

Design Guide: TIDA-050071

バッテリーからの電力供給で動作する ADAS/インフォテインメント向け プロセッサ電源のリファレンス デザイン



説明

バッテリー直結型車載プロセッサ電源のリファレンス デザインは、TDA4x-Q1 や AM6x-Q1 などの一般的な ADAS (先進運転支援システム) やインフォテインメントプロセッサに電力を供給するための汎用保護機能付き電源ツリーを実現します。このガイドで説明するプロセッサは、センサフュージョン システム、カメラ モジュール、ドメイン コントローラで動作します。設計者が保護機能搭載電源システムを設計するのに役立つ詳細なガイダンス。ダブル データレート (DDR) メモリと補助負荷向けに、追加の電源レールが用意されています。このデザインは、電源レールの電圧とシーケンシングをプログラミングするためのオンボード MSPM0 マイコン (MCU) を搭載しています。

リソース

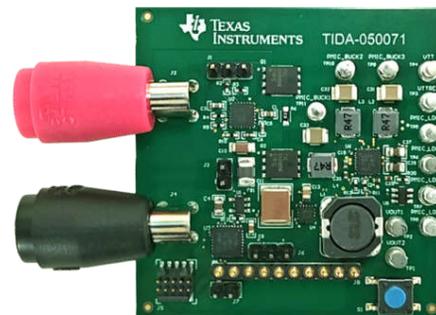
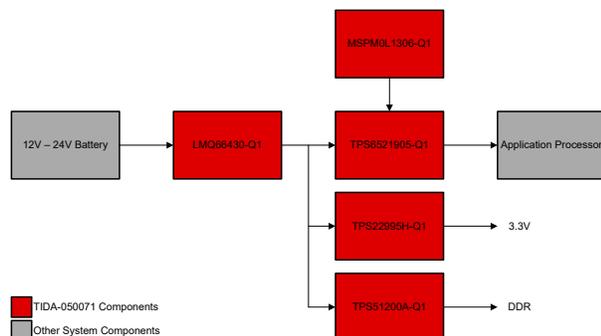
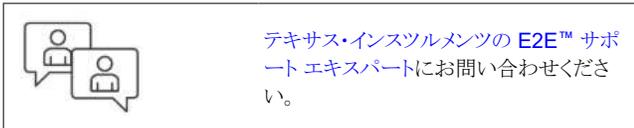
TIDA-050071	デザイン フォルダ
TPS6521905-Q1, LM74900-Q1	プロダクト フォルダ
LMQ66430-Q1, TPS22995H-Q1	プロダクト フォルダ
TPS51200A-Q1, TPS7B4255-Q1	プロダクト フォルダ

特長

- TDA4x-Q1, AM69x-Q1, AM62x-Q1 などのプロセッサ向けのフル統合型電源レール
- 小型デザイン サイズ (54mm × 54mm)
- 最小 3V のコールド クランクに対応
- 少ない部品表 (BOM) 数
- 補助負荷を駆動するための追加の電源レール
- オンボード プログラマビリティ

アプリケーション

- ADAS ドメイン コントローラ
- 自動運転モジュール
- サラウンド ビュー システムの ECU
- ヘッドアップ ディスプレイ



1 システムの説明

このリファレンス デザインは、標準的な 12V バッテリから、車載アプリケーション プロセッサのすべてのレールに直接電力を供給できます。このシステムへの入力には、LM74900-Q1 理想ダイオードで保護されています。この理想ダイオードは、低い等価順方向電圧 (10.5mV) で逆極性保護を実現します。低静止電流 I_Q サイズの小型設計で、低電圧および過電圧保護、過電流保護、電流監視、フォルト通知機能も実現しています。その後、保護された 12V を 2 つの電圧レギュレータに送信します。1 つの LMQ66430-Q1 スイッチング降圧コンバータと、1 つの TPS7B4255-Q1 トラッキング LDO です。このスイッチングレギュレータは、TPS6521905-Q1 PMIC、2 個の TPS22995H-Q1 ロードスイッチ、TPS51200A-Q1 ダブル データレート (DDR) 終端レギュレータに 3.3V の安定化出力を供給します。LDO は、オンボードの MSPM0L1306-Q1 MCU に安定した 3.3V を供給します。

