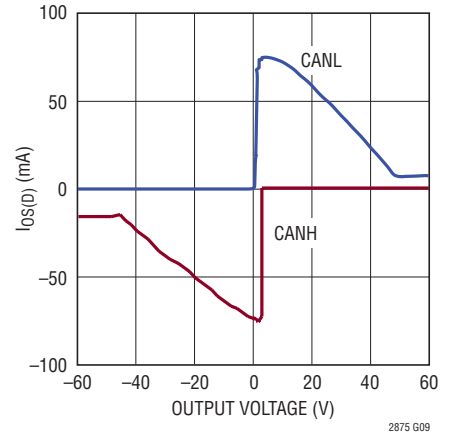
同相出力電圧(ドミナント)と温度



ドライバの差動出力電圧
(ドミナント)と出力電流

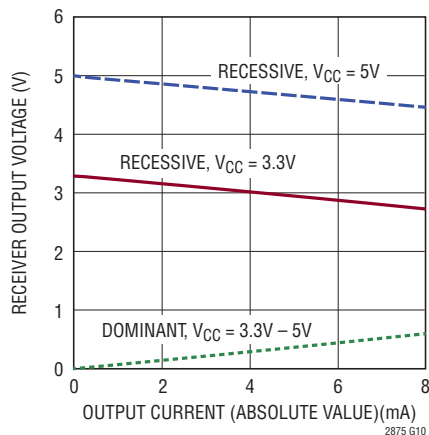


ドライバの出力短絡電流
(ドミナント)と電圧

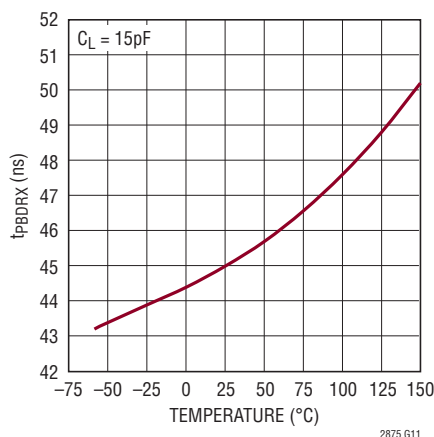


代表的な性能特性 注記がない限り、 $T_A = 25^\circ\text{C}$ 、 $V_{CC} = 3.3\text{V}$ または 5V 、 $R_L = 60\Omega$ 、 $C_L = 100\text{pF}$ 、 $R_{SL} = 0\Omega$ 、 $R_S = 0\Omega$ 。

