

Application Brief

EV 充電リファレンス デザイン選定ガイド



概要

電気自動車用給電装置 (EVSE) と呼ばれる最新の電気自動車充電インフラは、1 つの連携したシステムとして動作しなければならない複数のサブシステムを統合したものです。通信、ユーザーとの対話、保護機能、電力変換、計測、およびバックエンド接続は、すべて安全で効率的かつ信頼性の高い充電体験の実現に寄与しています。

EVSE ソリューションの導入を成功させるには、関連する基本システムを包括的に理解する必要があります。開発者にとっての課題は、適切なコンポーネントを選択するだけでなく、充電セッション中に通信、安全、電力変換、計測、およびソフトウェアがどのように相互作用するかを理解することにもあります。

テキサス インスツルメンツは、これらの重要な機能領域のそれぞれに対応する包括的なリファレンス デザインのポートフォリオを開発しており、開発者の製品開発を支援することで、市場投入までの期間を短縮しています。

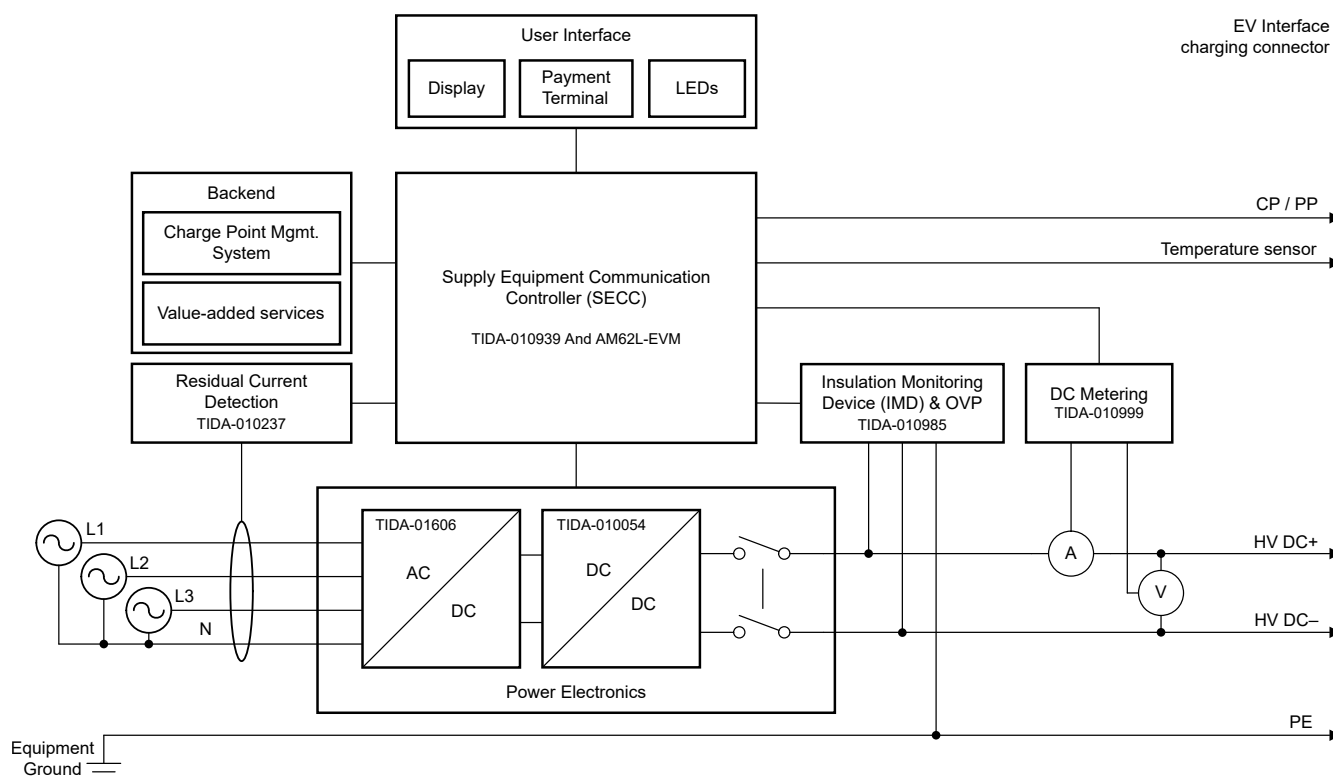


図 1. EVSE のブロック図

充電プロセス

充電プロセスは、ドライバが車両を充電ステーションに接続するという単純な物理的な動作から始まります。その瞬間から、EVSE は、バッテリーに電力が供給されるまでに、通信、安全チェック、電力供給、計測、および取引処理という定義された一連のシーケンスを調整します。

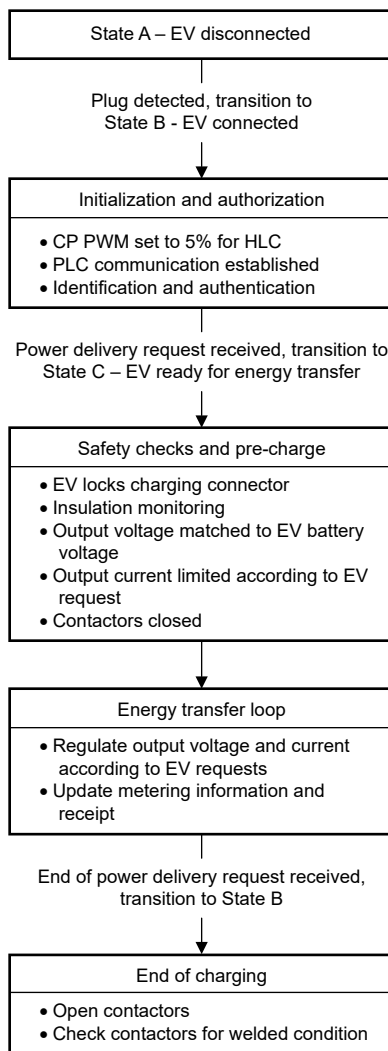


図 2. DC 充電プロセス

まず、EVSE は車両が接続されたことを検知し、EV との間で低レベル通信を確立します。このアナログ通信により、接続状態が確認されるとともに、充電ステーションの利用可能な電流量、あるいは高レベル通信の必要性が示されます。

