

電気自動車電源機器向けフロントエンド コントローラのリファレンス デザイン



リソース

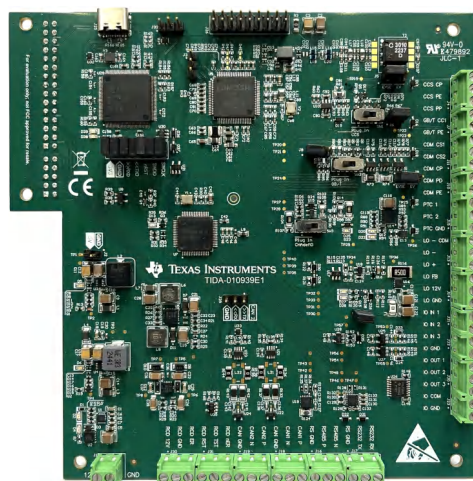
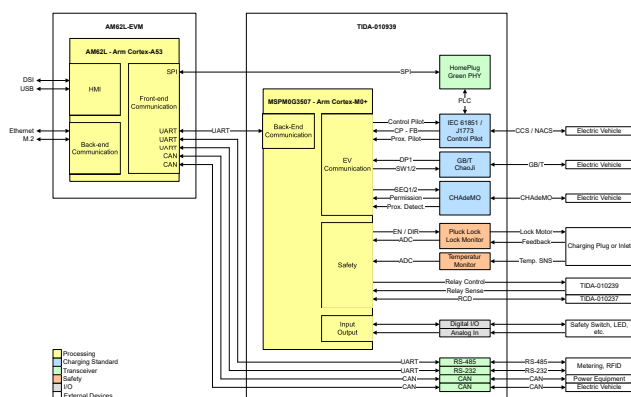
TIDA-010939	デザイン フォルダ
TMDS62LEVM、MSPM0-SDK	ツール フォルダ
AM62L-PROCESSOR-SDK	ツール フォルダ
MSPM0G3507、AM62L、TLV1805	プロダクト フォルダ
TS12A4515、TPS281C100、DRV8220	プロダクト フォルダ
THVD2429、TRSF3221E	プロダクト フォルダ
TCAN1044A-Q1、TPL7407LA、TLV9151	プロダクト フォルダ
TLV7011、SN74LVC1G17	プロダクト フォルダ

- J1772 および国際電気標準会議 (IEC) 61851 準拠のコントロール パイロット – AC 充電制御信号伝達を完全にサポート
- 電力線通信 (PLC) – ISO 15118 に準拠した高レベル通信
- リレー制御と安全機能 – 温度監視も内蔵
- 複数の通信インターフェイス – コントローラ エリア ネットワーク (CAN)、RS-485、RS-232、イーサネットによる、電力変換ユニット、外部測定デバイス、ペリフェラル、ネットワークの制御
- ディスプレイ ヒューマンマシン インターフェイス (HMI) サポート – HMI 統合のための AM62L-EVM のディスプレイ シリアル インターフェイス (DSI) コネクタ

- EV 充電ステーション向け HMI モジュール
- AC 充電 (パイル) ステーション



テキサス・インスツルメンツの E2E™ サポート エキスパートにお問い合わせください。



1 システムの説明

EV 充電ステーションは、電気自動車 (EV) を安全に充電するために、複数の部品がシームレスに連携する必要がある複雑なシステムです。このプロセスは、車両を充電ステーション (電気自動車給電機器 (EVSE) と呼ばれる) に接続すると開始されます。この時点で、車両とステーションに互換性があり、充電できる状態であることを確認するために、通信ハンドシェイクが実行されます。

DC 高速充電の場合、車両は必要な電圧レベルと電流制限を絶えずステーションに伝達します。これに従う必要があり、パワー モジュールによって動的に調整されます。パワー モジュールは、グリッドからの交流 (AC) を、EV バッテリの充電に必要な直流 (DC) に変換します。

充電料金を計算するには、充電セッション中に使用する電力量をエネルギー メーターで正確に測定する必要があります。充電料金は多くの場合、リアルタイムのエネルギー価格に依存するため、充電ポイント管理システムなどのバックエンドシステムとの信頼性の高い接続が必須です。この接続は通常、イーサネットまたはワイヤレス ネットワークを介して確立され、最新の価格設定だけでなく、ユーザー認証、安全な支払い処理も可能にします。

最新の充電ステーションの多くは、タッチ コントロールを搭載したディスプレイを内蔵し、クリーンで応答性の高いユーザー インターフェイスを提供するとともに、さまざまな場所で一貫性のある外観と顧客体験を構築でき、ユーザーは充電インフラの認識と信頼がしやすくなります。

EV 充電と対話型操作に必要なすべてのサブシステムを接続するには、中央制御ユニットである EVSE フロントエンド コントローラが必要です。EVSE フロントエンド コントローラは、この設計で実証されています。

1.1 主なシステム仕様

表 1-1. 主なシステム仕様

機能	TIDA-010939 AM62L EVM
メイン CPU	AM62L ⁽¹⁾
フロントエンド コントローラ	MSPM0
電源	10.8V ~ 13.2V、最大 5A
充電インターフェイス	IEC 61851 SAE J1772 ISO 15118 GB/T 18487 ⁽²⁾ GB/T 20234 ² ⁽²⁾ CHAdeMO ⁽²⁾
通信	CAN × 2 1000Base-T × 2 ⁽¹⁾ RS-232 × 1 RS-485 × 1
未入出力	デジタル入力 (24V 許容) × 2、0V ~ 12V アナログ入力 × 1 デジタル出力 (ローサイド スイッチ) × 3
温度入力	温度センサ入力 × 2
ディスプレイ サポート	MIPI DSI 付きディスプレイ × 1 ⁽¹⁾
オプションの接続	Wi-Fi®, Bluetooth®, M.2 経由 ⁽¹⁾

(1) AM62L-EVM 上。

(2) 現時点ではハードウェア サポートのみです。

2 システム概要

TIDA-010939 のリファレンス デザインは、AM62L 向けの TI-EVSE 開発プラットフォームの一部であり、オープンソースのソフトウェア スタックを搭載した AC および DC 充電ステーション向けのユニバーサル充電コントローラの代表例です。プラットフォーム全体は、AM62L-EVM、TIDA-010939、および TIDA-010239 の 3 つの独立した部品で構成されています。

AM62L-EVM はメイン CPU として動作し、Linux® 上で EVerest のオープン ソース ソフトウェア充電スタックを実行するほか、EV とのデジタル通信を処理します。これらのほか、評価基板はバックエンドまたは充電ポイント管理システムとの通信用に、それぞれイーサネットおよびワイヤレス コネクティビティに対応しています。必要に応じて、この評価基板を使用して HMI 向けのディスプレイをサポートすることもできます。

TIDA-010939 は、MSPM0 マイコンをベースとするフロントエンド コントローラとして動作します。この設計は EV を使用してアナログ ハンドシェイクを制御するほか、充電プラグのロックや、内部の高電圧接点の温度の監視などの安全機能も搭載しています。MSP は、AM62L とのシリアル通信プロトコルである UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) を通じて通信を行います。

AC チャージャを内蔵するために TIDA-010239 を追加します。このリファレンス デザインは、グリッド (電力網) が停電した場合にバックアップ電源を搭載した絶縁型 AC/DC 電源で、プラットフォームを完成させます。TIDA-010239 は、電気自動車をグリッドに接続するための高電圧コンタクタとドライバを内蔵しています。さらに、TIDA-010239 は、リレーが溶接されているかどうかを検出します。

充電コントローラの主な機能は、充電に必要なすべてのシステムを接続し、これらのシステムと電気自動車との間の通信を処理することです。EV との通信は、常にアナログ ハンドシェイクで行われます。正確な要件は、充電規格によって異なります。TIDA-010939 は、Combined Charging System 1 および 2 (CCS1 CCS2)、North American Charging Standard (NACS)、Guobiao/Tuijian (GB/T)、Charge de Move (CHAdeMO) という規格をサポートする回路を提供します。

アナログ ハンドシェイクに加えて、DC 充電には 2 番目の高レベルの通信が必要です。この場合、EV のオンボード チャージャ (OBC) ではなく、EVSE がチャージャとして機能するため、EV バッテリーを安全に充電するために、どちらの電圧レベルと電流制限が必要かを検出する必要があります。CCS1、CCS2、NACS のために使用される ISO15118 規格では、HomePlug Green PHY (HPGP) を介した電力線通信が物理層として規定されており、GB/T と CHAdeMO はこの種の通信に CAN を使用します。したがって、TIDA-010939 には HPGP と専用 CAN トランシーバが含まれています。どちらの素子も AM62L に接続されており、プロセッサがデジタル通信を取り扱います。

充電規格で必要とされる追加の安全機能は、TIDA-010939 に搭載されているか、外部の TIDA リファレンス デザインで追加できます。オンボードの安全機能には、充電ケーブルの接点の温度監視と電動ロック機構を制御する回路が含まれ、充電サイクル中にケーブルが取り外されないように設計されています。TIDA-010939 には、TIDA-010237 で与えられる外部残留電流検出 (RCD) デバイスへの接続も含まれています。安全性スイッチなどの追加のデバイスをテスト用に接続できるよう、またはステータス LED を制御するために、TIDA-010939 は、2 つのデジタル入力 (24V 許容)、1 つのアナログ入力 (0V ~ 12V)、3 つのデジタル出力 (ローサイド スイッチ) をサポートしています。

エネルギー メーターやパワー モジュールなどのペリフェラルとの通信を可能にするため、TIDA-010939 は RS-485、RS-232、CAN 用のトランシーバをサポートしています。

2.1 ブロック図

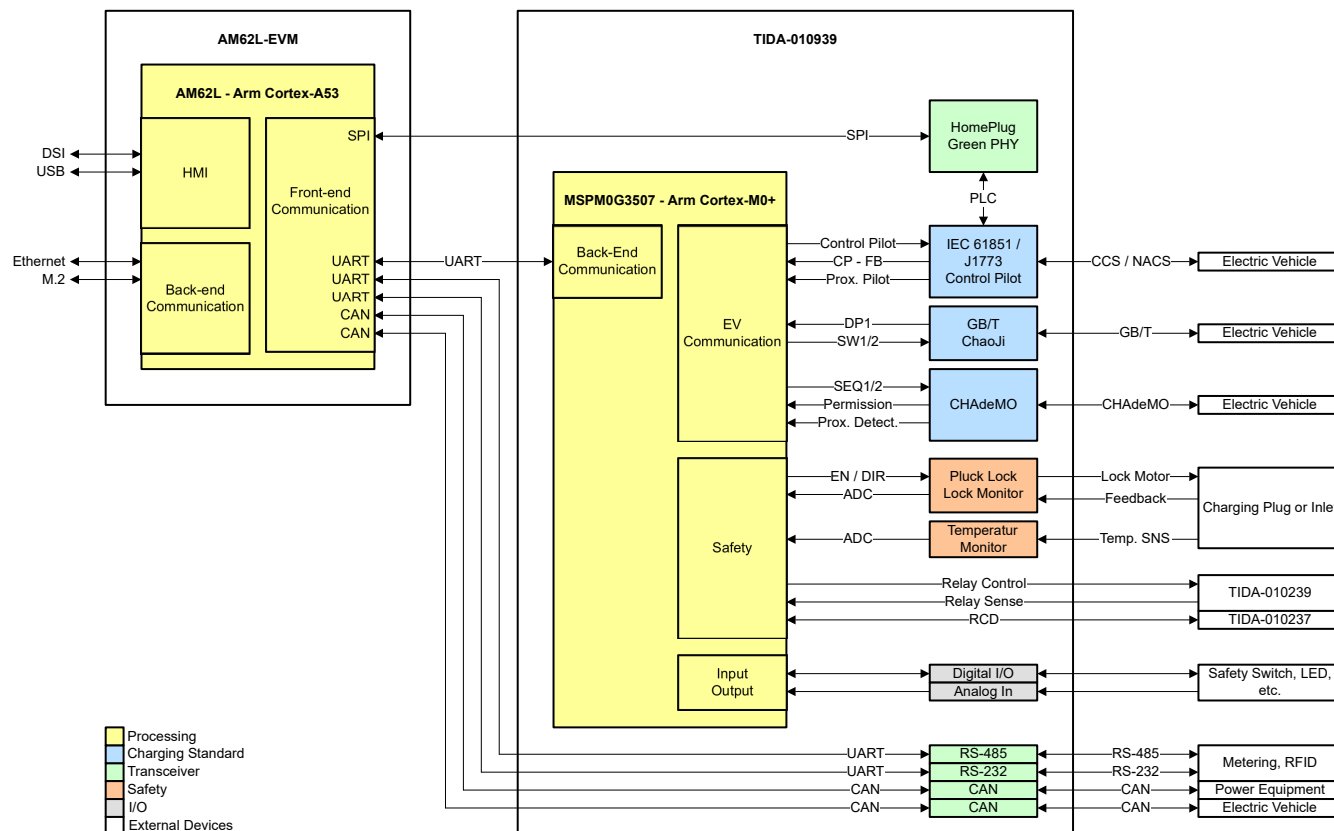


図 2-1. TIDA-010939 のブロック図

2.2 設計上の考慮事項

2.2.1 コントロール パイロット

コントロール パイロット (CP) を使用すると、電気自動車と充電ステーション間の基本的な通信を実行できます。そのため、充電ステーションは $\pm 12V$ 、1kHz のパルス幅変調 (PWM) 信号を生成します。この信号のデューティサイクルは、EVSE の定格電流を電気自動車に送信するため、または HPGP 経由の高レベルの通信プロトコルが必要であることを示すために使用されます。

一方の EV は、異なる負荷抵抗で CP 信号を負荷し、CP ラインの電圧降下を引き起こします。電圧レベルに基づいて、充電準備完了などのさまざまな状態が EV によって通知され、EVSE によって検出されます。

このコントロール パイロット信号は、IEC 61851、SAE J1772、GB/T 18487 規格で使用されます。

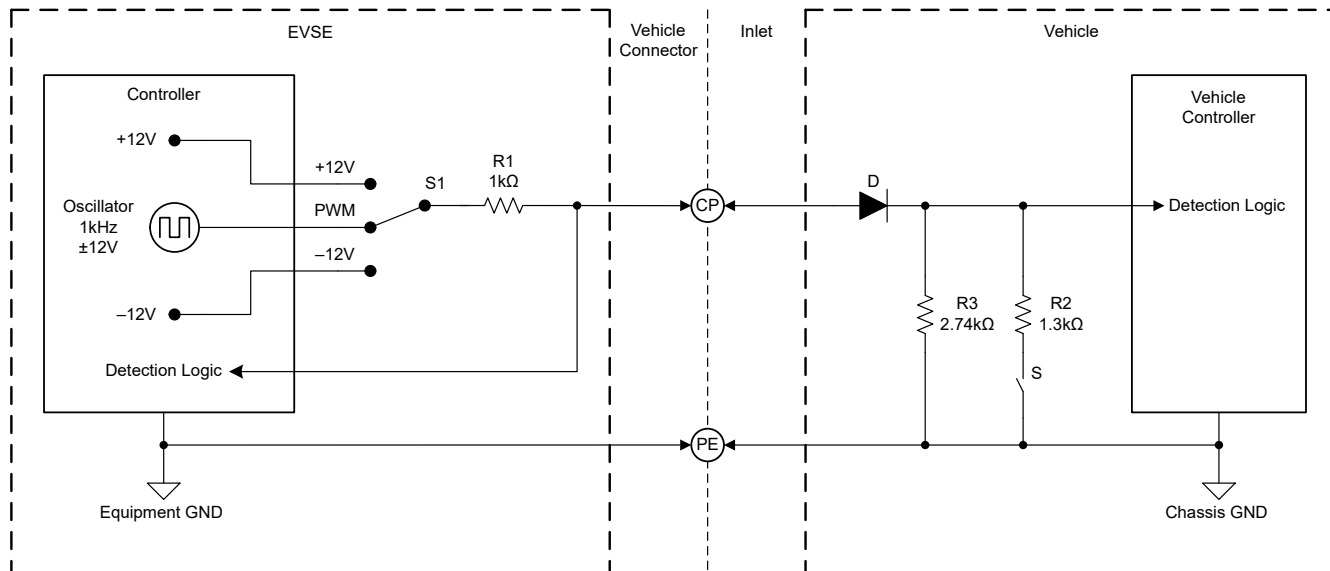


図 2-2. 代表的なコントロール パイロット回路

2.2.1.1 信号

表 2-1. 制御パイロット信号

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_PWM_CP	PB10 (62)	PWM	制御パイロット、DC、1kHz PWM 信号
MSP_ADC_CP	PA27 (31)	ADC	フィードバック信号で、CP 電圧レベルを読み出します
MSP_ADC_PP	PA25 (26)	ADC	近接検出

2.2.1.2 デューティ サイクル

パイロット信号のデューティサイクルは、AC 充電で EVSE が車両に供給できる電流の制限を伝達します。その後、車両はその量の電流を充電回路に使用できます。この定格電流は、主に EVSE の電気機械部品 (導体、リレー、コンタクト、サービス接続など) によって決定されます。

デューティサイクルと電流の関係は、規定された電流範囲に応じて 2 つの異なる式で定義されます。6A ~ 51A のサービス ($10\% \leq \text{デューティサイクル} \leq 85\%$) の場合は、式 1 を参照してください。

$$\text{Duty cycle} = \frac{\text{Amps}}{0.6} \quad (1)$$

式 2 は 51A ~ 80A の範囲でより高いサービス用です ($85\% < \text{デューティサイクル} \leq 96\%$)。

$$\text{Duty cycle} = \frac{\text{Amps}}{2.5} + 64 \quad (2)$$

デジタル通信が必要な場合は、デューティサイクルを 5% に設定する必要があります (IEC 61851 および SAE J1772 のみ)。

表 2-2. 車両コントロール パイロットのデューティサイクルの解釈

使用可能なライン電流 (A)	EVSE から供給される公称デューティサイクル
デジタル通信を使用すると、オフボード DC チャージャを制御したり、オンボード チャージャが利用可能なライン電流を伝達したりできます。	5%
5	8.3%
15	25%
30	50%
40	66.6%

表 2-2. 車両コントロール パイロットのデューティ サイクルの解釈 (続き)

使用可能なライン電流 (A)	EVSE から供給される公称デューティ サイクル
65	90%
80	96%

この設計では、PWM は MSPM0 マイコン上のタイマ モジュールによって生成されます。AC チャージャの場合、電流定格は通常、外部ハードウェアと非常に緊密に結合されるため、電流定格はファームウェアで永続的な値として設定できます。

2.2.1.3 信号状態

EVSE の接続とネゴシエーションは、PWM 信号のさまざまな状態と車両の負荷抵抗を介して行われます。表 2-3 に、これらの状態を強調表示します。

表 2-3. パイロット信号状態パラメータ

状態	パイロット高電圧	パイロット低電圧	FREQUENCY	抵抗	説明
状態 A	12V	該当なし	DC	該当なし	EV 未接続
状態 B1	9V	該当なし	DC	2.74kΩ	EV 接続済み、EVSE はエネルギーを供給する準備ができていません
状態 B2	9V	-12V	1kHz	2.74kΩ	EV 接続済み、EVSE はエネルギーを供給する準備ができています
状態 C	6V	-12V	1kHz	882Ω	EV 充電
状態 D	3V	-12V	1kHz	246Ω	EV 充電中、換気が必要です
状態 E	0V	0V	該当なし	-	エラー
状態 F	該当なし	-12V	該当なし	-	不明なエラー

状態 A、B、C はコア機能であり、通常動作を定義します。EVSE は通常、最初に電源を投入した後、状態 A に移行していくつかのセルフテストを実行します。準備ができた時点で、通常の接続プロセスは次の複数の手順に従います。

1. 状態 A: EVSE はパイロット ワイヤに 12V を供給します。このトランスミッションは、プラグが接続されているときに車両に信号を送ります。
2. 状態 B1: プラグが接続されると、車両がパイロット ラインに 2.74kΩ の負荷をかけ、電圧が 9V に低下します。
3. 状態 B2: EVSE は状態 B2 に移動し、EVSE は PWM を有効にします。この信号は、車両が引き込むことができる電流の大きさを車両に知らせます。また、EVSE はリレーを閉じて、車両に電力を供給します。
4. 状態 C: 車両は電力の引き込みを開始し、882Ω 負荷に切り替わります。これにより電圧が 6V に低下し、充電が開始されたことを EVSE に通知します。

ほとんどの車両は、完全に充電されても状態 C で少量の電力を消費するため、ケーブルを取り外すことで充電プロセスは終了し、電圧は 12V に戻ります。EVSE はこのプロセスを測定し、リレーを閉じて状態 A に戻ります。

車両内のダイオードの欠落や不適切な接続などのその他のエラー処理は、電源を切断することで EVSE によって検出および処理されることがあります。

2.2.1.4 制御パイロット信号回路

図 2-3 に、制御パイロット サブシステムの全回路図を示します。

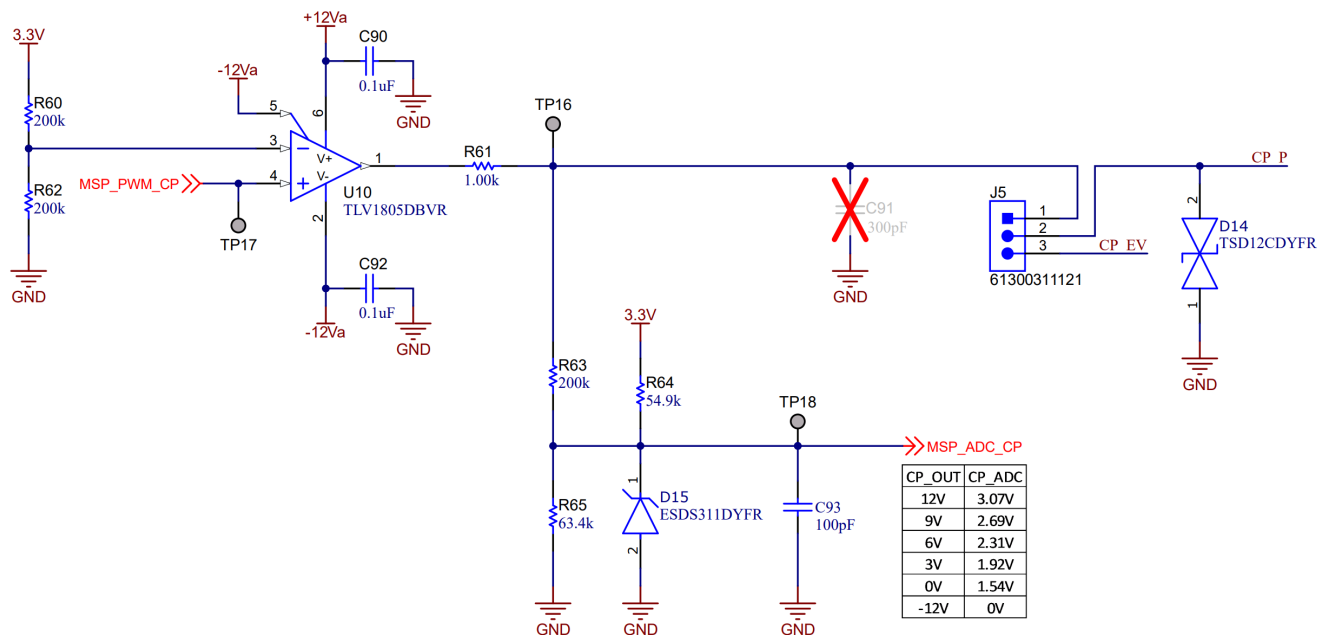


図 2-3. 制御パイロット信号ジェネレータ回路

バイポーラ $\pm 12V$ 制御パイロット信号は、数メートルのケーブルを下ろして負荷抵抗を介して伝搬するために必要です。したがって、アンプは、SAE J1772 仕様に従い、立ち上がりおよび立ち下がり時間 $< 2\mu s$ の $\pm 12mA$ シンクおよびソース電流の最小値を持つ必要があります。