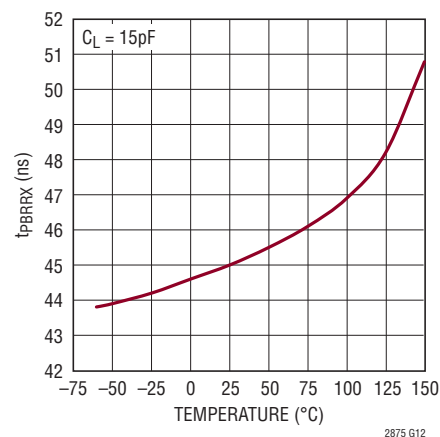
レシーバーの出力電圧と出力電流



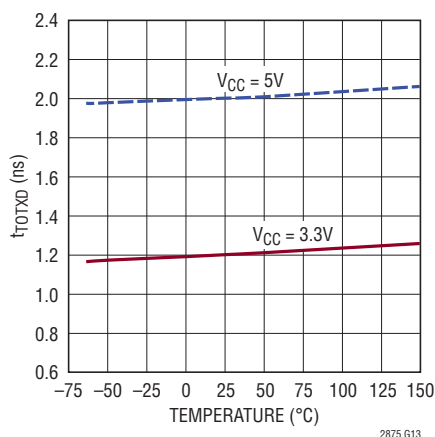
バス・ドミナントからRXDへの伝播遅延と温度



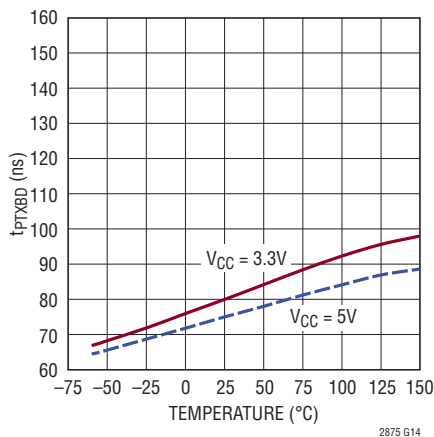
バス・リセッブからRXDへの伝播遅延と温度



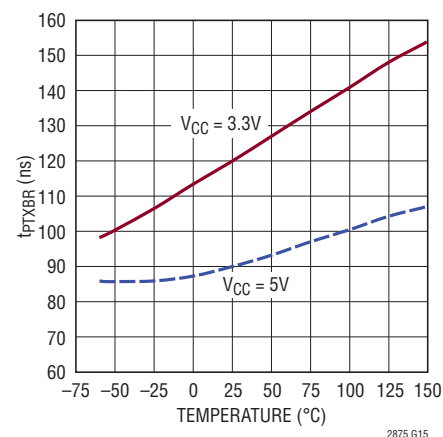
TXDのタイムアウト時間と温度



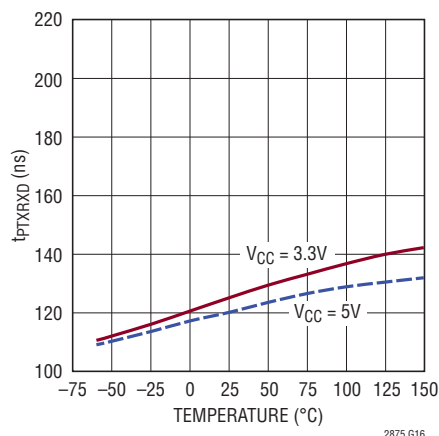
TXDからバス・ドミナントへの伝播遅延と温度



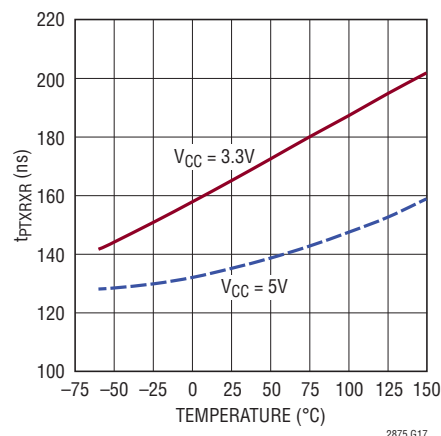
TXDからバス・リセッブへの伝播遅延と温度



TXDからRXDドミナントへの伝播遅延と温度



TXDからRXDリセッブへの伝播遅延と温度



ピン機能

TXD (ピン1) :送信データ入力。ドミナント状態ではローになります。V_{CC}に接続される500kのプルアップ抵抗が内蔵されています。

GND (ピン2) :グラウンド。

V_{CC} (ピン3) :正電源。3V ≤ V_{CC} ≤ 3.6Vまたは4.5V ≤ V_{CC} ≤ 5.5V。0.1μF以上のセラミック・コンデンサでバイパスします。

RXD (ピン4) :レシーバーのデータ出力。ドミナント状態ではローになります。V_{CC}に接続される500kのプルアップ抵抗が内蔵されています。

SPLIT (ピン5) :オプションの分割終端のための同相電圧安定化出力。±60V 耐性、25kV ESD。使用しない場合は、オープンのままにしてください。

CANL (ピン6) :ロー・レベルのCANバス・ライン。±60V 耐性、25kV ESD。

CANH (ピン7) :ハイ・レベルのCANバス・ライン。±60V 耐性、25kV ESD。

RS (ピン8) :シャットダウン・モード／スルー・レート制御入力。RSの電圧がV_{IH_RS}よりも高くなると、チップは低消費電力シャットダウン状態になります。RSの電圧がV_{IL_RS}よりも低くなると、チップはイネーブルされます。RSとグラウンドの間に接続される抵抗を使用して、スルー・レートを制御できます。詳細については、アプリケーションのセクションを参照してください。

GND (ピン9) :DFNパッケージの露出パッド。プリント基板のグラウンドに接続します。

機能表

LOGIC INPUTS		MODE	CANH, CANL	RXD
RS	TXD			
0	0	Active	Dominant ($t < t_{TOTXD}$)	0
0	1	Active	Recessive	Receive Bus Data
$\sim 0.9V \leq V_{RS} \leq \sim 1.1V$	—	Slew Control	—	—
1	X	Shutdown	High-Z	High-Z

アプリケーション情報

電源電圧範囲

LTC2875は3.3Vまたは5Vの電源で動作できます。内部コンパレータは電源電圧をモニタし、約4.1Vで内部リファレンス電圧と出力ドライブ強度を切り替えます。この切り換え時の内部電圧の不連続性のため、3.6V～4.5Vの電源電圧での動作は推奨されません。

±60Vの障害保護

LTC2875は、過電圧に耐えるCANトランシーバーを必要とするアプリケーションに対応して、3.3Vと5Vの両方の電源で動作することができ、広い同相電圧動作、高いノイズ耐性、および低い電磁放射を実現します。産業用機器では、ISO 11898-2標準規格で規定された-2V～7Vの範囲よりはるかに大きな同相電圧がノード間に加わることがあります。競合するCANトランシーバーは、標準で-3V～16Vの絶対最大定格を超える電圧がかかると、損傷する可能性があります。過電圧の耐性が制限されていると、適切なデータ・ネットワーク性能を損なわずに効果的な外部保護ネットワークを実現することが難しくなります。標準的なCANトランシーバーをLTC2875デバイスに置き換えれば、高価な外付け保護デバイスを使用せずに、過電圧障害に起因するフィールドでの故障を防止できます。

LTC2875の±60Vの障害保護は、高電圧BiCMOS集積回路テクノロジーを使用して実現されます。このテクノロジー特有の高いブレイクダウン電圧により、電源オフおよび高インピーダンス状態における保護が可能になります。ドライバ出力には先進的なフォールドバック電流制限を採用し、大電流での出力駆動を可能にしたままで、過電圧障害に対する保護を実現しています。

LTC2875は、GNDまたはV_{CC}が失われた場合にも、±60Vのバス障害から保護されています（GNDオープン故障は、製造プロセスではテストされていません）。V_{CC}がオープン状態になるか、GNDに短絡した場合、LTC2875はオフになり、バス・ピンは高インピーダンス状態に留まります。V_{CC}に電圧が印加されていてGNDがオープン状態の場合には、追加の予防措置を講じる必要があります。LTC2875デバイスは自分自身を損傷から保護しますが、GNDピンがオープン状態にもかかわらず、オンになる場合があります。GNDピンがフロート状態で、RS入力またはTXD入力が入ローに引き下げられると、GNDへのスニーク・パスが形成されます。このパスは、RSピンまたはTXDピンのESDダイオードを通り、RSピンまたは

TXDピンから出力されて、これらのピンをローに引き下げる外部ドライバに入ります（図9）。このパスの電流は、CANLピンでの過電圧障害状態の間、約V_{CC} - 2.5Vの最大電圧で、-100mAの最大電流になる可能性があります。これは、GNDピンから流れるはずの全電流が、代わりに入力ピンから流れるためです。V_{CC}に電圧が印加された状態でのGNDオープン故障が予想される場合、システム設計者は、V_{CC} - 2.5Vへの短絡から保護されたRS入力およびTXD入力のドライバを選択する必要があります。