このデザインは、機能やフレキシビリティを犠牲にせずに、小型サイズ、最小の部品点数、低 EMI (電磁干渉)、低コストを重視しています。

2 システム概要

2.1 ブロック図

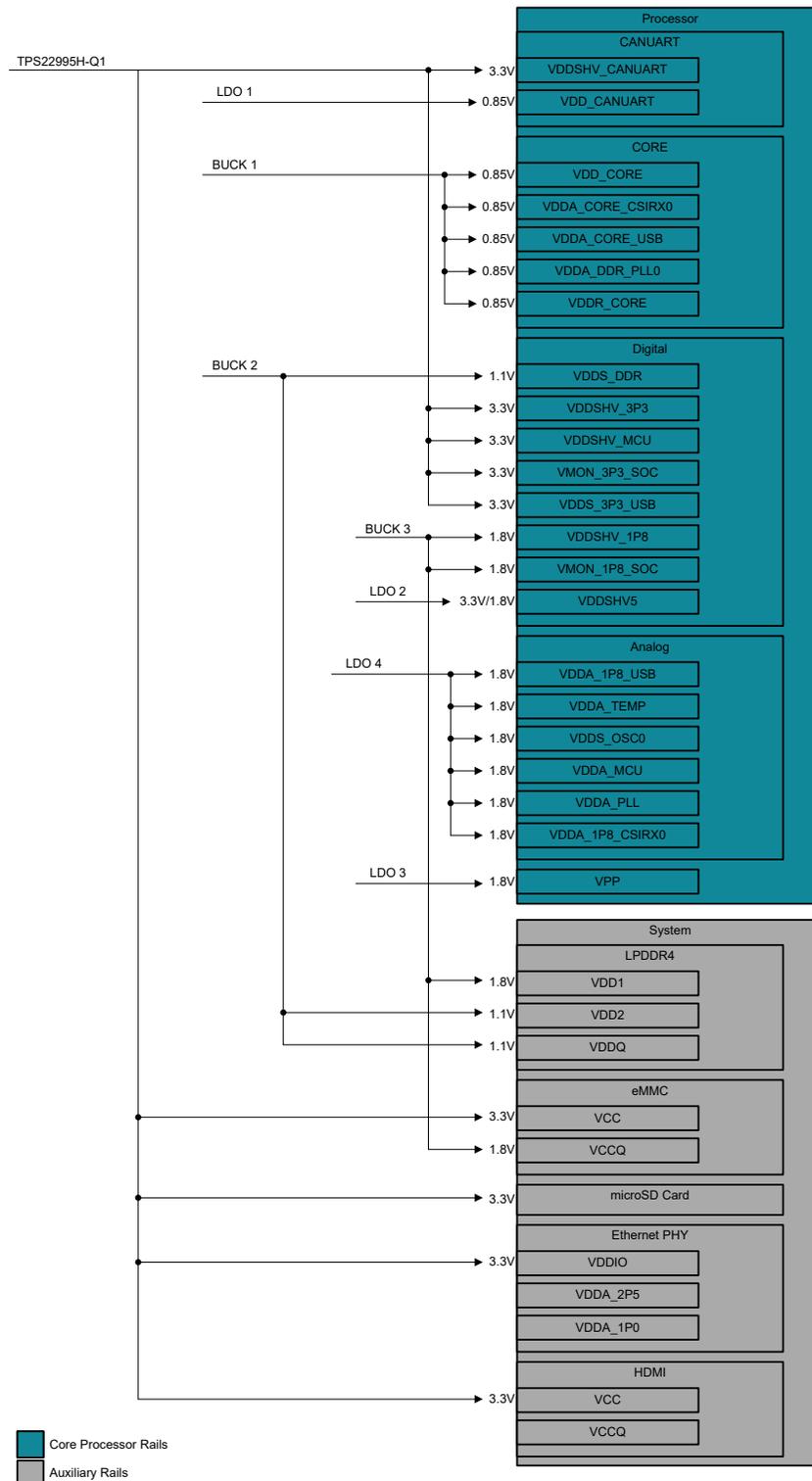


図 2-1. TIDA-050071 のブロック図

2.2 設計上の考慮事項

以下のリストで使用されているような複雑なプロセッサは、さまざまな内部回路ブロックに電力を供給するための多数の独自レールを必要とします。

- ADAS ドメイン コントローラ
- ビジョン処理システム
- センサ フュージョンと認識システム
- 通信ゲートウェイ

この要件を満たすために、複数の高性能な統合型降圧コンバータと LDO を搭載した PMIC を使用して、プロセッサと周辺部品に必要な電圧を供給し、分配します。さらに、必要なレール電圧は、特定のプロセッサやアプリケーションによって異なるため、高いレベルの構成が求められます。

このリファレンスデザインにあるのは、3 個の降圧コンバータと 4 個の LDO を搭載した、フル構成可能な高性能 PMIC である TPS6521905-Q1 です。出力レールのすべての電圧およびパワーアップシーケンシング特性は、I2C を介してプログラム可能で、必要な外付け部品は最小限です。さらに、このデバイスの不揮発性メモリ (NVM) をユーザーがプログラムできるため、完全にスタンドアロン動作が可能です。

PMIC と出力レールの電源は、LMQ66430-Q1 3A の低 EMI 高効率降圧コンバータであり、低リップル、低オーバーシュート、高速過渡応答を実現しています。基板の入力は通常バッテリーに直接接続され、高度に構成可能な LM74900-Q1 理想ダイオードで保護され、過電圧、バッテリー逆接続、短絡の各状態からダウンストリーム回路を保護します。

2 つの TPS22995H-Q1 負荷スイッチ、TPS51200A-Q1 DDR シンク終端レギュレータまたはソース終端レギュレータ、TPS7B4255-Q1 トラッキング LDO により、追加の出力レールが供給されます。

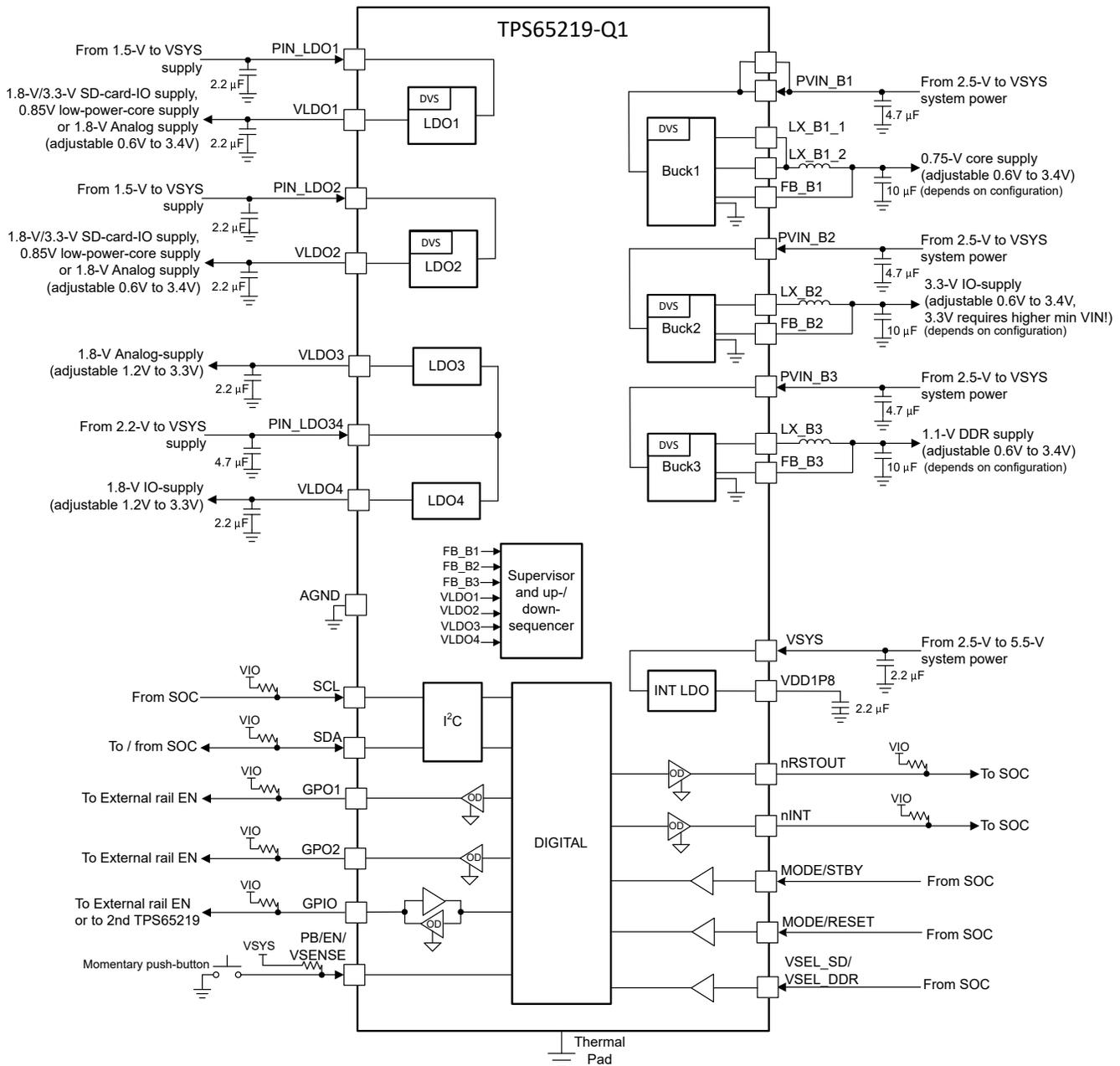
MSPM0L1306-Q1 を使用して、TPS6521905-Q1 やすべてのオンボード デジタル信号とのインターフェイスを確立でき、迅速な評価、特定用途向けの高度なカスタマイズ、フォルトの検出と応答が可能です。

これらすべては、超小型の 54mm × 54mm PCB に収まる設計を採用しています。

2.3 主な使用製品

- [TPS6521905-Q1](#)
- [LM74900-Q1](#)
- [LMQ66430-Q1](#)
- [TPS22996H-Q1](#)
- [TPS51200A-Q1](#)
- [TPS7B4255-Q1](#)
- [MSPM0L1306-Q1](#)