これらのパラメータに対応するために、広い入力電圧範囲で適切な電力出力を持つアンプを選択します。TLV1805 デバイスは $\pm 18V$ の電流定格、100mA を超える高出力シンクおよびソースピーク電流であり、このアプリケーションに最適です。また、ほとんどの EVSE は車載認定を必要としませんが、この機能が必要な場合は、TLV1805-Q1 デバイスの Q1 定格バリエーションも存在します。増幅回路は、TLV1805 デバイスの単純なレール ツー レール出力構成で、マイコンの I/O を使用して正の入力を駆動します。

パイロット アンプの出力は単純な分圧器にも供給されるため、マイコンは動作中の電圧を測定し、車両の負荷抵抗を検出できます。抵抗の許容誤差、ケーブル抵抗、グランド シフト、シャーシ抵抗、アクティブ アクセサリ デバイス (エアコン、リア ウィンドウの熱線など)、またはこれらの値を考慮に入れてシフトできるその他の要因などの差異を考慮するために、表 2-4 に示すように、SAE J1772 規格では次の境界電圧に従うことを推奨しています。

表 2-4. 制御パイロットの境界電圧

狀態	最小電壓	公稱電壓	最大電壓
狀態 B	8V	9V	10V
狀態 C	5V	6V	7V
狀態 D	2V	3V	4V

2.2.1.5 EV シミュレーション回路

TIDA-010939 の設計には、電気自動車の動作をシミュレートする回路が含まれています。ジャンパ J5 による構成の選択:ピン 1 ~ 2 を短絡して基板を EVSE モードに設定し、コントロールパイロット信号ジェネレータをねじ端子 J4 の CP 出力に接続します。ピン 2 ~ 3 を短絡すると回路は EV モードに設定され、EV シミュレーション回路は CP 出力に接続されます。

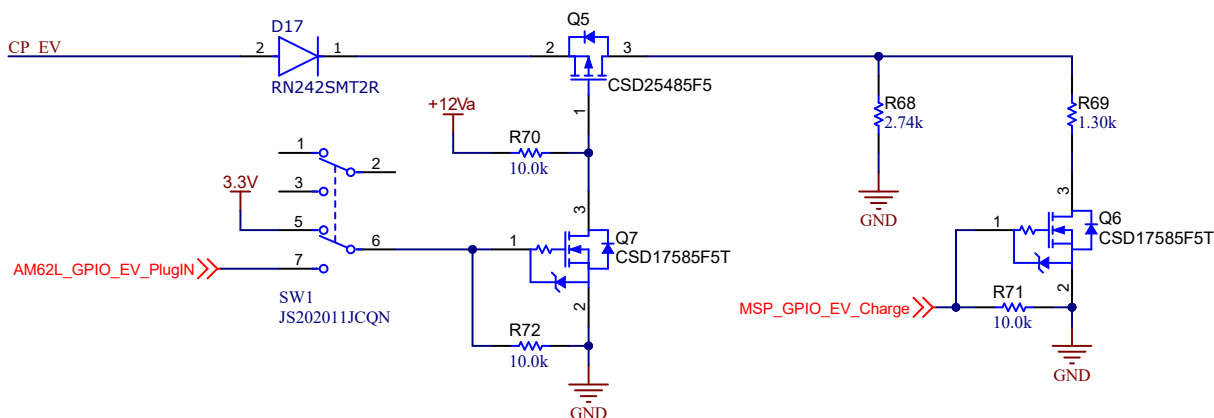


図 2-4. CCS EV シミュレーション回路

EV モードでは、SW1 は状態 B から EV 接続に対応する 2.74kΩ 抵抗で CP ラインをロードして、車両の接続をシミュレートします。状態 C から EV 充電に遷移するには、マイコンの出力 MSP_GPIO_EV_Charge を High にして、抵抗 R69 (1.3kΩ) を CP ラインと並列に接続する必要があります。

ダイオード D17 は PWM 信号の正の半分のみを通し、有効な負荷が存在することを EVSE に通知します。

2.2.2 HomePlug Green PHY - 電力線通信

基本的な信号はコントロールパイロットによって処理されますが、DIN 70121、ISO 15118 規格 (道路車両 - Vehicle-to-Grid 通信インターフェイス) は、電気自動車と充電ステーションとの間でより高度な通信を可能にするために開発されています。この規格では、安全な通信と、暗号化メカニズムや認証メカニズムを含む高レベルのデータ交換が導入されています。

ISO 15118 は、充電セッション中に常に更新される、電圧レベル、電流制限、充電状態などの充電パラメータの通信を標準化しています。それに加えて、この規格はプラグアンドチャージなどの高度な機能を実現しているため、ユーザー操作なしでの支払いや、双方向の電力伝送を目的とした車両から電力網への電力供給 (V2G) が可能になります。

ISO 15118 のパート 3 では、HPGP 規格をこの種の通信に対する物理層と定義しています。HPGP 規格は電力線通信 (PLC) アーキテクチャであり、2MHz から 30MHz の周波数帯域で動作し、最大 10Mbps のデータレートに対応しています。TIDA-010939 は、Lumissil® IS32CG5317 HPGP デバイスをサポートしています。PHY は、シリアルペリフェラルインターフェイス (SPI) 経由で AM62L に接続されています。

最新の情報とサポートについては、Lumissil までお問い合わせください:

- <https://www.lumissil.com>
- <https://cbu-support.lumissil.com/>

2.2.2.1 HomePlug Green PHY 回路

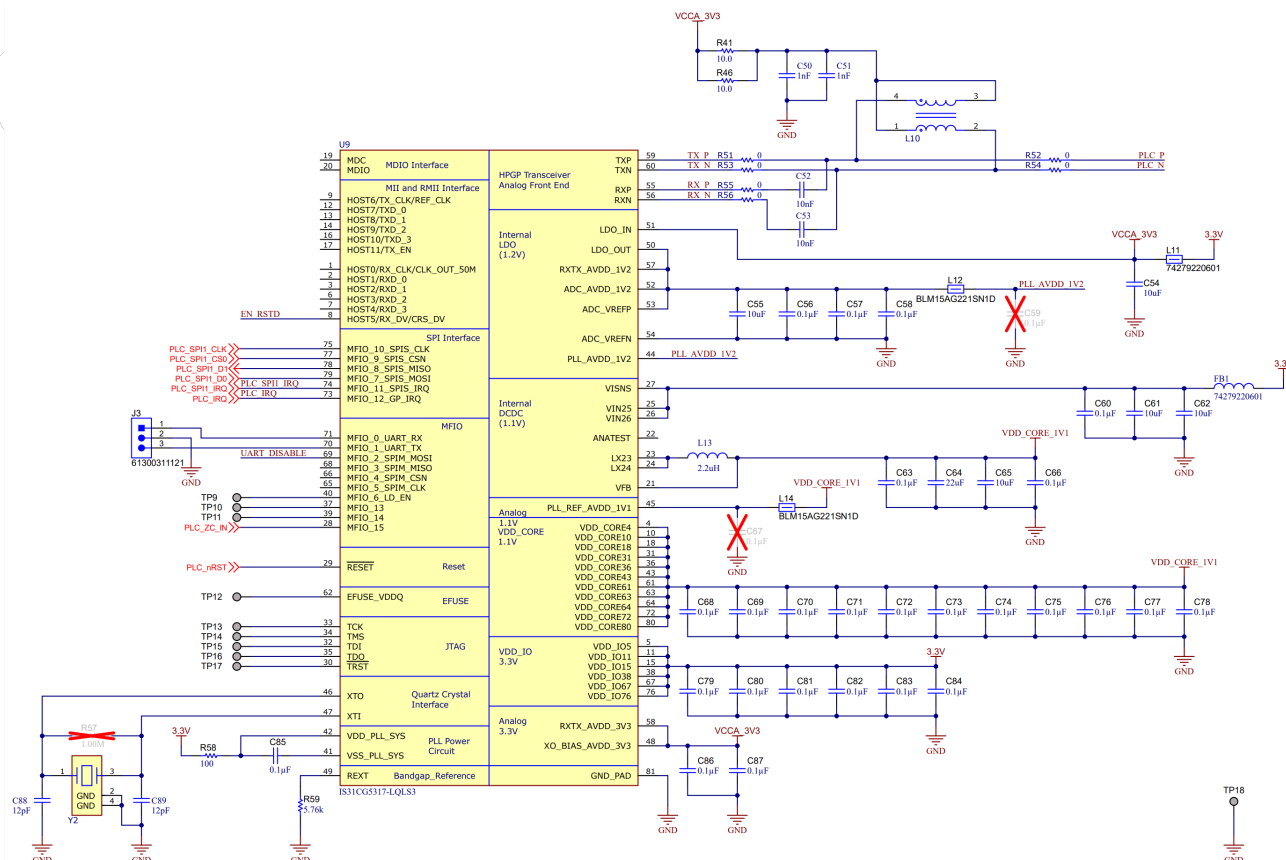


図 2-5. HomePlug Green PHY 回路

2.2.3 近接パイロット

内燃エンジン搭載車両と比較すると、電気自動車は長時間の駐車中に充電されることがよくあります。これにより、車両がまだ充電ステーションに接続されていることをドライバーが忘れる可能性が高まります。この問題に対処するために、近接パイロット (PP) を使用して、充電器に物理的に接続したまま EV が走り去るのを防ぎます。これは、保護アース (PE) ピンに接続された抵抗を使用して回路を実装し、車両が充電ケーブルの存在を検出できるようにすることで実現されます。

PP 信号の実装は、タイプ 1 または NACS コネクタ、およびタイプ 2 コネクタで異なります。タイプ 1 充電ケーブルは通常、充電ステーションに常時接続されています。一方、タイプ 2 ケーブルには両端にプラグが付いていることが多いため、取り外し可能です。交換可能なタイプ 2 ケーブルの場合、PP も 2 つ目の機能を果たします。PP は、異なる抵抗値を使用してケーブルの電流容量を示します。これにより、システムがケーブルの定格容量を超えることを防止でき、過熱や安全上の潜在的な危険を回避できます。

2.2.3.1 タイプ 1 と NACS

タイプ 1 プラグには、EV の充電口にフックする機械式レバー付きのボタンがあります。プラグを取り外すには、プラグ内部のスイッチを有効にしてボタンを押す必要があります。これにより、プラグ内の PP 抵抗が 150Ω から 480Ω に変化し、EV と EVSE に、充電セッションを停止して高電圧から接点を切断するように信号が送られます。

EVSE による近接検出回路の監視は、AC 充電の場合はオプションですが、DC 充電の場合は必須です。この場合、充電は EVSE が PP とスイッチ (S3) の動作を確認した後にのみ許可されます。

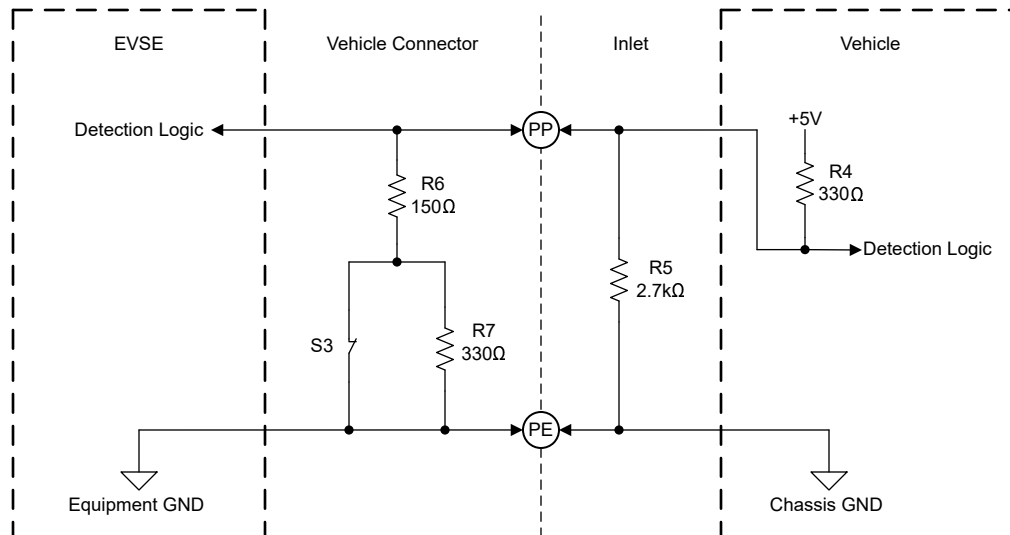


図 2-6. 近接パイロット タイプ 1

表 2-5. 近接パイロット タイプ 1 状態

状態	コネクタ抵抗値	電圧
EV 未接続	-	0V
EV 接続済み – ラッチ (S3) が押されている	480Ω	2.76V
EV 接続済み – ラッチ (S3) が解除されている	150Ω	1.51V

2.2.3.2 タイプ 2

取り外し可能なケーブル アセンブリを使用する場合、近接接触は同時に 2 つのタスクを行います。第 1 に近接検出の目的、第 2 にケーブル アセンブリの電流定格のコーディングを目的としています。プラグ内の抵抗 (R_C) の値で定義されるため、EV と EVSE は電流定格を読み出し、ケーブルの電流定格を超えた場合に電流電源を遮断できます。固定ケーブル アセンブリの場合、EV のみが PP を監視します。これは、ケーブルの電流定格が EVSE によって認識されるためです。

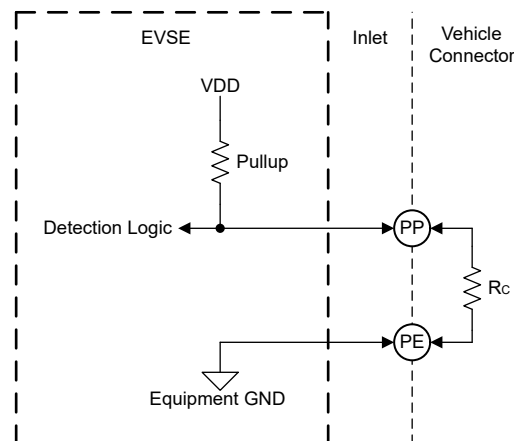


図 2-7. 近接パイロット タイプ 2

表 2-6. タイプ 2 - 車両コネクタおよびプラグの抵抗コーディング

電流定格	R _C の抵抗値	MSP ADC 電圧 (PULLUP = 1kΩ)
13A	1.5kΩ	1.98V
20A	680Ω	1.34V
32A	220Ω	0.595V
63A	100Ω	0.3V

2.2.3.3 近接検出回路

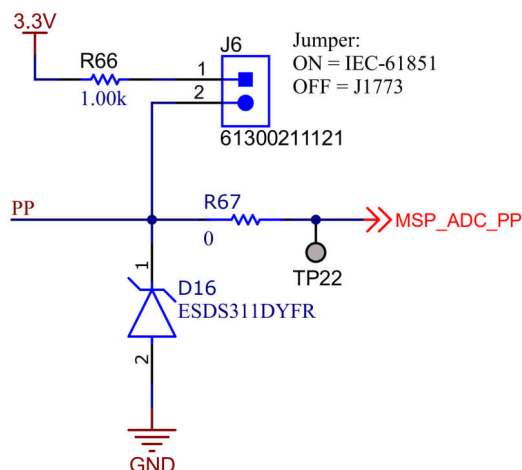


図 2-8. 近接検出回路

PP 信号は MSPM0 の ADC 入力に直接配線されます。マイコンを保護するため、PP コネクタの入力に ESD 保護ダイオードを配置しています。ジャンパ J6 を使用して、プルアップ抵抗を信号に接続すると、タイプ 2 プラグで動作できます。タイプ 1 プラグを使用する場合は、PP 信号は EV によって代わりにプルアップされます。

2.2.4 GB/T – ChaoJi

中国の国内充電規格 GB/T は、AC と DC の高速充電の両方を対象とした一連の規格です。CCS は AC 充電と DC 充電の両方に単一のプラグを使用して AC コネクタを拡張し、DC 電源を伝送するために 2 本の追加ピンを使用します。一方、GB/T は AC 充電と DC 充電に 2 つの独立したコネクタを使用します。AC 充電は、[セクション 2.2.1](#) および [セクション 2.2.3](#) で説明されているコントロール パイロットおよび接続確認回路と同様に行われます。

DC 充電の場合、GB/T は 2 種類の信号伝達を使用します。充電確認 1 (CC1) および充電確認 2 (CC2) は、車両が接続され、充電準備ができていることを示します。EVSE と EV 間のアナログ通信が CC1 ライン上で行われています。S+ と S- は、高レベル CAN 通信用の差動ペアを形成し、必要な電圧、電流、ステータス メッセージなどのパラメータを交換します。

EVSE は、検出ポイント 1 (DP1) で CC1 ラインを監視します。ここでは、特定の電圧レベルがさまざまな充電状態に関連しています。正確な電圧レベルは GB/T と ChaoJi 規格 (CHAdemo 3.0 と呼ばれる) で異なります。

2.2.4.1 信号

表 2-7. GB/T - ChaoJi 信号

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_GPIO_GBT_S0	PB25 (27)	GPIO	S0 イネーブル信号
MSP_GPIO_GBT_S1	PB24 (23)	GPIO	S1 イネーブル信号
MSP_ADC_GBT_DP1	PA26 (30)	ADC	検出ポイント 1 (DP1) での CC1 フィードバック

2.2.4.2 GB/T

充電プロセスが開始される前に、EVSE は、検出ポイント 1 (DP1) の電圧を測定して、車両のプラグが車両ソケットに完全に挿入されているかどうかを判断します。プラグが完全に接続されている場合、DP1 の電圧は約 4V です。この状態ではロック機構を作動させる必要があり、充電プロセスを進めるためにデジタル通信を開始できます。

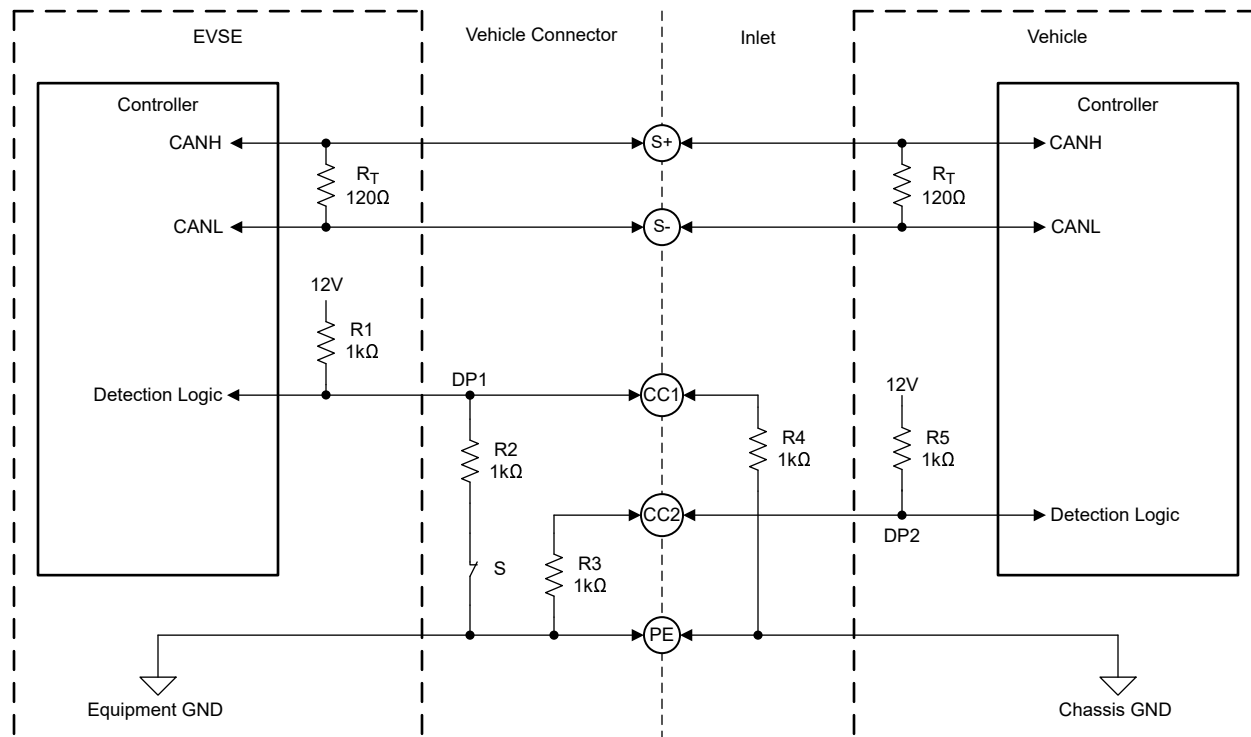


図 2-9. GB/T 回線

充電中、EVSE は DP1 電圧を継続的に監視します。接続が完全接続から信頼性が低いものに変化した場合、または充電プラグ内の通常閉じているスイッチ S が開いた場合、DP1 の電圧は約 6V に上昇します。この場合、EVSE は直ちに充電プロセスを停止する必要があります。

表 2-8. GB/T 信号状態パラメータ

状態	電圧
EV 接続解除	6V (5.2V ~ 6.8V)
ラッチが押されている - EV と接続されていない	12V (11.4 ~ 12.6)
EV を接続	4V (3.2V ~ 4.8V)

2.2.4.3 ChaoJi

ChaoJi は GB/T 信号回路を拡張しつつ、下位互換性を維持しています。EVSE 側では、ChaoJi は抵抗 R1' を追加し、S0 と S1 を CC1 ラインに切り替えます。