LTC2875は電圧定格が高いので、外付け保護部品を使って過電圧保護を高いレベルまで容易に拡張できます。同相電圧が大きい場合にデータ伝送を妨害しないように、（低い電圧のCANトランシーバーを使用した場合よりも）ブレイクダウン電圧が高い外付け保護デバイスを使用できます。代表的なアプリケーションのセクションの図14に、信号ライン上で最大±35Vの同相電圧範囲を提供しながら、IECレベル4のサージから保護されるネットワークを示します。

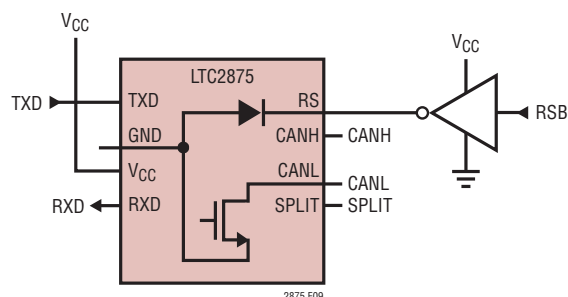


図9. GNDピンがフロート状態の場合のGNDへのスニーク・パス

±36Vの広い同相電圧範囲

LTC2875レシーバーは、5V電源で動作する場合は-36V～36V、3.3V電源で動作する場合は-25V～25Vという広い同相電圧範囲を特長としています。この広い同相電圧範囲は、電氣的ノイズ、またはグラウンド・ループに起因する局所的なグラウンドの電位差によって高い同相電圧が生じる環境において、動作の信頼性を高めます。この拡張された同相電圧範囲により、LTC2875は、競合製品ではデータ・エラーを生じたりデバイスを損傷する可能性がある状況でも送受信を行うことができます。

アプリケーション情報

±25kVのESD保護

LTC2875は、極めて堅牢なESD保護機能を備えています。トランシーバーのインタフェース・ピン(CANH、CANL、SPLIT)は、GNDを基準にした±25kV(人体モデル)に対する保護機能を備えており、全ての動作モード時または非給電時にラッチアップや損傷を生じることがありません。厳しい環境条件でLTC2875の信頼性を確保するために、他の全てのピンは±8kV(人体モデル)に対して保護されています。

4Mbps動作

LTC2865は、最大4Mbpsで動作可能な高速レシーバーおよびトランスミッタを備えています。このデータ・レートで動作するには、RS入力を駆動するバッファの出力インピーダンスを含めて4kΩ以下の抵抗値を使用してRSピンをグラウンドに引き下げることによって、トランスミッタを最大スルー・レートに設定する必要があります(下の「RSピンと可変スルー・レート制御」を参照)。

ドライバ

このドライバは完全にCAN互換です。チップがイネーブルされた状態(RSがロー)でTXDがローになると、CANバス・ライン上でドミナント状態がアサートされます(TXDタイムアウト t_{TOTXD} の影響を受けます)。CANHドライバはハイに引き上げられ、CANLドライバはローに引き下げられます。TXDがハイでRSがローのとき、ドライバはリセッパ状態になります。CANHドライバとCANLドライバの両方が高インピーダンス状態になり、バス終端抵抗によってCANHとCANLの電圧が等しくなります。リセッパ状態では、CANHとCANLのインピーダンスは、レシーバーの入力抵抗 R_{IN} によって決まります。RSがハイになると、LTC2875はシャットダウン状態になります。CANHドライバとCANLドライバは高インピーダンス状態になり、レシーバーの入力抵抗 R_{IN} は、FETスイッチによってバスから切断されます。

送信ドミナント・タイムアウト機能

LTC2875は、トランスミッタがバスをドミナント状態に維持できる時間を制限するために、2ms(標準)のタイマーを内蔵しています。TXDをローに保つと、TXDタイマーが t_{TOTXD} でタイムアウトするまで、CANHおよびCANLでドミナント状態がアサートされます。タイムアウトの後に、トランスミッタはリセッパ状態に戻ります。タイマーは、TXDがハイになるとリセットされます。トランスミッタは、次にTXDがローになったときにドミナント状態をアサートします。

送信ドミナント・タイムアウト・タイマーによって妨げられずに通信できる最低のデータ・レートは、22kbpsです。このデータ・レートは、連続する11個のドミナント・ビットを、 t_{TOTXD} の最小値である0.5msに等しいビット時間で割った値に対応します。CANプロトコルで許容されるドミナント・ビットの最大数は11です。これは5個のドミナント・ビットと、それに続く6個のドミナント・ビットのエラー・フレームで構成されます。

ドライバの過電圧、過電流、および過熱保護

ドライバの出力は、-60V~60Vの絶対最大範囲内のどの電圧への短絡からも保護されています。障害状態の最大電流は±100mAです。ドライバには先進的なフォールドバック電流制限回路が備えられており、出力障害電圧が上昇するにつれてドライバの電流制限を継続的に減らします。±60Vの障害電圧に対して、障害電流は標準で±10mAになります。

LTC2875はサーマル・シャットダウン保護機能も備えており、過度の電力損失が生じた場合にドライバをディスエーブルします(Note 3およびNote 4を参照)。ダイ温度が170°C(標準)を超えると、トランスミッタは強制的にリセッパ状態になります。レシーバーは動作状態を維持します。

