

アプリケーションノート

災害時の活用や電力需給調整が期待される EV 向け OBC の開発評価

市場：再生可能エネルギー プレシジョンパワーアナライザ WT5000



背景

災害時の非常用電源としての活用や、再生可能エネルギー比率の高まりから電力需給調整機能が期待されるEVの普及が推進されています。特にその充電用として、高速充電に向けたバッテリーと充電器の高電圧化が進んでいます。

EV用の充電器は、大きく分けて普通充電と急速充電の2種類があります。普通充電は家庭用などの単相AC電源により充電する方法で、交流はEV内部のAC/DC変換器(On Board Charger)で直流に変換され車載バッテリーを充電します。一般に充電時間は長く、完了するまでには10時間以上が必要になる場合もあります。特にバッテリーは大容量化が進んでいることから、普通充電による充電ではより長い時間を要する方向にあります。

一方の急速充電は、系統に接続された充電ステーション(Off Board Charger)を設置することで大電流出力に対応でき、短時間でバッテリーを充電できます。そのため、On Board Charger側にも短時間で充電できることが求められてきています。さらに近年は、V2Hで表現されるように、災害時の非常用電源としての活用や、再生可能エネルギーをベースとする電力需給調整機能への期待が高まっており、双方向インバータの開発が進んでいます。

*On Board Charger (OBC) :
AC電源からバッテリーを充電するためにxEVに搭載されているシステムです。

*Off Board Charger :
充電ステーション。EVSE (Electric Vehicle Service Equipment) とも呼びます。

課題

通常の普通充電器への入力とは単相AC100V~240Vで、最大電流・電力も比較的小さいです。バッテリーへの充電時間を短縮するために、電流値を大きくするか、バッテリーとともに充電器の電圧値をアップさせることが求められています。

そのため、充電器では内部で昇圧され、800V系バッテリーに対応できる必要があります。また、電力を効率的に供給するため力率を良くすることが必要で、充電器には力率改善回路(Power Factor Correction、PFC)が搭載されています。

一方、入力側は低電圧の系統への接続となるため、高調波電流の流出や電圧変動を起こさないことが求められていて、IEC規格に合致している必要があります。加えて、EVに搭載されているバッテリーにAC電力の供給源としての役割を持たせるためには、双方向インバータの回路設計が不可欠です。

これらEV用充電器の需要はEVの普及に伴い増えており、開発現場では高精度な電力および電流測定が不可欠となります。

WT5000による課題解決

- 電力基本確度 $\pm 0.03\%$ の高精度電力測定
- 1500Vdc、2000Armsまでの高電圧・大電流測定
- 力率および他の電力項目の高精度測定
- AC/DC変換、DC/DC変換の高精度効率測定
- 積算電力量、積算電流量の測定
- IEC規格に合致した高調波とフリッカ測定
- 電力値と波形データの連続測定による異常確認
- その他の計測器による充電器の開発支援

WT5000による提案

電力基本確度 $\pm 0.03\%$ の高精度電力測定

WT5000は世界最高クラスの測定確度となるトータル $\pm 0.03\%$ (50/60Hz)を実現しています。EV用充電器の変換効率をより高精度に測定できます。

電力入力エレメントはモジュラー構造を採用し、最大7入力できます。YOKOGAWAが長年蓄積してきた設計技術により、極めて高精度な測定回路をコンパクトな入力エレメント内部に収めました。また、3種類のエレメント (定格入力30A、定格入力5A、電流センサー入力専用) から用途に合わせて選択でき、お客様自ら入れ替えや増設が可能です。



図1 プレシジョンパワーアナライザWT5000

1500Vdc、2000Armsまでの高電圧・大電流測定

EV用普通充電器では100V~240VACの入力のため出力電力は2kW程度からとなっていますが、短時間充電の要求の高まりから年々大きくなっており、11kWあるいは22kWの要求もあります。そのためにバッテリーとともに高電圧化が進んでいる状況です。

WT5000は最大電圧入力1500Vdcで、AC/DC電流センサーを利用することにより最大2000Arms (3000Apeak)までの電流測定を1台で測定できます。また、最大7電力モジュールを搭載することで、单相×7システム、あるいは、单相・三相電力の複数システムを同時に測定し、直流電圧、交流電圧、力率、THD、入出力間効率などを高精度に測定できます。