S0 はオプションであり、充電承認後 (RFID カードのスワイプ後など) に CC1 信号を有効にするためにのみ閉じられます。S0 スwitchの目的は、コネクタを使用していないときに 12V CC1 電源と保護アース (PE) 間の短絡のリスクを低減することです。S1 は充電器によって制御され、充電準備信号が送信されたときに R1' を接続します。

車両コネクタの内部において、スイッチ S3 および抵抗 R2 は、カプラが連結される前に EVSE で PE および CC1 ラインの完全性を確認するために使用されるオプション部品です。

充電条件が満たされると、EVSE は S1 を閉じ、R1' を接続すると準備が整っていることを示します。EVSE と EV はどちらも、検出ポイント 1 と 2 の電圧を継続的に監視し、充電が許可されているかどうか、または異常状態が発生しているかどうか

うかを判断します。充電中に緊急事態が発生した場合は、S1、S2、またはその両方のスイッチを開いてプロセスを直ちに停止する必要があります。

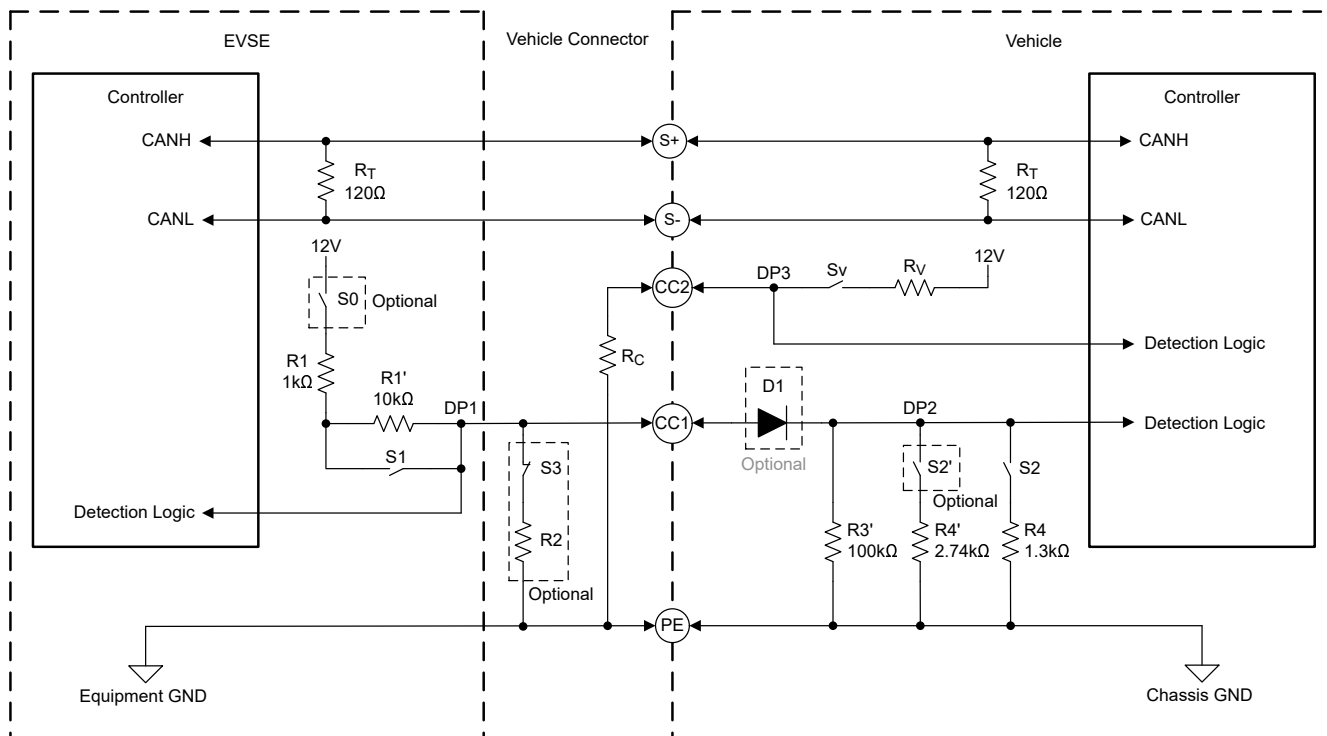


図 2-10. ChaoJi 回路

表 2-9. ChaoJi 信号状態パラメータ

状態	S0	S1	S2	S2'	CC1 電圧
状態 A ⁽¹⁾ – EV 未接続	1	0	該当なし	該当なし	12V
状態 A' – EV 接続済み	1	0	0	0	10.8V
状態 B ⁽²⁾ – EV ウェークアップ	1	0	0	1	2.34V
状態 C ⁽³⁾ – 充電器の準備状況	1	1	0	1	8.73V
状態 D ⁽⁴⁾ – 車両の準備状況	1	1	1	1	5.6V
状態 E ⁽⁵⁾ – 緊急停止	1	0	1	1	0.88V
	1	1	0	1	6.78V

- (1) 状態 A: オペレータが充電器の動作を許可すると、スイッチ S0 が閉じます。これにより、CC1 ラインの 12V 電源が有効になります。
- (2) 状態 B: 承認後、充電器は検出ポイント 1 の電圧を測定して、車両プラグがソケットに完全に挿入されていることを確認します。DP1 の電圧が約 2.34V であれば、完全で安全な接続状態であることを指します。
- (3) 状態 C: 充電器の準備が完了すると、S1 が閉じ、CAN を使用する高レベルの通信が確立されます。電力伝送が発生する前に、車両は電子ロック機構を使用してプラグをロックします。
- (4) 状態 D: 車両が電力を受け入れる準備ができたなら、車両の充電コントローラは S2 を閉じます。充電器と車両の両方が準備完了し、充電プロセス中の場合、DP1 の電圧は約 5.6V です。
- (5) 状態 E: 電力伝送段階では、どちらかの当事者が緊急停止をトリガすることができます。充電器は S1 を開き、車両の充電をただちに停止するように車両に通知します。一方、車両は S2 を開いて緊急停止を開始します。通常のシャットダウンは、S1 または S2 をそれぞれ開く前に CAN 経由で充電停止メッセージを送信することで実行されます。

2.2.4.4 回路図

CC1 ラインは、1kΩ 抵抗 R73 によって制限される 12mA の最大電流で 12V 信号を送信します。ChaoJi には、2 つのスイッチ (S0 および S1) が追加が必要です。この操作を行うために、TS12A4515 デバイスを使用します。TS12A4515 は、スイッチのオン抵抗が非常に低い単極単投 (SPST)、低電圧、単一電源 CMOS アナログ スイッチです。このデバイスはレールツーレールのアナログ信号を処理でき、このアプリケーションで 12mA の要求最大値を超える ±20mA の電

流を連続的に供給できます。TS12A4515 はノーマリー クローズ (NC) 型であるため、回路が GB/T 18487 規格に準拠する場合、制御信号は必要ありません。デジタル入力には 0.8V ~ 2.4V のロジック スレッシュホールドがあり、制御が必要ときに MSPM0 マイコンとの互換性を確保します。ノーマリー オープン (NO) スイッチが望ましい場合は、代わりに TS12A4514 を使用できます。

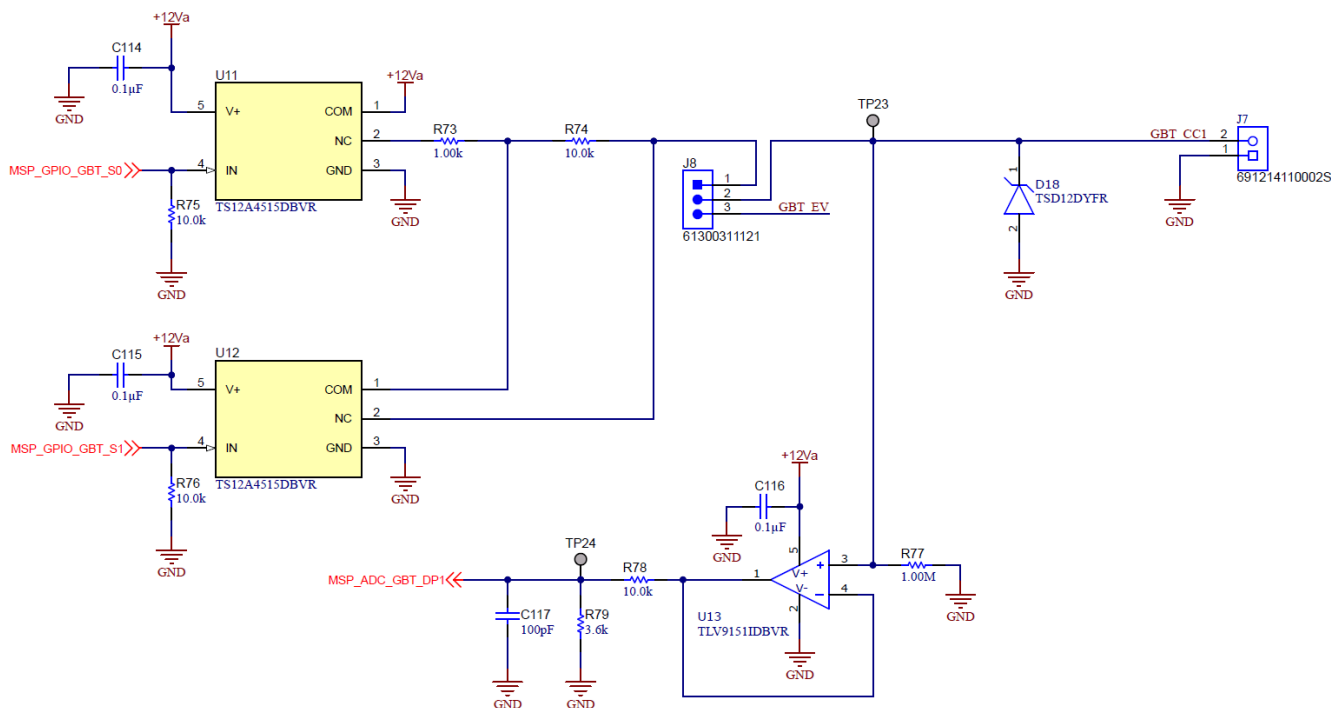


图 2-11. GB/T - ChaoJi 回路

検出ポイント 1 を監視するには、CC1 信号を非反転アンプに接続します。ChaoJi は CC1 ラインで高値抵抗 (100kΩ) を使用するため、信号の負荷と電圧読み取り値の不正確さを避けるために、センシング回路に高インピーダンス入力を印加する必要があります。これは TLV9151 アンプによって実装されます。TLV9151 は TLV915x ファミリ (TLV9151、TLV9152、TLV9154) の 1 つであり、16V 汎用オペアンプ ファミリです。これらのデバイスは、レールツーレールの出力、低いオフセット ($\pm 125\mu\text{V}$ 、標準値)、低いオフセットドリフト ($\pm 0.3\mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 、標準値)、4.5MHz の帯域幅などの優れた DC 精度と AC 性能を備えています。電源レールを超える入力電圧範囲とレールツーレール出力により、12V 電源を使用しながら 12V CC1 信号を正しく測定できる優れた選択肢となります。

アンプの出力を ADC の有効な入力範囲 (0V ~ 3.3V) にスケーリングするため、R78 と R79 で構成される分圧器を使用します。S0 がオープンで、EV が接続されていない場合、R77 はグラウンドへの高インピーダンスパスを提供し、CC1 信号がフローティングになることを防止します。

2.2.4.5 EV シミュレーション

TIDA-010939 の設計には、電気自動車の動作をシミュレートする回路が含まれています。ジャンパ J8 を使用して構成を選択:ピン 1 ~ 2 を短絡すると、基板を EVSE モードに設定します。このモードでは、CC1 信号がねじ端子 J7 の出力に接続されます。ピン 2 ~ 3 を短絡すると基板が EV モードに設定され、EV シミュレーション回路が CC1 出力端子に接続されます。

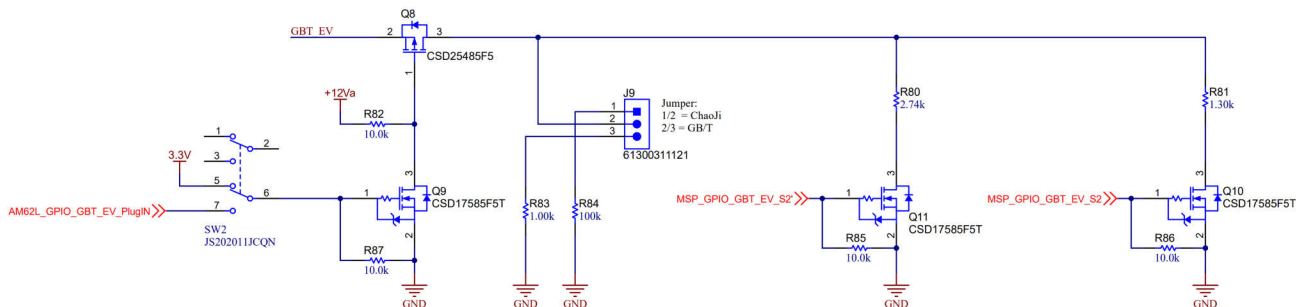


図 2-12. GB/T - ChaoJi EV シミュレーション回路

スイッチ SW2 は、CC1 信号をロードして、EV の接続をシミュレートします。負荷抵抗はジャンパ J9 で設定されます。ピン 1 ~ 2 を短絡すると、1kΩ 抵抗を印加する GB/T 18487 動作のテスト回路を構成します。ピン 2 ~ 3 を短絡すると、ChaoJi 動作に必要な 100kΩ 抵抗が接続されます。ChaoJi の場合、EV は 2 つの追加スイッチ (S2 および S2') を制御します。これらは MSPM0 マイコンによって、必要に応じてシミュレートでき、さまざまな充電状態をテストできます。

2.2.5 CHAdeMO

CHAdeMO 規格は、2010 年に CHAdeMO 協議会が策定した規格で、主に日本で使用され、電気自動車の DC 高速充電に対応しています。CHAdeMO コネクタには 9 つの電気接点があり、2 つは高電圧 DC 電力伝送用 (DC+ および DC-)、残りの接点は制御信号用です。

充電ステーションと車両との間の通信は、アナログ信号とデジタル信号に依存します。アナログ制御信号には、充電シーケンス 1 と 2 (CS1、CS2)、車両充電許可 (VCP)、近接パイロット (PP) が含まれます。CS1 と CS2 は、EVSE によって充電準備完了などの充電状態を示すために使用されます。VCP により、車両は充電ステーションに充電プロセスの開始または終了を指示することができます。近接パイロットは車両の存在を検出します。

最大バッテリー電圧、要求電流、チャージャの出力能力などの高レベル通信の場合、システムは CAN インターフェイスに依存します。

2.2.5.1 信号

表 2-10. CHAdeMO 信号

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_GPIO_CdM_d1	PB20 (19)	GPIO	D1 イネーブル信号
MSP_GPIO_CdM_d2	PA22 (18)	GPIO	D2 イネーブル信号
MSP_GPIO_CdM_j	PB18 (15)	GPIO	車両充電許可
MSP_GPIO_CdM_PD	PB17 (14)	GPIO	近接検出

2.2.5.2 標準

ユーザーが CHAdeMO プラグを EV に接続すると、充電プロセスが開始されます。接続が成功すると、近接パイロット (PP) 信号が EVSE に車両の存在を示します。

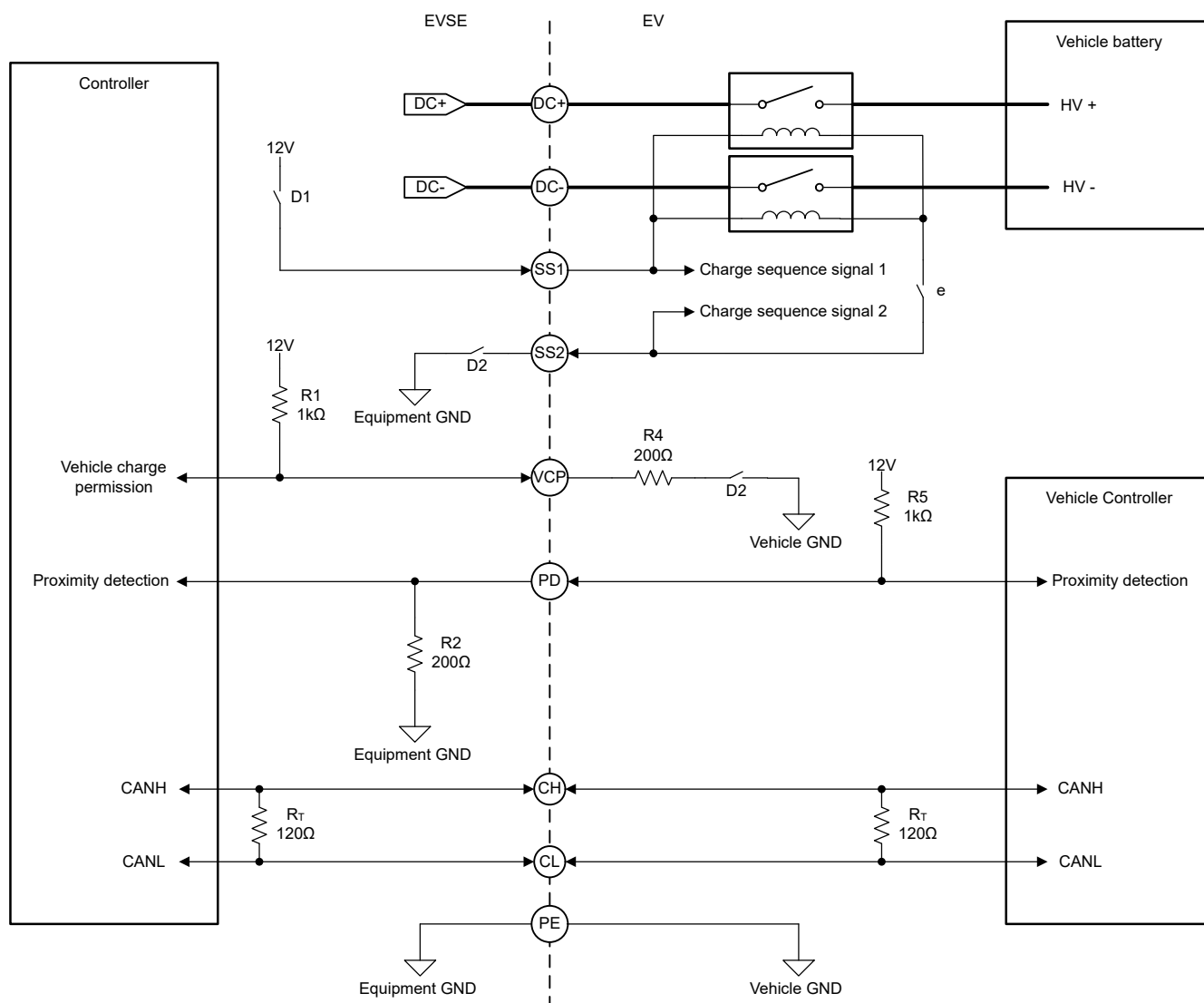


图 2-13. CHAdEMO 回路

CHAdEMO プロトコルにおいて、EVSE は高電圧電力を供給するだけでなく、EV の内部高電圧コンタクトに電力を供給するために必要な補助 12V も供給します。これは、次の 2 つの制御信号で実現されます：充電シーケンス 1 (CS1) と充電シーケンス 2 (CS2)。CS1 はハイサイド スイッチとして機能し、EV のリレー コイルに 12V を供給します。CS2 はローサイド スイッチとして機能し、回路をグランドに接続して回路を閉じます。EV は、両方の信号がアクティブになった時点でのみ高電圧リレーを閉じることができます。

検出された PP 信号に応答して、EVSE はハイサイド スイッチ (D1) を有効にして CS1 を有効にし、CS1 ラインに 12V を印加します。EV はこの電圧を検出し、EVSE の準備が整っていることを認識します。

この時点で、EV は CAN インターフェイス経由でデジタル通信を開始します。EV は、現在のバッテリー電圧、最大電圧、他の充電要件などのパラメータを送信します。EVSE がこれらのパラメータをサポートしている場合、EVSE は応答として、最大電圧や電流などのスペックリストを返します。互換性を確認した後、EV は車両充電許可 (VCP) 信号を Low に引き下げて準備状態を示します。

高電圧電力伝送を有効にする前に、負荷での接続解除を防止するために、EVSE でコネクタをロックする必要があります。その後、EVSE はローサイド スイッチ (D2) を閉じて CS2 を起動し、EV が内部の高電圧コンタクトを閉じられるようにします。

その後、EV がコンタクトを閉じ、電力伝送が開始されます。充電セッションの間、EV は電圧、温度、充電状態などのバッテリーパラメータを継続的に監視します。必要な充電電流と充電電圧は、CAN を介して 100ms ごとに EVSE に送信されます。

バッテリーが目標電圧に達するか、または充電が完了した時点で、EV は CAN 経由で停止コマンドを送信します。EV が高電圧コンタクトを開き、EVSE が CS1 と CS2 を無効にし、VCP 信号が解放されて、充電セッションを安全に終了します。

