

エネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”

成井徹志*

Energy Measuring Unit "EcoMonitorPlus"

Tetsushi Narui

要旨

近年、省エネ法改正による事業所単位のエネルギー管理規制の導入に伴って、エネルギーの計測管理ポイントが細分化しつつある。この状況に対応するため、三菱電機は単回路・表示付きのエネルギー計測ユニット“EcoMonitorLight”の開発に続き、ユニットの増設による拡張が可能な“EcoMonitorPlus”を開発した。主な特長は次のとおりである。

(1) 最適なユニット構成での増設

ビルディングブロック方式の採用によって、顧客に合わせた最適なユニット構成での計測回路やオプションユニット(B/NET伝送, CC-Link通信, ロギング)の増設が可能である。

(2) 多彩なシステム構成への対応

オプションユニット等との組合せで、次の機能を実現した。

①ロギングユニットの活用による、計測データのSDメモ리카ードへの収集

②標準搭載のMODBUS^(注1) RTU(Remote Terminal Unit)通信(RS-485)と無償データ収集ソフトウェア“EMU4-SW1”による計測データの見せる化

③省エネデータ収集サーバ“EcoServerⅢ”の活用による計測データの中央監視

(3) 設備の予防保全

絶縁監視品をラインアップしたことで、エネルギー管理に加えて、生産設備の異常(過負荷・漏電)の早期発見・故障の未然防止に貢献可能となった。

(注1) MODBUSは、AEG Schneider Automation Inc.の登録商標である。



三菱エネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”

生産ライン、生産設備などの各種エネルギー(電力量、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。MODBUS RTU通信機能を標準搭載しており、上位システム(シーケンサなど)と接続することで、エネルギーの管理が可能となる。また、計測点の増加の要望等に伴い、段階に応じて計測・ロギング・通信ユニットの増設が可能である。

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、生産現場での省エネルギーへの取組み強化が求められている。また、原子力発電所停止に伴う火力発電の燃料費大幅増加による電気料金高騰の影響もあり、節電対策のためのピーク電力カットによる使用電力の削減や使用電力の見える化による電力消費量監視のニーズが高まっている。これに伴い、計測管理ポイントは分電盤から、生産ライン、生産設備レベルの制御盤へと細分化しつつある。

当社は、この状況に対応するため、単回路・表示付きのエネルギー計測ユニットEcoMonitorLightの開発⁽¹⁾に続き、ユニットの増設による拡張が可能なEcoMonitorPlusを開発した。

2. EcoMonitorPlus

2.1 製品仕様

EcoMonitorPlusの主な製品仕様を表1に示す。

基本ユニットは、簡単に低コストで電力計測を始めたい顧客向けの“電力計測経済品”と高調波計測、警報監視、上下限監視、警報出力やパルス入出力を行いたい顧客向けの“電力計測高機能品”、及び設備の漏洩(ろうえい)電流の計測を行いたい顧客向けの“絶縁監視品”の3機種をライン

アップした。増設ユニットは、同・異電圧の電力計測の要望に応じたユニットの選定を実現するため、“電力計測同電圧系統増設品”と“電力計測異電圧系統増設品”の2機種をラインアップした。オプションユニットは、既に発売済みである先に述べたロギングユニット、通信ユニットに対応した。

2.2 EcoMonitorPlusの製品コンセプト

(1) エネルギー管理と予防保全を1台で実現

絶縁監視品で漏洩電流を計測することで、設備の安定稼働や故障前の予防保全に活用可能である。増設ユニットと組み合わせることで設備の負荷や消費電力量も計測でき、エネルギー管理と予防保全を1台で実現できる。

