

三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”の電力計測ユニット

野邊勇樹*

Energy Measuring Module of Mitsubishi Programmable Controller "MELSEC iQ-R Series"

Yuki Nobe

要旨

近年、工場の生産ラインでは、従来の省エネルギー用途に加え、設備の異常監視や品質管理用途など、生産性向上を目的としたエネルギー計測ニーズが高まっている。

これらのニーズに対応するため、三菱電機は高速に各種エネルギー計測を行う電力計測ユニット“RE81WH”を開発して、三菱シーケンサ“MELSEC iQ-Rシリーズ”のラインアップに加えた。主な特長は次のとおりである。

(1) 実効値の計測周期を10msに高速化

計測値演算ソフトウェアの改良によって、実効値の計測周期を10msに高速化した。これによって、従来は計測できなかった設備の細かい変化を把握でき、設備状態監視による保全活動に貢献する。

(2) 瞬時値(254μs周期)の計測機能を搭載

瞬時値を計測することで、実効値では捉えきれない高速な計測値の変動を監視可能にした。これによって、設備の異常検出に貢献する。

(3) シーケンサスロットイン構造を採用

電力計測ユニットをシーケンサに直接スロットインすることで、①省スペース(電力計測ユニットの専用設置スペース不要)、②省配線(通信線の敷設不要)、③簡単計測(データ収集用のラダープログラム不要)を実現した。



シーケンサスロットイン構造



電力計測ユニット RE81WH

“MELSEC iQ-Rシリーズ”の電力計測ユニット

電力計測ユニットは、生産ライン、生産設備などの各種エネルギー(電気量、電流、電圧など)を計測するエネルギー計測ユニットである。高速な実効値の計測(10ms周期)に加え、瞬時値の計測(254μs同期)を実現し、エネルギー管理用途だけでなく、設備の異常監視にも貢献する。また、シーケンサスロットイン構造にすることで、省スペース、省配線、簡単計測を実現した。

1. ま え が き

省エネ法改正による事業者単位へのエネルギー管理の導入に伴い、生産現場での省エネルギーへの取組み強化が求められている。これによって、計測ポイントの細分化、エネルギーデータと生産データの一元管理による原単位管理の高まりなど、計測機器に求められるニーズが変化している。

さらに、生産現場では設備の保全コストやダウンタイム削減のため、計測データを活用した設備の状態を監視するニーズが高まっている。

当社は、これらのニーズに対応するため、電力計測ユニットを開発して、三菱シーケンサMELSEC iQ-Rシリーズのラインアップに加えた。

本稿では、電力計測ユニットの特長及び適用した技術について述べる。

2. 電力計測ユニット

2.1 製品仕様

MELSEC iQ-Rシリーズの電力計測ユニット“RE81WH”を開発した。RE81WHの主な製品仕様を表1に示す。

シーケンサに直接スロットインすることで、通信線の敷設や通信用ラダープログラムの作成などの作業工数を削減するとともに、MELSEC iQ-Rシリーズのシステムバスを用いた交信によって高速なデータ収集を可能にした。

さらに、RE81WHでは従来のMELSEC Qシリーズ

相当品“QE81WH”に比べて、実効値の計測周期を1/25(250ms→10ms)に高速化した。これによって、電流・電圧値などの分析による設備の状態監視を、より詳細に行うことができる。

また、従来のMELSEC Qシリーズにはない機能として、瞬時値(254μs周期)の計測機能及び、高調波の計測機能を搭載した。この機能では、実効値では検出できない高速で微細な変動を検出可能になり、更なる設備の状態監視に貢献する。

2.2 製品コンセプト

2.2.1 実効値計測周期の高速化による設備状態監視の実現

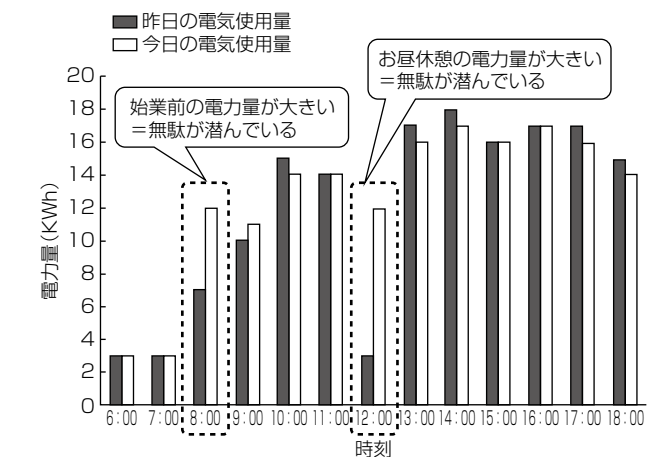
一般的にエネルギー管理用途で計測値を使用する場合は、“1時間ごとの電力量のトレンドを確認する”など、計測周期に高速性が要求されることは少ない。そのため、数百ms程度の計測周期で計測された値を、通信で1分ごとに収集するなどの手法がとられている。しかしながら、保全用途への適用を考えた場合、数百msの計測周期では、設備の異常を取りこぼす可能性がある。そこで、この機器では、実効値の計測周期を高速化(10ms)し、より詳細に設備の状態監視を行うことを可能にした(図1)。