パワーアップ/ダウン時にグリッチを生じない出力

LTC2875は、内蔵回路の起動を制御する電源低電圧検出回路を採用しています。パワーアップ時に、CANH、CANL、RXD、およびSPLITの各出力は、電源がチップを安定して動作させることができる十分な電圧に達するまで、高インピーダンス状態に留まります。この電圧に達した時点で、RSがローになると、チップが起動します。短い遅延時間 t_{ENRX} の経過後にレシーバーの出力がアクティブになり、CANバス・ピンの状態を反映し、ほぼ同時にSPLIT出力もアクティブになります。トランスミッタは、TXDピンの状態とは無関係に、送信ドミナント・タイムアウト状態でパワーアップし、TXDイネーブル時間 t_{ENTX} の経過後に最初にTXDがハイからローに遷移するまで、リセッパ状態に留まります。これにより、パワーアップ時に、トランスミッタがドミナント状態へのグリッチによってバスを妨げないようにします。

パワーダウン中は逆の動作が行われます。つまり、電源低電圧検出回路が低電源電圧を検出し、直ちにチップをシャットダウンさせます。CANH、CANL、RXD、およびSPLITの各出力は、高インピーダンス状態になります。RXDの電圧は、500kのプルアップ抵抗によってハイに引き上げられます。

アプリケーション情報

同相電圧と電源電圧

LTC2875は、5V電源で動作する場合、駆動レベルを $V_{CC}/2 = 2.5V$ を中心にして対称に維持することによって、ISO 11898-2 CANバス標準規格に従います。 $V_{CC}/2$ の内部同相リファレンスは、バッファされて、レシーバーの入力抵抗の終端を提供します。高電圧耐性出力を持つ2番目のバッファは、 $V_{CC}/2$ をSPLIT出力に供給します。

3.3V電源で動作する場合、ISO 11898-2標準規格で規定されている2.5Vの公称同相電圧が3.3Vに近すぎるため、必要な差動出力電圧を維持しながら対称的な駆動レベルを供給することができません。ドライバの対称性を維持するには、3.3Vでの動作時に、同相リファレンス電圧を低くします。ドミナント状態での標準的な同相出力電圧は、1.95Vです。内部同相リファレンスを、ドミナント状態の同相出力電圧に一致するように、 $V_{CC}/2 + 0.3V = 1.95V$ に設定します。このリファレンスは、単独でバッファされ、レシーバーの入力抵抗の終端と、SPLITの電圧出力を提供します。

LTC2875は極めて広い同相電圧範囲で動作するため、3.3Vでの動作時に同相電圧が若干($-0.55V$)シフトしても、データの送受信性能が低下することはありません。3.3Vで動作しているLTC2875は、5Vで動作している他のCANトランシーバーとバスを共有できます。ただし、異なる電圧で給電されているトランシーバーがバスを共有していると、1.95V (3.3V電源のLTC2875がドミナントである場合) ~ 2.5V (5V電源のCANトランシーバーがドミナントである場合)の同相電圧の変動により、電磁放射が大きくなる場合があります。

RSピンと可変スルー・レート制御

このドライバは、EME性能を向上するために、調整可能なスルー・レートを備えています。スルー・レートは、RSピンを約1.1V未満に引き下げたときにこのピンからソースされる電流量によって設定されます。1個のスルー・レート制御抵抗RSLをRSピンと直列に接続することによって、スルー・レートを設定できます(図10)。

直列スルー・レート制御抵抗RSLとトランスマッタのスルー・レートとの関係を、図10に示します。高データ・レート通信の場合は、4k Ω 以下のRSLを推奨します。RSピンが確実に V_{IL_RS} 未満に引き下げられてチップをイネーブルできるようにするには、RSLを200k未満にする必要があります。

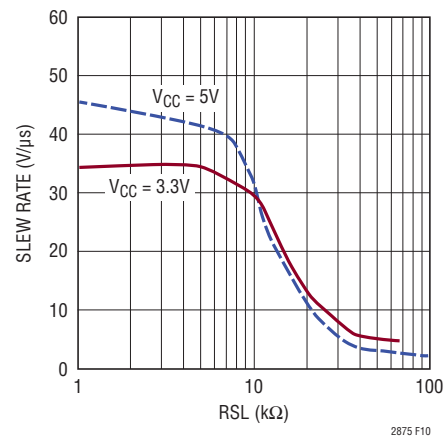


図10. スルー・レートとスルー・レート制御抵抗 RSL

RSピンは、1.1V ~ V_{CC} の電圧が加えられると、高インピーダンス・レシーバーとして機能します。電圧が V_{IH_RS} を超えるとチップはシャットダウン状態になり、電圧が V_{IL_RS} を下回るが1.1Vを超えているとチップが起動し、トランスマッタが最小スルー・レートに設定されます。

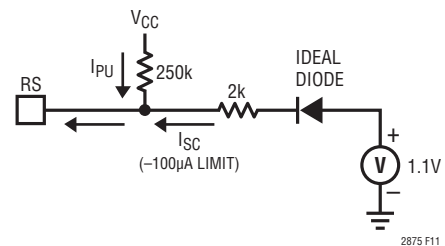


図11. RSピンの等価回路

1.1V未満の電圧が加えられると、RSピンのスルー・レート制御回路がアクティブになります。RSピンは、2k Ω の直列抵抗、 $-100\mu A$ の電流適合性制限、および V_{CC} に接続される250k Ω のプルアップ抵抗を備えた、1.1Vの電圧源として近似的にモデル化することができます(図11)。RSの電圧が低

アプリケーション情報

下すると、スルー・レート制御回路から流れるスルー・レート制御電流 I_{SC} が増加し、電圧が約0.9Vに達するまでに、この回路から流れる電流は約 $-100\mu A$ になります。加えられる電圧が約0.9Vを下回ると、スルー・レート制御回路はそれ以上電流を供給せず、この回路から流れる電流は、電圧が0Vに達するまで約 $-100\mu A$ のままになります。