2.2.5.3 回路図

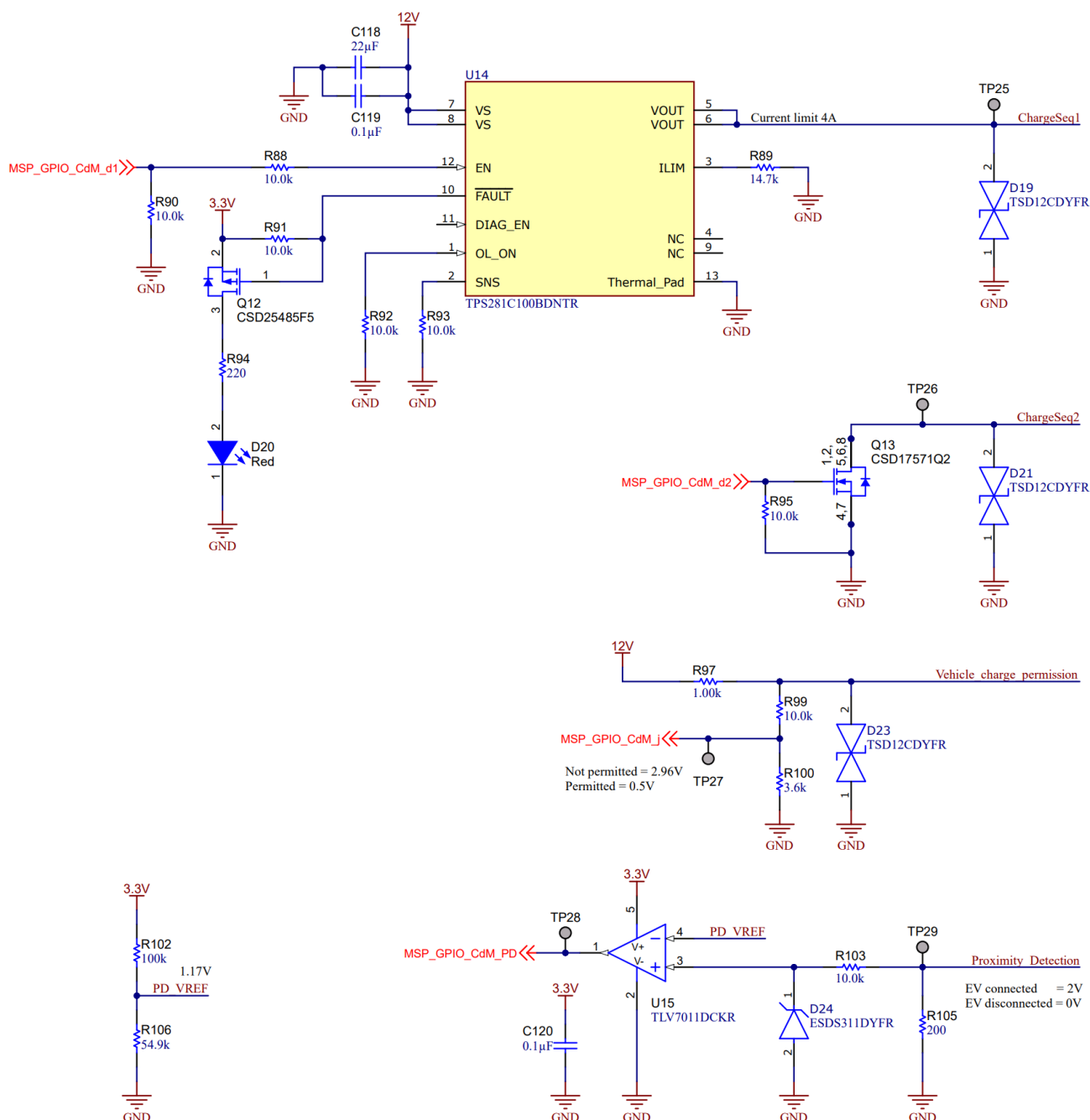


図 2-14. CHAdeMO 回路

2.2.5.3.1 ハイサイドスイッチ (CS1)

車両は、EVSE から供給される 12V 補助電源を使用して、内蔵の高電圧コンタクトを動作させることができます。したがって、CHAdeMO 規格では、CS1 および CS2 ラインを経由する最大 2A の最大負荷電流が定義されています。

TPS281C100 は、CS1 信号を安全に制御するために使用されます。このシングルチャネル スマート ハイサイド スイッチには、6V ~ 60V の動作電圧範囲と、1A ~ 5A の範囲で調整可能な電流制限があります。さらに、デバイスにはサーマル シャットダウンや出力クランプなどのさらなる保護機能が内蔵されており、短絡などの故障イベント時のシステムの堅牢性が向上しています。電源、PCB パターン、コネクタ、EV を過電流状態から保護するため、TPS281C100 の ILIM ピンに接続された 14.7kΩ 抵抗を使用して、電流制限は最大 4A (標準値 3.48A、最小 2.6A) に設定されます。LED (D20) はサーマル シャットダウンや過電流などの故障条件を示し、システム診断のための視覚的なフィードバックを提供します。

2.2.5.3.2 ローサイド スイッチ (CS2)

CS2 用のローサイド スイッチは、N チャネル NexFET™ パワー MOSFET である CSD17571Q2 を使用して実装されています。このデバイスの定格は、ドレイン - ソース間電圧において最大 30V、ゲート - ソース間電圧において $\pm 20V$ です。このデバイスは、オン抵抗が 20mΩ と非常に低い ($V_{GS} = 10V$) ため、電力変換および負荷管理アプリケーションでの損失を最小限に抑えるよう設計されており、パッケージのサイズで優れた放熱性能を発揮します。MOSFET は、7.6A の連続ドレイン電流をサポートします。この電流は、CS1 ハイサイド スイッチの 4A の電流制限を上回っています。

2.2.5.3.3 近接検出

近接パイロット (PP) 信号により、EVSE は CHAdeMO プラグが車両に接続されていることを検出できます。EVSE 側では、信号は 200Ω の抵抗を介してグランドにプルダウンされます。EV 側では、PP 信号は 1kΩ 抵抗を経由して 12V に接続されています。プラグが車両の充電ポートに挿入されると、これら 2 つの抵抗が分圧器を形成し、EVSE 側の信号が約 2V まで上昇します。MSPM0 マイコンの正方向の入力スレッショルド電圧は 2.3V ($0.7 \times V_{DD}$) であるため、この電圧は有効な High 信号を登録するには十分ではありません。これを解決するために、PP 信号を TLV7011 コンパレータに供給します。この低消費電力シングル チャネル コンパレータは、レール ツー レール入力、内部ヒステリシス、ノイズが多い環境や低速に変化する入力状況での堅牢な動作を特長としています。抵抗デバイダを使用してスイッチング スレッショルドを 1.17V に設定することで、プラグ接続状態を確実に検出できます。

2.2.5.3.4 車両充電許可

VCP 信号は、EV によって充電準備状況を示すために使用されます。CHAdeMO 仕様によると、これは EVSE から供給される 12V 信号であり、1kΩ 抵抗を通じて電流が制限されています。充電が可能な場合、EV は 200Ω の抵抗経路で VCP 信号をグランドに接続することで信号を Low にし、電圧降下は約 2V になります。充電が許可されていない場合、信号は 12V のままです。MSPM0 マイコンの電圧入力スレッショルドと信号の互換性を持たせるため、分圧器を経由して VCP ラインを MSP に接続します。これにより、信号電圧が 4 分の 1 に降圧されます。

- 充電不可: 12V は約 3V に低下します。
- 充電可能: 2V は約 0.5V に低下します。

これらの結果レベルは、MSPM0 の有効なデジタル入力範囲 ($V_{DD} = 3.3V$) 内に十分収まっています。このとき、ロジック High は $\geq 2V$ 、ロジック Low は $\leq 0.8V$ と定義されています。

2.2.5.4 EV シミュレーション

TIDA-010939 の設計には、CHAdeMO 充電規格に従って EV の動作をシミュレートする回路が含まれています。

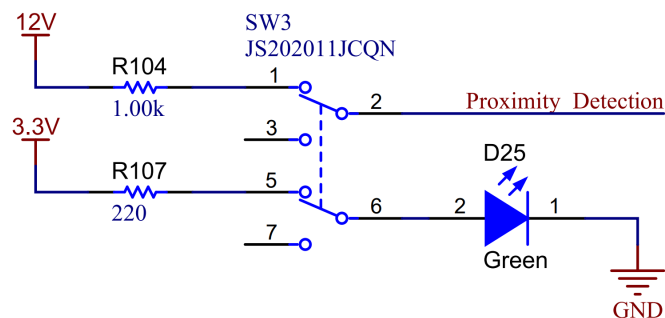


図 2-15. CHAdeMO EV シミュレーションの近接検出

スイッチング SW3 は、1k Ω 抵抗を介して近接検出信号に 12V を接続することで、近接検出を可能にします。LED D25 は、EV が接続されている状態を示します。

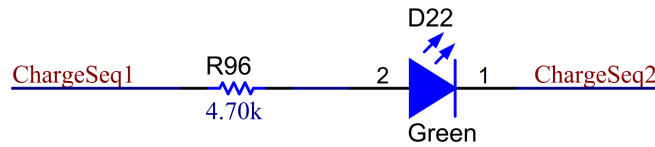


図 2-16. CHAdeMO EV シミュレーション CS1、CS2

CS1 と CS2 がアクティブかどうかを示すために、LED D22 が 2 つのライン間に接続されています。

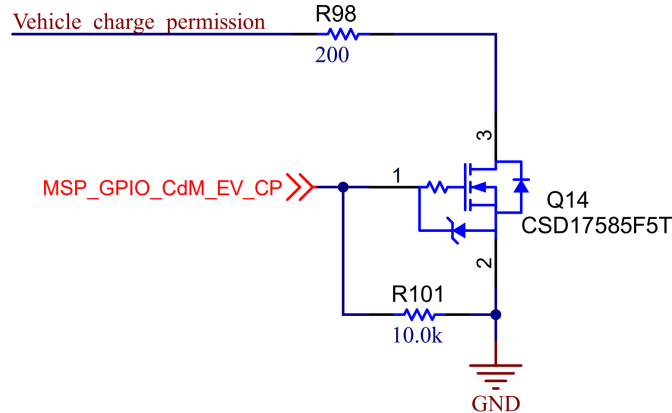


図 2-17. CHAdeMO EV シミュレーション車両の充電許可

MSPM0 は車両充電許可信号を制御して、充電が許可されていることを示せます。CdM_EV_CP 制御信号をロジック High に設定すると、200 Ω の負荷抵抗が車両の充電許可ラインに接続されます。

2.2.6 盗難検出ロック

充電口またはプラグには電動ロック機構が装備されており、充電サイクル中に危険な電圧が存在する恐れがあるときにケーブルが外れるのを防ぐのと、ケーブルの盗難を防ぐように設計されています。プラグ ロック機構には 2 種類あります。

CCS と GB/T の場合、ロック機構はシンプルな DC モーターであり、ロック ピンを駆動します。正常に動作させるために、さまざまな極性で DC モーターに 12V を印加し、ピンを充電口に押し込むか、ピンを抜きます。ロック アクチュエータの状態を示すために、ロック機構によってフィードバック回路が提供されます。

CHAdeMO のロック機構は、DC モーターではなくソレノイドで構成されています。このソレノイドは、盗難検出が電気自動車と完全に連結されている場合にのみ作動します。ロック機構の状態を監視するために、ソレノイドの消費電流を測定します。フィードバック信号がプラグのロックを示している場合のみ、充電シーケンスを開始できます。充電シーケンス中にフィードバック信号が中断された場合、充電を中止する必要があります。

CCS1、CCS2、および NACS の場合、ロック機構は充電口にあります。このため、制御回路は EV 側、または取り外し可能なケーブル アセンブリを使用している場合にのみ必要です。充電規格 GB/T および CHAdeMO の場合、ロック機構はプラグ内にあり、ケーブル アセンブリが EVSE に常時接続されている場合でも、EVSE に制御回路が必要です。

2.2.6.1 信号

表 2-11. 盗難検出ロック信号

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_GPIO_PL_nSLEEP	PB26 (28)	GPIO	イネーブル
MSP_GPIO_PL_DIR	PB27 (29)	GPIO	モーター DRV の方向
MSP_PWM_PL_EN	PA28 (35)	PWM	DRV の有効化
MSP_ADC_PL_FB	PA24 (25)	ADC	CCS、GB/T ロック機構のフィードバック

表 2-11. 盗難検出ロック信号 (続き)

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_GPIO_PL_CdM_FB	PB22 (21)	GPIO	CHAdemo ロック機構のフィードバック

2.2.6.2 回路図

DRV8220DSG はロック機構の制御に使用されます。DRV8220DSG は、4 つの N チャネル パワー FET、チャージポンプレギュレータ、保護回路を内蔵した H ブリッジ モータードライバです。このデバイスは、次の複数の制御インターフェイス オプションをサポートしています。PWM (IN1、IN2) インターフェイス、位相またはイネーブル (PH/EN)、またはハーフブリッジ インターフェイスにより、最大 1.76A の出力電流を供給できます。電源低電圧誤動作防止 (UVLO)、出力過電流 (OCP)、デバイス過熱などの堅牢な内部保護機能により、本デバイスはアプリケーションに適しています。

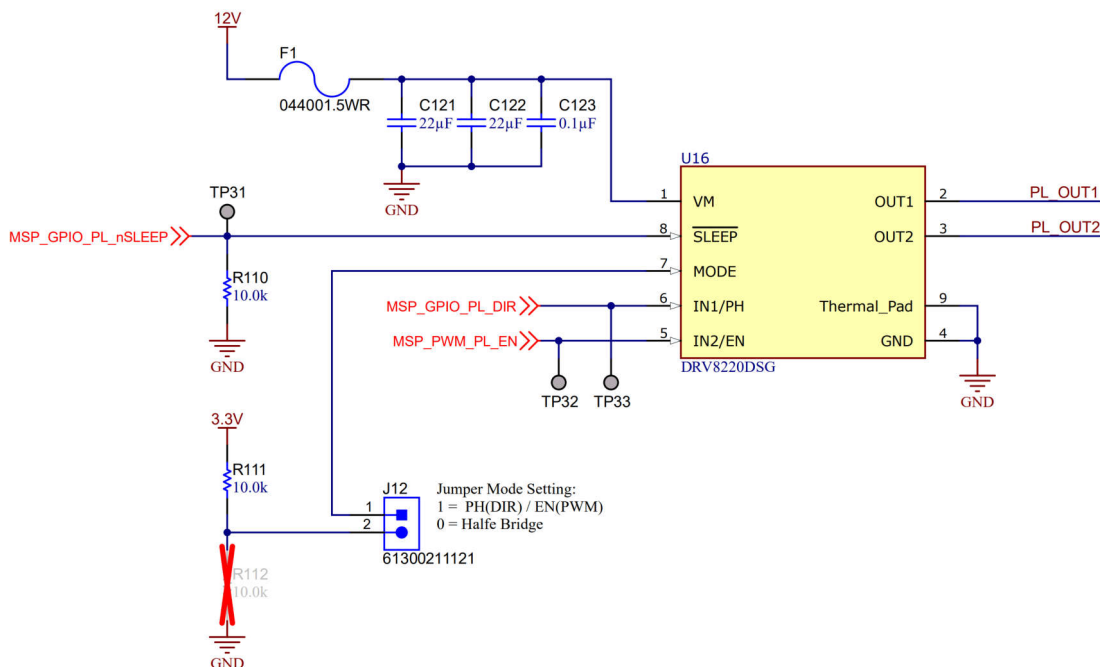


図 2-18. 盗難検出ロック回路

この設計では、J13 ジャンパを使用してコントロール インターフェイスを構成しています。このジャンパを短絡すると、モードピンをロジック High に設定することで、位相イネーブルモードが有効になります。これにより、コントローラは EN ピンに単一の PWM ジェネレータ パリフェラルを使用し、標準の GPIO ピンが PH ピンを使用してモーターの方向を制御できます。

方向制御が不要な場合、電源投入時にジャンパ J13 をオープンにすることで、ハーフブリッジ制御モードを選択できます。このモードでは、各ハーフブリッジを直接制御して、ハイサイド低速減衰 (ブレーキ) のサポート、2 つの独立した負荷の駆動、または複数の出力の並列化により単一負荷に対する大電流能力を実現できます。

制御信号に加えて、nSLEEP ピンをロジック High に設定し、MSP_GPIO_PL_nSLEEP ピンを介して出力をアクティブにすることで、DRV8220 をイネーブルにする必要があります。

表 2-12. DRV8220 PH/EN 制御モード。

nSLEEP	EN	PH	OUT1	OUT2	説明
0	X	X	ハイ インピーダンス	ハイ インピーダンス	低消費電力スリープ モード (H ブリッジ ハイ インピーダンス)
1	0	X	L → Hi-Z	L → Hi-Z	t _{SLEEP} だけブレーキ (ローサイド低速減衰)、その後自動スリープ モード (H ブリッジ Hi-Z)
1	1	0	L	H	逆方向 (OUT2 → OUT1)
1	1	1	H	L	順方向 (OUT1 → OUT2)

2.2.6.3 モータドライバ

ロックアクチュエータの駆動要件はメーカーによって異なります。この設計は、定格 12V のモーターに対応しています。DRV8220 が最大 1.76A の出力電流を供給できる場合でも、1.5A の入力ヒューズによってデバイスを保護します。出力電流量を制御するために、PWM 信号のデューティ サイクルを調整できます。

ロックアクチュエータの状態を監視するために、充電口またはコネクタは通常、フィードバック メカニズムを備えています。通常、このメカニズムはロックの状態に応じて全抵抗を変化させます。この回路で分圧器を形成することにより、MSPM0 マイコンの ADC によって状態を測定できます。

このリファレンス デザインでは、抵抗 R108 (1k Ω) を使用して、ロック メカニズムのフィードバック回路とともに分圧器を形成しています。MSPM0 マイコンを保護するため、信号入力に ESD 保護ダイオード (D26) を配置します。フィードバック回路によって生じる電圧降下が発生すると、LED D27 は充電の盗難検出がロックされているかどうかを示すこともできます。

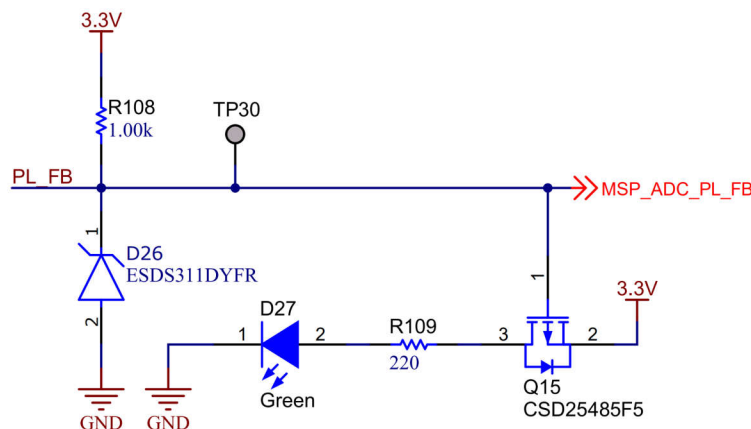


図 2-19. CCS、GBT 盗難検出ロックのフィードバック回路

ロック メカニズムのフィードバック回路で分圧器を作成するため、このリファレンス デザインでは 1k Ω 抵抗 R108 を使用しています。MSPM0 マイコンを保護するため、信号入力に ESD 保護ダイオード D26 を配置します。フィードバック回路によって生じる電圧降下により、LED D27 が有効になります。

2.2.6.4 ソレノイドドライバ

ソレノイドはラッチなしで、ソレノイドを駆動する電流がない場合、ソレノイドはデフォルト (オープン) 状態に戻ります。したがって、ソレノイドは、モーターに基づくロック機構のような方向制御を必要としません。

このために、ジャンパ J12 を切断すると、DRV8220 をハーフブリッジ モードに構成できます。DRV8220 は、ソレノイドと組み合わせて使用するための追加の外付けダイオードを必要としません。ハーフブリッジ内の他の FET とボディ ダイオードは、PWM デューティ サイクルのオフ時間中にフリーホイール電流を再循環するためです。ソレノイドは、コネクタの正端子 J13 ピン 1 (LO+) と負端子 J13 ピン 3 (LO-CDM) に接続する必要があります。

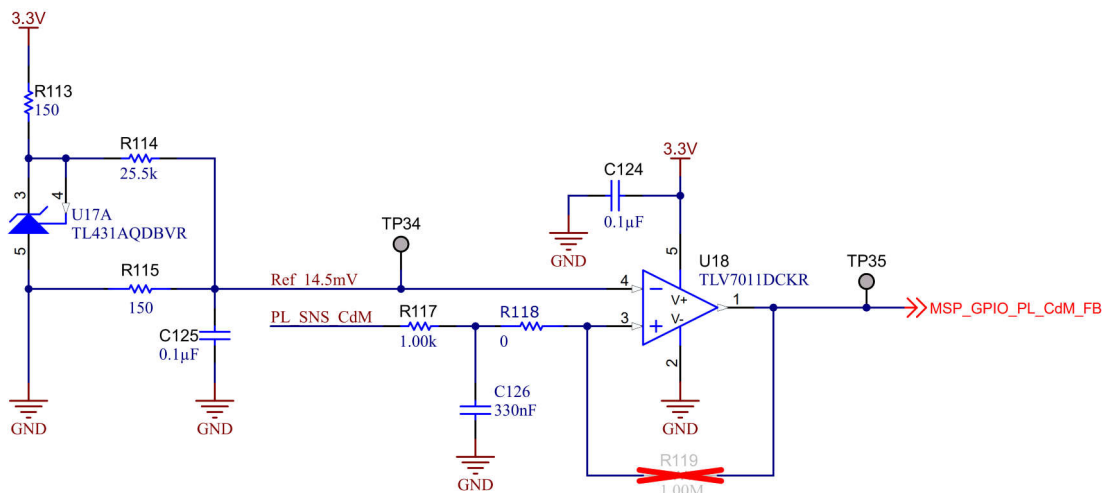


図 2-20. CHAdeMO 盗難検出ロックのフィードバック回路

CHAdeMO 充電プラグには内蔵スイッチが装備されており、プラグが充電口に完全に接続されている場合にのみ、ソレノイドを電源に接続します。これにより、EV の充電口と接続されていない状態でソレノイドが作動するのを防げます。

プラグ充電口がにロックされていることを確認するために、ソレノイドの消費電流を監視できます。そのために、GND と LO - CDM コネクタとの間にシャント抵抗を追加します。ソレノイドがアクティブになるとすぐに、電流がシャント抵抗を流れ、その値を上回る電圧降下が発生します。電圧降下により、コンパレータ U18 の出力がイネーブルになり、MSP_GPIO_PL_CdM_FB をロジック High に設定されると、LED D28 がイネーブルになります。

このコンパレータのスレッシュホールドは、高精度にプログラム可能なリファレンス TL431AQ によって生成されます。この構成では、R113 によりカソード電流が 5.5mA に制限されます。TL431AQ デバイスの出力は 2495mV であり、R114 と R115 で構成された分圧器を使って、さらに 14.6mV にまで低下します。

シャント抵抗の抵抗値は 0.5Ω です。その結果、電圧降下は 30mA のリファレンス電圧と等しくなり、ソレノイドの標準的な消費電流よりも小さくなります。

2.2.7 温度検出

大電流充電中に、ケーブルまたはコンタクタが損傷していると、危険な温度になる恐れがあります。この危険を防止するため、充電プラグと充電口には温度センサが内蔵されています。これらのセンサは通常、高電圧接点に配置され、最も一般的な白金測温抵抗体、特に PT1000 デバイスが用いられます。「1000」という名称は、0°C のセンサの抵抗値が 1000Ω であることを指しています。

これらのセンサを監視することで、制限を超えた場合に充電サイクルをシャットダウンできます。充電セッション中のシャットダウン温度はケーブル アセンブリ メーカーによって指定され、通常は $t > 90^{\circ}\text{C}$ で、PT1000 の値 1347Ω に相当します。制限範囲内に維持するには、初期段階で充電電流をケーブルの最大定格電流まで下げます。

