

## Application Brief

## TI のプログラマブル ロジック デバイスによるエッジと周波数の検出



Malcolm Lyn

## はじめに

信号エッジ検出は、トラクション インバータ システム内の PWM 変調から、試験/測定機器の結果キャプチャやトリガに至るまで、多くのプラットフォームで使用されているアプリケーションです。同様に、周波数検出は、モーターやセンサなどのデバイスの周波数を安全な基準周波数と比較し、その結果に応じてシステムを調整することで、モーターやセンサといったデバイスの速度制御に利用できます。テキサス インストルメンツ (TI) のプログラマブルロジックデバイス (TPLD) は、ロジックレベル信号のエッジ検出と周波数検出の両方を実行できます。TPLD には統合型ルックアップテーブル (LUT) を使用してディスクリートのエッジ検出回路と周波数検出回路を実装できますが、この記事では TPLD のエッジ検出モジュールと周波数検出モジュールの機能について説明します。

## プログラマブル フィルタ、エッジ検出、グリッチ除去フィルタ

図 1 に示すとおり、プログラマブルフィルタ (PFLT)、エッジ検出 (EDET)、グリッチ除去フィルタ (フィルタ) モジュールは、すべてエッジ検出に関して同じように機能します。各モジュールは、受信入力信号の立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または両方のエッジを検出するように設定できます。適切なエッジが検出されると、モジュールは短いパルスを出力します。PFLT モジュールを使用する場合、このパルスは、選択した RC 遅延の長さにはほぼ相当しますが、これは PFLT の 遅延時間 オプションで決定します。EDET やフィルタモジュールを使用する場合、パルス長は PFLT モジュールの最初の RC 遅延のパルス長に制限されます。EDET とフィルタのどちらにも、反転出力のオプションがあります。EDET モジュールを選択すると内部発振器はインスタンス化されますが、EDET を正しく動作させるために発振器は必要ないため、他の場所で使用されていなければ、電源をオフにすることができます。PFLT モジュールを使用した両方のエッジ検出のシミュレーションを図 2 に示します。この図では、プログラマブルフィルタの出力を青、入力をオレンジで示しています。