2.2.2 瞬時値・高調波を用いた更なる保全活動への貢献

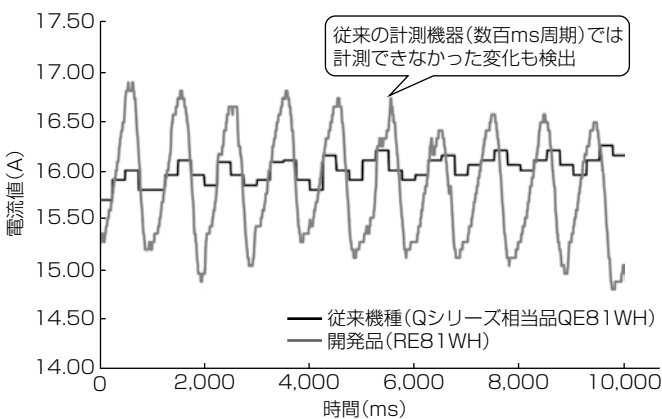
実効値では検出できない、更に高速な変化による設備の異常を検出するために、瞬時値の計測機能を搭載した。瞬時値を計測することで、実際に使用している電圧・電流の生波形を確認でき、更に詳細に設備の状態監視を行うことを可能にした(図2)。

表1. RE81WHの仕様

項目		仕様	
計測仕様	相線式	単相2線式, 単相3線式, 三相3線式	
	計器定格	電圧回路	単相2線式 ダイレクト入力: AC 110, 220(V)
			三相3線式 計器用変成器(VT)との組合せ: 1~6,600(V)
			単相3線式 AC110V(1-2線間, 2-3線間), 220V(1-3線間)
		電流回路	ダイレクトセンサ入力: AC 5, 50, 100, 250, 400, 600(A), 変流器(CT)との組合せ: AC 1~6,000(A)
	周波数	50/60Hz(自動判別)	
	計測回路数	1回路	
	計測項目許容差	実効値	電流, 電圧, 電力, 無効電力, 皮相電力: ±1.0%(定格100%に対して) 周波数: ±1.0%(45~65Hz範囲) 高調波電流, 高調波電圧: ±2.5%(定格100%に対して) 力率: 3.0%(電気角90°に対して) 電力量: ±2.0%(定格の5~100%, 力率=1) 無効電力量: ±2.5%(定格の5~100%, 力率=0)
			瞬時値
	データ更新周期	10~10,000ms(10ms単位で設定可能)	
応答時間	100ms以下		
停電補償	不揮発性メモリにバックアップ(記憶項目: 設定値, 最大/最小値, 電力量, 無効電力量)		
入出力占有点数	32点		
外形寸法	27.8(W)×106.0(H)×107.1(D)(mm)(突起部を除く)		
機能	計測	計測・計量を行い, 逐次バッファメモリに格納する	
	期間電力量	入力信号がONの期間だけの電力量を計量し, 逐次バッファメモリに格納する(設備稼働時だけの電力量を把握する場合などに活用可能)	
	最大/最小値ホールド	電流, 電圧, 電力, 力率の最大/最小値を発生時刻とともに記憶する	
	上下限警報	計測値の上下限監視を行い, 出力信号に監視結果を出力する	
	テスト	電流・電圧を印加していない状態で, 計測値のバッファメモリに固定値を出力する(ラダープログラムのデバッグなどに活用可能)	
	積算値セット	積算値(電力量, 無効電力量)を任意の値にプリセットする	