センサの機能を検証するため、アイドル状態時に 2 つのセンサ間の温度差を測定できます。温度監視機能の診断チェックは、充電コネクタのセンサ間の測定差が指定したスレッシュホールドを超えた場合に故障と判定します。

表 2-13. PT1000 センサの抵抗値表

温度	抵抗	温度	抵抗	温度	抵抗
-40°C	842.70 Ω	+10°C	1077.90 Ω	+60°C	1232.40 Ω
-30°C	882.20 Ω	+20°C	1097.40 Ω	+70°C	1270.70 Ω
-20°C	921.60 Ω	+30°C	1116.70 Ω	+80°C	1308.90 Ω
-10°C	1000.00 Ω	+40°C	1155.40 Ω	+90°C	1347.00 Ω
0°C	1039.00 Ω	+50°C	1194.00 Ω	+100°C	1385.00 Ω

2.2.7.1 信号

表 2-14. 温度検出信号

名称	MSP ピン	機能	説明
MSP_ADC_TEMP1	PA15 (8)	ADC	Sensor 1
MSP_ADC_TEMP2	PA16 (9)	ADC	Sensor 2

2.2.7.2 回路図

この温度センシング回路は、1 個の抵抗を PTC (Positive Temperature Coefficient: 正の温度係数) サーミスタに直列接続して電圧デバイダを形成します。これは、温度範囲全体で線形性を維持する出力電圧を生成する効果があります。直列抵抗は、PTC センサの自己発熱を防止するために測定電流を制限します。PT1000 サーミスタの場合、メーカーに応じて、0.1mA ~ 1mA の間で標準的な電流測定をお勧めします。

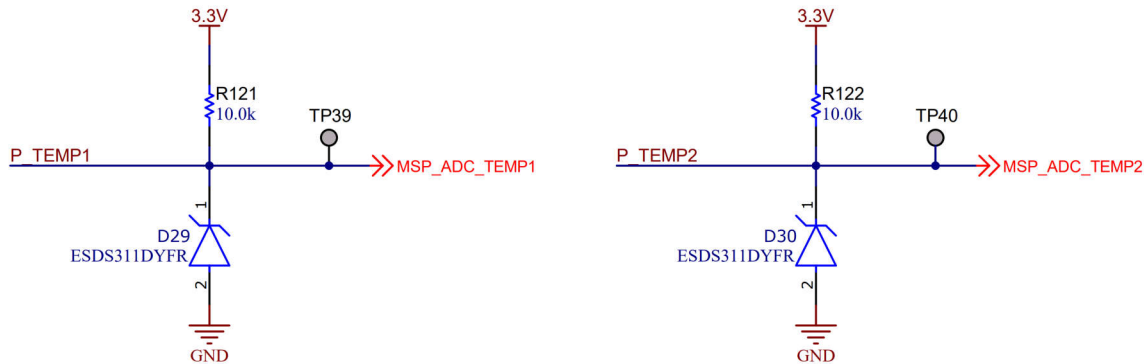


図 2-21. 温度検出回路

分圧器の出力は、MSPM0 マイコンの ADC 入力に直接接続され、追加の増幅やバッファリングは行われません。ソースインピーダンスが高いにもかかわらず高精度の測定を行うため、より長い ADC サンプリング時間をソフトウェアで構成することができます。サンプル アンド ホールド時間は、デジタル変換の前に信号をサンプリングするために必要とされる時間です。この期間中に、ADC の内部スイッチによって信号がサンプル アンド ホールド コンデンサに接続され、コンデンサが充電できるようになります。サンプリング時間が長い場合、高インピーダンスのソースで駆動した場合でも、この静電容量が正しい電圧レベルに確実に達するようになります。

温度信号はゆっくりかつ予測可能に変化するため、このアプリケーションでは高速サンプリングは必要ありません。さらに、MSPM0 平均化機能のハードウェアを使用すると、ADC の実効分解能をさらに向上させ、ソフトウェアと CPU の介入を必要とせずに、ノイズを低減して精度を向上させることができます。

2.2.7.3 計算

PT1000 センサの抵抗は DIN EN 60738-1 で定義されています。0°C ~ 850°C の温度範囲では、抵抗値は式 3 で設定されます。

$$R_{PT} = R_0 \left(1 + At + Bt^2 \right) \text{ with } R_0 = 1000\Omega \quad (3)$$

温度係数は次のとおりです。

$$A = 3.9083 \times 10^{-3} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1} \quad B = -5.775 \times 10^{-7} \text{ } ^\circ\text{C}^{-2}$$

温度は、以下に従って計算できます。

$$t(R_{PT})^\circ\text{C} = \frac{-A + \sqrt{A^2 - 4B \left(1 - \frac{R_{PT}}{R_0} \right)}}{2B} \quad (4)$$

それと

$$R_{PT} = \frac{(R_{PullUp} \times V_{ADC_IN})}{(V_{REF} - V_{ADC_IN})} \quad \text{or} \quad R_{PT} = \frac{(R_{PullUp} \times ADC_{Value})}{(4095 - V_{ADC_IN})} \quad (5)$$

ここで、

$$R_{PullUp} = 10k\Omega, R_0 = 1k\Omega, V_{REF} = 3.3V$$

2.2.8 接続方法

EV 充電に必要な追加ハードウェアと通信するため、TIDA-010939 は AM62L-EVM に接続された複数のトランシーバをサポートしています。

2.2.8.1 RS-485

THVD2429 は、サージ保護機能を内蔵した 3V ~ 5.5V、20Mbps、半二重の RS -485 トランシーバです。パッケージに過渡電圧抑制 (TVS) ダイオードを内蔵することで、サージ保護機能を実現しています。この機能は、データ ケーブルに結合するノイズ過渡に対する耐性を高めることで信頼性を向上させ、外付け保護部品を不要にします。このファミリのデバイスは同相電圧範囲が広いので、長いケーブルを使用するマルチポイント アプリケーションに最適です。

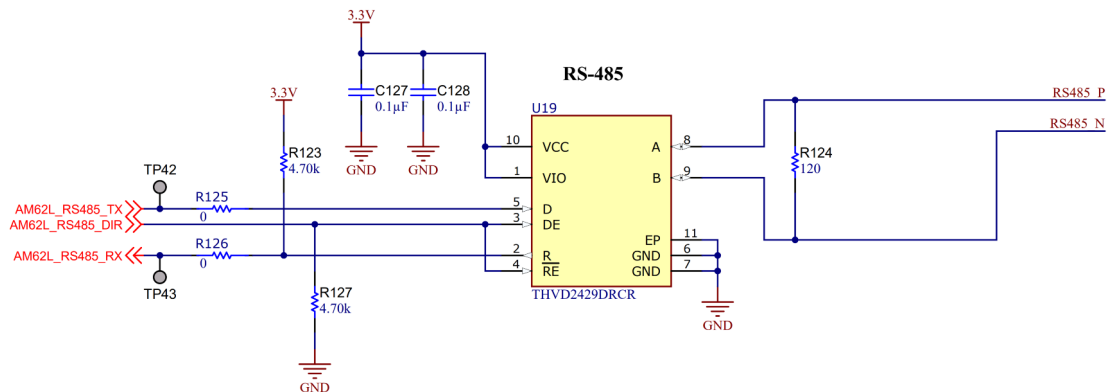


図 2-22. RS-485 回路

2.2.8.2 RS-232

RS-232 規格と正しく接続するには、基板上の 3.3V ドメインとポートの 12V との間で変換を行う電圧変換システムが必要です。変換を容易にするため、この設計は TRSF3221E デバイスを使用しています。TRSF3221E デバイスは、RS-232 ポートの高電圧信号を、チャージ ポンプシステム経由の 3.3V DVCC のみで駆動できます。TRSF3221E デバイスは 1 つのラインドライバ、1 つのラインレシーバ、1 つのデュアル チャージ ポンプ回路で構成されており、±15kV のピン間 (シリアル ポート接続ピン、GND を含む) IEC ESD 保護機能を備えています。チャージ ポンプと 4 つの小さな外付けコンデンサにより、3V~5.5V の単一電源で動作できます。TRSF3221E は最大 1Mbit/s のデータ信号速度、24V/μs ~ 150V/μs のドライバ出力スループートで動作します。

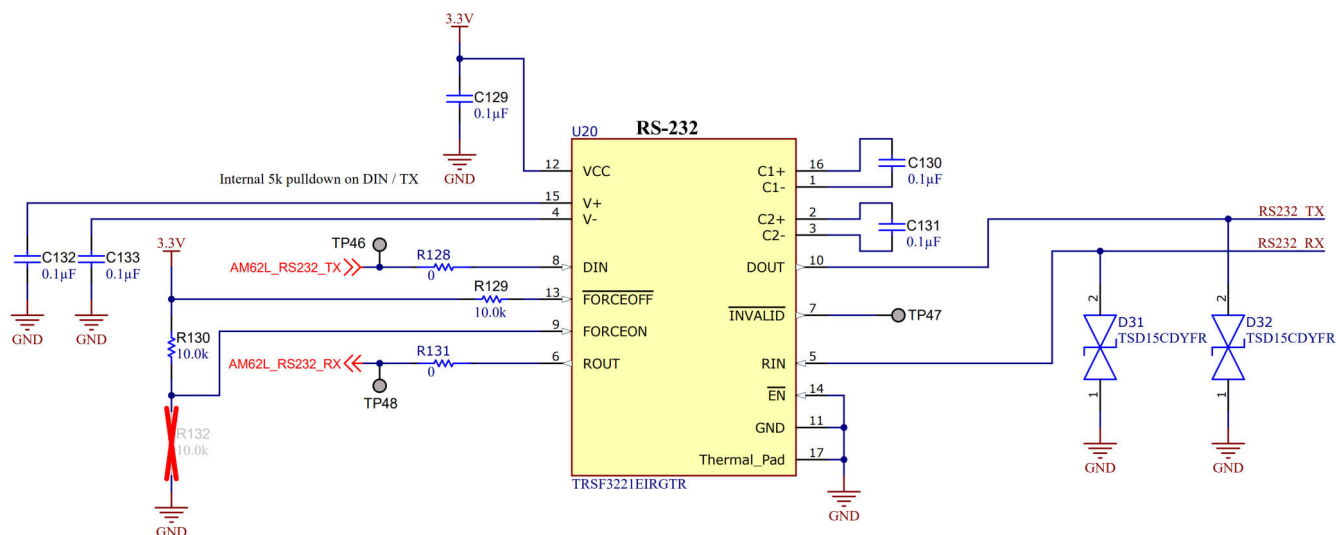


図 2-23. RS-232 回路

2.2.8.3 CAN

TIDA-010939 は、2 つのコントローラ エリア ネットワーク トランシーバ TCAN1044A-Q1 を提供します。このデバイスは、ISO 11898-2:2016 高速 CAN 仕様の物理層要件を満たす高速 CAN トランシーバです。このトランシーバは、電磁両立性 (EMC) 認証済みであり、最高 5 メガビット / 秒 (Mbps) の従来の CAN ネットワークおよび CAN FD ネットワークに最適です。このトランシーバは、サーマル シャットダウン (TSD)、TXD ドミナント タイムアウト (DTO)、電源低電圧検出、 $\pm 58V$ バス フォルト保護も備えています。

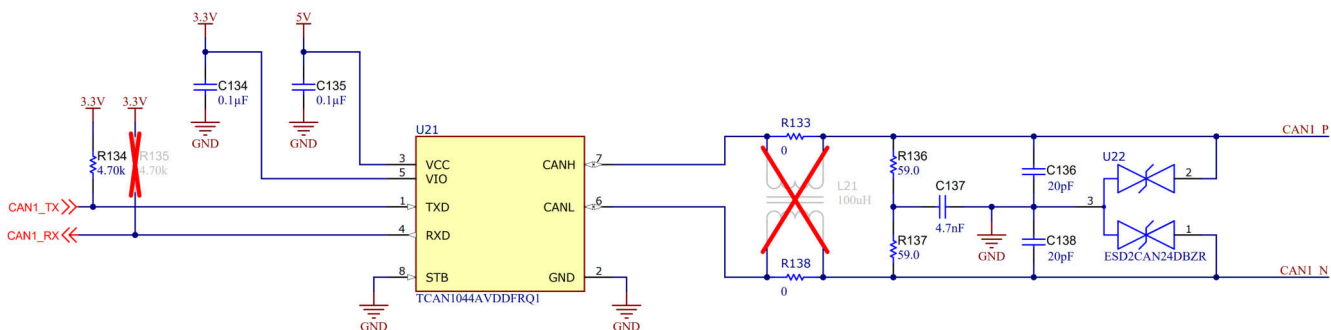


図 2-24. CAN 回路

どちらのトランシーバも分割構成で 120Ω の終端を備えており、バス上に存在する同相信号に対してローパス抵抗容量 (RC) フィルタが生成されます。この分割終端方式は、バス上のトランシーバによって生じる同相変動と、バスへの外部ノイズ結合によって生じる同相変動の両方をフィルタ処理します。

充電規格 GB/T、ならびに CHAdeMO では、オフボードの導電性チャージャと電気自動車 (EV) のバッテリー管理システム (BMS) との間のデジタル通信用の物理層として CAN を定義しています。どちらのプロトコルも専用の CAN 接続を利用しており、電気自動車と充電ステーション間のバージョン 2.0B、充電器と車両の両方に公称抵抗 120Ω の終端抵抗が装備されています。推奨される国内規格 GB/T 27930 に基づいて通信速度は 250kbps で、CHAdeMO は 500kbps のデフォルトの移行速度を使用します。

2.2.9 汎用入出力

TIDA-010939 リファレンスデザインは、追加ハードウェアとの接続用の複数の汎用入出力を備えています。

2.2.9.1 デジタル入力

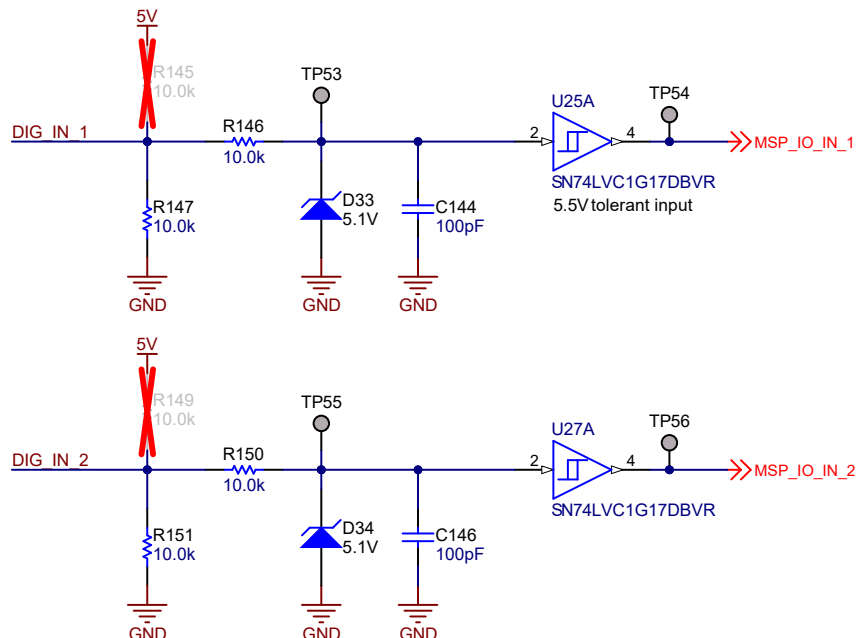


図 2-25. 汎用入力

デジタル入力は、安全スイッチを接続、リレー帰還信号を監視、または他のロジックレベル状態を読み取ります。入力信号はまず電流を制限する $10\text{k}\Omega$ の直列抵抗を通過してから、電圧を 5.1V にクランプするツェナーダイオードを通過します。フィルタコンデンサをツェナーダイオードと並列に接続し、ツェナーダイオードのスイッチング動作に起因する過渡現象を抑制します。

保護された信号はシュミットトリガバッファ **SN74LVC1G17** に流れます。このバッファは、低い電源電圧から電力を供給する場合でも最大 5.5V の入力電圧に対応できます。この構成で、この回路は最大 24V のロジック入力に安全に対応できます。**SN74LVC1G17** のヒステリシス特性では、約 1.8V の正方向スレッショルドと 1.3V の負方向スレッショルドにより、ノイズの多いまたは低速変化する信号による誤トリガを防止します。

2.2.9.2 アナログ入力

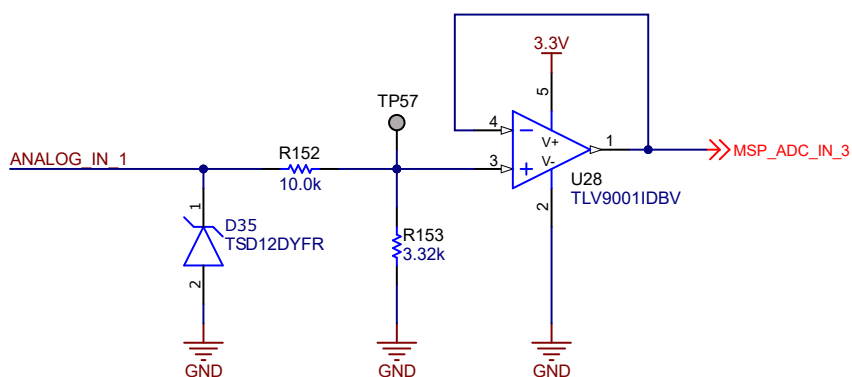


図 2-26. アナログ入力

アナログ入力段は電圧フォロワとして構成された **TLV9001** オペアンプを使用します。この設計では、入力電圧範囲は $0\text{V} \sim 12\text{V}$ です。分圧器により、入力信号はまず **MSPM0 ADC** の有効な $0\text{V} \sim 3.3\text{V}$ の範囲にスケールリングされます。**TLV9001** は、レールツーレールの入出力スイング能力により、 3.3V 電源から直接動作し、正確な信号バッファと ADC 駆動用の低出力インピーダンスを維持します。

2.2.9.3 デジタル出力

TPL7407LA ローサイドドライバはデジタル出力を高電圧、大電流の NMOS トランジスタアレイとして実装しています。このデバイスには、誘導性負荷のスイッチングのためのクランプダイオードを内蔵した 7 つの NMOS チャンネルが含まれます。各チャンネルは最大 30V の出力電圧に対応し、600mA の最大ドレイン電流定格を採用しています。

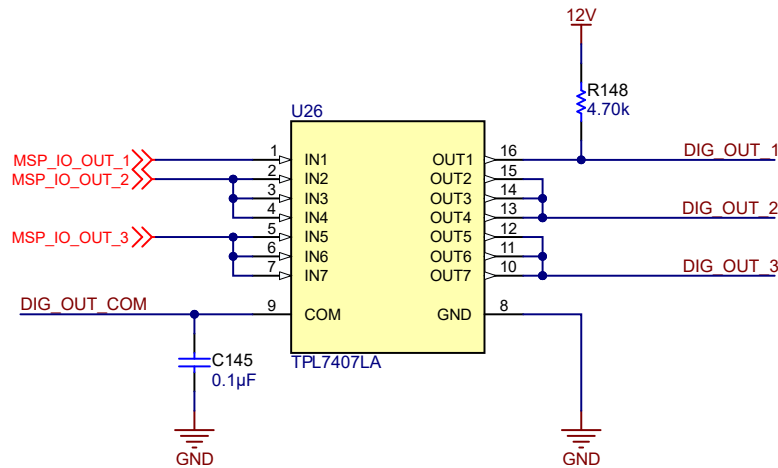


図 2-27. 汎用出力

この設計では、7 つのチャンネルが 3 つの機能セクションにグループ化されています。最初のセクションでは、TIDA-010939 でシングルチャンネル (IN1, OUT1) を使用して 12V にプルアップします。出力は 12V GPIO として機能して、外部ハードウェアのイネーブル信号を制御します。残りの 2 つのセクションでは、それぞれ 3 つのチャンネルを組み合わせ、出力の全体的な電流能力を向上させています。

TPL7407LA は、ソレノイド、リレー、小型モーターの駆動からシンプルな LED インジケータの切り替えに至るまで、幅広いインターフェイス要件をサポートしています。内蔵のフリーホイールダイオードは、誘導性負荷を駆動するときのキックバック電圧を抑制します。COM は最も高い負荷電圧に接続する必要がありますが、これは誘導性負荷電源と同じ場合も異なる場合もあります。また、COM ピンは内部ゲートドライブ回路にも電力を供給し、6.5V ~ 30V で動作します。6.5V 未満でも動作しますが、ゲート駆動電圧が低くなり、 $R_{DS(on)}$ が高くなります。

2.3 主な使用製品

2.3.1 MSPM0G3507

MSPM0G3507 マイコン (MCU) は、最大 80MHz の周波数で動作する拡張 Arm® Cortex®-M0+ 32 ビットコアプラットフォームに基づく高集積超低消費電力 32 ビット MSP MCU ファミリの一部です。図 2-28 に、MSPM0G350x の機能ブロック図を示します。