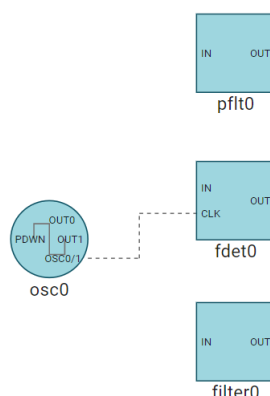


図 1. プログラマブルフィルタ、エッジ検出、グリッチ除去フィルタモジュール

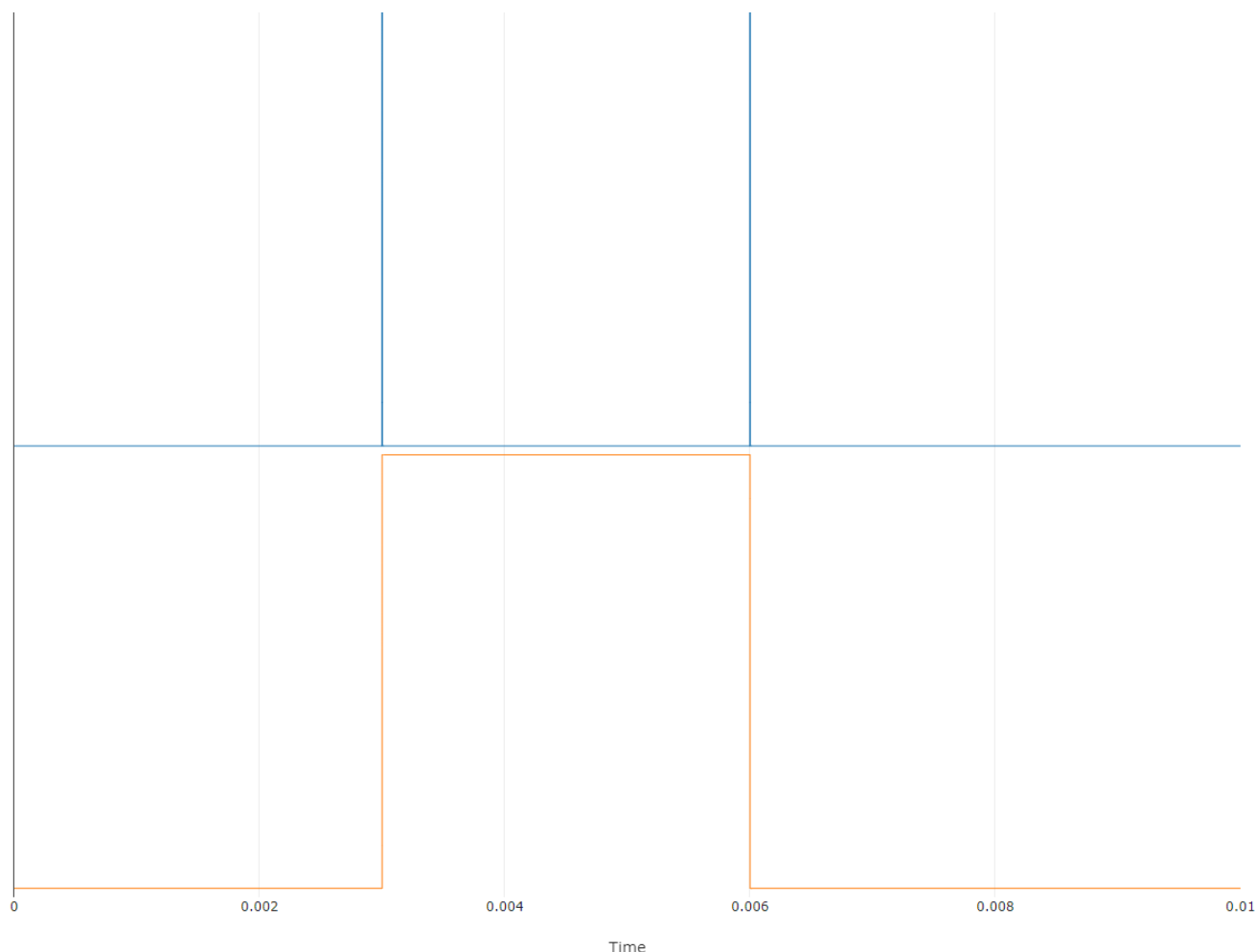


図 2. プログラマブルフィルタによる両方のエッジ検出シミュレーション

## 遅延エッジ検出

TPLD によっては、一部の遅延モジュールに **遅延エッジ検出器** オプションが用意されています。図 3 に、該当するモジュールとこのオプションを示します。このモジュールを遅延エッジ検出モードに設定する場合、**遅延モード** オプションを使用して、受信入力信号の立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、あるいは両方のエッジのいずれを検出するか選択します。次に、遅延モジュールは、**プログラマブル フィルタ**、**エッジ検出**、**グリッチ除去フィルタ** で説明されている EDET モジュールと同様に動作しますが、出力パルスは、**制御データ** 設定で決定したクロックサイクル数だけ遅延します。遅延エッジ検出モードでの遅延モジュールのシミュレーションを (両方のエッジを制御データ 3 で遅延させた場合)、図 4 に示します。DLY モジュールへのクロック信号は青色で示し、入力信号はオレンジ色で示しています。緑色は、遅延エッジ検出出力です。遅延パルスは、最初のエッジが検出されてから 5 クロック信号で現れることに注意してください (2 つの追加クロック信号は、入力の 2 つの D フリップフロップ同期による遅延に起因しています)。