2.3.1 TPS6521905-Q1



Copyright © 2022, Texas Instruments Incorporated

図 2-2. TPS6521905-Q1 の機能ブロック図

TPS6521905-Q1 は、車載用アプリケーションに搭載されている、さまざまな SoC に電源を供給するように設計されたパワー マネージメント IC (PMIC) です。このデバイスは、 -40°C ~ $+125^{\circ}\text{C}$ の周囲温度範囲で特性が規定済みのため、車載用に最適な PMIC です。このデバイスには、3 つの同期整流式降圧 DC/DC コンバータと 4 つのリニアレギュレータが搭載されています。この DC/DC コンバータは、 $1 \times 3.5\text{A}$ と $2 \times 2\text{A}$ 電源で供給可能です。コンバータには、スイッチングモード構成に応じて、小型の 470nH インダクタ、 $4.7\mu\text{F}$ 入力容量、レールあたり最小 $10\mu\text{F}$ の出力容量が必要です。2 つの LDO は、 0.6V ~ 3.4V の出力電圧範囲において 400mA の出力電流をサポートします。これらの LDO は、バイパスモードをサポートし、負荷スイッチとして動作し、動作中に電圧を変化させることができます。他の 2 つの LDO は、 1.2V ~ 3.3V の出力電圧範囲において 300mA の出力電流をサポートします。これらの LDO は、ロードスイッチモードもサポートしています。I2C インターフェイス、IO、汎用入出力 (GPIO)、マルチファンクションピン (MFP) は、さまざまな SoC にシームレスに接続します。

2.3.2 LM74900-Q1

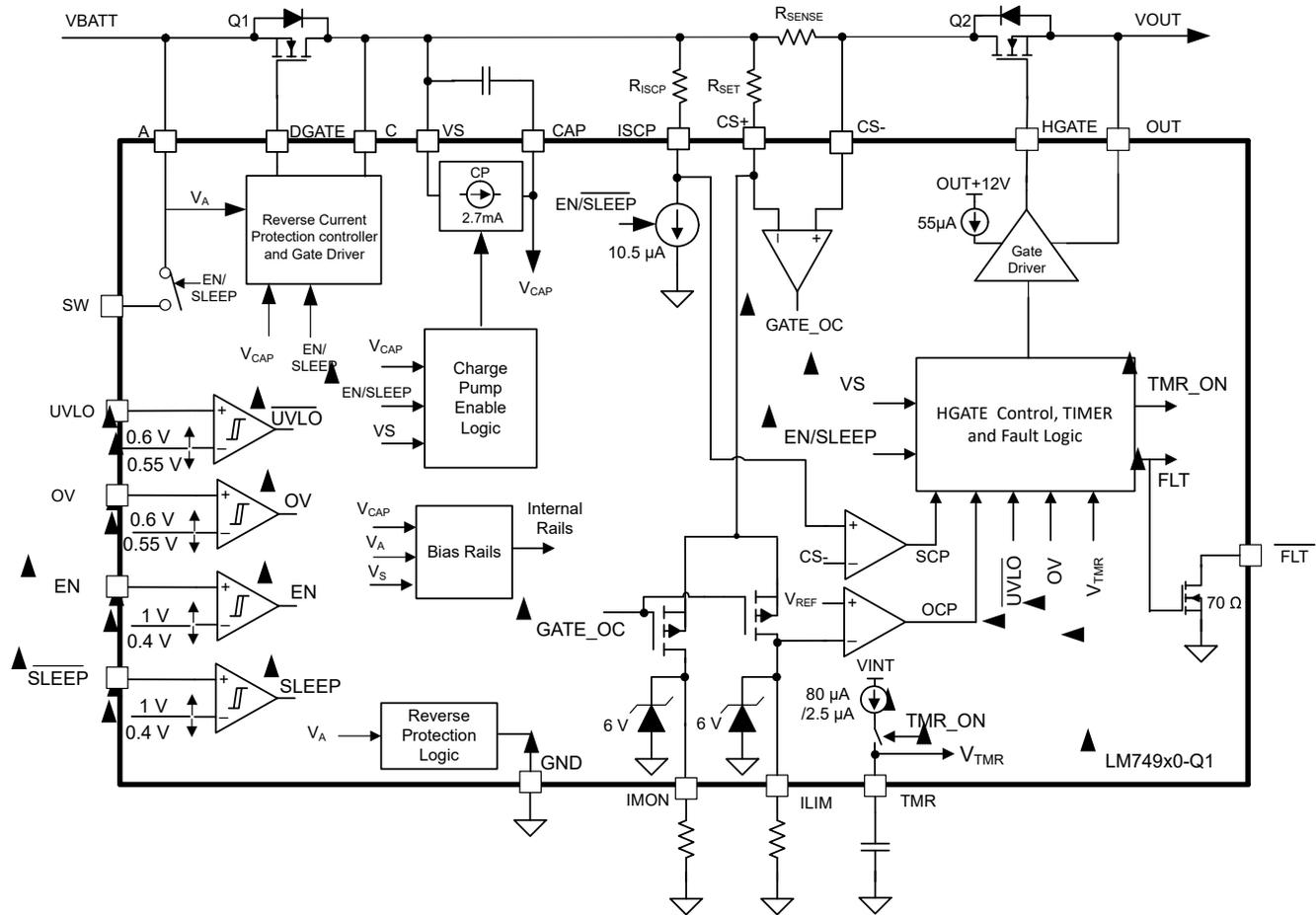


図 2-3. LM74900-Q1 の機能ブロック図

LM74900-Q1 理想ダイオードコントローラは外付けのバックツーバック N チャネル MOSFET を駆動および制御して、電力パスの ON/OFF 制御と過電流および過電圧保護を備えた理想ダイオード整流器をエミュレートします。入力電源電圧範囲が 3V~65V と広いため、12V および 24V 車載用バッテリー駆動 ECU を保護および制御できます。このデバイスは、最低 -65V の負の電源電圧に耐えられ、負荷を保護できます。内蔵の理想ダイオードコントローラ (DGATE) は第 1 の MOSFET を駆動し、逆電流保護および出力電圧保持用のショットキー ダイオードを置き換えることができます。電力パスの第 2 の MOSFET により、過電流および過電圧が発生した場合に、HGATE 制御を使用して負荷の切断 (オン/オフ制御) が可能です。このデバイスには電流センスアンプが内蔵されており、可変過電流と短絡のスレッシュホールドにより高精度の電流監視を実現します。このデバイスには可変過電圧カットオフ保護機能があります。このデバイスにはスリープモードが搭載されており、非常に低い静止電流消費 (6µA) を実現すると同時に、車両が駐車状態のときは常時オンの負荷にリフレッシュ電流を供給します。LM74900-Q1 の最高電圧定格は 65V です。