単純な AC 充電の場合、この低レベル通信で十分です。DC 急速充電、プラグ & チャージ、および V2G (Vehicle-to-Grid) 運用では、EV と EVSE が充電制限、バッテリー電圧要件、認証データ、セッション制御メッセージなどの情報を交換できるよう、高レベル通信が必要となります。

通信が確立されると、ユーザーはヒューマン マシン インターフェース (HMI) を通じて充電器を操作できます。充電器のクラスに応じて、HMI はステータス LED やボタンから、タッチ操作可能なディスプレイまで多岐にわたります。商用またはコネクテッド充電ステーションでは、バックエンド通信により、ユーザー認証、料金の更新、決済処理、および充電ポイントの管理も可能になります。

通電を開始する前に、EVSE はシステムが安全であることを確認する必要があります。DC 急速充電器は、高電圧 DC システムと保護接地 (PE) 間の絶縁抵抗を監視しなければなりません。AC 接続システムは、残留電流を検知し、地絡が発生した場合は系統接続を遮断しなければなりません。

安全チェックに合格した後、EVSE は適切な電力経路を有効にします。AC 充電では、充電ステーションが AC 電力を車両に安全に供給し、車両の車載充電器が AC/DC 変換を行います。DC 急速充電では、充電ステーション自体が電力変換を行い、商用 AC 電力を DC リンクに整流した後、EV から要求された電圧および電流に合わせて DC 出力を調整します。

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、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。