図2 WT5000とAC/DC電流センサーCT1000A



図3 AC/DC電流センサーCT1000A (左)とCT2000A (右)



図4 AC/DCスプリットコア電流センサーCT1000S

力率および他の電力項目の高精度測定

EV用のOn Board Chargerは家庭用のコンセントなどからの50Hz/60Hzの交流電力を、EV内部で直流に変換してバッテリーに電力を供給します。交流電力は電圧と電流、および位相差により電力値が変わるため、電力供給量を増加させるためには位相差を極力なくし、また高調波を抑制することで力率を1に近づけることが重要です。

WT5000は、PFC回路を介した電力値を測定し力率を演算します。力率以外の項目となる電圧・電流・有効電力・皮相電力・無効電力も同時に測定、表示できるので、各項目の変化を同時に確認できます。



図5 電圧、電流、力率、THDなどの表示例

AC/DC変換、DC/DC変換の高精度効率測定

EV用の普通充電器は内部にいくつかの変換回路が搭載されています。そして通常のAC商用電源に接続するため高調波の抑制が重要となり、PFC回路が搭載されています。また、DC電圧レベルをコントロールするDC/DCコンバータなどが内蔵されています。

これらの回路に関しては、電力損失を極力減らすための設計が極めて重要です。そのため多チャンネル入力を特長とするWT5000を用いることで、各回路ごとの効率を高精度に測定できます。

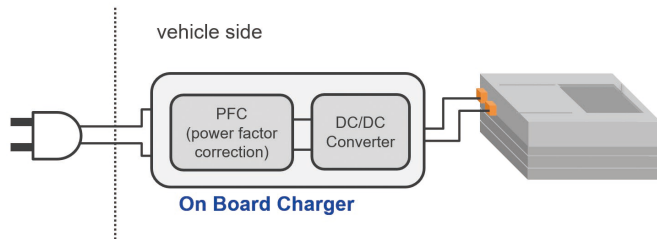


図6 On Board Chargerの概要

積算電力量、積算電流量の測定

WT5000は、長時間の消費電力量(Wh)や消費電流量(Ah)を測定する積算機能を搭載しています。積算機能は、有効電力の積算(電力量)、電流の積算(電流量)、皮相電力の積算(皮相電力量)、および無効電力の積算(無効電力量)があります。また積算機能には2種類のモードが搭載されており、バッテリーなどの充放電を測定するモード、交流電力の売電、買電を測定するためのモードがあります。

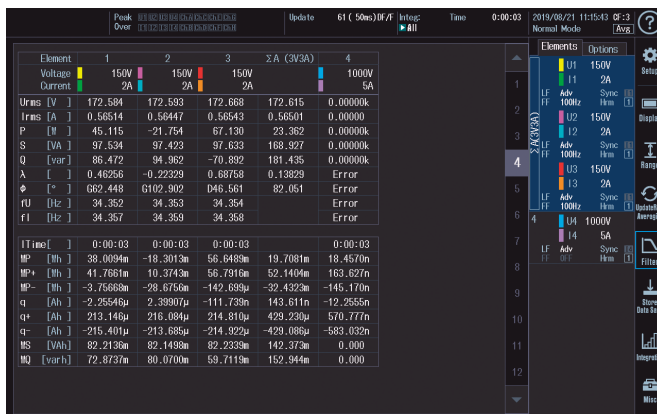


図7 積算電力、積算電流の測定画面例

【積算機能の解説】

充放電モード (Charge/Discharge)

直流(サンプルデータごと)の極性別電力量を測定

売買電モード (Sold/Bought)

交流(データ更新周期ごと)の極性別電力量を測定

積算機能に関する測定項目

ITime	積算時間
WP	正負両方向の電力量の和
WP+	正方向のPの和(消費した電力量)
WP-	負方向のPの和(電源側に戻した電力量)
q	正負両方向の電流量の和
q+	正方向のIの和(電流量)
q-	負方向のIの和(電流量)
WS	皮相電力量
WQ	無効電力量