2.3.3 LMQ66430-Q1

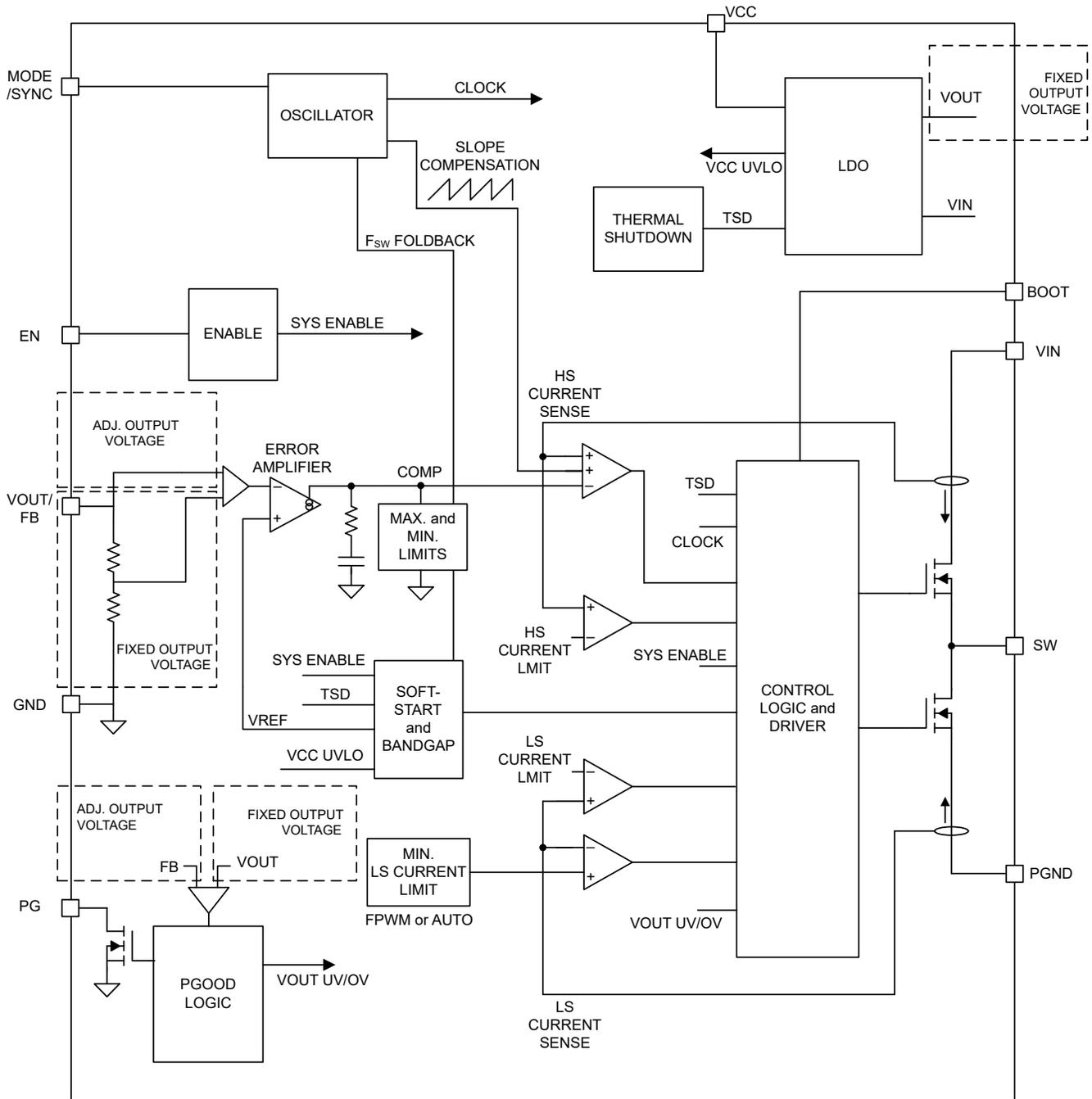


図 2-4. LMQ66430-Q1 の機能ブロック図

LMQ66430-Q1 は、バイパスコンデンサとブートストラップコンデンサを強化型 HotRod QFN パッケージに搭載した、業界最小の 36V、3A (2A および 1A バリエーションもあります) 同期整流降圧 DC/DC コンバータです。この使いやすいコンバータは 2.7V~36V の広い入力電圧範囲 (起動後または動作を開始した後) と最大 42V の過渡電圧に対応しています。LMQ66430-Q1 は、特に常時オン of 車載アプリケーションの低スタンバイ電力要件を満たすように設計されています。自動モードでは、軽負荷動作時の周波数フォールドバックが可能であり、1.5 μ A (標準値、 $V_{IN} = 13.5V$) の無負荷時消費電流と、軽負荷時の効率向上を実現できます。PWM モードと PFM モードの間のシームレスな移行と非常に小さな MOSFET ON 抵抗により、負荷範囲全体にわたって非常に優れた効率を確保しています。この制御アーキテクチャ (ピーク電流モード) および機能セットは、超小型の設計サイズと最小限の出力容量に最適化されています。本デバイスは、デュアルランダム拡散スペクトラム (DRSS)、低 EMI の拡張 HotRod QFN パッケージ、最適化されたピン配置を使用し

て入力フィルタのサイズを最小化しています。MODE/SYNC ピンを使って周波数を設定する (同期させる) ことで、ノイズの影響を受けやすい周波数帯域を回避できます。重要な高電圧ピン間に NC ピンを配置することで、故障の可能性を低減しています (非常に優れた選択のピン FMEA)。LMQ66430-Q1 の豊富な機能セットは、広範な車載用最終機器を簡単に実装できるように設計されています。