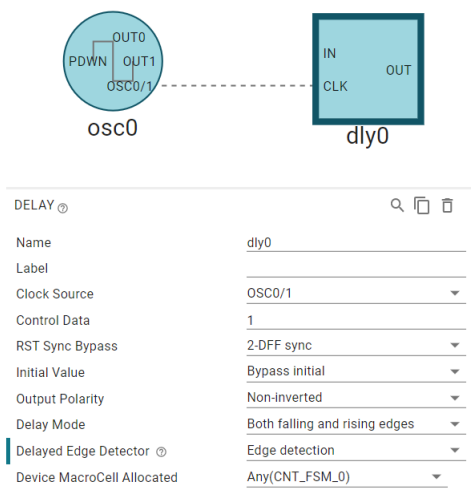


図 3. Interconnect Studio (ICS) の設定オプション付き遅延モジュール

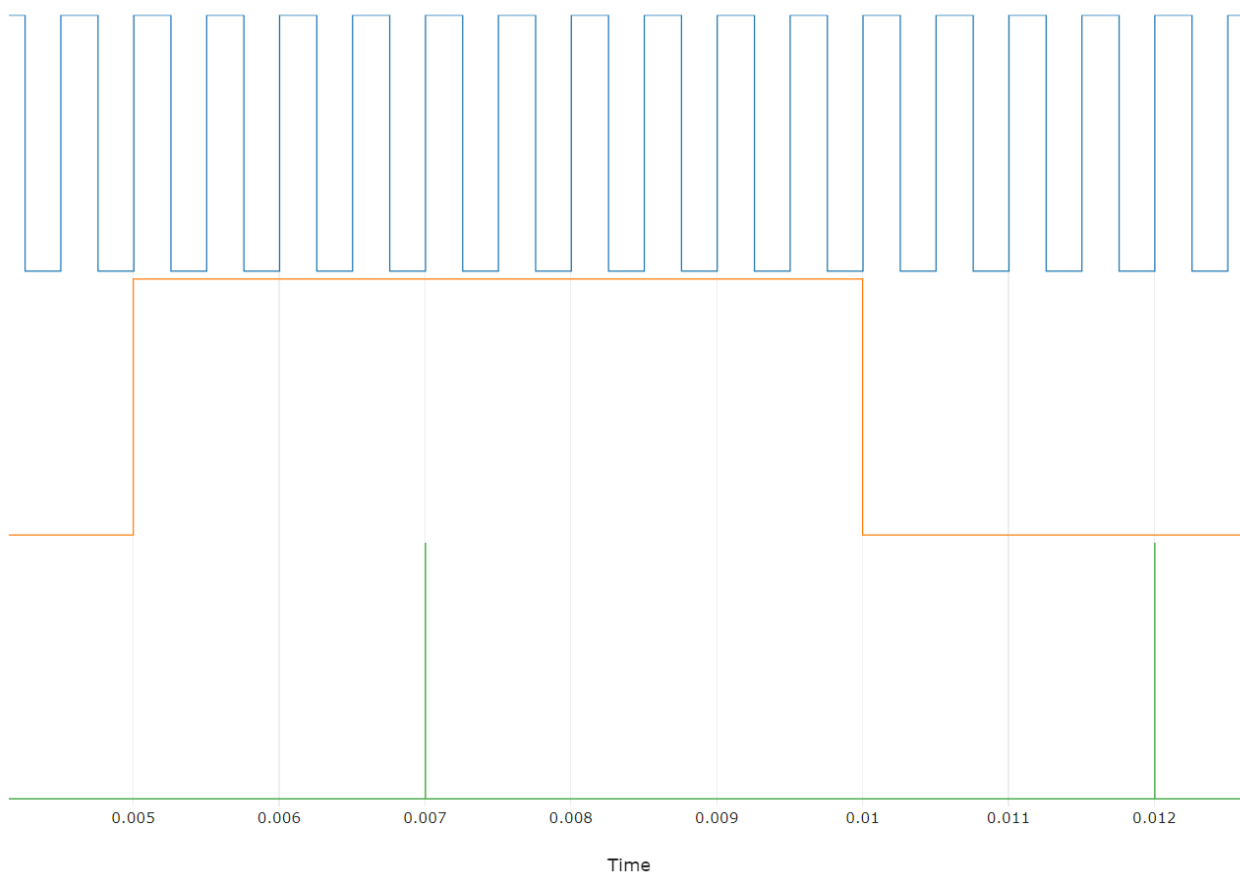


図 4. 遅延エッジ検出シミュレーション (制御データ= 3)

その他の遅延モジュールでは、遅延エッジ検出の代わりに **出力エッジ選択** オプションを使用できます。このオプションでは、前述の **EDET** モジュールの出力と同じように機能する 2 番目の出力を、遅延モジュールで有効化することができます。

## 周波数検出

図 5 に示す TPLD 周波数検出 (FDET) モジュールは、周波数コンパレータとして機能し、*IN* に印加される入力信号の周波数が *CLK* ピンに印加される基準信号よりも低いか高いかに応じて **Low** または **High** を出力します。FDET モジュールは、入力信号のエッジをリファレンスクロック信号の立ち上がりエッジに対してカウントすることで機能します。リファレンスクロック信号の内部カウントが入力信号のカウント前にゼロに達した場合、モジュールは **Low** を出力し、それ以外の場合は **High** を出力します。FDET モジュールは、入力信号の立ち上がりエッジ、立ち下がりエッジ、または両方のエッジをカウントするように設定できます。