(2) ユニット増設によるシステム拡張

基本ユニットに増設ユニットを3台まで増設可能なため、計測回路の増加に合わせた拡張が容易である(図1)。

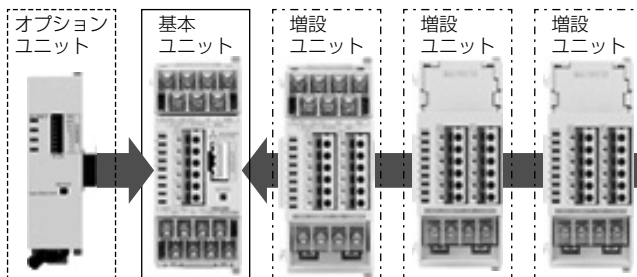


図1. ユニット増設による拡張

表1. EcoMonitorPlusの主な製品仕様

項目		仕様			
型名	EMU4-BM1-MB (電力計測経済品)	EMU4-HM1-MB (電力計測高機能品)	EMU4-A2(電力計測 同電圧系統増設品)	EMU4-VA2(電力計測 異電圧系統増設品)	EMU4-LG1-MB(絶縁監視品)
相線式	単相2線式、単相3線式、三相3線式				
計器 定格	単相2線式 三相3線式	AC110V, 220V 共用			
	単相3線式	AC110V(1-2線間, 2-3線間), AC220V(1-2線間, 2-3線間), AC440V(1-3線間)			
	三相4線式	—			
電流回路	AC5A, AC50A, AC100A, AC250A, AC400A, AC600A (専用分割形電流センサを使用。どれも電流センサ一次側の電流値を示す。AC5A用電流センサは変流器(CT)と組合せた2段構成で使用し、一次側電流値は30,000Aまで設定可能)				AC1A(当社零相変流器(ZCT)を使用。ZCTの一次側電流値を示す。)
周波数	50/60Hz(周波数自動判別)				
補助電源定格	AC100~240V(+10%, -15%), 50/60Hz				
計測回路数	1回路		2回路		1回路
本体許容差	電流、電圧、電力、無効電力、皮相電力、周波数: ±1.0%(定格入力に対して) 力率: ±3.0% 電力量: ±2.0%(定格の5~100%範囲, 力率=1) 無効電力量: ±2.5%(定格の10~100%範囲, 力率=0) 高調波電流、高調波電圧: ±2.5%				低感度モード 漏洩電流I _o , 抵抗分漏洩電流I _{or} : ±2.5%(定格の10~100%に対して) 漏洩電流I _o , 抵抗分漏洩電流I _{or} : ±2.5mA(定格の10%以下に対して) 高感度モード 漏洩電流I _o , 抵抗分漏洩電流I _{or} : ±2.5mA
データ更新周期	100ms(電力量、無効電力量の累積は常時(短サイクル負荷変動にも追従))				2s
外部入力	—	パルス入力/ 接点入力 1点		—	
外部出力	—	パルス出力/ 接点出力 1点		パルス出力/接点出力 2点(各回路1点(合計2点))	
通信方式	RS-485(MODBUS RTU通信)				
停電補償 記憶項目	設定値、電力量(消費・回生)、無効電力量、期間電力量、稼働時間、パルスカウント値、パルス換算値、電力量換算値、最大値、最小値(不揮発性メモリでバックアップ)				設定値、警報発生回数、最大値 (不揮発性メモリでバックアップ)
外形寸法(mm)	37.5(W)×90.0(H)×94.0(D)(突起部を除く)				

オプションであるロギングユニット“EMU4-LM”を基本ユニットに増設することで、基本ユニット、増設ユニットで計測した計測値をSDメモ리카ードへCSV(Comma Separated Values)ファイルとして保存できる。

また、オプションである通信ユニット(B/NET伝送対応品“EMU4-CM-B”, CC-Link通信対応品“EMU4-CM-C”)を基本ユニットに増設することでB/NET伝送・CC-Link通信が可能となり、当社省エネデータ収集サーバEcoServerⅢでエネルギーの見える化を実現し、計測データの簡易分析が可能になる。

(3) MODBUS RTU通信機能の標準搭載

本体内蔵のMODBUS RTU(RS-485)通信によって、シーケンサや表示器(GOT)と接続してエネルギー管理を行うことができる。シーケンサで、エネルギーデータを生産情報等と一元管理することで、生産設備ごとのエネルギー消費量計測や、リアルタイム計測による設備の予防保全、生産情報とリンクした品質管理指標への活用などが可能になる。

