

三菱汎用シーケンサMELSEC-Qシリーズ “電力計測ユニット QE81WH”

下江政義*

Energy Measuring Module "QE81WH" for MELSEC-Q Series

Masayoshi Shimoe

要旨

生産現場におけるエネルギー情報を活用することで“生産性の向上”と“コスト削減”を実現する“e&eco-F@ctory”構想に基づき、業界初^(注1)となる汎用シーケンサ搭載タイプの電力エネルギー計測器としてMELSEC-Qシリーズ“電力計測ユニット QE81WH”を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) 省スペース、省配線、簡単計測を実現

MELSEC-Qシリーズのベースユニットに直接取り付けられるため、①制御盤のサイズを変えずに設置可能、②計測データを伝送するための通信線が不要となり、省配線化が可能、③通信プログラムが不要であり、計測データの取

(注1) 2010年8月20日現在、当社調べ

集を行うシステム構築がスムーズに実現可能である。

(2) よりきめ細かな原単位管理をサポート

計測データを直接バッファメモリに書き込むので、短い周期でのデータ収集による原単位管理が行え、きめ細かな管理による省エネルギー活動の推進が可能である。

(3) データの見える化も簡単に

製造現場でのエネルギー情報をより簡単に把握できるGOT(Graphic Operation Terminal)での計測データの表示や、MELSEC-Qシリーズの“高速データロガーユニット QD81DL96”との組合せによる、電力エネルギーデータのロギングシステムを構築することも可能である。



三菱汎用シーケンサMELSEC-Qシリーズ“電力計測ユニット QE81WH”

三菱汎用シーケンサMELSEC-Qシリーズのベースユニットに直接取り付けて、設備やラインの電力エネルギーデータを計測する電力計測ユニット QE81WHである。①省スペースで計測機器の追加が実現可能、②通信ユニット、通信ケーブル、通信プログラム作成が不要となり、省配線やエンジニアリング作業負荷の軽減による省コスト化が可能、③CPU (Central Processing Unit) ユニットが持つ“生産情報”と、電力計測ユニットが持つ“エネルギー情報”を簡単に突き合わせることができ、容易に原単位管理が可能、④GOTや高速データロガーユニットとの組合せによる、電力エネルギーデータの表示及びロギングシステムを簡単に構築することが可能である。

1. ま え が き

近年、省エネ法改正による事業者単位のエネルギー管理の導入に伴い、生産現場における省エネルギーへの取り組み強化が求められている。生産設備レベルでは、現状、シーケンサが取り込んでいる生産数などの製造情報に加え、今後、エネルギー使用量についての実績データの活用によって、きめ細かな稼働分析による設備稼働率向上と省エネルギーを目的として、生産状況・実績と連動したエネルギー使用量の把握が要求される。

本稿では、生産設備系のエネルギー使用量を把握する計測器として開発した、業界初となる汎用シーケンサスロットインタイプの電力エネルギー計測器“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット”について述べる。

2. 電力計測ユニット

2.1 “e&eco-F@ctory”の概要

製造業におけるエネルギー消費の中で、約70%を工場の生産設備が占めている(環境省、2006年度CO₂排出量内訳による)。エネルギー管理規制の強化に伴い、エネルギー使用量のきめ細かな計測ニーズと、計測ポイントを受配電盤から生産設備まで拡大する必要性に加え、製品単位の消費エネルギー量、つまり“エネルギー原単位”を工場最適化の新たな指標とすることが重要となってきている。三菱電機は、FA機器分野での生産・品質データの見える化を推進する“e-F@ctory”提案と、受配電分野での使用エネルギー量の見える化によって省エネルギー活動を支援する“エコファクトリー”提案を融合し、生産設備単位でのきめ細かい省エネルギー管理によって“生産性の向上とコストの削減”を同時に実現する“e&eco-F@ctory”を提唱し、製造業でのエネルギー効率化と環境への配慮を提案している(図1)。