入力電圧が $0.9V \leq V_{RS} \leq 1.1V$ の場合にRSピンから流れる全電流 I_{RS} は、内部プルアップ抵抗の電流 I_{RS} とスルー・レート制御電流 I_{SC} の和になります。

$$I_{RS}(0.9V \leq V_{RS} \leq 1.1V) = I_{PU} + I_{SC} \\ = \frac{V_{CC} - V_{RS}}{250k} + \frac{1.1V - V_{RS}}{2k}$$

トランスミッタのスルー・レートは、スルー・レート制御電流 I_{SC} によって制御され、電流の大きさが増すほどスルー・レートが上昇します。このスルー・レートは、1個のスルー・レート制御抵抗 R_{SL} をRSピンと直列に接続することによって制御できます。RSピンの電圧が外部ドライバによってグラウンドに引き下げられると、 R_{SL} が、RSピンから流れる電流量を制限し、トランスミッタのスルー・レートを設定します。あるいは、外部の電圧源または電流源によってスルー・レートを制御することもできます。

可変スルー・レートを備える高対称性ドライバ

差動ライン・トランスミッタの電磁放射スペクトルは、主に、スイッチング時の同相電圧の変動によって決まります。これは、2本のラインからの放射の差動成分は相殺されますが、同相成分の放射は加算されるためです。LTC2875のトランスミッタは、CANHラインおよびCANLラインで高度に対称的な遷移を維持し、スイッチング時の同相電圧の乱れ(図12)を最小限に抑えるように設計されています。そのため、低いEMEが得られます。同相スイッチングの対称性は、 V_{SYM} の仕様によって確保されています。

LTC2875は、ISO 11898-2標準規格に完全に適合することに加えて、バス・ドライバの対称性に関する更に厳しいISO11898-5の条件を満たします。この規格では、静的ドミナント状態およびリセッティング状態の間だけではなく、ビット遷移状態の間も、同相電圧が制限内に留まることが要求されています。スイッチング・サイクルのいかなる時点においても V_{SYM} の制限を超えないことを確認するために、製造検査の段階で超高速ピーク検出回路が使用されます。

信号送信で、より低いデータ・レートとより遅いスルー・レートを選択することによって、高周波成分を減らすことができます。LTC2875はスルー・レートを約20:1に下げることができ、それに対応して高周波成分が減少します。最低のスルー・レートは200kbps以下でのデータ通信に適しており、最高のスルー・レートは4Mbpsに対応できます。スルー・レート制限回路が電圧と温度の全範囲でトランスミッタのスルー・レートの安定した制御を維持し、全ての動作条件で予測可能な性能を確保します。図13は、200kbpsで最低のスルー・レートで達成される同相電圧の高周波成分の減少を、最高スルー・レートと比較して示しています。

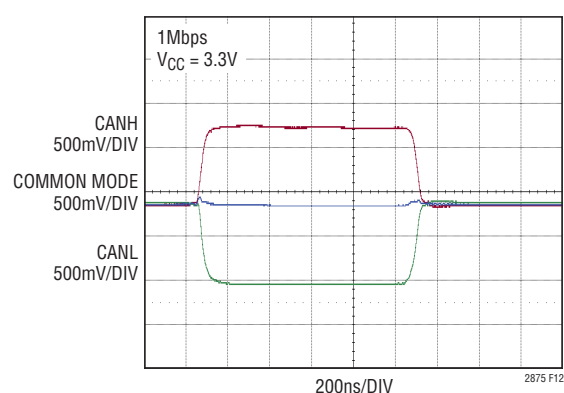


図12. スイッチング時の同相電圧の小さい乱れ

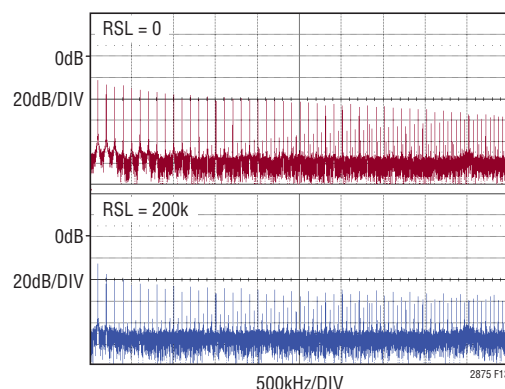


図13. 最高のスルー・レート(RSL=0)と比較して最低のスルー・レート(RSL=200k)での高周波の低減を示す同相電圧の電力スペクトル

アプリケーション情報

分割終端をサポートするためのSPLITピン出力

分割終端は、EMEを発生する可能性のある同相電圧の乱れを抑えるための、オプションの終端手法です。分割終端器は、1個のライン終端抵抗(通常は120Ω)を、1個の終端抵抗の1/2の値を持つ2個の直列抵抗に分割します(図2)。2個の抵抗の中点は、リセッパ同相電圧を設定する低インピーダンス電圧源に接続されます。

分割終端は、低インピーダンスの負荷を、トランスミッタのノイズや外部ノイズ源との結合などの同相ノイズ源に供給することによって、同相電圧の乱れを抑制します。抵抗終端が1個の場合、同相ノイズ源に対する負荷は、バス上のCANトランシーバーの入力抵抗の並列インピーダンスのみです。そのため、小さいネットワークの場合、同相インピーダンスは数kΩになります。一方、分割終端は、2個の分割終端抵抗の並列抵抗値(つまり、1個の終端抵抗の抵抗値の1/4(30Ω))に等しい同相負荷を供給します。この低い同相インピーダンスによって、1個の抵抗終端の極めて高い同相インピーダンスと比べて、同相ノイズ電圧を減らすことができます。