3. 特長及び製品化のための技術

3.1 ユニット増設

省エネデータ収集サーバEcoServerⅢ等の上位アプリケーションと通信する際、各回路の計測値を取得するために、計測回路を特定するための情報(回路番号)が必要である。

このため、EcoMonitorPlusでは、次の基本方針で増設ユニットの回路番号を設定する仕組みを開発した。

- (1) 増設ユニットの追加・交換を簡単にするため、ユーザーの設定レスで増設ユニットの挿入位置に応じて各ユニットの回路番号を自動的に設定する。
- (2) 回路番号の設定のためにユニット間のコネクタに通す信号を最低限にする。

(1), (2)を実現するため、基本ユニットから増設ユニットに対して回路番号設定電文を送信する処理を新規に作成した。また、基本ユニット・増設ユニットの各計測CPU(Central Processing Unit)間に回路番号設定用の信号線を接続して、各計測CPUは回路番号設定電文を受信した際に、回路番号設定用の信号線の状態を確認して自身の回路番号を確定させる設計にした。基本ユニットが回路番号設定電文を送信する通信インタフェースには表示ユニットインタフェースを使用することとしたため、各ユニット間に回路番号設定用信号線を1本追加するだけで回路番号の自動設定を可能にした(図2)。

これによって、ユーザーの設定レスで増設ユニットの回路番号を一気に決めることができ、増設ユニットの追加・交換の簡単化を実現した。

3.2 予防保全への適用

- (1) 漏洩電流の計測

絶縁監視品“EMU4-LG1-MB”は、計測分解能を0.01mAとすることで微小な漏洩電流の計測ができ、モータなどの設備単位での漏洩電流の計測を可能にした。また、抵抗分漏洩電流(Ior)の計測が可能で、漏洩電流(Io)では絶縁監視が困難であったコンデンサ成分漏洩電流(Ioc)が多いインバータ回路などでも絶縁劣化による漏洩電流の正確な監視が可能である(図3)。

また、電力計測品と絶縁監視品を組み合わせることで、設備の負荷電流と漏洩電流の監視が1台で可能になり、設備の省スペース化にも貢献可能である

(2) 計測周期の高速化

生産設備の寿命診断や予防保全用途へ適用しやすくするため、電力計測品(経済品“EMU4-BM1-MB”, 高機能品“EMU4-HM1-MB”, 同電圧系統増設品“EMU4-A2”, 異電圧系統増設品“EMU4-VA2”)の計測データの更新周期を高速化する必要があった。従来のEcoMonitorLightでは、当社が独自開発した計測ASICとユニット外部との通信などを管理する管理CPUの2チップ構成としていたが(図4)、計測ASICと管理CPU間の通信がボトルネックとなり、計測データ更新周期の高速化が困難であった。

このため、EcoMonitorPlusでは、管理CPUと計測ASICの機能を1つのCPUに集約(1チップ化)することで、管理

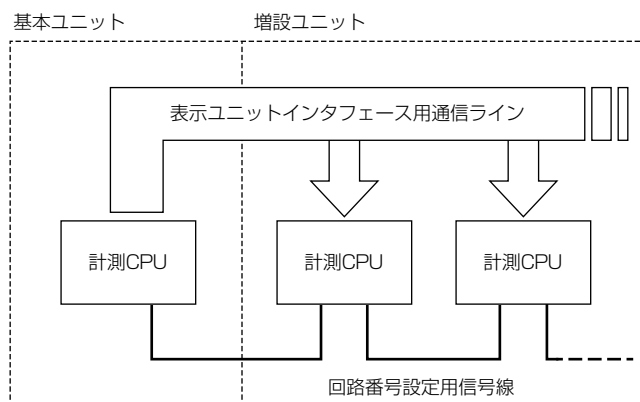
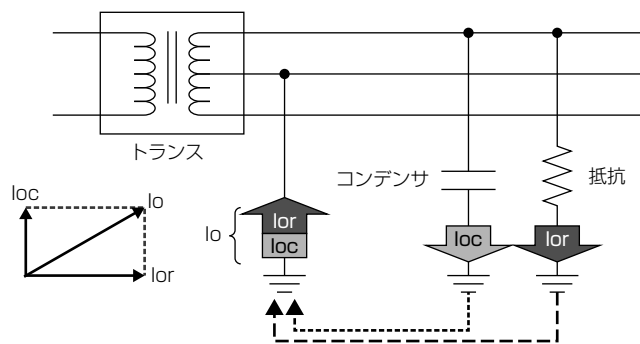