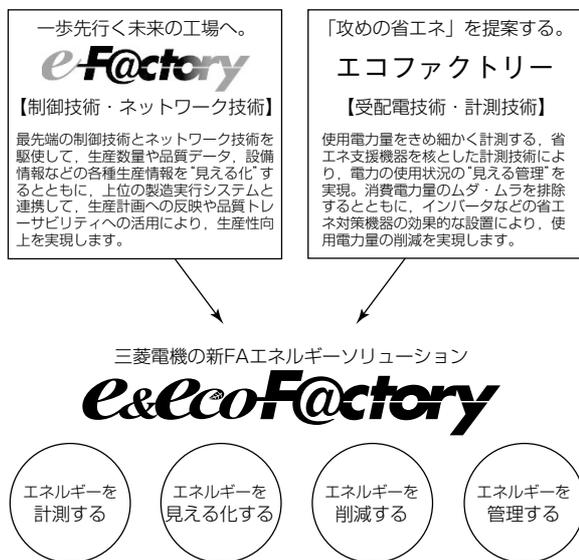


図1.“e&eco-F@ctory”の概要

“e&eco-F@ctory”実現のためには、“計測する”“見える化する”“削減する”“管理する”，といった4つの改善によって、それぞれの生産設備における原単位管理を行っていくことが重要であり、さらに、エネルギーを必要な場所に、必要な量を、必要な時に供給する“エネルギー・ジャストインタイム”の発想が必要となる。今回開発した“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット”は、電力エネルギーを“計測する”ための計測器であり、“e&eco-F@ctory”を具現化するキーコンポーネントとして位置付けられる。

2.2 電力計測ユニットの製品コンセプト

MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニットの製品コンセプトは次のとおりである。

(1) 省スペース、省配線、簡単計測を実現

このユニットはMELSEC-Qシリーズのベースユニットに直接取り付け電気量の計測が行えるため、制御盤のサイズを変えずに設置することが可能である。また、システム導入時の通信ユニット、通信ケーブル、通信プログラムの作成が不要となり、省配線やエンジニアリング作業負荷の軽減による省コスト化が実現できる。

(2) よりきめ細かな原単位管理をサポート

計測データを250msごとに直接バッファメモリに書き込むので、タクトごとにきめ細かな原単位管理を行うことが可能となり、生産ラインや製造装置におけるモータ負荷やヒーター負荷の制御パターンの見直し等にも役立つ。原単位を改善することによって、省エネルギーを実現するだけでなく、生産性の向上にも貢献できる。

(3) データの見える化も簡単に

製造現場でのエネルギー情報をより簡単に把握できるGOTでの表示画面サンプルを三菱電機FA機器情報サービス“MELFANSweb”から無償でダウンロードできるようにし、顧客でのGOT画面の製作を容易にした。この表示画面サンプルでは、原単位グラフ表示のほかに、電力計測ユニットの設定も行える構成としている。また、MELSEC-Qシリーズの“高速データロガーユニット QD81DL96”との組み合わせで電力エネルギーデータをロギングすることによって、パソコン上での計測データの確認、原単位グラフの表示が可能である。

2.3 製品仕様

表1に電力計測ユニットの仕様を示す。専用の分割形電流センサによって、50A、100A、250A、400A、600Aの計測が可能であり、さらに、専用5A電流センサ“EMU2-CT5”と変流器(CT)を組み合わせた2段構成で使用することで、一次側電流値は6,000Aの負荷まで計測が可能な仕様である。また、4,340Hz(50/60Hzとも)のサンプリング周期で連続計測を行っており、溶接器などの短サイクル負荷の場合でも、正確な電力量計測が可能である。

表 1. 電力計測ユニットの仕様

項目	仕様
相線式	単相2線式/単相3線式/三相3線式 共用
計器定格	電圧回路 AC 110V, 220V (AC 440V以上は*/110Vの計器用変圧器(VT)が必要、一次電圧は6,600Vまで計測可能)
	電流回路 AC 50A, 100A, 250A, 400A, 600A (専用分割形電流センサを使用。いずれも電流センサ一次側の電流値を示す) AC5A (専用5A電流センサ“EMU2-CT5”を使用。5A電流センサは変流器(CT)と組合せた2段構成にて使用し一次側電流値は6,000Aまで計測可能)
	周波数 50/60Hz (周波数自動判別)
計測項目と本体許容差 (電流センサの誤差含まず)	電流, デマンド電流: $\pm 1.0\%$ (定格100%に対して) 電圧: $\pm 1.0\%$ (定格100%に対して) 電力, デマンド電力: $\pm 1.0\%$ (定格100%に対して) 周波数: $\pm 1.0\%$ (45~65Hz範囲) 力率: $\pm 3.0\%$ (電気角 90° に対して) 電力量: $\pm 2.0\%$ (定格の5~100%範囲, 力率=1) 無効電力量: $\pm 2.5\%$ (定格の10~100%範囲, 力率=0)
計測回路数	1 回路
入出力占有点数	16点 (I/O割付: インテリ16点)

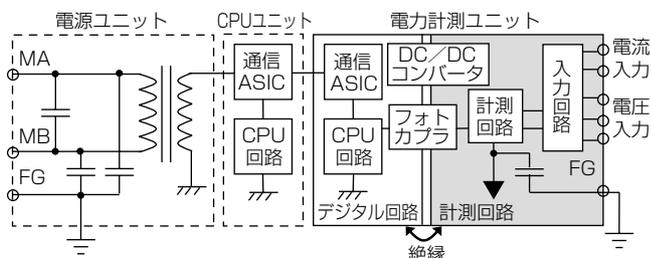


図 2. 電力計測ユニットの回路構成

3. 特長及び製品化のための技術

3.1 外部入力信号のEMC対策

このユニットは、電氣量を計測するために負荷の電圧、電流を入力する必要があるが、ユニットに直接AC220Vを入力することで、ノイズによる誤動作や誤結線、故障等によるほかのユニットへの影響などが懸念される。