2.3.4 TPS22995H-Q1

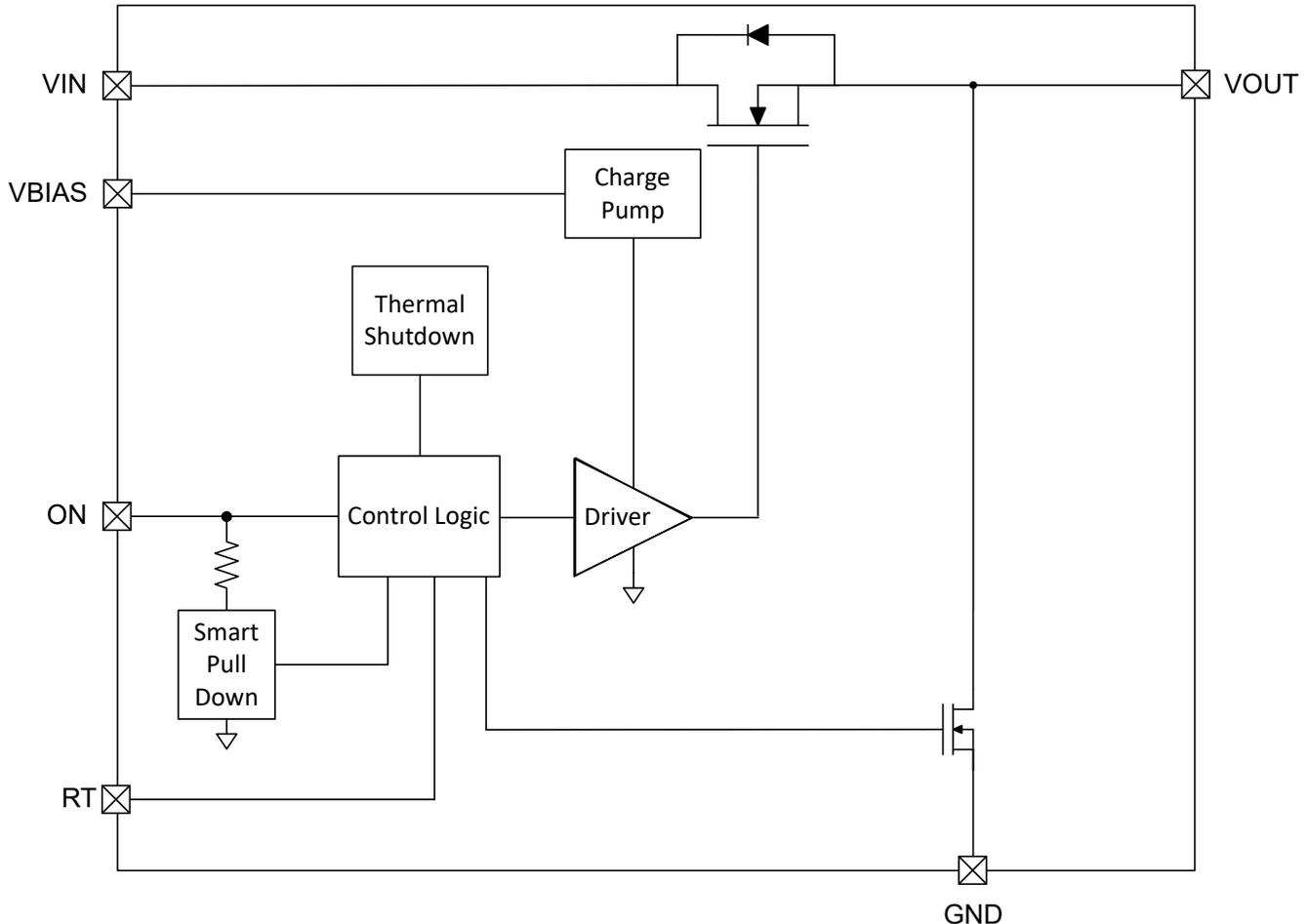


図 2-5. TPS22995H-Q1 の機能ブロック図

TPS22995H-Q1 はシングルチャネルのロードスイッチで、0.8V~5.5V の入力電圧範囲で動作する 19mΩ の N チャネル MOSFET を内蔵し、最大 3A の連続電流をサポートします。このスイッチは、オンおよびオフ入力 (ON) により制御され、低電圧の GPIO 信号と直接接続可能です。TPS22995H-Q1 にはクイック出力放電機能があり、スイッチがオフになると出力電圧を既知の 0V 状態にします。また、本デバイスは立ち上がりを調整可能で、大きな容量性負荷のとき突入電流を制限できます。TPS22995H-Q1 のピンは高湿度条件に耐性があるため、デバイスはどのピンからでも GND や電源に対して 100kΩ の短絡状態で機能できます。タイミングピン (RT) が高湿度の影響を受ける場合、タイミングの変動は ±20% 以内にとどまると予測できます。TPS22995H-Q1 は、2.8mm × 2.9mm、0.5mm ピッチ、6 ピン SOT パッケージで供給されます。周囲温度 -40°C~+125°Cでの動作が規定されています。

2.3.5 TPS51200A-Q1

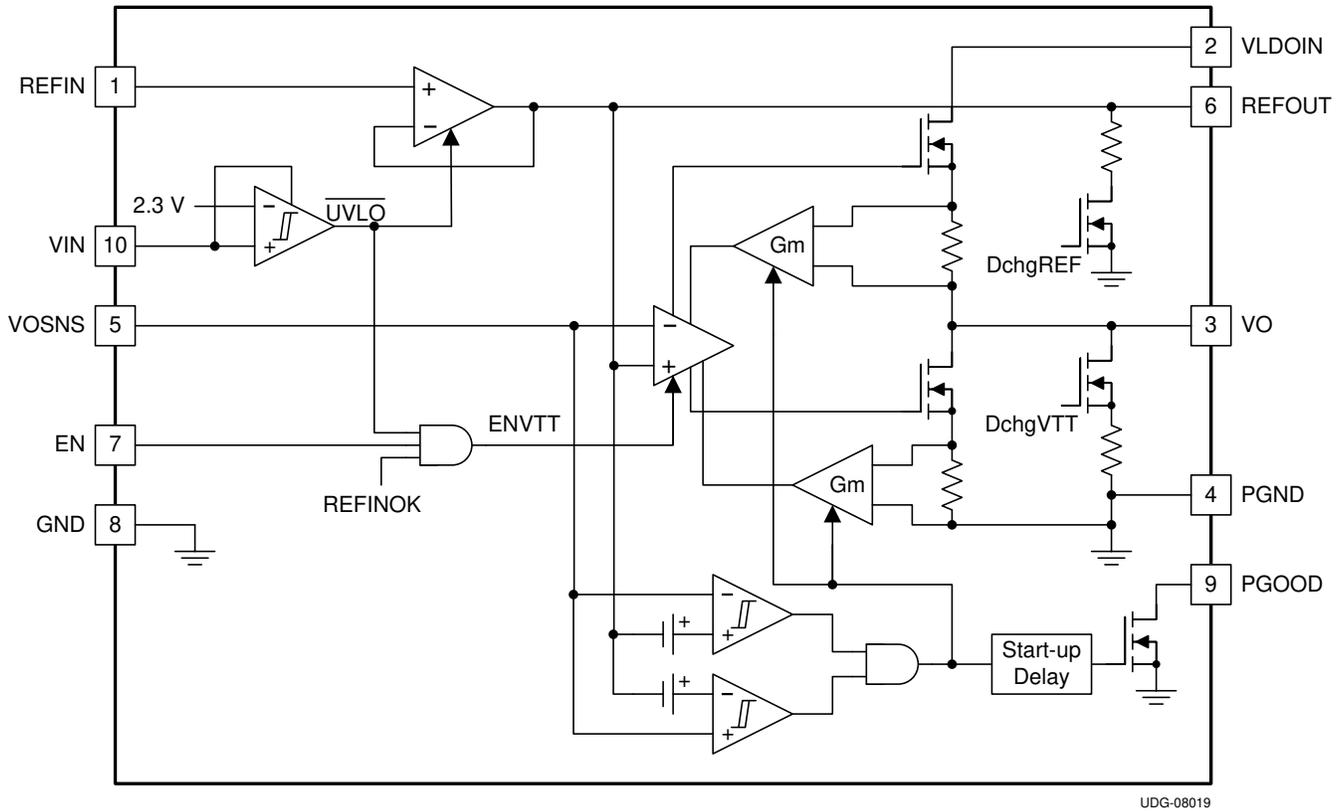


図 2-6. TPS51200A-Q1 の機能ブロック図

TPS51200A-Q1 デバイスは、シンクおよびソースのダブル データレート(DDR)終端レギュレータで、スペースが主要な考慮事項となる低入力電圧、低コスト、低ノイズのシステムに特化して設計されています。このデバイスは高速な過渡応答を維持し、必要な最小出力容量は $20\mu\text{F}$ のみです。デバイスはリモート センシング機能と、DDR、DDR2、DDR3、低消費電力 DDR3、DDR4 VTT バス終端のすべての電力要件に対応します。また、デバイスは DDR アプリケーションに対して、出力レギュレーションを監視するためのオープンドレイン PGOOD 信号と、S3 (RAM へのサスペンド)時に VTT を放電するために使用可能な EN 信号を供給します。