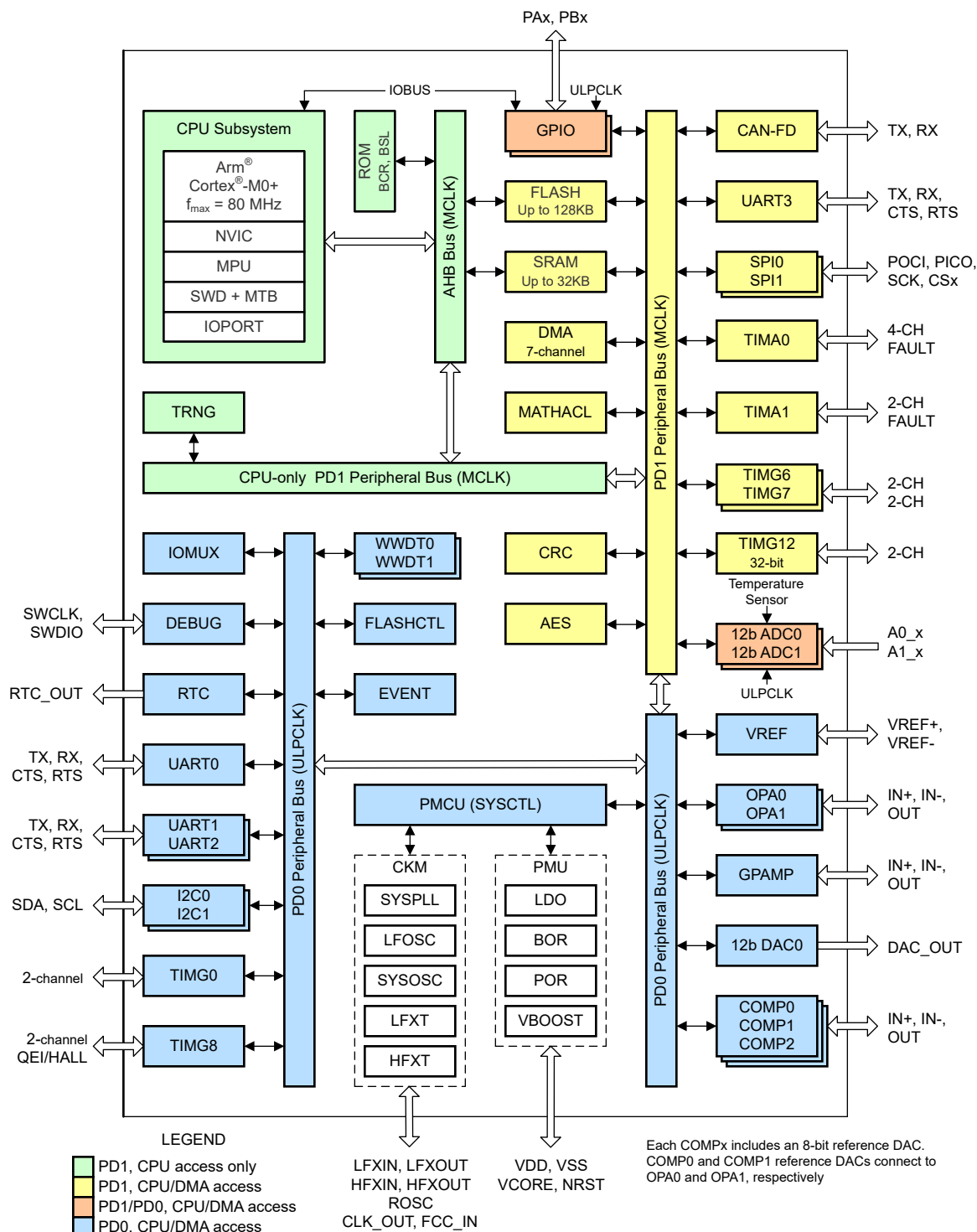


図 2-28. MSPM0G3507 の機能ブロック図

これらのコスト最適化された マイコン には、2 つの同時サンプリング 12 ビット 4Msps A/D コンバータ (ADC) などの高性能アナログ ペリフェラルが統合されており、コントロール パイロットや温度センサなどの信号の測定に使用される最大 17 個の外部チャンネルがあります。2 つの 16 ビット高度制御タイマと 5 つの汎用タイマを搭載した マイコン は、所定のセトリング タイムの後で PWM 信号の高位相と低位相の両方をサンプリングするように ADC の読み取り値を正確にスケジュール設定できるため、コントロール パイロットの波形を高精度で測定できます。これらのタイマは、リレーの駆動やロック アクチュエータのタイミング制御用の PWM 出力を生成するためにも使用できます。内蔵の CRC モジュールは、UART インターフェイスを経由して AM62L MPU から受信したデータ パケットの整合性を検証するために使用される巡回冗長性検査の計算を高速化します。

MSPM0G3507 の主な特長は、拡張温度範囲です: -40°C~125°C、1.62V~3.6V の広い電源電圧範囲で動作し、エラー訂正コード (ECC) を内蔵した 128KB のフラッシュ メモリと、ハードウェア パリティ付き ECC 保護の 32KB SRAM を内蔵しています。

2.3.2 AM62L

低コストでパフォーマンスを最適化した AM62L ファミリのアプリケーション プロセッサ は、Linux® アプリケーション開発向けに構築されています。スケーラブルな Arm® Cortex®-A53 コアをベースとしたこのデバイスは、マルチメディア DSI/DPI サポート、デュアル ギガビット イーサネット、高度な低消費電力管理モード、および内蔵セキュリティ機能を備えた IP 保護向けの広範なセキュリティ オプションを備えています。

AM62Lx ファミリーには、産業および EV 充電用途向けに適した設計の広範なペリフェラル セットが含まれており、インテリジェントな機能や最適化された電源アーキテクチャも提供します。さらに、AM62Lx に搭載されている広範なペリフェラル セットにより、以下のようなシステム レベルのコネクティビティを実現できます。CAN-FD、USB、MMC/SD、OSPI、ADC。
[図 2-29](#) に、AM62L の機能ブロック図を示します。

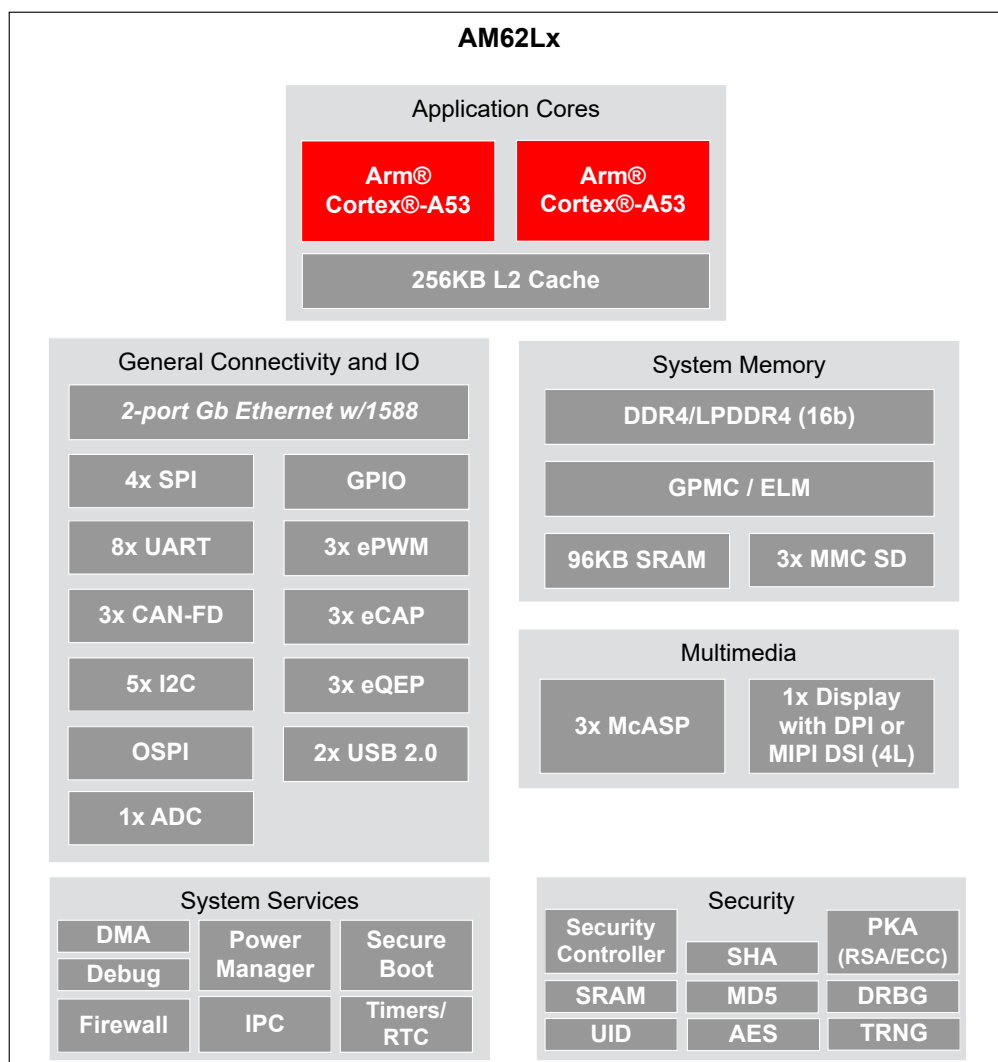


図 2-29. AM62L の機能ブロック図

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 必要なハードウェアとソフトウェア

TIDA-010939 のセットアップには、次の項目が必要です。

- 補助電源 12V (10.08V ~ 13.2V、5A)
- AM62L-EVM
- USB Type-C® ケーブル
- MSPM0 – AC チャージャのソフトウェア例: [evse_controller_TIDA-010939](#)
- EVerest EV 充電ソフトウェアスタックを含む AM62L の画像: [AM62L-PROCESSOR-SDK](#)
- ソフトウェア ガイド: [AM62L-EVSE-DEV-EVM](#) ソフトウェアユーザーガイド
- TIDA-010239 (オプション)
- TIDA-010237 (オプション)

図 3-1 に、TIDA-010939 基板の上面をラベル付きで示します。

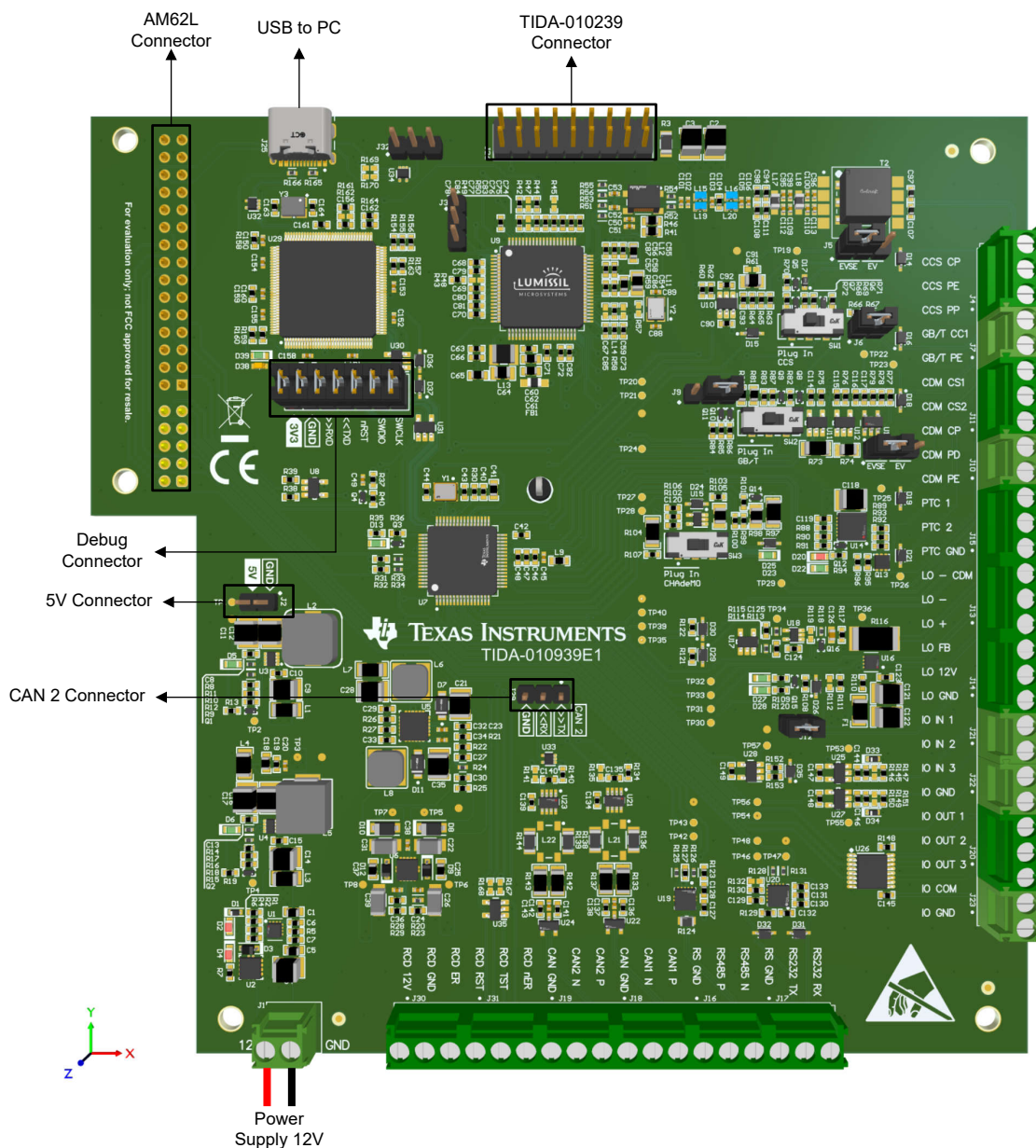


図 3-1. TIDA-010939 の上面

3.2 テスト設定

テスト基板をセットアップする前に、目視検査を実施し、基板が良好な状態にあり、無傷であることを確認します。

3.2.1 電源オプション

TIDA-010939 の設計に電源を供給するには、次の 2 つの方法があります：

1. 12V の外部電源。
 - a. TIDA-010939 には、ねじ端子 J1 に接続された単一の 12V 外部電圧レールから電力を供給できます。
 - b. TIDA-010239 と組み合わせて使用すると、TIDA-010939 の外部 12V 入力から両方の基板に電力を供給できます。この方法で、単相または 3 相の高電圧入力を必要とせずにシステム全体に電力を供給できます。
2. 単相または 3 相の高電圧入力から TIDA-010239 基板を経由。
 - a. この場合、TIDA-010239 の絶縁型 AC/DC 電力段は TIDA-010939 に必要な電力を供給します。
 - b. TIDA-010239 に接続され、グリッド電圧から電力を供給する場合、外部 12V 入力を TIDA-010939 に供給しないでください。システムが損傷する恐れがあります。

3.2.2 XDS110 デバッグプローブ

開発を簡素化するため、TIDA-010939 にはオンボード デバッグ プローブが内蔵されており、追加のプログラマは不要です。TIDA-010939 には XDS110 デバッグ プローブが搭載されており、シンプルで低コストのデバッグで、MSPM0 デバイスの派生品すべてをサポートしています。また XDS110 は、ホストとバックチャネルの UART-over-USB 接続も提供します。これは、デバッグ中や PC との簡単な通信に非常に役立ちます。

ジャンパ J24 にあるジャンパブロックを使用すると、XDS110 と MSPM0G3507 との間の信号を接続または接続解除できます。これには、XDS110 の SWD 信号、アプリケーションの UART 信号、3.3V 電源が含まれます。

このジャンパは、以下の目的で取り外すことができます。

- オンボードのデバッグやアプリケーションの UART 通信以外の用途にターゲットマイコンのピンを展開する
- オンボードマイコン以外のデバイスでプログラミングと UART インターフェイスを使用できるように、XDS110 のプログラミングと UART インターフェイスを公開する
- 外部デバイスに 3.3V で電力を供給する

3.2.2.1 アプリケーション (またはバックチャネル) UART

バックチャネル UART により、ターゲットアプリケーションの主な機能には含まれていない USB ホストと通信できます。これは開発中に非常に便利で、PC ホスト側に通信チャネルも提供します。

バックチャネル UART は、MSPM0 の UART1 (PA8, PA9) の UART です。ホスト側では、TIDA-010939 がホスト上で列挙されると、アプリケーション バックチャネル UART 用の仮想 COM ポートが生成されます。ハイパーターミナル®や Docklight のような端末アプリケーションを含む、COM ポートとインターフェイスする任意の PC アプリケーションを使用して、このポートを開き、ターゲットアプリケーションと通信します。バックチャネルの COM ポートを識別します。Microsoft® Windows® PC では、デバイス マネージャーを使用して COM ポートを検索します。

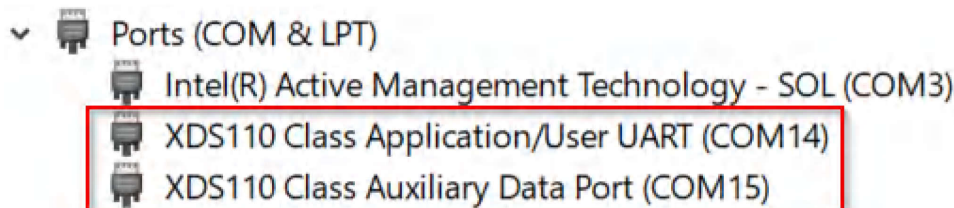


図 3-2. デバイス マネージャーのアプリケーション バックチャネル UART

バックチャネル UART は、XDS110 クラス アプリケーション/ユーザー UART ポートです。この場合、図 3-2 に COM14 を示しますが、このポートはホスト PC ごとに異なる場合があります。正しい COM ポートを指定したら、ドキュメントに従ってホスト アプリケーションで構成します。ユーザーはポートを開いて、ホストからの通信を開始できます。

ターゲットの MSPM0G3507 側では、バックチャネルは UART1 モジュールに接続されます。XDS110 にはボーレートが設定可能なため、ボーレートを設定する PC アプリケーションを UART1 で設定したものと同じにすることが重要です。

3.2.2.2 オンボード XDS110 の代わりに外部デバッグプローブを使用

多くのユーザーは推奨される外部デバッグ プローブを有しており、XDS110 デバッグ プローブをバイパスして MSPM0 ターゲット マイコンをプログラムしたいとします。バイパスは、コネクタ J24 のジャンパによって有効になります。

1. J24 コネクタの JTAG 信号のジャンパを取り外します (NRST、SWDIO、SWCLK など)。
2. ARM デバッグ プローブを J24 に接続します。
3. TIDA-010939 開発キットに 12V 外部電源を接続します。
 - TIDA-010939 に 12V または TIDA-010239 を介して電力を供給する場合、J24 コネクタに 3.3V が接続されていないことを確認してください。

3.2.3 AM62L-EVM への接続

図 3-3 では、TIDA-010939 と AM62L-EVM 間の接続のために TIDA-010939 の J27 と J28 を AM62L-EVM の GPIO 拡張ヘッダーに接続しています。

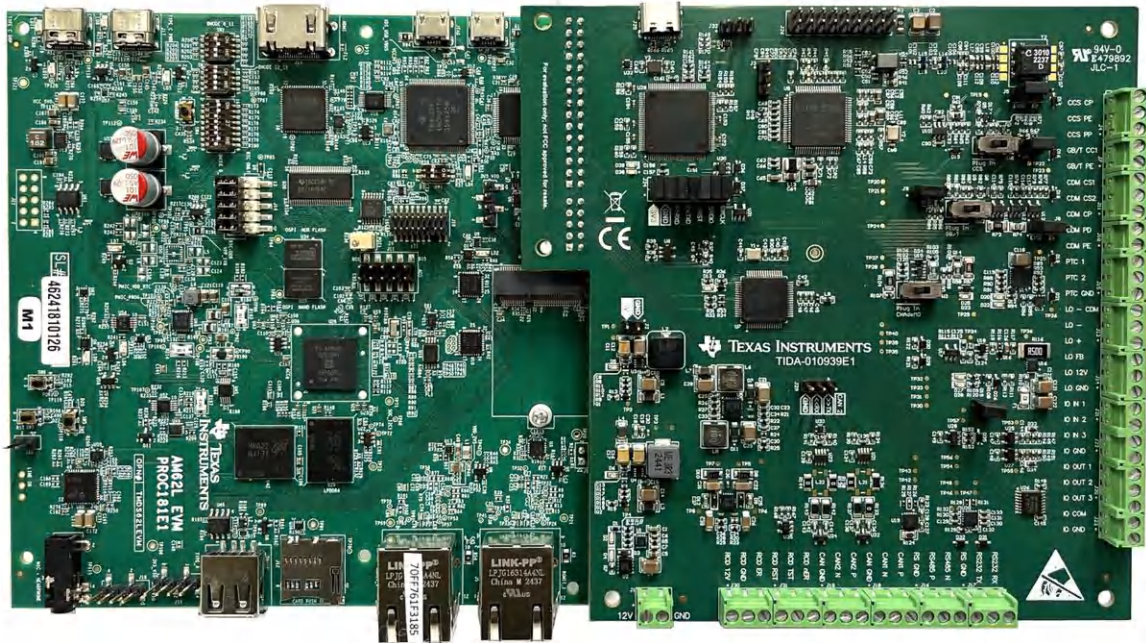


図 3-3. AM62L-EVM - TIDA-010939 接続

AM62L-EVM の GPIO 拡張信号は HDMI (High-Definition Multimedia Interface) と接続を共有し、デフォルトで HDMI に配線されています。GPIO 拡張ヘッダーを有効にするには、AM62L-EVM を再構成します。

信号配線は、ソフトウェアを使用して SoC_VOUT0_FET_SEL0 信号と SoC_VOUT0_FET_SEL1 信号を制御し、評価基板の J29 ジャンパを短絡して切り替えます。[AM62L 評価基板](#) ユーザー ガイドの「拡張ヘッダー」セクションを参照してください。

この評価基板には専用の USB Type-C[®]電源 (5V、3A) が必要です。

3.2.4 コネクタ、ピン ヘッダー、ジャンパの設定

表 3-1 に、TIDA-010939 のヘッダー名とジャンパ設定を示します。表 3-2 に、ねじ端子のピン配置を示します。表 3-3 に、TIDA-010239 J27 コネクタのピン配置を示します。

表 3-1. ヘッダー名とジャンパ設定

記号	機能	備考
J2	5V コネクタ	5V 出力

表 3-1. ヘッダー名とジャンパ設定 (続き)

記号	機能	備考
J3	Lumissil デバッグ ヘッダー	Lumissil IS31CG5317-LQLS3 用の UART 接続 <ul style="list-style-type: none"> ピン 1: UART RX ピン 2: GND ピン 3: UART TX
J5	CCS による構成	バック ツー バック テスト用に CCS ハードウェア イーサネットを EVSE または EV として構成します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1 および 2: EVSE ピン 2 および 3: EV
J6	CCS 近接パイロット用ヘッダー	タイプ 1、NACS、およびタイプ 2 プラグ間で PP を構成します <ul style="list-style-type: none"> 実装済み: タイプ 2 未実装: タイプ 1、NACS
J8	GB/T 構成ヘッダー	バック ツー バック テスト用に GB/T ハードウェア イーサネットを EVSE または EV として構成します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1 および 2: EVSE ピン 2 および 3: EV
J9	GB/T – ChaoJi テスト設定選択ヘッダー	GB/T または ChaoJi ように GB/T テスト ハードウェア イーサネットを構成します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1 および 2: ChaoJi ピン 2 および 3: GB/T
J12	盗難検出ロック モード設定	DRV8220 の制御モードを構成します。デバイスの起動前に設定する必要があります。 <ul style="list-style-type: none"> 実装済み: PH/EN モード 未実装: ハーフ ブリッジ モード
J24	MSP デバッグ ヘッダー	オンボード XDS110 デバッグ プローブを接続または接続解除するためのヘッダー。外部デバッグ プローブを MSPM0 に接続するため、ジャンパを取り外します。 <ul style="list-style-type: none"> ピン 1: 3.3V ピン 2: 3.3V ピン 3: GND ピン 4: GND ピン 5: MSPM0 PA9 (55) – UART1 RX ピン 6: XDS110 - TXD ピン 7: MSPM0 PA8 (54) – UART1 TX ピン 8: XDS110 - RXD ピン 9: MSPM0 nRST (38) ピン 10: XDS110 リセット出力 ピン 11: MSPM0 PA19 (12) – SWDIO ピン 12: XDS110 TMS SWDIO ピン 13: MSPM0 PA20 (13) – SWCLK ピン 14: XDS110 TCK SWDCLK
J29	CAN 2 ヘッダー	AM62L から TCAN デバイスへの CAN 入力 <ul style="list-style-type: none"> ピン 1: CAN TX ピン 2: CAN RX ピン 3: GND