LTC2875のSPLITピンは、分割終端抵抗の中点をバイアスするために、バッファされた電圧を供給します。SPLITピンの電圧は、ドミナント状態のトランスミッタおよびリセッパ状態のレシーバーの入力抵抗のバイアスによって設定される同相電圧に一致します。つまり、 $V_{CC} = 5V$ の場合は $V_{CC}/2$ 、 $V_{CC} = 3.3V$ の場合は $V_{CC}/2 + 0.3V$ になります。ACインピーダンスを低く抑えて高速トランジェントを更に抑制するには、4.7nFのコンデンサを使用してSPLITをグラウンドにデカップリングします。SPLITは、CANHおよびCANLと同じ±60Vの過電圧障害と±25kVのESD放電を許容する高電圧障害耐性出力です。

SPLIT終端の1つの欠点は、 V_{CC} またはGNDの電位が異なるために、または内部リファレンス電圧がチップ間で異なるために、終端する2個のトランシーバーの同相電圧が異なる場合、電源電流が高くなることです。その結果、同相電圧の高いトランシーバーはSPLITピンを通してバス・ラインに電流を供給し、同相電圧の低いトランシーバーはSPLITピンを通して電流を引き込みます。

電源オフ時のCANバスに対する理想的な受動動作

電源が除去されるか、チップがシャットダウン状態になった場合、CANHピンとCANLピンは高インピーダンス状態になります。レシーバーの入力は、電源の喪失時に開くFETスイッチによって、CANHノードおよびCANLノードから絶縁されます。これにより、レシーバーの入力に接続された抵抗分圧器がバスに負荷をかけるのを防ぎます。レシーバーの高インピーダンス状態は、レシーバーの入力のESD保護によって決まる範囲(通常は-0.3V~10V)で維持されます。バスの電圧がこの範囲を外れた場合、レシーバーに流れる電流は、ESDデバイスの導通電圧と、レシーバーの40kの公称入力抵抗によって左右されます。

マイクロパワー・シャットダウン・モード

RSピンの電圧が V_{IH_RS} しきい値を超えて上昇すると、低消費電力シャットダウン・モードに移行します。これによって、DCバイアス電流が流れる全ての回路がオフになり、チップの機能が全てディスエーブルされます。シャットダウン状態で残っている電源電流は、半導体デバイスのもれ電流に起因します。全ての出力(CANH、CANL、SPLIT、およびRXD)は高インピーダンス状態になり、RXDは500kΩの抵抗によって V_{CC} に引き上げられ、リセッパ状態を維持できるようになります。

チップは、RSピンの電圧を V_{IL_RS} 閾値未満にすることによってイネーブルされます。RXDの出力は遅延時間 t_{ENRX} (最大40μs)の経過後にアクティブになり、ほぼ同時にSPLITピンがアクティブになります。遅延時間 t_{ENTX} の経過後にTXDが最初にハイからローに遷移するときに、CANHとCANLがドミナント状態に切り替わります。

IECサージ、EFT、およびESDに対する補助的な保護機能

工業環境で使用されるトランシーバーは、雷サージ、大電流誘導性負荷のスイッチングによる電気的高速過渡(EFT)、帯電した人または機器からの静電放電(ESD)などの現象に起因する過度の電気的ストレスに曝される場合があります。これらの現象に対する電気機器の耐性を評価するための試験方法は、IEC標準規格61000-4-2、61000-4-4、および

アプリケーション情報

61000-4-5(それぞれ、ESD、EFT、およびサージに対応)で定義されています。EFT試験(特にサージ試験)によって発生するトランジェントには、ESDトランジェントよりも非常に大きいエネルギーが含まれています。LTC2875は、ESDに対して高い耐性を持つように設計されていますが、内蔵されている保護機能は、61000-4-5のサージ・トランジェントに関連するエネルギーを吸収することができません。したがって、高度なサージ保護を実現するために、適切に設計された外部保護ネットワークが必要になります。この外部保護ネットワークは、LTC2875のESD性能およびEFT性能も、極めて高いレベルに改善することができます。

外部ネットワークは、サージ、EFT、およびESDからの保護機能に加えて、LTC2875の広い同相電圧範囲での動作能力と、高周波数での通信機能を維持する必要があります。前者の条件を満たすには、適切な高い導通電圧を備える保護部品を選択する必要があります。LTC2875の2次保護デバイス(つまり、ESDセル)が作動して導通した場合に損傷を防ぐために、電流を制限する手段を用意する必要があります。複数のノードが含まれるネットワーク上で高周波通信を可能にするために、これらの部品の容量を低く抑える必要があります。

代表的なアプリケーションのセクションの図14に示す保護ネットワークは、次の保護機能を提供します。

IEC 61000-4-2エディション2.0 2008-12 ESDレベル4: 非接触時 $\pm 30\text{kV}$ 、接触時 $\pm 15\text{kV}$ (ライン-GND間、標準規格の図4に従ってトランシーバーと保護回路をグラウンド基準のテスト・カードに実装し、バス・ピンに直接放電)

IEC 61000-4-4セカンド・エディション2004-07 EFTレベル4: $\pm 5\text{kV}$ (ライン-GND間、100kHzの繰り返しレート、0.75msのバースト期間、60秒の試験時間、標準規格の7.3.2項に従って100pFのコンデンサを介してバス・ピンに結合して放電)

IEC 61000-4-5セカンド・エディション2005-11 サージ・レベル4: $\pm 5\text{kV}$ (ライン-GND間、ライン-ライン間、8/20 μs 波形、標準規格の図14に従って各ラインを80 Ω 抵抗を介してジェネレータに結合)

この保護回路は、ライン(ライン-GND間)あたり約36pFの容量を追加するだけで、高データ・レートでのLTC2875の性能に大きな影響を与えずに、極めて高度な保護機能を提供します。