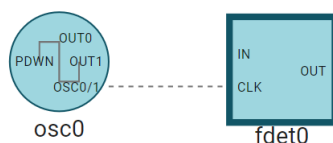


図 5. 周波数検出モジュール

図 6 は、500Hz ~ 3kHz の入力信号を多重化し、2kHz のリファレンス信号を与えられた FDET モジュールにこの入力信号を印加する回路を示します。図 7 に、定周波数クロック信号 (青色)、可変周波数の入力 (オレンジ色)、モジュール出力 (緑色) による ICS の回路シミュレーションを示します。クロックソースオプションを外部クロックに設定することで、FDET モジュールに外部基準周波数を与えれば、内部発振器によって生成された周波数と比較することができます。

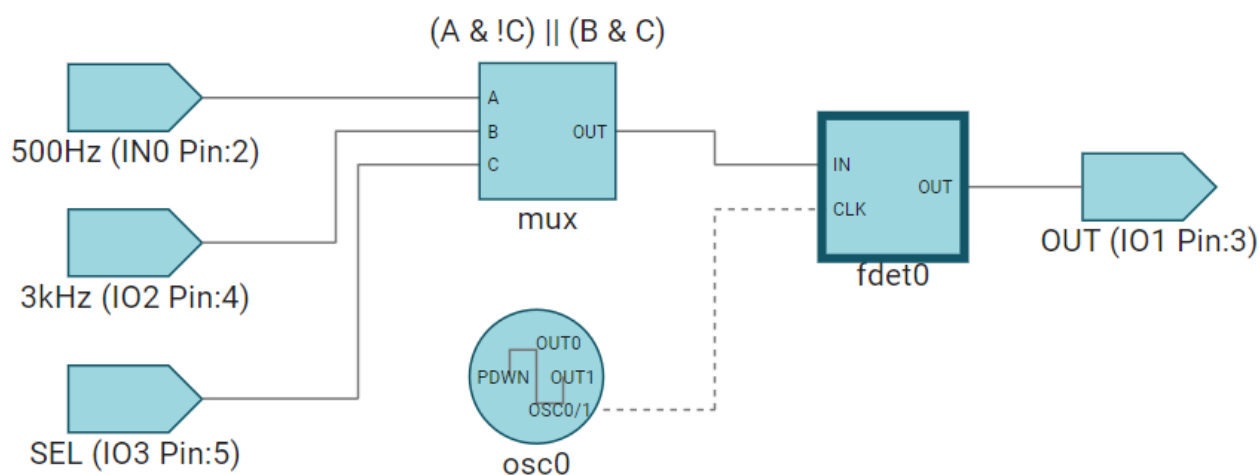


図 6. 周波数検出マルチプレクサ回路

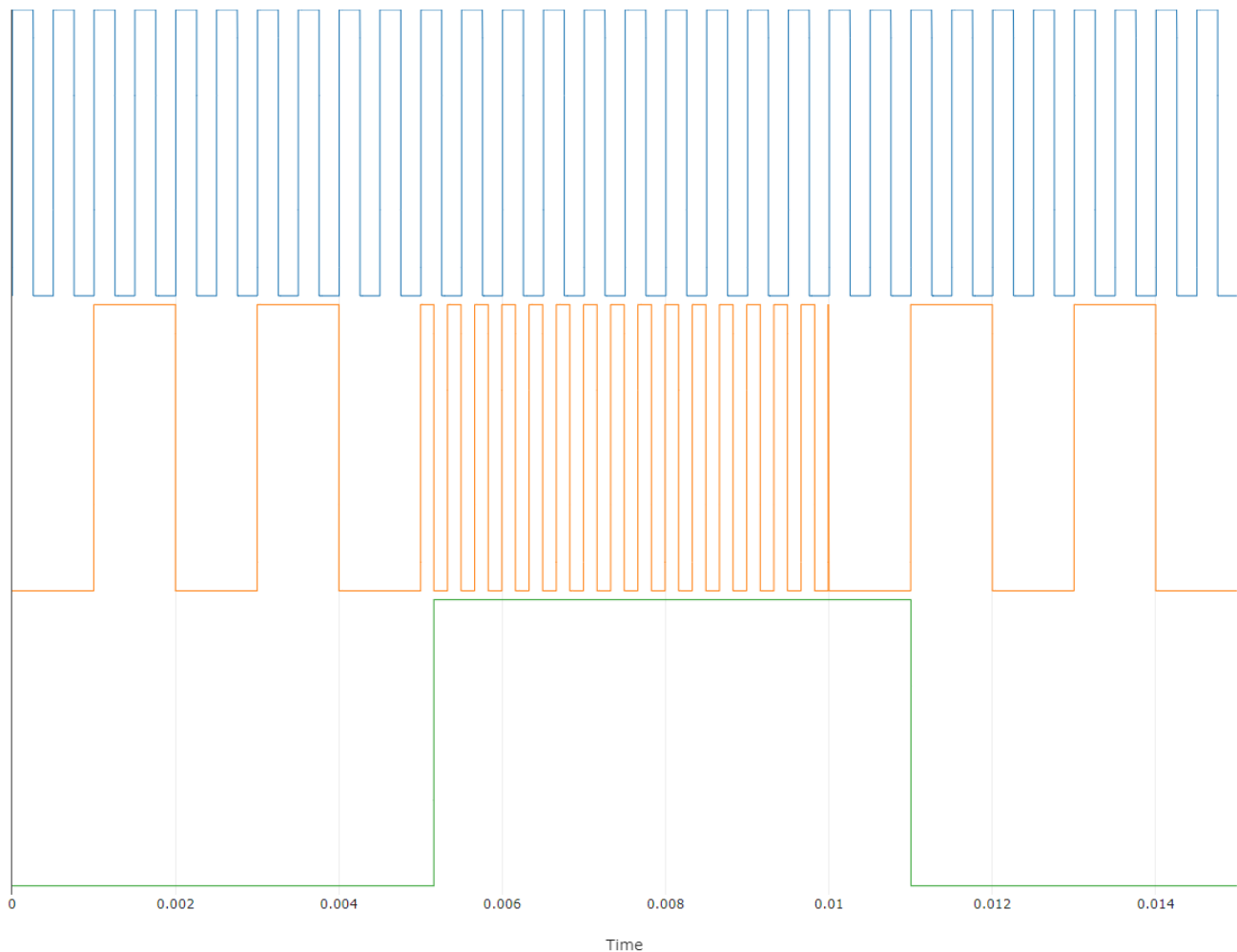


図 7. 周波数検出マルチプレクサ回路のシミュレーション

## まとめ

この TPLD 統合モジュールにより、各デバイスは立ち上がり/立ち下がりエッジの検出だけでなく、2 つの信号の周波数比較に多様な方法を実現できます。これにより、TPLD は、パワーグッド信号の検出、リセットの生成、PWM とデューティサイクルの調整など、基本的なエッジ検出や周波数比較を利用するその他のアプリケーションに対し、優れた機能性を発揮します。

## 商標

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用されるテキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所: Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated

## 重要なお知らせと免責事項

テキサス・インスツルメンツは、技術データと信頼性データ (データシートを含みます)、設計リソース (リファレンス デザインを含みます)、アプリケーションや設計に関する各種アドバイス、Web ツール、安全性情報、その他のリソースを、欠陥が存在する可能性のある「現状のまま」提供しており、商品性および特定目的に対する適合性の黙示保証、第三者の知的財産権の非侵害保証を含むいかなる保証も、明示的または黙示的にかかわらず拒否します。