2.3.6 TPS7B4255-Q1

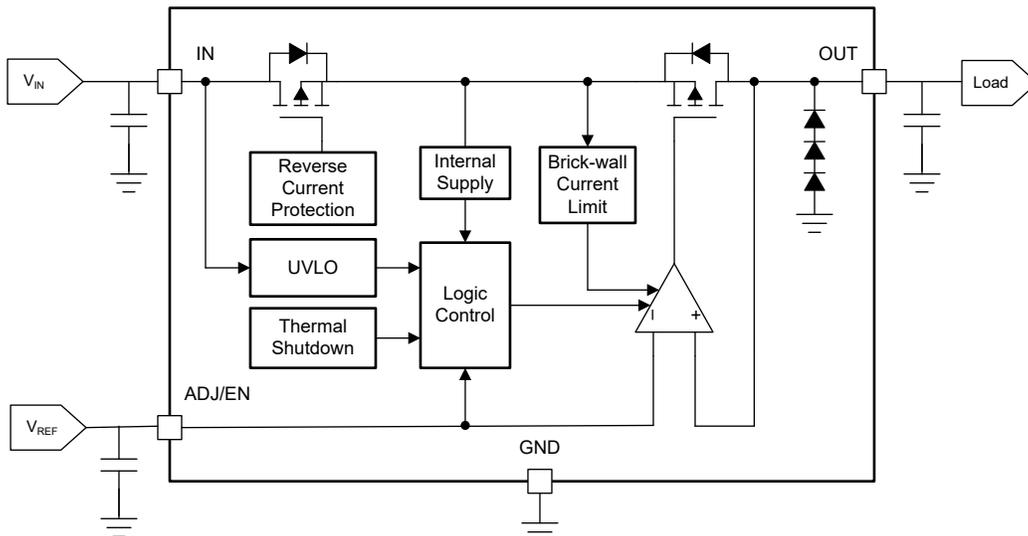


図 2-7. TPS7B4255-Q1 の機能ブロック図

TPS7B4255-Q1 は、低ドロップアウト (LDO) 電圧トラッキングレギュレータであり、高いトラッキング精度、優れた負荷およびライン過渡応答を実現しています。このデバイスは、2 種類の 5 ピン SOT-23 パッケージ (DBV および DYB) で供給されます。TPS7B4255-Q1 は、パワートレインシステムなどの車載アプリケーションでオフボード センサに電源を供給するように設計されています。オフボード電力を供給するケーブルで障害のリスクが高いため、このデバイスには、逆電流 (バッテリーへの短絡)、逆極性、出力からグランドへの短絡 (電流制限)、過熱 (サーマル シャットダウン) などのフォルト条件に対する保護機能が内蔵されています。このデバイスは、45V (絶対最大定格) までの入力電圧に対応し、車載向けの負荷ダンプ過渡条件に耐えられるように設計されています。ADJ/EN ピンに印加される基準電圧は、最大 70mA の負荷の非常に厳格な許容誤差を備え、OUT ピンで効果的にトラッキングされています。したがって、TPS7B4255-Q1 はオフボード センサに電源電圧を高精度で供給できるため、レシオメトリック センサを使用した測定の信頼性と精度を向上させるのに役立ちます。ADJ/EN 入力ピンを Low に設定することで、TPS7B4255-Q1 はスタンバイモードに切り替わり、LDO の静止電流を 3.25 μ A 未満に低減できます。

2.3.7 MSPM0L1306-Q1

MSPM0L1306 マイクロコントローラ (MCU) は、最大 32MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ コアプラットフォームに基づく MSP 高集積超低消費電力 32 ビット MSPM0 MCU ファミリの一部です。コスト最適化されたこれらの MCU は高性能アナログ ペリフェラルを統合しており、-40°C ~ 125°C の拡張温度範囲をサポートし、1.62V ~ 3.6V の電源電圧で動作します。MSPM0L1306 デバイスは、最大 64KB の組み込みフラッシュプログラムメモリと、最大 4KB の SRAM を内蔵しています。これらの MCU は $\pm 1.2\%$ の精度の高速オンチップ発振器を内蔵しているため、外部水晶振動子は不要です。追加機能には、3 チャンネル DMA、16 および 32 ビット CRC アクセラレータ、各種の高性能アナログペリフェラル (1 つの設定可能内部リファレンス電圧付き 12 ビット 1.68MSPS ADC、1 つのリファレンス電圧 DAC 内蔵高速コンパレータ、2 つのゲインをプログラム可能なゼロドリフト ゼロクロスオーバー オペアンプ、1 つの汎用アンプ、1 つのオンチップ温度センサなど) が含まれます。これらのデバイスは、4 つの 16 ビット汎用タイマ、1 つのウィンドウ付きウォッチドッグ タイマ、各種通信ペリフェラル (2 つの UART、1 つの SPI、2 つの I2C) などのインテリジェントなデジタルペリフェラルも備えています。これらの通信ペリフェラルは LIN、IrDA、DALI、マンチェスター、スマートカード、SMBus、PMBus プロトコルをサポートしています。テキサス インストルメンツの MSPM0 低消費電力 MCU ファミリーは、アナログおよびデジタル回路をさまざまなレベルで内蔵したデバイスで構成されているため、お客様はプロジェクトのニーズを満たす MCU を見つけることができます。そのアーキテクチャと豊富な低消費電力モードは、携帯型測定アプリケーションで長いバッテリー駆動時間を実現するように最適化されています。