IEC規格に合致した高調波/フリッカ測定

WT5000は、PCアプリケーションソフトウェアとなる統合計測ソフトウェアプラットフォームIS8010と一緒に利用することでIEC61000-3-2に沿った高調波試験、あるいはIEC61000-3-3に沿った電圧変動・フリッカ試験を行うことができます。さらにAC/DC電流センサーCT200の特別モデルを活用することで、IEC61000-3-11およびIEC61000-3-12の相あたり16Aを超える高調波および電圧変動・フリッカ試験にも対応可能です。EV用普通充電器は家庭用のコンセントなどを利用するため、上記の規格を満たしている必要があります。



図8 IEC規格に合致した高調波・フリッカ試験システム

*1 株式会社エヌエフ回路設計ブロック製

*2 株式会社エヌエフ回路設計ブロック製品電源を使用する場合は、GP-IBのみ可能。

*3 GP-IB、イーサネット、USBが可能(WT5000はすべて標準装備)。

電力値と波形データの連続測定による異常確認

電圧・電流・電力などのデータを長時間連続で測定する必要がある場合、IS8000を利用することで、リアルタイムに電力パラメータのトレンドを確認し保存できます。さらに、WT5000の/DS（データストリーミング）オプションを用いると、数値データだけでなく、波形データも同時に観測し保存できます。たとえば、電力値で異常があった箇所を拡大することで、その時点の波形データをWT5000 1台で確認できます。



図9 IS8000による電圧・電流・電力トレンド表示

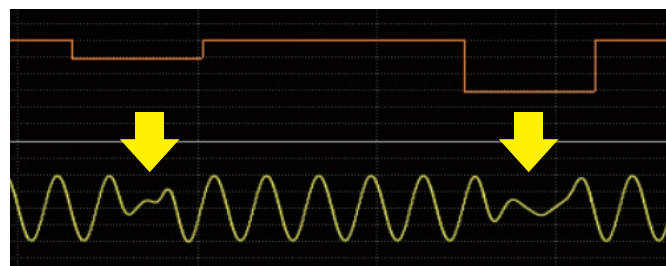


図10 電力値の低下部分の拡大による異常波形確認

その他計測器による充電器の開発支援

DL950 長時間データ記録と信号異常時の高速測定

多チャンネル絶縁型波形観測器となるスコープコーダDL950のデュアルキャプチャ機能は、異なるサンプルレートで波形を捉えられます。長時間のトレンドを把握するために低速サンプリングでデータ収集を行いながら、突発的な過渡現象を高速サンプリングで波形捕捉できます。

さらにIS8000を利用することで、得られた波形データとWT5000の電力の数値データをIEEE1588で同期させて表示でき、電力変動時の波形観測がより詳細に行えます。

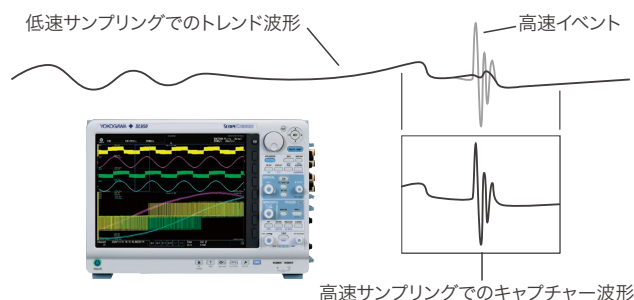


図11 DL950デュアルキャプチャ機能による測定例

DLM3000/DLM5000 PFC回路の波形観測

PFC回路や双方向インバータ回路の設計や動作確認には、波形観測用として12ビット分解能にバージョンアップされ、操作性に優れたミックスドシグナルオシロスコープDLM3000HDや8チャンネル入力のDLM5000HDが活躍します。



YOKOGAWA



横河計測株式会社

本 社 〒192-8566 東京都八王子市明神町4-9-8
TEL:042-690-8811 FAX:042-690-8826
ホームページ <https://www.yokogawa.com/jp-yumi/>

製品の取り扱い、仕様、機種選定、応用上の問題などについては、カスタマサポートセンター ☎0120-137-046 までお問い合わせください。
E-mail : tmi-cs@csv.yokogawa.co.jp
受付時間：祝祭日を除く、月～金曜日/9:00～12:00、13:00～17:00

お問い合わせは

YMI-N-MI-M-J01