表 3-1. ヘッダー名とジャンパ設定 (続き)

記号	機能	備考
J32	I2C ヘッダー	I2C 通信を可能にするために、AM62L に接続済み <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:I2C SCL ピン 2:I2C SDA ピン 3:GND

表 3-2. ねじ端子のピン配置

記号	機能	備考
J1	補助電源入力	外部 12V 入力 (10.08V ~ 13.2V、5A)
J4	CCS、NACS	CCS または NACS の充電プラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:CCS PP -近接パイロット ピン 2:CCS PE - 保護接地 ピン 3:CCS CP - 制御パイロット
J7	GB/T、ChaoJi	GB/T または ChaoJi の充電プラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:GBT PE - 保護接地 ピン 2:GBT CC1 - 充電構造 1
J10	CHAdemo	CHAdemo の充電プラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:CDM PE - 保護接地 ピン 2:CDM PD - 近接検出
J11	CHAdemo	CHAdemo の充電プラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:CDM CP - 車両充電許可 ピン 2:CDM CS2 - 充電シーケンス 2 ピン 3:CDM CS1 - 充電シーケンス 1
J13	盗難検出ロック	充電口またはプラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:LO+ ロック モーターの正端子 ピン 2:LO- ロック モーターの負端子 ピン 3:LO- CDM – CHAdemo ロックの負端子
J14	盗難検出ロックのフィードバック	充電口またはプラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:LO GND – フィードバック用接地 ピン 2:LO 12V – 12V フィードバック用電源 ピン 3:LO FB – 帰還入力
J15	温度センシング	充電口またはプラグに接続します <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:PTC GND – 温度センサ用接地 ピン 2:PTC 2 – 温度センサ 2 入力 ピン 3:PTC 1 – 温度センサ 1 入力
J16	RS-485	RS-485 コネクタ <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:RS GND – 接地 ピン 2:RS485 P – バス I/O ポート、A ピン 3:RS485 N – バス I/O ポート、B
J17	RS-232	RS-232 コネクタ <ul style="list-style-type: none"> ピン 1:RS GND ピン 2:RS232 TX – RS232 ライン データ出力 ピン 3:RS232 RX – RS232 ライン データ入力

表 3-2. ねじ端子のピン配置 (続き)

記号	機能	備考
J18	CAN 1	CAN 1 コネクタ • ピン 1: CAN GND • ピン 2: CAN 1 N – Low レベル CAN バス I/O • ピン 3: CAN 1 P – High レベル CAN バス I/O
J19	CAN 2	CAN 2 コネクタ • ピン 1: CAN GND • ピン 2: CAN 2 N – Low レベル CAN バス I/O • ピン 3: CAN 2 P – High レベル CAN バス I/O
J20	デジタル出力	デジタル出力コネクタ • ピン 1: IO OUT 3 – デジタル出力 3 • ピン 2: IO OUT 2 – デジタル出力 2 • ピン 3: IO OUT 1 – デジタル出力 1
J21	デジタル入力	デジタル入力コネクタ: • ピン 1: IO IN 2 – デジタル入力 2 • ピン 2: IO IN 1 – デジタル入力 1
J22	アナログ入力	アナログ入力コネクタ • ピン 1: IO GND – 接地 • ピン 2: IO IN 3 – アナログ入力
J23	デジタル出力	デジタル出力コネクタ • ピン 1: IO GND – 接地 • ピン 2: IO COM – 電源入力
J30	RCD 入力	RCD 入力コネクタ • ピン 1: RCD 12V – RCD 用 12V 出力 • ピン 2: RCD GND – 接地 • ピン 3: RCD ER – エラー入力
J31	RCD 入力	RCD 入力コネクタ • ピン 1: RCD RST – リセット出力 • ピン 2: RCD TST – テスト出力 • ピン 3: RCD nER – 負のアクティブ エラー入力

表 3-3. TIDA-010239 J26 コネクタのピン配置

ピン	名称	備考
1	+12V	TIDA-010239 フライバック出力から TIDA-010939 へ、または TIDA-010939 + 12V 補助電源から TIDA-010239 への +12V イーサネット
2	+12V	TIDA-010239 フライバック出力から TIDA-010939 へ、または TIDA-010939 + 12V 補助電源から TIDA-010239 への +12V イーサネット
3	+14V	TIDA-010239 フライバック出力からの +14V
4	-14V	TIDA-010239 フライバック出力からの -14V
5	5V	TIDA-010939 から TIDA-010239 への 5V
6	3.3V	TIDA-010939 から TIDA-010239 への 3.3V
7	GND	グラウンド
8	GND	グラウンド
9	MSP_PWM_R_ENABLE	リレー制御信号
10	Relay_Check	リレー溶接検出フィードバック
11	RCD_nFAULT	故障状態になった場合に電源リレーを無効化する負の RCD アクティブ故障信号
12	R_Mirror_Out	リレー ミラー コンタクト フィードバック
13	GND	グラウンド
14	GND	グラウンド
15	PLC_ZC_IN	Lumissil IS31CG5317 のゼロ交差検出
16	PW_EN_EXT	TIDA-010239 電源を使用する場合の TPS65130RGER のイネーブル信号
17	GND	グラウンド
18	Super_Cap_Charge	バックアップ電源のスーパー キャパシタ充電インジケータ

3.3 テスト結果

3.3.1 コントロール パイロット

このセクションでは、制御パイロット信号のロジック High および Low 電圧、パルス幅、および周波数のテスト データを示します。

3.3.1.1 TLV1805 出力の立ち上がりおよび立ち下がり時間

図 3-4 と図 3-5 に、TLV1805 コントロール パイロット信号ジェネレータの立ち上がりおよび立ち下がり時間を示します。

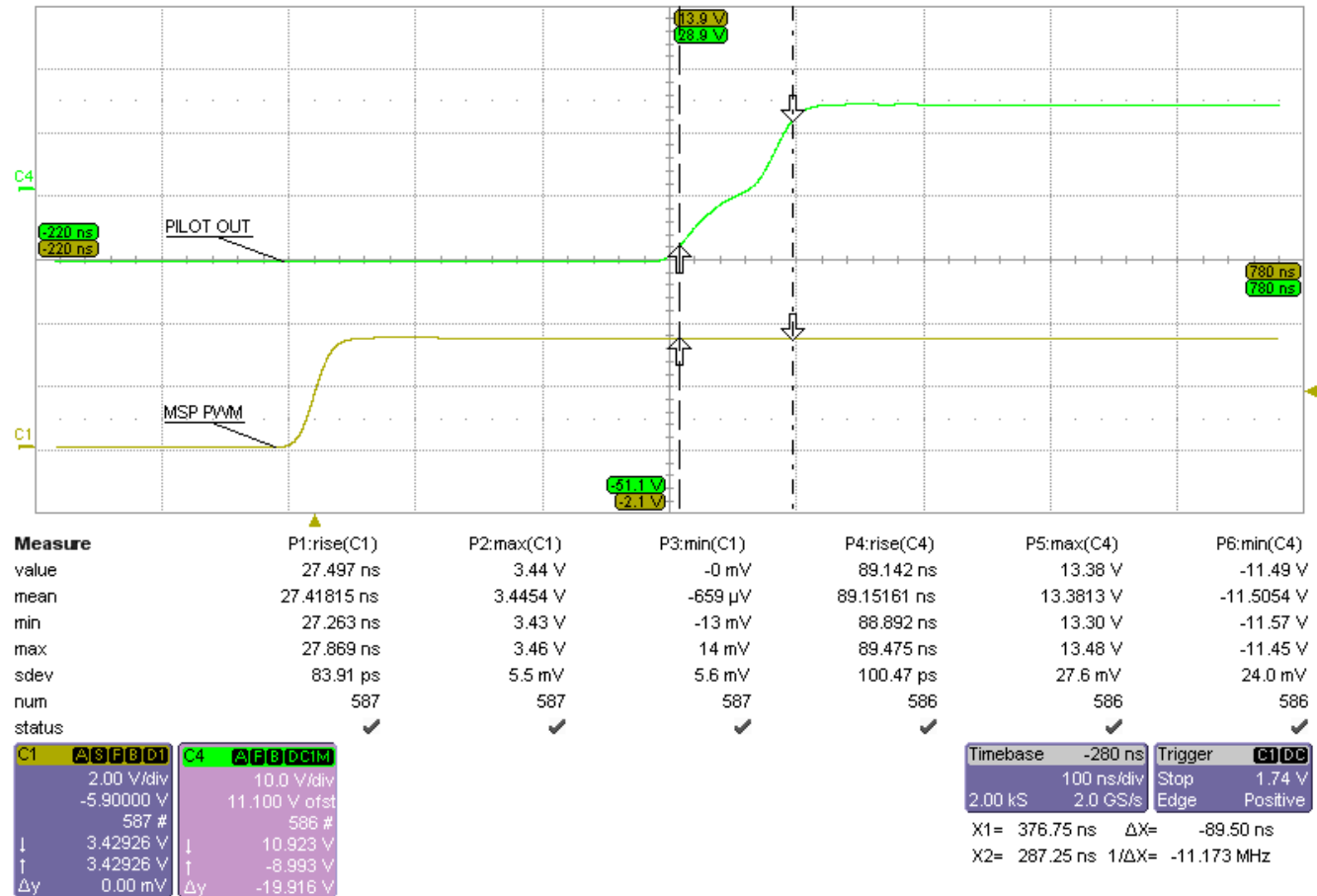


図 3-4. コントロール パイロットの立ち上がり時間

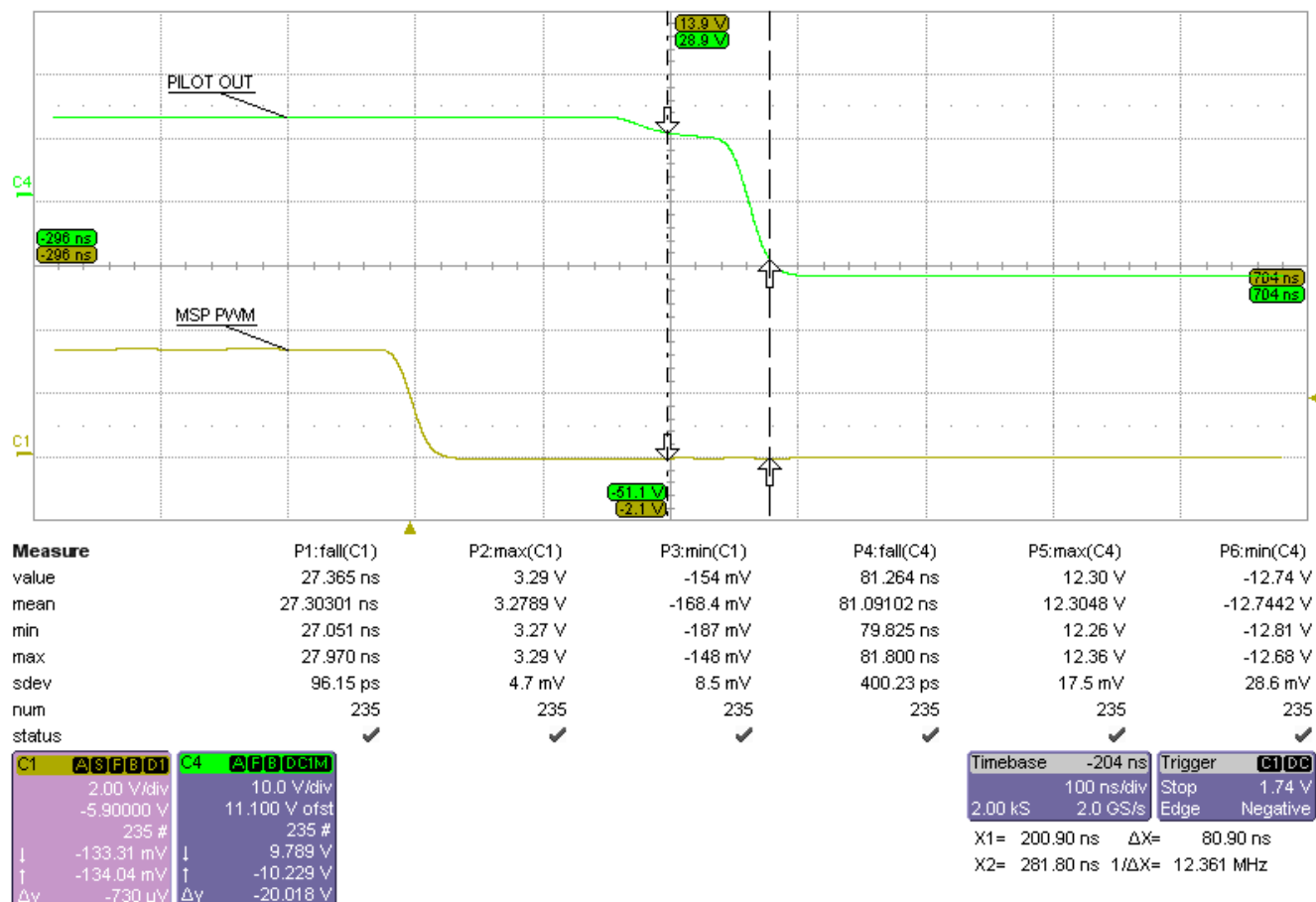


図 3-5. コントロール パイロットの立ち下がり時間

この回路は、J1773 と IEC61851 に従って、立ち上がりおよび立ち下がり時間が速く、2μs 未満です。立ち上がりおよび立ち下がり時間がこれよりも遅いと、1kΩ 抵抗とパイロットライン上のすべての静電容量によって決まる出力の立ち上がりおよび立ち下がり時間に著しく加算されます。立ち上がりおよび立ち下がり時間は、負から正への完全な遷移の 10% から 90% まで、またはパルスジェネレータ出力と R61 (1kΩ) との間で測定される正から負への完全な遷移の 90% から 10% までで定義されます。ジェネレータは、1kΩ ソース抵抗を ±12V の矩形波で駆動する前に、TLV1805 (U10) を基準としています。