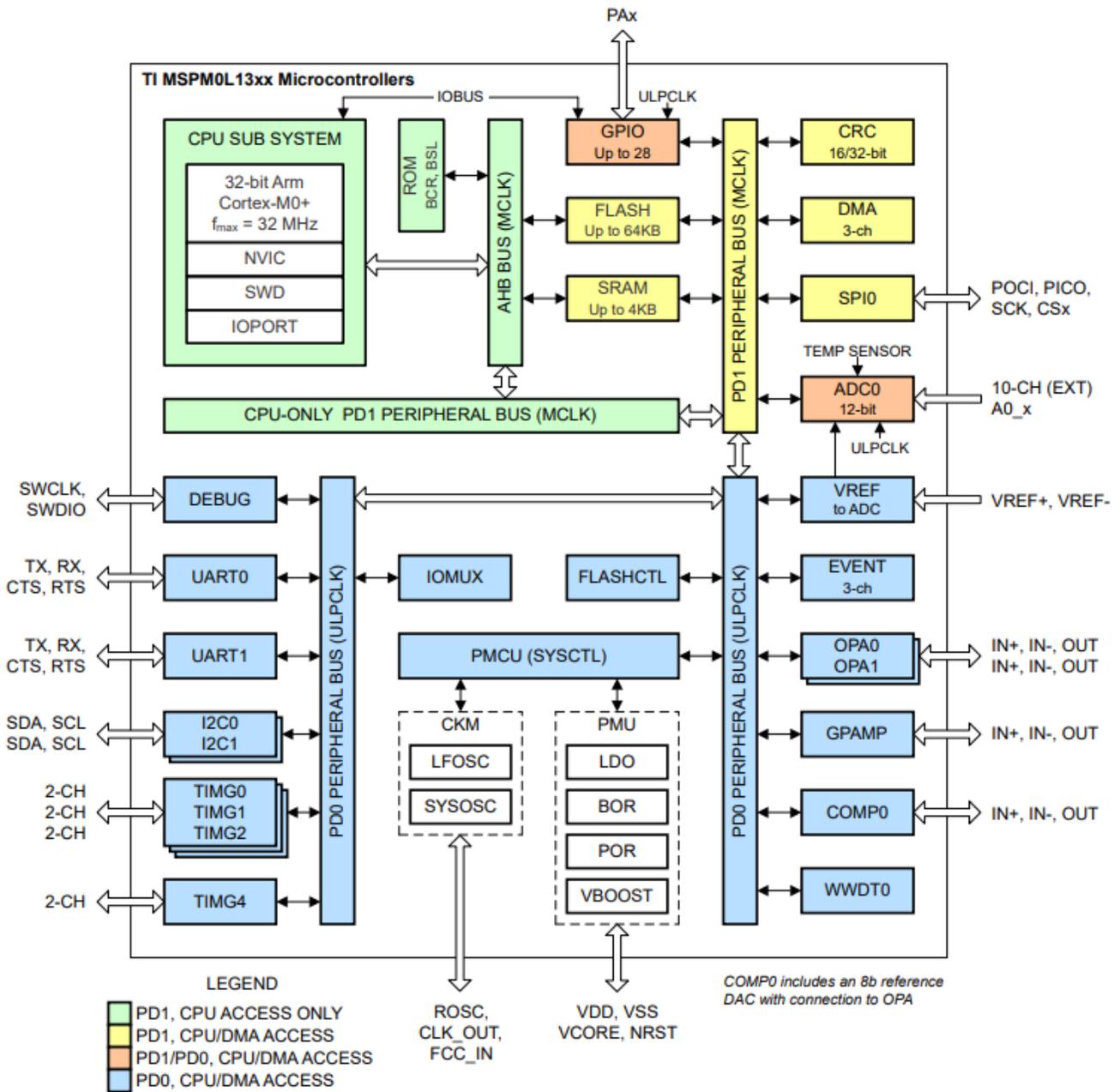


図 2-8. MSPM0L1306 の機能ブロック図

3 ハードウェア、ソフトウェア、テスト要件、テスト結果

3.1 ハードウェア要件

このボードの能力を最大限に活用するには、以下の機器が必要です。

- TIDA-050071 PCB 1 枚
- ショットジャンプまたは半田ブリッジ
- JTAG デバッガ
- 5V ~ 36V の電源
- オシロスコープ
- プロセッサまたはその他の負荷
- フック付きケーブル

3.2 ソフトウェア要件

JTAG デバッガと、TI の Code Composer Studio™、Arm® Keil®、または IAR Embedded Workbench® などの統合開発環境 (IDE) を組み合わせる必要があります。

3.3 テスト設定

テスト条件は以下のとおりです。

- $V_{IN} = 13.5V$
- $I_{LOAD} =$ 降圧コンバータの場合、 $0A \rightarrow 2A (500\mu s) \rightarrow 0A$ 。LDO の場合は $0A \rightarrow 200mA (500\mu s) \rightarrow 0A$