テキサス インストルメンツの EV 充電用リファレンス デザインおよび評価基板

市場投入までの期間を短縮するため、テキサス インストルメンツは、EVSE のすべての重要な機能に対応した、包括的なリファレンス デザインおよび評価基板 (EVM) のポートフォリオを提供しています。以下の概要では、各デザインと充電プロセスにおけるその役割との関連性を示しています。

表 1. 機能別リファレンス デザイン

リファレンス デザイン	説明	機能
TIDA-010939	ユニバーサル EVSE フロントエンドおよび充電コントローラ プラットフォーム	通信/HMI
TIDA-010239	AC レベル 2 チャージャ プラットフォーム	電源 — AC 充電
TIDA-010985	大容量 Y コンデンサを備える、800V DC システム向け抵抗ブリッジ方式の絶縁監視デバイス	保護 — DC
TIDA-010237	AC/DC 残留電流故障検出	保護
TIDA-01606	11kW、双方向、3 相、3 レベル (T タイプ) インバータと PFC	電源 — DC 充電
TIDA-010054	レベル 3 の電気自動車 (EV) 充電ステーション向け、双方向、デュアル アクティブ ブリッジ	電源 — DC 充電
TIDA-010999	直流 (DC) 電気メーター	メーター — DC
TIDA-010243	三相変流器付き電子メーター	メーター — AC

通信と HMI

充電セッションは、EV が EVSE に接続された時点で開始されます。低レベル信号により接続が確認され、基本的な充電能力に関する情報がやり取りされます。充電のユースケースで必要とされる場合、EVSE は車両との高レベル通信を確立します。

高レベル通信は、DC 急速充電、プラグ & チャージ、V2G において特に重要であり、これらのケースでは、充電ステーションと EV がバッテリーの制限値、目標電圧、電流制限、およびセッション情報を継続的に交換する必要があります。この通信により、EVSE は単に電力のオン/オフを切り替えるだけでなく、電力供給を調整することが可能になります。

ユーザー インターフェースも、このシステム レベルの体験の一部です。シンプルな充電器では LED やボタンだけで済む場合もありますが、公共の充電ステーションでは、ユーザーを誘導し、充電ステータスを表示し、場所を問わず一貫した体験を提供するために、タッチ操作可能なディスプレイがしばしば使用されます。バックエンド接続により、認証、価格設定、決済、充電ポイント管理といった機能がこのフローに追加されます。

[TIDA-010939](#) EVSE フロントエンド コントローラの設計は、この通信および制御レイヤをサポートしています。この完全なプラットフォームは、[AM62L 評価基板 \(TMDS62LEVM\)](#)、EVSE フロントエンド コントローラ、およびオプションの

[TIDA-010239](#) AC 充電プラットフォームを組み合わせることで構成されています。[AM62L](#) プロセッサは、高レベルのソフトウェア スタック、HMI、イーサネット、およびワイヤレス接続をサポートしており、一方、EVSE フロントエンドは、低レベルの EV シグナリングを管理し、HomePlug Green PHY をホストするとともに、充電コネクタでのプラグロックおよび温度監視を行います。