(a) エネルギー管理用途の分析グラフ例



(b) 保安全用途の分析グラフ例

図1. 用途別のグラフ例

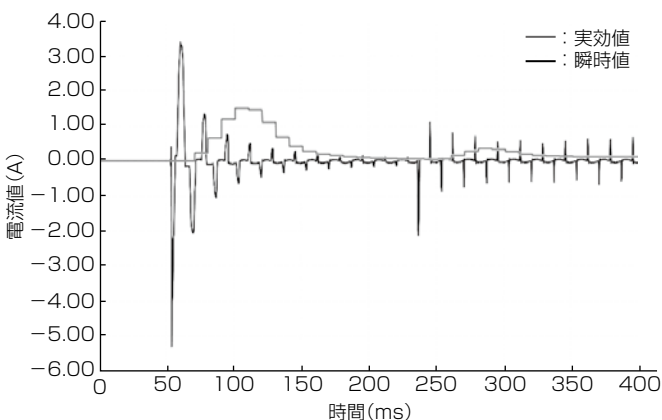


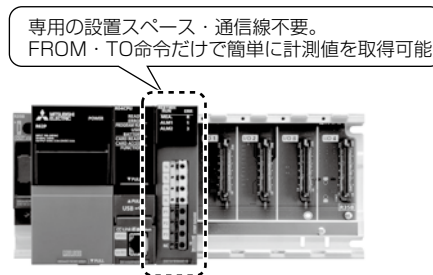
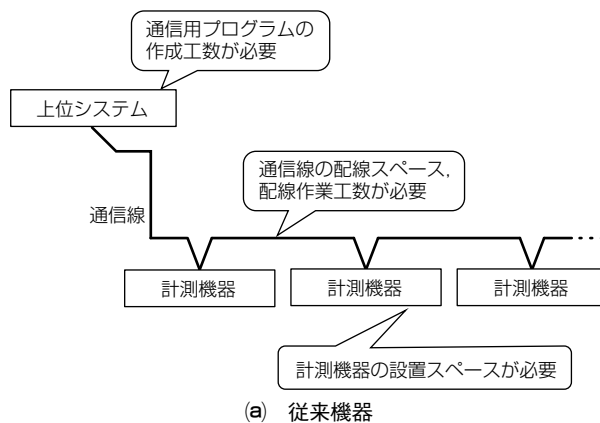
図2. 瞬時値の波形例

また、高調波計測機能によって、電源周波数(50/60Hz)を周波数分解能としたFFT(Fast Fourier Transform)解析結果が簡単に取得可能である。

2.2.3 省スペース・省配線・簡単計測の実現

エネルギー管理システムの多くは、スタンドアロンの計測機器を設置し、通信によって上位システム(シーケンサなど)にデータを収集する構成である。

そのため、シーケンサを持つ設備の計測を行う場合でも、①計測機器の設置スペース確保、②通信線の敷設、③通信用プログラム作成などが必要であり、スペースやコストが



(b) RE81WH

図3. シーケンサスロットイン構造の利点

高くなるという課題があった。

そこで、RE81WHは、シーケンサに直接スロットインする構造にすることで、これらの課題を次のように解決した(図3)。

- (1) シーケンサのベースの空きスロットを活用することで省スペース化ができる。
- (2) シーケンサと直接接続することで、通信レスでのデータ収集ができる。
- (3) シーケンサのFROM・TO命令だけで簡単にデータをシーケンサで管理できる。

3. 特長及び製品化のための技術

3.1 実効値の計測周期高速化

計測機器では計測値を演算するために、電流と電圧を計測機器に入力し、入力された電流と電圧をA/D変換したデジタル値を使って、電圧、電流、電力などを演算している。

当社の計測機器(MELSEC Qシリーズ相当品“QE81WH”など)は、専用の演算ソフトウェアを用いて計測値を演算している。RE81WHでは、この演算ソフトウェアで用いられているデジタルフィルタを改良し、応答特性を向上させることで計測周期の高速化を実現した。

3.2 瞬時値計測機能の実装

瞬時値は実効値に比べデータが多くなり、データの取扱いが難しいという問題がある。そこで、RE81WHでは、2通りのデータ取得方法を提供する。ユーザーは、スキューンタイムの長短とデータ解析の容易性から、最適な取得方法を選択できる。

タイムスタンプ	瞬時値
0μs	1
254μs	2
508μs	3
762μs	4
1016μs	5
1270μs	6
1524μs	7
1778μs	8
2032μs	9
2286μs	10
⋮	⋮