開発にあたっては、次の基本方針によって設計を行った。

- ①外部入力端子起因(ノイズ、誤結線等)によるこのユニットの故障がほかのユニットへ波及しないような設計とする。
 - ②外部入力端子からのノイズなどの影響によってこのユニット及びほかのユニットが誤動作しない設計とする。
- ①, ②を実現するために、このユニットでは、AC220Vが入力される計測回路部とCPUユニットとのデータのやり取りを行うデジタル回路部を絶縁する構成とした。図2に電力計測ユニットの回路構成を示す。

このユニットでは、計測回路部とデジタル回路部をDC/DCコンバータ及びフォトカプラで絶縁する回路構成とした。また、このほかにも、電子回路設計及び基板パターン設計時に次のEMC (Electro-Magnetic Compatibility) 対策を行った。

表 2. EMC試験結果

試験項目	規格	印加箇所	試験条件	結果
放射電界強度	EN61326 EN61131-2	ENCLOSURE	30~1,000MHz	Pass
静電気放電 イミュニティ	接触 気中	ENCLOSURE	$\pm 2, 4kV$	Pass
			$\pm 2, 4, 8kV$	Pass
放射電磁界 イミュニティ	ENCLOSURE	ENCLOSURE	80MHz~1GHz 10V/m, 80%AM	Pass
			1.4~2 GHz 3V/m, 80%AM	Pass
			2~27GHz 1V/m, 80%AM	Pass
EFT/バーストイミュニティ	EN61000-4-4	I/O	$\pm 2kV$	Pass
伝導イミュニティ	EN61000-4-6	I/O	0.15~80MHz 10V, 80%AM	Pass
電源周波数電磁界イミュニティ	EN61000-4-8	ENCLOSURE	30A/m	Pass

EFT: Electrical Fast Transient

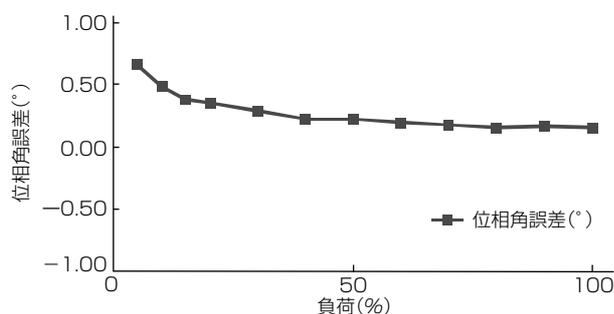


図 3. 一般的な電流センサの負荷一位相特性例

- ①電圧入力部の基板パターンに放電パターンを追加(雷インパルス対策)
- ②電流入力部にノイズ対策用の高周波フィルタを追加(バーストノイズ対策)
- ③基板端及びケース合わせ目の基板パターンにガードパターン(GND(グラウンド)パターン)を追加(静電気ノイズ対策)

EMC試験は、このユニットがCEマーキング(EU域内流通目的のマーキング)対応ということで、EN61326/61131-2に準拠した試験規格にて行った。試験結果を表2に示す。

先に述べた試験のほか、外部入力端子へのシミュレータノイズ試験や雷サージ電圧印加試験を実施し、計測ユニットの故障やほかのユニットへの影響がないことを確認した。

3.2 電流センサ位相特性補正による計測精度確保

このユニットは、電流回路の入力としてAC5A, 50A, 100A, 250A, 400A, 600Aの専用電流センサに対応している。一般に電流センサは、負荷(特に低負荷領域)及び周波数変化による位相誤差が大きくなる傾向にある(図3)。そのため、負荷及び周波数に応じて、電流センサの位相特性の補正を行わないと電力量の誤差が大きくなり計測精度が確保できないという問題がある。

このユニットでは、当社で独自開発した計測ASIC (Application Specific Integrated Circuit)の電流センサ位相特性補正機能を活用し、負荷及び周波数による位相特性