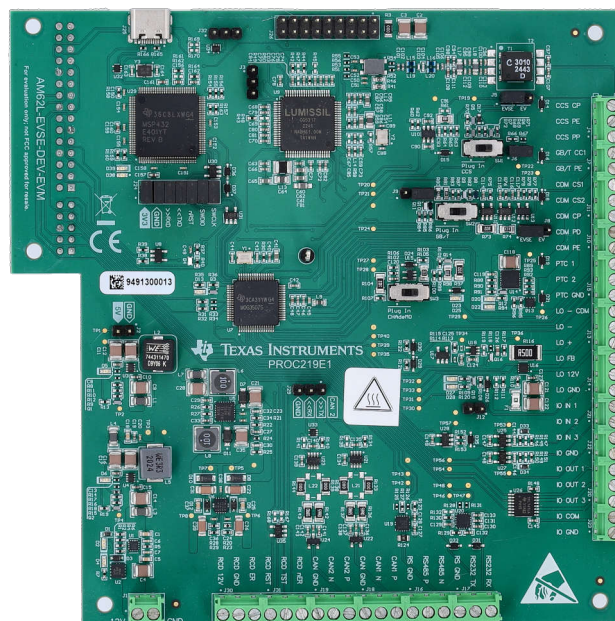


図 3. TIDA-010939 / AM62L-EVSE-DEV-EVM

このプラットフォームは、[AM62L-EVSE-SDK](#) と連携して動作するように設計されています。このソフトウェアには、ISO 15118 および IEC 61851 に基づく充電実装をサポートするオープンソースの EV 充電スタック「EVerest」が含まれています。提供されるソフトウェア サンプルと組み合わせることで、SDK は開発者は、完全なテスト用ソフトウェア スタックをゼロから構築することなく、EVSE ハードウェア プラットフォーム上で通信、制御、および充電のワークフローを評価することができます。[TIDA-010939](#) は、部品番号 [AM62L-EVSE-DEV-EVM](#) を使用して注文できます。

[TIDA-010939](#) が汎用通信コントローラとして機能する一方、[TIDA-010239](#) は設計を拡張し、AC 充電に必要な追加部品を強調しています。これには、スーパーキャパシタによるバックアップ機能を備えた絶縁型補助 AC/DC 電源ステージ、高効率なリレーおよびコンタクタ駆動回路、およびリレーの状態を監視するためのリレーとコンタクタ間の絶縁型線電圧検出機能が含まれています。EVSE コントローラと組み合わせることで、ISO 15118、J1772、および IEC 61851 に準拠した AC 充電を実現するための基本構成を実証しています。

保護デバイス

通信と互換性が確立された後、EVSE は充電を開始する前に電気的安全性を確認する必要があります。AC 充電と DC 充電では保護要件が異なりますが、その目的は同じです。すなわち、危険な接触電流を防止し、故障が発生した場合は速やかに電源を遮断することです。

DC 充電における絶縁監視

高電圧 DC 充電システムでは、DC 出力は保護接地から絶縁されています。漏れ電流を制限し、感電のリスクを低減するためには、絶縁抵抗を十分に高い状態に維持する必要があります。絶縁監視装置 (IMD) はこの抵抗値を監視し、絶縁が不十分になった場合にメイン コントローラに故障を報告します。

[TIDA-010985](#) リファレンス デザインは、大容量の Y コンデンサを備えた 800 V DC システム向けに、抵抗ブリッジ方式の IMD を実装しています。この設計は、対称および非対称の絶縁故障を検出するほか、システムの静電容量を測定することも可能です。これにより、大容量の EMI フィルタ静電容量が絶縁監視の挙動に影響を与える可能性のある DC 急速充電システムに、この設計が適しています。

AC および DC の故障に対する残留電流検出

AC 接続の EVSE システムでは、高電圧 DC 出力とは異なり、系統接続は絶縁されていません。地絡が発生した場合、EVSE は残留電流を検出し、リレーまたはコンタクトを作動させて系統からの電源を遮断する必要があります。

TIDA-010237 リファレンス デザインは、相線および中性線を監視することで、AC および DC の残留電流を検出します。通常動作時、電流の合計はゼロです。地絡が発生すると、その合計はゼロではなくなり、残留電流の存在を示します。この設計は、IEC 62752 および IEC 62955 に準拠した、6 mA (DC) および 30 mA (RMS AC) などの故障閾値を目標としています。

電力変換

電力変換アーキテクチャは、充電器が車両に AC 電力または DC 電力を供給するかによって異なります。AC 充電では、EVSE が AC 出力制御および保護を行い、車両の車載充電器が AC を DC に変換します。DC 急速充電では、EVSE が車両外で変換を行い、安定化された DC 電力をバッテリーに直接供給します。