ガス放電管(GDT)は、電気サージに対する1次保護を提供します。これらのデバイスは、作動時に極めて低いインピーダンスと高い通電能力を提供し、サージ電流を安全にGNDに放電します。トランジェント・ブロッキング・ユニット(TBU)は、指定された電流レベルに達したときに、低インピーダンスのパススルー状態を高インピーダンスの電流制限状態に切り替える半導体デバイスです。これらのデバイスは、通過できる電流と電力を、2次保護に制限します。2次保護は、双方向TVSダイオードで構成されており、36Vを超えるとアバランシェ降伏を発生してLTC2875トランシーバーのバス・ピンを保護します。この2次保護の高いアバランシェ電圧によって、広い同相電圧範囲が維持されます。ネットワークの最後の部品は、金属酸化物バリスタ(MOV)です。この部品は、TBU間の電圧をクランプし、GDTのターンオン時間を超える高速ESDおよびEFTトランジェントから各TBUを保護します。

このネットワークの高性能は、GDT1次保護デバイスの低い容量に起因しています。高容量のMOVは、ライン上でフロート状態になり、TBUによって分流されるため、信号に大きな容量性負荷をもたらしません。

ロジックI/Oインタフェース電圧と電源シーケンシング

ロジック入力RSおよびTXDは、グラウンド基準のESDデバイスによって保護されています。これらのピンの絶対最大定格を超えない限り、 V_{CC} を超える電圧で駆動された場合でも、これらの入力に大電流は流れません。RXD入力およびTXD入力を駆動するロジックに給電する電源が立ち上がる前でも後でも、LTC2875の V_{CC} 電源を、悪影響を受けずに安全に立ち上げることができます。

アプリケーション情報

DeviceNet との互換性

DeviceNet は、CAN バスに基づくネットワーク標準規格です。DeviceNet 標準規格は、トランシーバーに関して、ISO 11898-2 標準規格を超える条件を規定しています。LTC2875 は、以下の DeviceNet の条件を満たしています。

PARAMETER	DeviceNet REQUIREMENT	ISO 11898-2 REQUIREMENT	LTC2875
Number of Nodes	64	N/A	166
Minimum Differential Input Resistance	20k Ω	10k Ω	50k Ω
Differential Input Capacitance	25pF (Max)	10pF (Nom)	8.4pF (Typ)
Bus Pin Voltage Range (Survivable)	-25V to 18V	-3V to 16V (for 12V Battery)	-60V to 60V
Bus Pin Voltage Range (Operation)	-5V to 10V	-2V to 7V	-36V to 36V (V _{CC} = 5V)
Connector Mis-Wiring Tests, All Pin-Pin Combinations	$\pm 18V$	N/A	$\pm 60V$ (See Below)
Transmitter Propagation Delay	120ns (Max)	N/A	120ns (V _{CC} = 5V)
Receiver Propagation Delay	130ns (Max)	N/A	65ns (V _{CC} = 5V)

DeviceNet は、Power⁺、Power⁻、CANH、CANL、および Drain に、導体付き 5 ピン・コネクタを採用しています。電源は DC24V であり、Drain の配線はシールドされたケーブルのシールドに接続されます。DC 24V の入力電圧から給電される DeviceNet デバイスは、降圧レギュレータを内蔵しています。このレギュレータは、CAN トランシーバーおよびそれに関連する回路と、電源の極性が反転した場合に損傷を防ぐブロッキング・ダイオードに電力を供給します。

DeviceNet の誤配線試験では、5 ピン・コネクタのピンのペア／極性の考えられる 20 通りの組み合わせのそれぞれに、18V 電源が接続されます。LTC2875 は、V_{CC} または GND (あるいは、その両方) がオープンまたは接地された状態で $\pm 60V$ の耐性を備えているため、V_{CC} ピンが DeviceNet デバイスの他の回路による過電圧と極性の反転から保護されている限り、損傷を受けずに全ての誤配線試験に合格します。

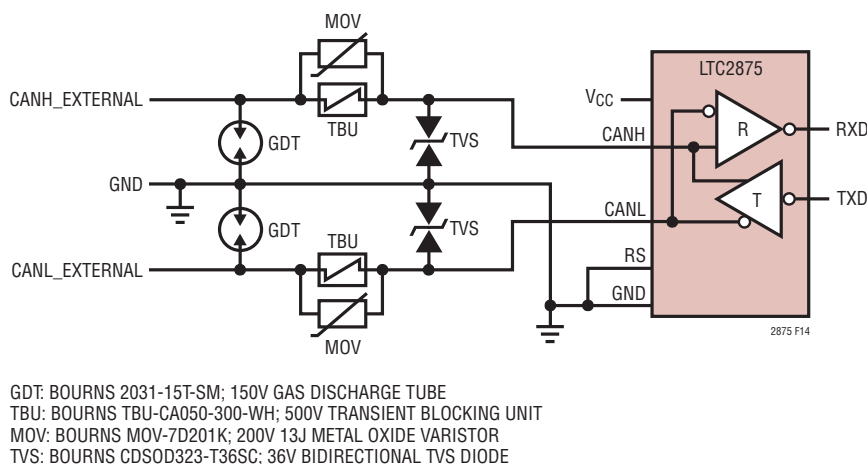
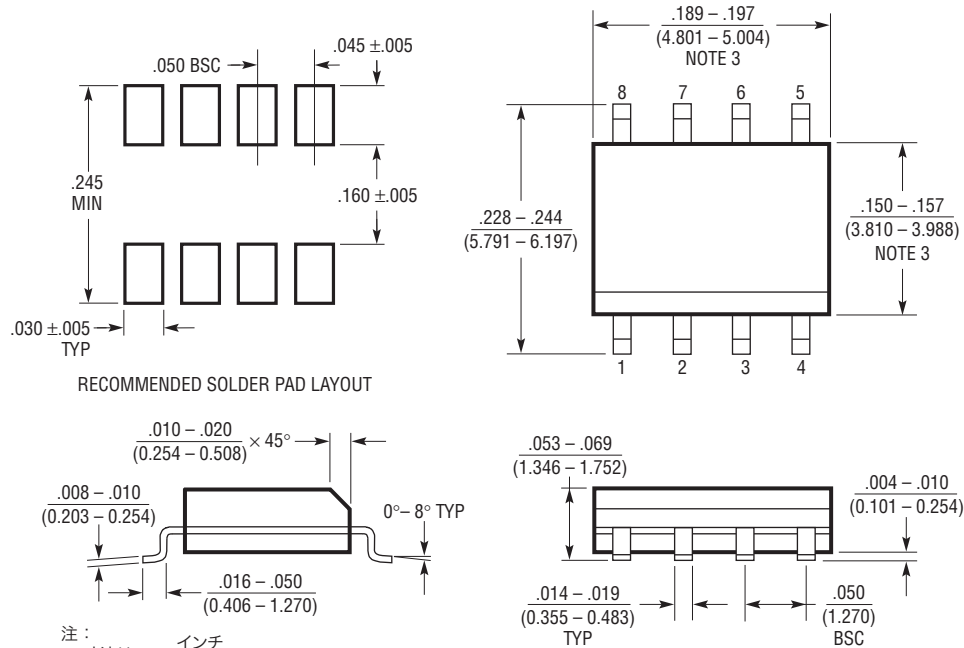