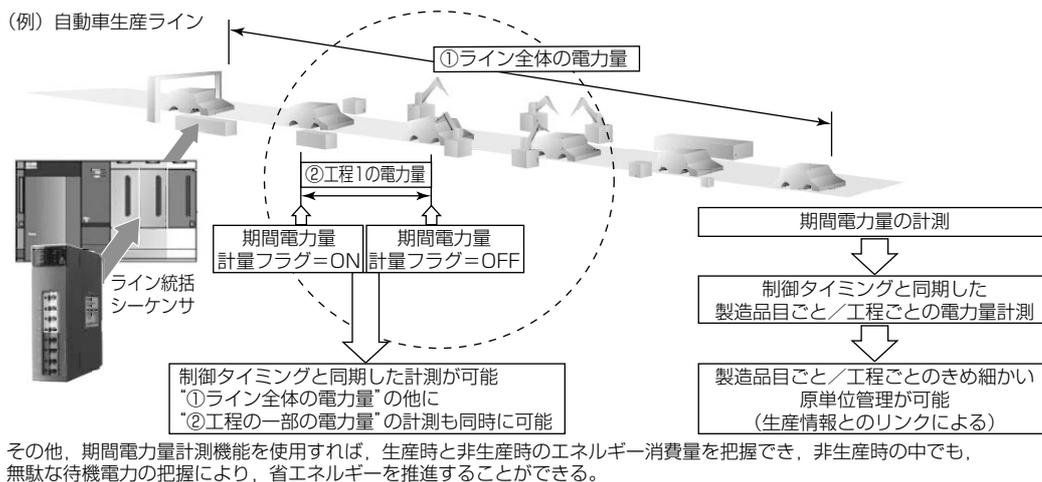


図4. 期間電力量計測機能の使用例

表3. 誤差試験結果

計測要素	誤差規格	結果
電力量(5~100%)	±2.0%	Pass
無効電力量(5~100%)	±2.5%	Pass
電流(0~100%)	±1.0%	Pass
電圧(0~100%)	±1.0%	Pass
力率	±3.0%	Pass

を補正することによって計測精度の確保を行った。また、各電流センサによって位相特性が異なるため、一次電流の設定値に対応する電流センサごとに補正値を持たせる構成とした。

この補正機能によって開発したユニットの誤差試験結果を表3に示す。

誤差試験の結果、定格の5~100%範囲での電力量の計測精度：±2.0%以下を満足していることが確認できた。

3.3 制御タイミングと同期した計測機能の搭載

このユニットはシーケンサに取り付けて電力量計測を行うことから、設備の制御タイミングと同期した電力量の計測を行うための“期間電力量計測機能”を搭載した。この機能は、設備の制御タイミングと同期して、このユニットの期間電力量計測フラグ(出力信号)をON/OFFすることで、フラグがONの間の電力量を計測することができる。これによって、例えばライン全体の電力量に加え、ライン内のある工程での電力量の把握や、稼働時/非稼働時の電力量計測が簡単に行え、きめ細かい計測による省エネルギーの推進が可能となる。図4に期間電力量計測機能の使用例を示す。

期間電力量は独立した2系統での計測が可能であり、先に述べた例以外にも稼働/非稼働時の電力量を別々に計測することも可能である。

3.4 エンジニアリング環境の整備

このユニットで計測した電力量を見える化するためのツールとして、製造現場でのエネルギー情報をより簡単に把握できるGOTでの表示を行うサンプル画面を製作し、三菱電機FA機器情報サービス“MELFANSweb”からダウン

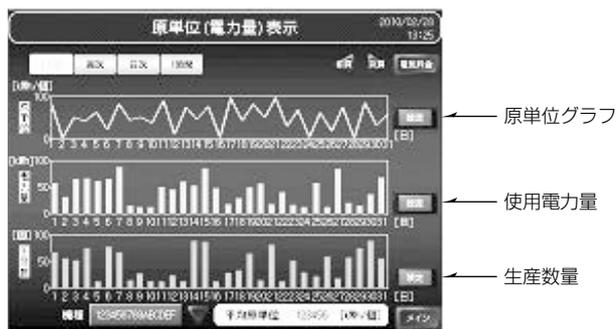


図5. GOTサンプル画面例(原単位グラフ)

ロードできるようにした。このサンプル画面の例を図5に示す。

図5の画面は、シーケンサが持っている生産数量のデータと電力計測ユニットで計測した電力量データをリンクさせて、原単位(生産1個あたりの電力量)グラフを表示する例である。

このほかにも、サンプル画面上から、一次電圧、一次電流、警報設定等、電力計測ユニットの動作に必要な設定が行える画面も用意している。

また、GOT以外に見える化ツールとして、MELSEC-Qシリーズの“高速データロガーユニット QD81DL96”との組合せで電力エネルギーデータをロギングすることによって、パソコン上での計測データの確認、原単位グラフの表示が可能なサンプルファイルもMELFANSwebからダウンロード可能である。

4. む す び

生産設備単位でのきめ細かい原単位エネルギー管理を実現する“MELSEC-Qシリーズ電力計測ユニット”について述べた。

今後は、このユニットの機能及び製品ラインアップの充実化によって、“生産性の向上とコストの削減”を同時に実現する“e&eco-F@ctory”の一層の浸透を図る所存である。