3.3.1.2 さまざまな状態でのパイロット信号電圧精度の制御

図 3-6 から図 3-8 に、さまざまな状態での制御パイロット信号電圧の精度を示します。

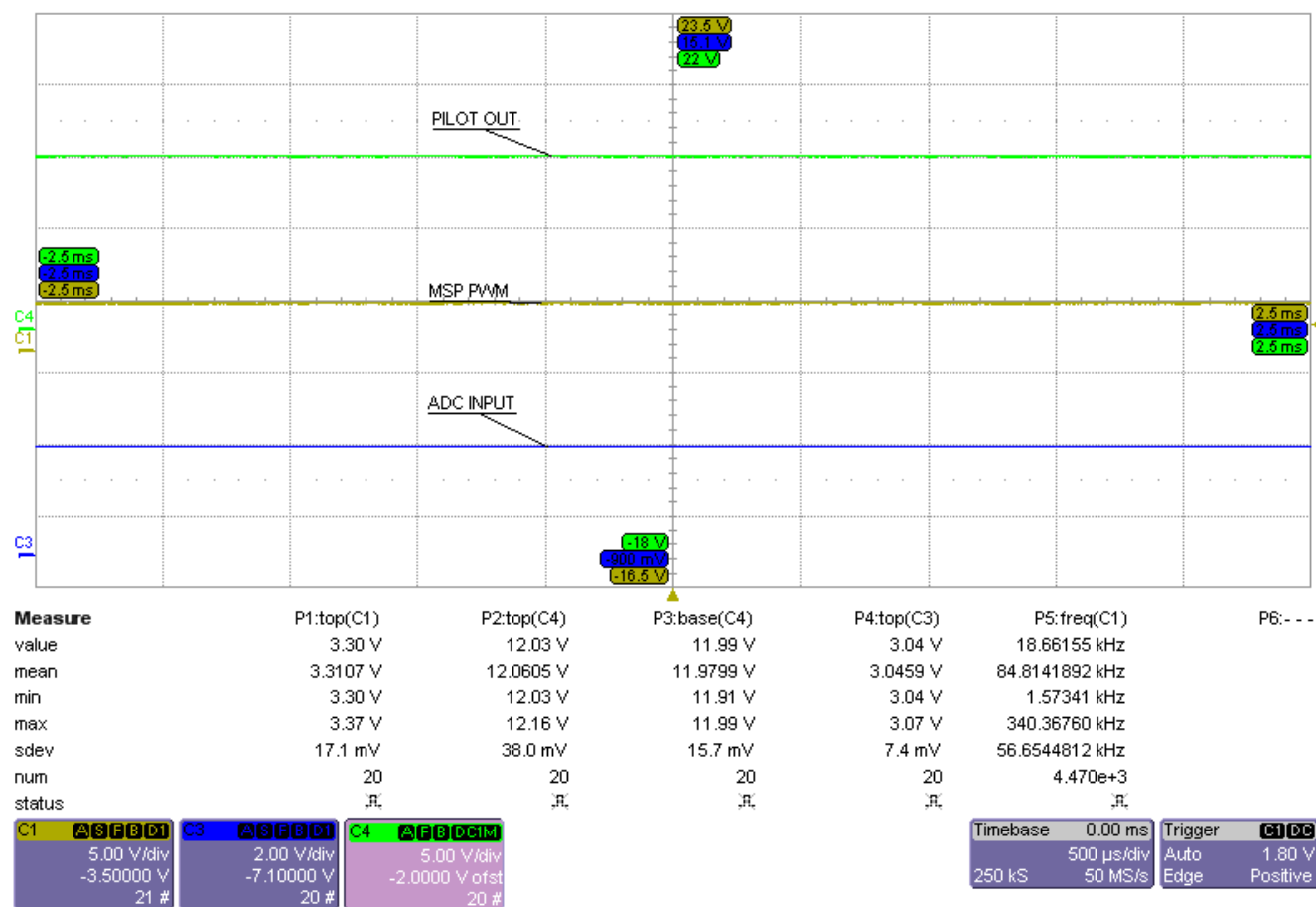


図 3-6. 状態 A での制御パイロット信号電圧の精度

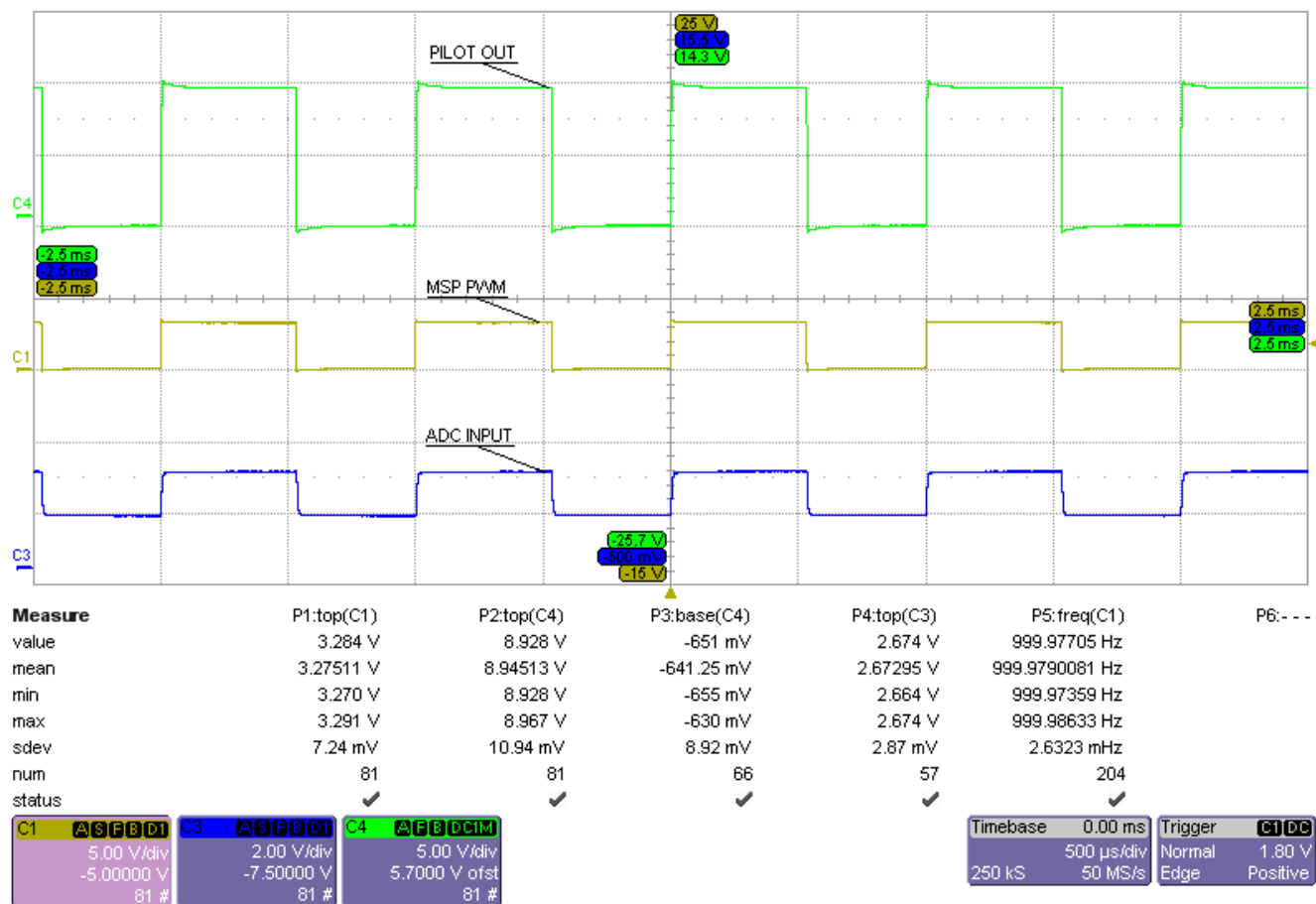


図 3-7. 状態 B での制御パイロット信号電圧の精度

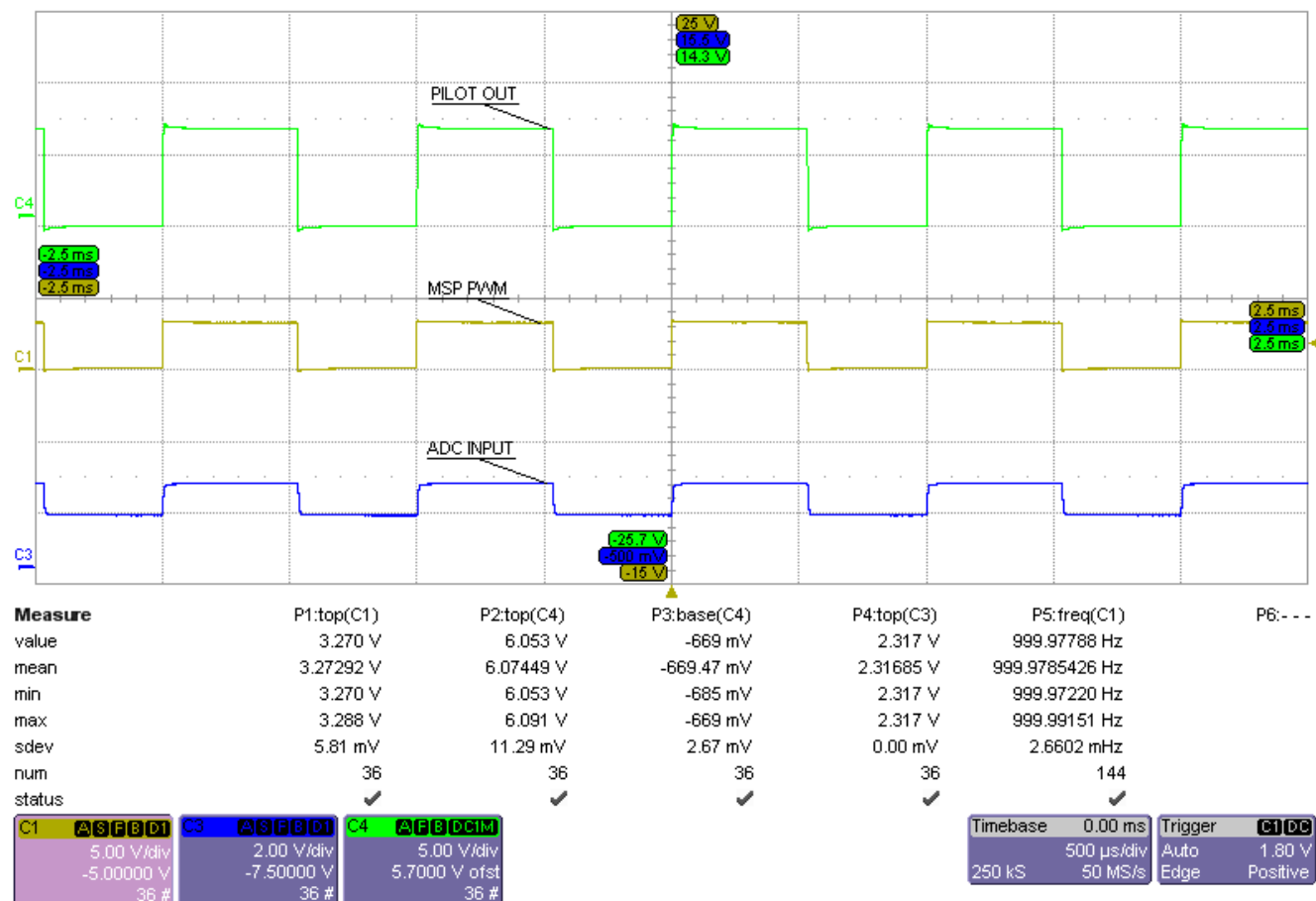


図 3-8. 状態 C での制御パイロット信号電圧の精度

これらの電圧精度結果は、TIDA-010939 の EV シミュレーション回路でテストされたものです。

3.3.2 GB/T ChaoJi

このセクションでは、GB/T および ChaoJi 制御信号電圧のテスト データを示します。各種の状態は、内部の EV シミュレーション回路によって生成されます。

3.3.2.1 GB/T の信号電圧精度

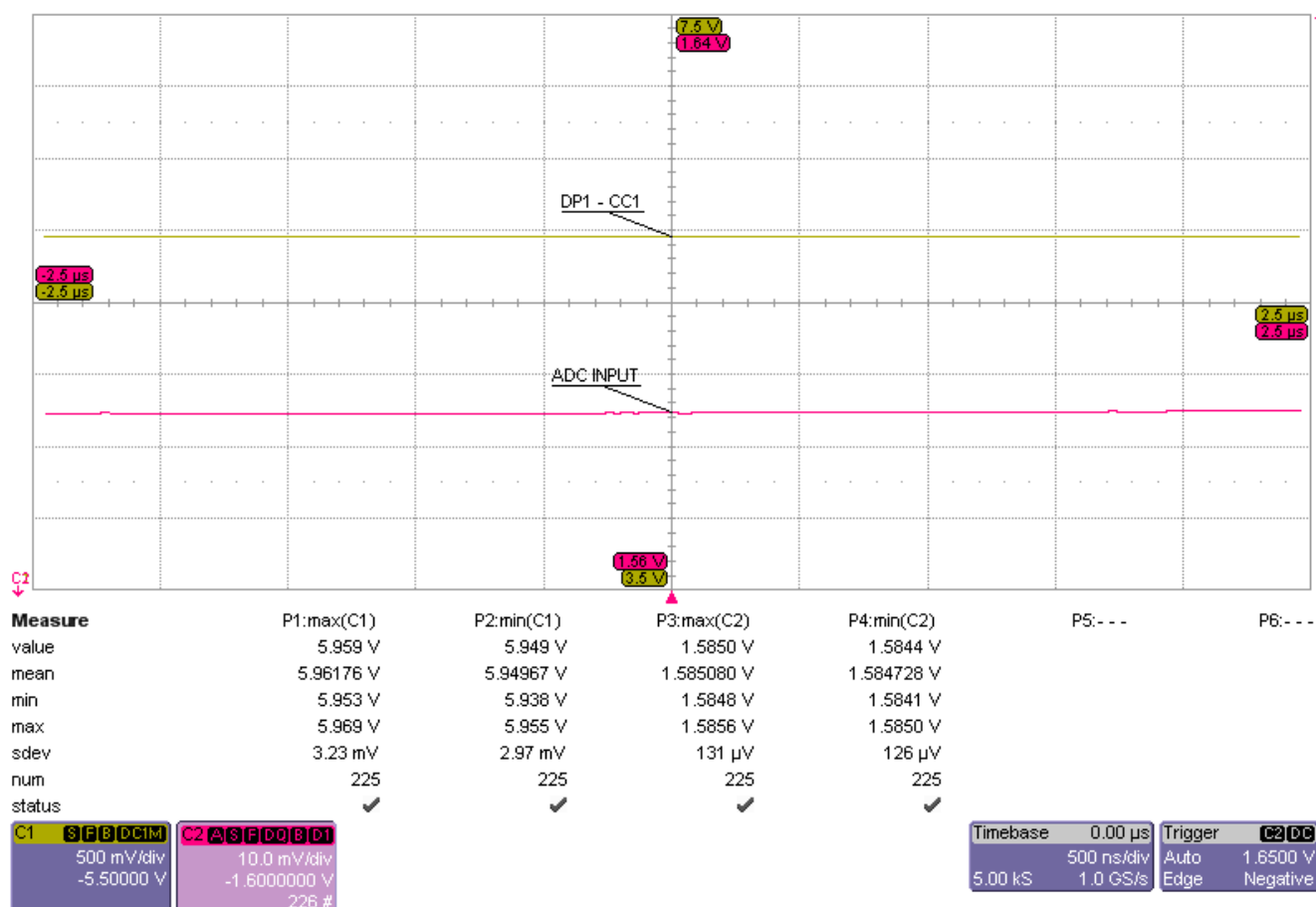


図 3-9. CC1 の信号電圧精度 - EV 接続時

3.3.2.2 さまざまな状態での ChaoJi 信号電圧精度

図 3-10 から図 3-13 に、さまざまな状態での充電シーケンス 1 の信号電圧精度を示します。

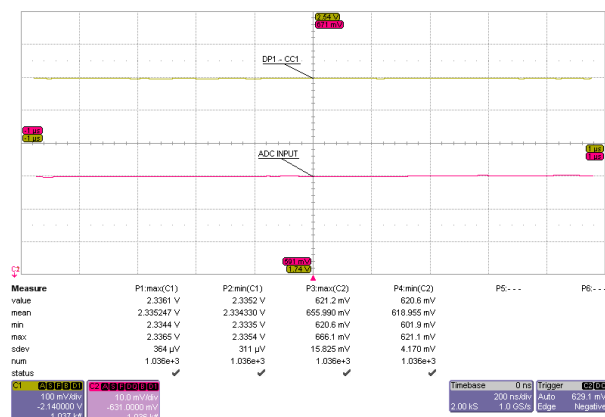


図 3-10. CC1 信号電圧精度状態 A

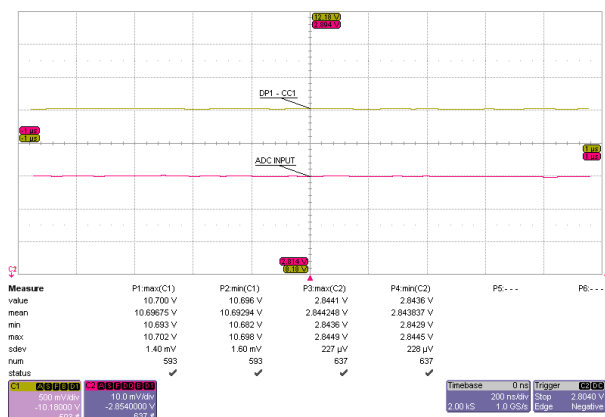


図 3-11. CC1 信号電圧精度状態 B

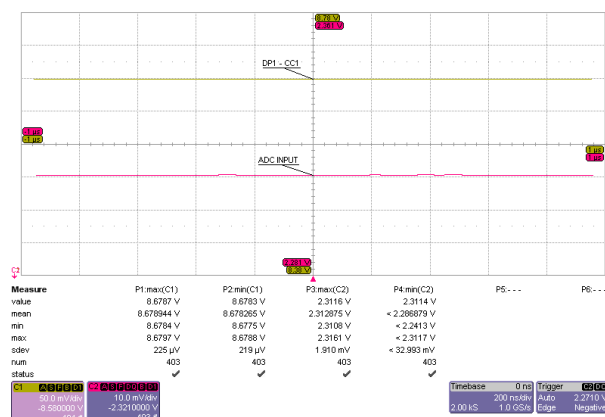


図 3-12. CC1 信号電圧精度状態 C

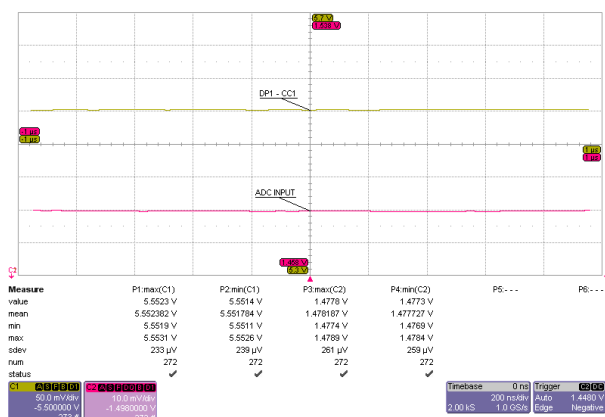


図 3-13. CC1 信号電圧精度状態 D

3.3.3 デジタルおよびアナログ入力

このセクションでは、デジタル入力とアナログ入力のテスト データを示します。

3.3.3.1 デジタル入力

図 3-14 に、回路のスレッシュホールド電圧 デジタル入力を示します。

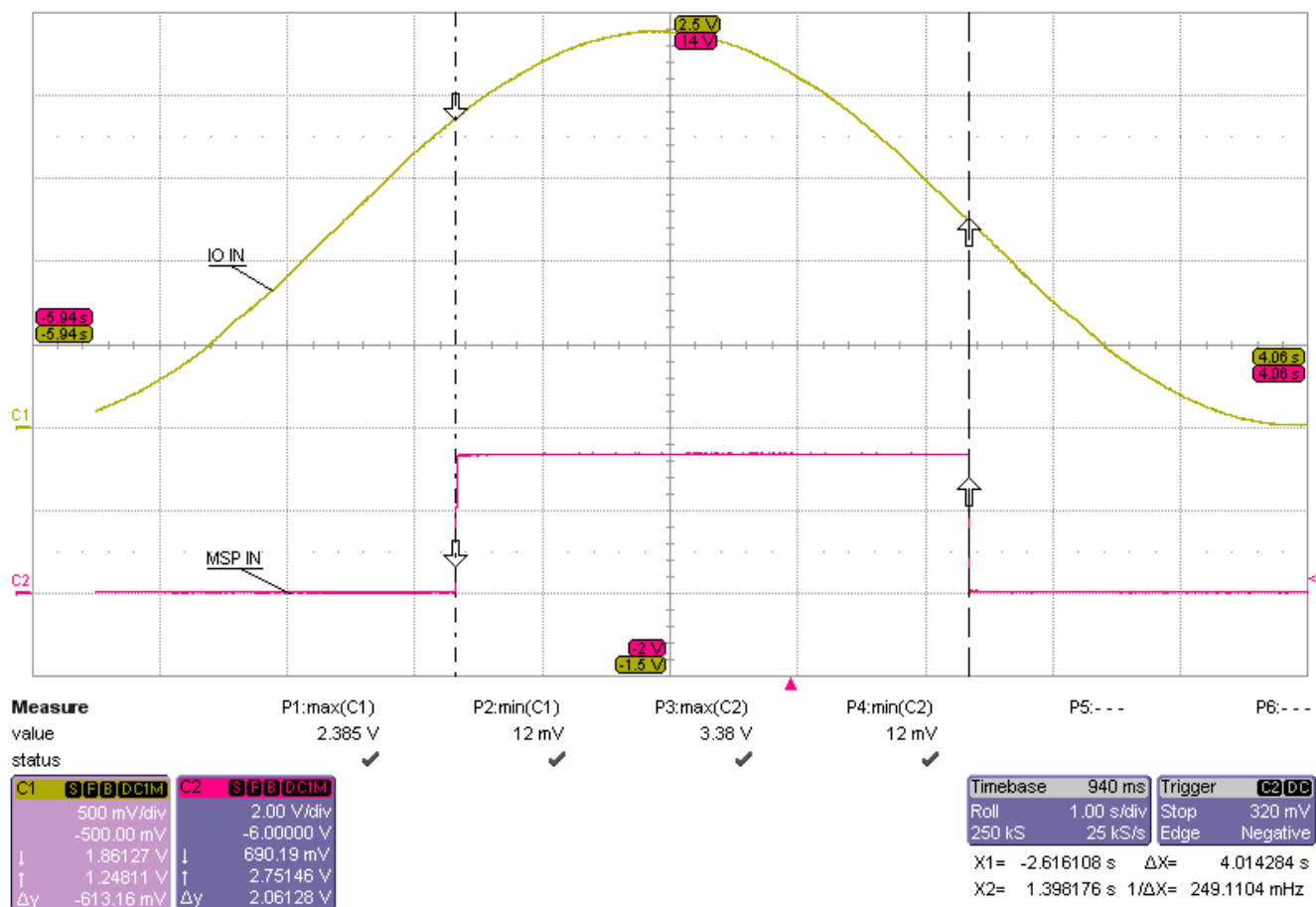


図 3-14. スレッシュホールド電圧デジタル入力回路

3.3.3.2 アナログ入力

図 3-15 に、回路のアナログ入力電圧と ADC 入力電圧との関係を示します。

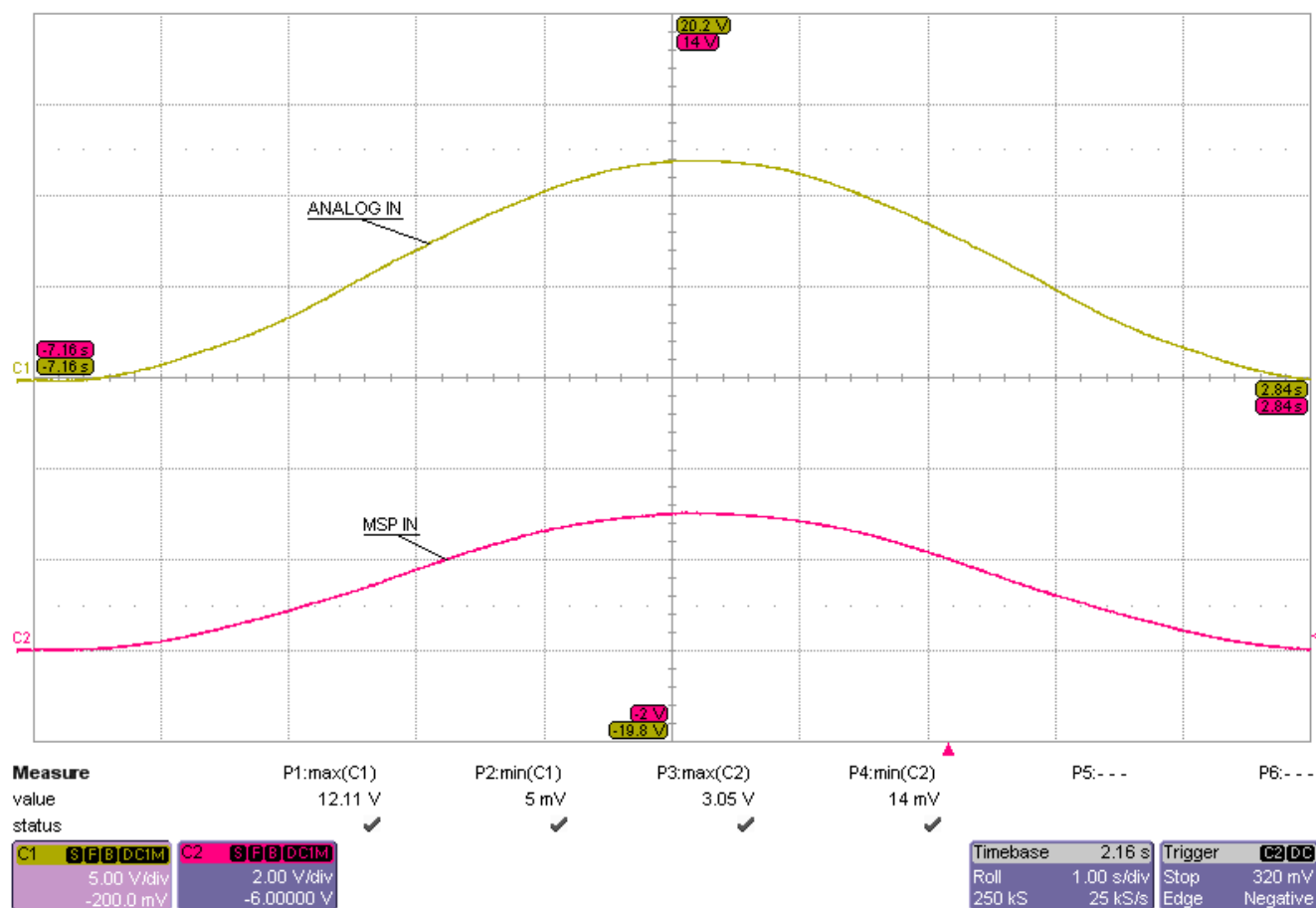


図 3-15. アナログ入力電圧と ADC 入力電圧との関係

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

4.1.1 回路図

回路図をダウンロードするには、[TIDA-010939](#) 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-010939](#) 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 Code Composer Studio™ 統合開発環境 (IDE)

SYSCONFIG ピン、ペリフェラル、無線、ソフトウェア スタック、RTOS、クロック ツリーなどのコンポーネントを構成するための、直観的なグラフィカル ユーザー インターフェイスを搭載したシステム構成ツール。

ソフトウェア

MSPM0-SDK MSPM0 SDK は、MSPM0 マイコン プラットフォーム向けアプリケーションの開発を迅速化するためのソフトウェア、ツール、文書の究極のコレクションを単一のソフトウェア パッケージに収録しています。

AM62L-SDK AM62L プロセッサに対応する Linux および TI FreeRTOS の SDK (ソフトウェア開発キット) は、組み込みプロセッサ向けの統合ソフトウェア プラットフォームであり、セットアップが容易で、ベンチマークとデモをすぐに利用できます。

4.3 ドキュメントのサポート

1. テキサス インスツルメンツ、[『混合信号マイコン CAN-FD インターフェイスを搭載した MSPM0G350x』データシート](#)
2. テキサス インスツルメンツ、[『AM62Lx Sitara™ プロセッサ』データシート](#)
3. テキサス インスツルメンツ、[『AM62L 評価基板ユーザー ガイド』](#)

4.4 サポート・リソース

[テキサス・インスツルメンツ 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・インスツ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・インスツ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・インスツルメンツの[使用条件](#)を参照してください。

4.5 商標

E2E™, Sitara™, and テキサス・インスツルメンツ E2E™ are trademarks of Texas Instruments.

Linux® is a registered trademark of Linus Torvalds.

Lumissil® is a registered trademark of Lumissil Microsystems.

ハイパーターミナル® is a registered trademark of Hilgraeve, Incorporated.

Microsoft® and Windows® are registered trademarks of Microsoft Corporation.

USB Type-C® is a registered trademark of USB Implementers Forum.

すべての商標は、それぞれの所有者に帰属します。

5 著者について

SIMON BOZOWICKI は、テキサス インスツルメンツ ドイツのシステム エンジニアであり、エネルギー インフラ チームで EV 充電について担当しています。Simon は、ドイツのデュッセルドルフにある応用科学大学で電気工学の修士号を取得しています。

6 改訂履歴

資料番号末尾の英字は改訂を表しています。その改訂履歴は英語版に準じています。

Changes from Revision * (September 2025) to Revision A (December 2025)	Page
• CCS EV シミュレーション回路を変更 図 2-4 。.....	7
• デジタル入力セクションを追加。 セクション 2.2.9.1	26
• アナログ入力セクションを追加。 セクション 2.2.9.2	26
• デジタル出力 セクションを追加。	27
• AM62L-EVM-TIDA-010939 の接続を変更。 図 3-3	33

重要なお知らせと免責事項

TI 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、TI 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 TI 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、TI は一切の責任を拒否します。

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 TI 製品を使用するアプリケーションの開発の目的でのみ、TI 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。TI 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、TI およびその代理人を完全に補償するものとし、TI は一切の責任を拒否します。

TI の製品は、[TI の販売条件](#)、[TI の総合的な品質ガイドライン](#)、[ti.com](https://www.ti.com) または TI 製品などに関連して提供される他の適用条件に従い提供されます。TI がこれらのリソースを提供することは、適用される TI 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。TI がカスタム、またはカスタマー仕様として明示的に指定していない限り、TI の製品は標準的なカタログに掲載される汎用機器です。

お客様がいかなる追加条項または代替条項を提案する場合も、TI はそれらに異議を唱え、拒否します。

Copyright © 2026, Texas Instruments Incorporated

最終更新日：2025 年 10 月