→ : データの順番

(a) 1データごとに取得する方法

タイムスタンプ	瞬時値									
	0μs	254μs	508μs	762μs	1016μs	...	49530μs			
0ms	1	2	3	4	5	...	196			
50ms	197	198	199	200	201	...	392			
100ms	393	394	395	396	397	...	588			
150ms	589	590	591	592	593	...	784			
200ms	785	786	787	788	789	...	980			
250ms	981	982	983	984	985	...	1176			
300ms	1177	1178	1179	1180	1181	...	1372			
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮			

(b) 一定期間のデータをまとめて取得する方法

図4. CSVファイル出力例

3.2.1 1データごとに取得する方法

RE81WHは、一つのバッファメモリに254μs周期で瞬時値を格納している。瞬時値の計測周期(254μs)より早くデータを取得する必要があるため、短いスキャンタイムでの運用が要求され、生産設備の制御等の他処理との混在が難しくなる。しかしながら、CSV(Comma Separated Value)化した際にデータ一つずつにタイムスタンプを付与でき、パソコン等でのデータ解析が容易になるメリットがある(図4(a))。

3.2.2 一定期間のデータをまとめて取得する方法

最大50ms分のデータをユニット内部で蓄積し、蓄積が完了した時点で複数のバッファメモリに一括で格納する。データ取得周期が50msに1度になるため、付与されるタイムスタンプが50ms(196個のデータ)に一つになる。そのため、個別のタイムスタンプを付与する必要があり、解析作業が煩雑になる。しかしながら、長いスキャンタイムでの運用が可能になり、生産設備の制御等の他処理との混在が容易となるメリットがある(図4(b))。

3.3 高調波による瞬時値の簡易解析

RE81WHでは、波形(瞬時値)による設備の状態監視を行う方法として、高調波計測機能を搭載している。この機能では、電源周波数(50/60Hz)を周波数分解能としたFFT(Fast Fourier Transform)解析を行った結果を、計測値として取得可能である。

これを活用することで、波形に含まれる周波数成分の変化を監視でき、波形の異常検出が可能になる。

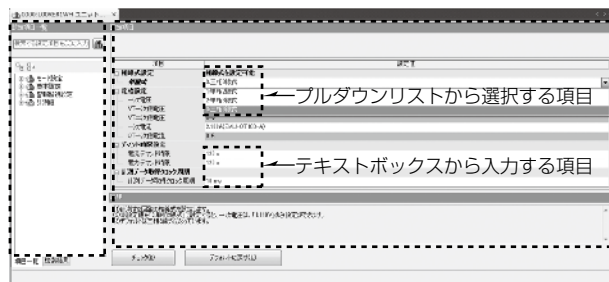


図5. パラメータ設定画面

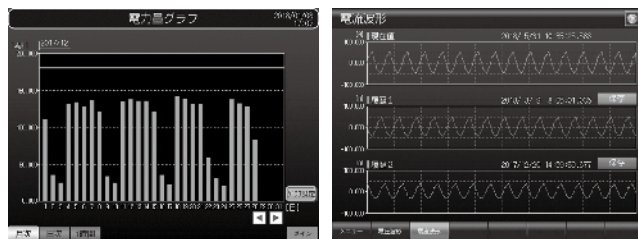


図6. 表示器(GOT)のサンプル画面

3.4 海外規格対応

海外顧客及び海外向け機械装置組み込み用途での海外規格要求に対応するため、CE(Conformite Europeenne)マーキング、UL(Underwriters Laboratories)マークの海外規格を取得した。

3.5 エンジニアリング環境整備

3.5.1 “GX Works3”による簡単設定

相線式、一次電圧、一次電流などの計測に必要なパラメータの初期設定を、当社のエンジニアリングソフトウェアGX Works3のインテリジェントユニットのパラメータ設定機能で行えるようにした(図5)。これによって、プルダウン等の簡単な操作で初期設定ができ、エンジニアリング工数の削減に貢献する。

3.5.2 表示器によるデータの見える化

製造現場でのエネルギーの見える化や、保全用途でのデータ確認を容易に実現するために、当社のFA用表示器“GOT2000シリーズGT27□□-VT□□”のサンプル画面を当社FAサイトからダウンロードできるようにした(図6)。

4. む す び

エネルギー管理だけでなく、顧客の保全活動にも貢献するMELSEC iQ-Rシリーズの電力計測ユニットについて述べた。

今後は、この製品の更なる機能向上及び、当社のエネルギー計測ユニット“EcoMonitorシリーズ”などのスタンドアロン計測機器も交えたトータル提案によって、顧客のエネルギー管理・保全活動に貢献できるよう製品開発に取り組んでいく。