これらのリソースは、テキサス・インスツルメンツ製品を使用する設計の経験を積んだ開発者への提供を意図したものです。(1) お客様のアプリケーションに適した テキサス・インスツルメンツ製品の選定、(2) お客様のアプリケーションの設計、検証、試験、(3) お客様のアプリケーションに該当する各種規格や、その他のあらゆる安全性、セキュリティ、規制、または他の要件への確実な適合に関する責任を、お客様のみが単独で負うものとします。

上記の各種リソースは、予告なく変更される可能性があります。これらのリソースは、リソースで説明されている テキサス・インスツルメンツ製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、テキサス・インスツルメンツはその使用をお客様に許諾します。これらのリソースに関して、他の目的で複製することや掲載することは禁止されています。テキサス・インスツルメンツや第三者の知的財産権のライセンスが付与されている訳ではありません。お客様は、これらのリソースを自身で使用した結果発生するあらゆる申し立て、損害、費用、損失、責任について、テキサス・インスツルメンツおよびその代理人を完全に補償するものとし、テキサス・インスツルメンツは一切の責任を拒否します。

テキサス・インスツルメンツの製品は、[テキサス・インスツルメンツの販売条件](#)、または [ti.com](https://www.ti.com) やかかる テキサス・インスツルメンツ製品の関連資料などのいずれかを通じて提供する適用可能な条項の下で提供されています。テキサス・インスツルメンツがこれらのリソースを提供することは、適用される テキサス・インスツルメンツの保証または他の保証の放棄の拡大や変更を意味するものではありません。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案した場合でも、テキサス・インスツルメンツはそれらに異議を唱え、拒否します。

郵送先住所：Texas Instruments, Post Office Box 655303, Dallas, Texas 75265  
Copyright © 2025, Texas Instruments Incorporated