AC/DC 段

DC 急速充電器の最初の電力段は AC/DC 段です。この段では、三相系統からの入力を整流して、安定した高電圧の DC リンクを生成します。この段では力率補正 (PFC) も行われ、V2G アプリケーション向けの双方向電力フローにも対応可能です。

TIDA-01606 リファレンス デザインは、双方向 3 相 3 レベル T 型アクティブ フロントエンドおよび PFC ステージの実装方法を示しています。この設計では、SiC デバイス、最大 90 kHz のスイッチング周波数、および磁気部品の小型化を図るための LCL 出力フィルタを採用しています。この設計は 98.6% のピーク効率を達成し、DQ 領域における 3 相 AFE 制御を実証しています。この双方向コンバータにより、DC 高速充電と vehicle-to-grid (V2G) の両方のアプリケーションが可能になります。

DC/DC 段

DC 急速充電器の第 2 の電力段は、DC/DC コンバータです。これは DC リンク電圧を受け取り、EV のバッテリー電圧に合わせて出力を調整します。充電中、EV は電圧および電流の制限値を継続的に通知し、電力段はこれらの制限値に動的に追従する必要があります。

TIDA-010054 リファレンス デザインは、単相デュアル アクティブ ブリッジ (DAB) DC/DC コンバータを実装しています。DAB トポロジーは、ガバナニク絶縁、高効率、ソフトスイッチング動作、高電圧変換比、および双方向電力フローに対応しています。これらの特性により、モジュール式 DC 急速充電器やエネルギー貯蔵アプリケーションに適しています。

エネルギー メーター

充電チェーンの最終段階では、EVSE は供給されたエネルギー量を測定する必要があります。課金、診断、および系統連系型エネルギー管理のためには、正確な計測が求められます。電力損失を適切に考慮するためには、変換損失が正しく処理されるよう、負荷点に近い場所で計測を行う必要があります。DC 急速充電の場合、これには高電圧・大電流の DC を正確に計測できるメーターが必要となります。

TIDA-010999 リファレンス デザインは、コンパクトなフォーム ファクタで高電圧・大電流の直流 (DC) を測定することにより、DC エネルギー計測に対応しています。本製品は、収益管理レベルの計測アプリケーションを対象としており、DC 急速充電器を含む、新興の DC 電力インフラ全体での評価をサポートします。

AC 充電については、EVSE 内部または独立したモジュールとして、標準的な AC 電力計測機能を利用できます。相数、電流センサの種類、および必要なセキュリティ機能に応じて、TI は **TIDA-010243** などの三相変流器ベースの設計を含む、いくつかの AC 計測リファレンス デザインを提供しています。

**図 4. TIDA-010243**

AC メーターに関する詳細情報は、[電力計測リファレンス デザイン選定ガイド](#)に記載されています。

まとめ

EV 充電ステーションは、一連の連携した機能として理解することができます。EVSE はまず、車両を検出して通信を行い、ユーザーを認証し、電気的安全性を確認し、適切な AC または DC 電力経路を有効にし、供給されたエネルギーを計測し、充電セッションをバックエンド システムに報告します。

テキサス インストルメンツのリファレンス デザインは、通信、HMI、保護、電力変換、エネルギー計測、および接続性のためのハードウェア ビルディング ブロックにより、これらのステップをサポートします。さらに、TI は、これらの機能を動作する EVSE システムに統合するのに役立つソフトウェア サンプルや開発プラットフォームを提供しており、AM62L EVSE 開発プラットフォームにおけるオープンソースの EVerest ソフトウェア スタックのサポートも含まれています。

リファレンス ハードウェア、プロセッサ SDK ソフトウェア、およびシステム レベルのサンプルを組み合わせることで、開発者は EVSE の主要機能を早期に評価し、自社の充電アーキテクチャに適した設計を選択し、構想から実装までのプロセスを短縮することができます。

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

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みいかなる保証も、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