図 14. サージ、EFT、および ESD に対する IEC レベル 4 の保護を提供するネットワーク

S8 Package
8-Lead Plastic Small Outline (Narrow .150 Inch)
 (Reference LTC DWG # 05-08-1610 Rev G)



- 注:
1. 寸法は $\frac{\text{インチ}}{\text{(ミリメートル)}}$
 2. 図は実寸とは異なる
 3. 寸法には、モールドのバリまたは突出部を含まない。
モールドのバリまたは突出部は、0.006 インチ (0.15mm) を超えないこと
 4. 1 番ピンはベベル・エッジでもディンプルでもかまわない

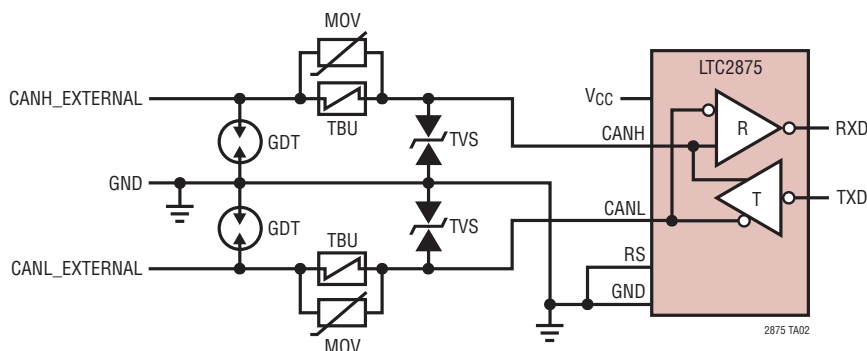
S08 REV G 0212

改訂履歴

REV	日付	説明	ページ番号
A	04/19	タイトル、特長、および概要に CAN FD を記載	1
		スイッチング特性の表に t_{BIT} の仕様を追加	5
		新しい図 7「ループ遅延の対称性」を挿入	7
		「送信ドミナント・タイムアウト機能」の最低データ・レートを修正	13

代表的なアプリケーション

サージ、EFT、およびESDに対するIECレベル4の保護を提供するネットワーク



GDT: BOURNS 2031-15T-SM; 150V GAS DISCHARGE TUBE
 TBU: BOURNS TBU-CA050-300-WH; 500V TRANSIENT BLOCKING UNIT
 MOV: BOURNS MOV-7D201K; 200V 13J METAL OXIDE VARISTOR
 TVS: BOURNS CDSOD323-T36SC; 36V BIDIRECTIONAL TVS DIODE

関連製品

製品番号	説明	注釈
LT [®] 1796	過電圧障害保護付きCANトランシーバー	±60Vまで過電圧障害に対する保護
LTC2862/LTC2865	3V～5.5Vの±60V障害保護付きRS485/RS422トランシーバー	20Mbps、±60Vまでの過電圧ライン・フォルトおよび15kVのESDに対して保護
LTC2874	クワッドIO-LinkマスタHot Swap [™] コントローラおよびPHY	8V～30Vの動作電圧、外付けMOSFET、最大400mAの駆動能力
LTM2881	絶縁型RS485/RS422μModule [®] トランシーバー + 電源	表面実装BGAまたはLGAでの絶縁耐圧:2500VRMS
LTM2882	DC/DCコンバータを内蔵したデュアル絶縁型RS232μModuleトランシーバー	表面実装BGAまたはLGAでの絶縁耐圧:2500VRMS
LTM2883	±12.5Vおよび5Vの可変安定化電源を備えたSPI／デジタルまたはI ² C対応のμModuleアイソレータ	表面実装BGAでの絶縁耐圧:2500VRMS
LTM2884	絶縁型USBトランシーバー + 電源	表面実装BGAでの絶縁耐圧:2500VRMS
LTM2892	SPI／デジタルまたはI ² C対応のμModuleアイソレータ	絶縁耐圧:3500VRMS、6チャンネル
LTM2889	絶縁型CAN FD μModuleトランシーバーおよび電源	絶縁耐圧:2500VRMS、3.3Vまたは5Vオプション