負荷過渡ステップ応答をテストする場合、負荷をそれぞれの出力コネクタに接続し、それぞれの出力コンデンサの両端で出力電圧を測定します。

3.4 テスト結果

3.4.1 LMQ66430-Q1

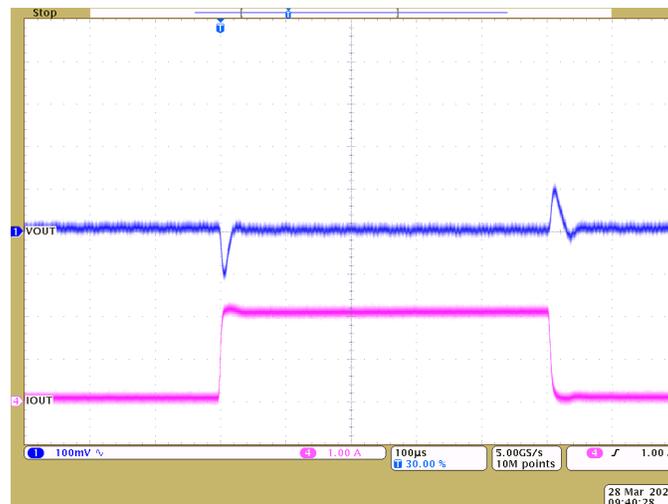


図 3-1. LMQ66430-Q1 の負荷過渡応答

3.4.2 TPS65219-Q1

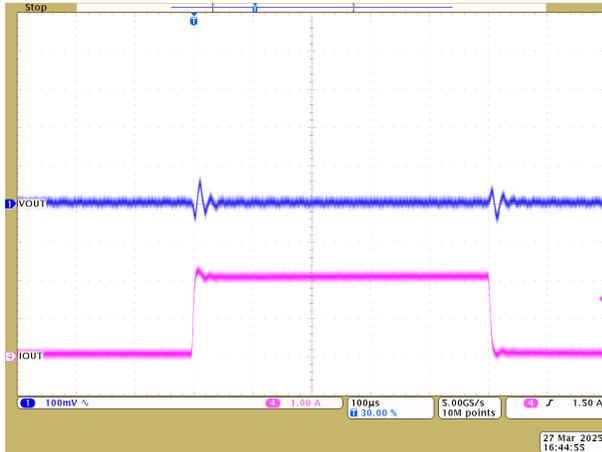


図 3-2. バック 1 負荷過渡応答

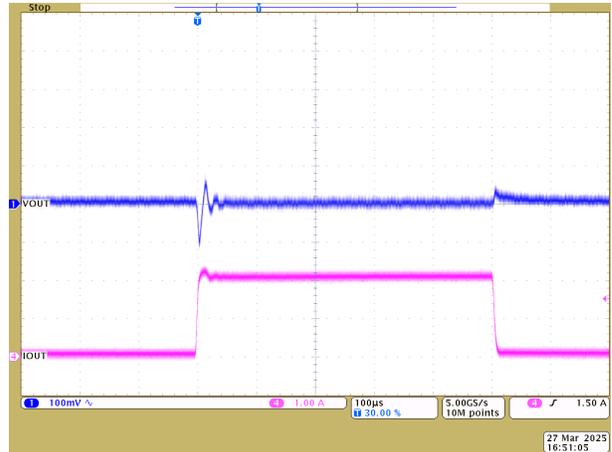


図 3-3. バック 2 負荷過渡応答

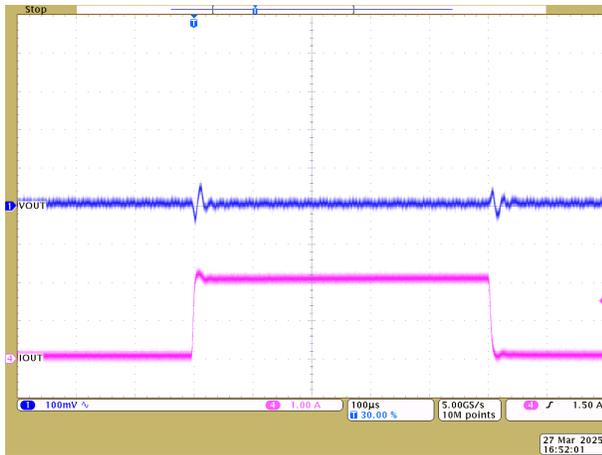


図 3-4. バック 3 負荷過渡応答

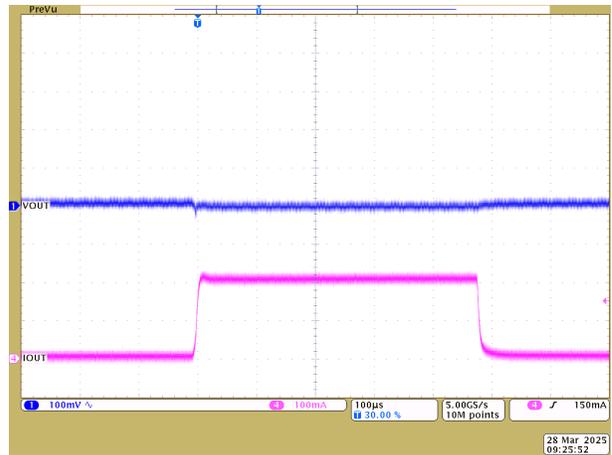


図 3-5. LDO 1 の負荷過渡応答

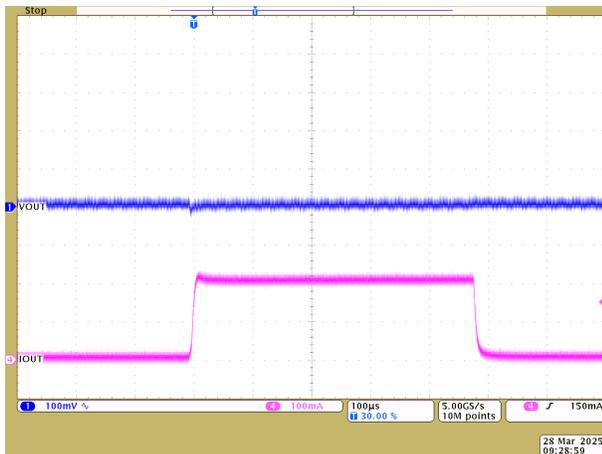


図 3-6. LDO 2 の負荷過渡応答

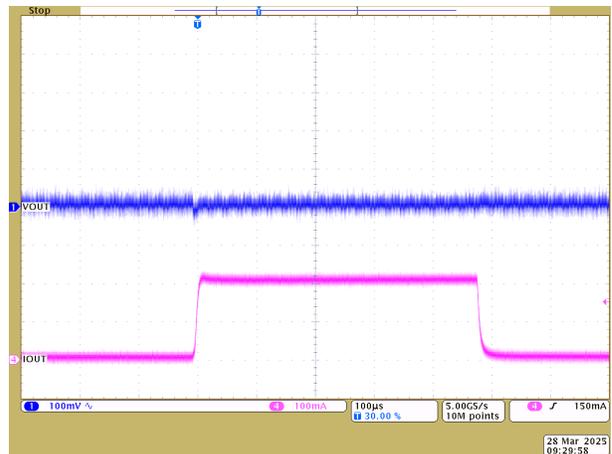
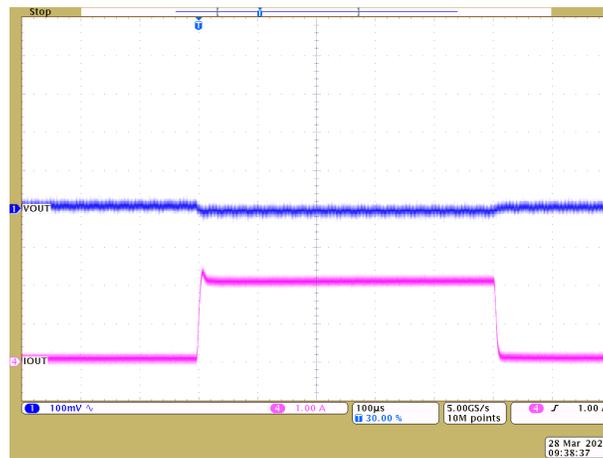


図 3-7. LDO 3 の負荷過渡応答


図 3-8. LDO 4 の負荷過渡応答

3.5 クイック スタート ガイド

TIDA-050071 は、3V ~ 36V の単一入力電力供給源を使用し、J2 と J4 の各入力コネクタの間に接続します。ジャンパ機能の詳細を以下に示します。

J1	LM74900-Q1 イネーブルは、常時イネーブル (EN から VS) の場合には中間および右のヘッダーを接続し、MCU 制御または外部制御の EN には中間および左のヘッダーを接続します。
J3	TPS7B42-Q1 入力電源。2 個のヘッダを互いに接続して、フィルタリングされた VIN から LDO に電力を供給します。
J6	LMQ66430-Q1 イネーブルは、通常動作中 (EN から LM74900-Q1 nFLT ピン) は常時イネーブルのために、中央および左のヘッダーを接続し、MCU 制御または外部制御の EN のために中央および右のヘッダーを接続します。

JTAG プログラマを J5 に接続し、オンボードの MSPM01306-Q1 をプログラムします。S1 は MCU nRST ピンに接続されています。

テストポイント TP1 ~ TP11 は、出力接続やシステム評価に使用でき、J4、システム GND を基準としています。

4 設計とドキュメントのサポート

4.1 デザイン ファイル

回路図、PCB レイアウト、ガーバー ファイル、ソフトウェア プロジェクトを含むすべてのファイルは [TIDA-050071](#) にあります。

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-050071](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.1.2 BOM

部品表 (BOM) をダウンロードするには、[TIDA-050071](#) のデザイン ファイルを参照してください。

4.2 ツールとソフトウェア

ツール

CCSTUDIO	TI コード コンポーザー スタジオ
MSPM0-SDK	MSPM0 ソフトウェア開発キット

ソフトウェア

TIDA-050071 ファームウェア	TIDA-050071 向けソース コード
-------------------------------------	-----------------------

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス インストルメンツ、[3 つの降圧 DC/DC コンバータおよび 4 つの LDO データシート](#)を搭載した、車載用、ユーザー プログラマブル電源管理 IC (PMIC)
2. テキサス インストルメンツ、サーキット ブレーカ、低電圧および過電圧保護機能付き、フォルト出力付き [LM749x0-Q1 車載用理想ダイオード](#)
3. テキサス インストルメンツ、[LMQ664x0-Q1](#)、 V_{IN} バイパス コンデンサおよび C_{BOOT} コンデンサ内蔵、36V、1A、2A、[3A 超小型同期整流車載用降圧コンバータ データシート](#)
4. テキサス インストルメンツ、[TPS22995H-Q1 5.5V、3A、19mΩ オン抵抗車載負荷スイッチのデータシート](#)
5. テキサス インストルメンツ、[TPS51200A-Q1 シンクおよびソース DDR 終端レギュレータ データシート](#)
6. テキサス インストルメンツ、[TPS7B4255-Q1](#) トラッキング許容誤差 5mV、車載用、70mA、40V、電圧トラッキング LDO データシート

4.4 サポート・リソース

[テキサス・インストルメンツ E2E™ サポート・フォーラム](#)は、エンジニアが検証済みの回答と設計に関するヒントをエキスパートから迅速かつ直接得ることができる場所です。既存の回答を検索したり、独自の質問をしたりすることで、設計に必要な支援を迅速に得ることができます。

リンクされているコンテンツは、各寄稿者により「現状のまま」提供されるものです。これらはテキサス・インストルメンツの仕様を構成するものではなく、必ずしもテキサス・インストルメンツの見解を反映したものではありません。テキサス・インストルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

4.5 商標

E2E™, Code Composer Studio™, and テキサス・インストルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Arm®, Cortex®, and Keil® are registered trademarks of Arm Limited.

IAR Embedded Workbench® is a registered trademark of IAR Systems AB.

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