図2. 回路番号の自動設定



Ior : 絶縁劣化によって流れる漏洩電流(抵抗成分の漏洩電流)
 Ioc : 絶縁状態が健全でも流れる漏洩電流(静電容量分の漏洩電流)
 Io : IorとIocを合成した漏洩電流(ベクトル合成)

図3. 漏洩電流の計測方式(Io計測とIor計測)

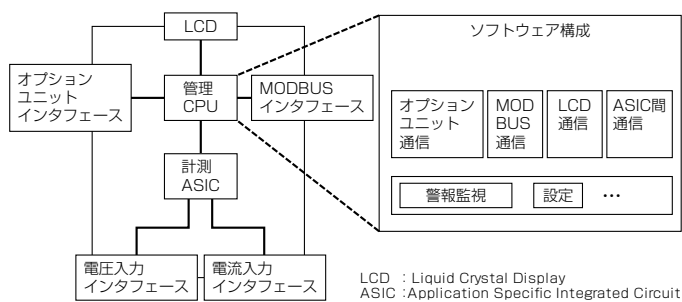


図4. EcoMonitorLightの回路構成とソフトウェア構成

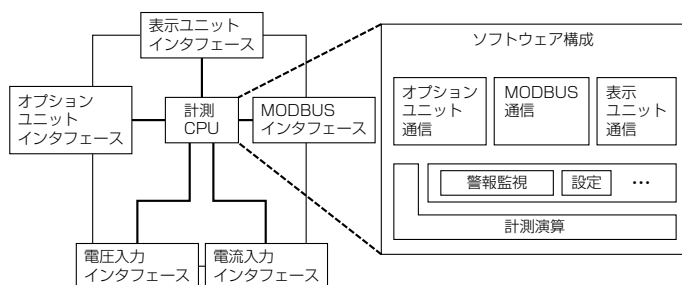


図5. EcoMonitorPlusの回路構成とソフトウェア構成

CPUと計測ASIC間の通信自体をなくし、さらに、ユニット外部との通信タイミングを最適化することで更新周期の高速化を図った(図5)。これによって、EcoMonitorLightと比較して2.5倍(250ms→100ms)の高速化を実現した。

3.3 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マーキング、ULマークの海外規格を取得した。

3.4 エンジニアリング環境整備

(1) 専用ソフトウェアによるデータ収集

簡易かつ低コストで計測値を収集できるようにするため、MODBUS RTU通信対応のデータ収集ソフトウェア“EMU4-SW1”(三菱電機FA(Factory Automation)サイトから無償でダウンロード可能)にEcoMonitorPlusを対応させた。データ収集ソフトウェアを使用することで、計測値の現在値表示、計測データのロギング、ロギングデータをもとにした帳票作成、設定値の設定等が可能である。

(2) ロギングユニットの設定・帳票作成の簡単化

ロギングユニットのロギング要素・ロギング周期の設定や、SDメモリカード内に保存したロギングデータをもとに帳票を作成する“ロギングユニットユーティリティ”(三菱電機FAサイトから無償ダウンロード可能)を新規開発した(図6)。帳票作成は、指定条件のデータを帳票マスターファイルに貼り付ける仕様とした。帳票マスターファイルは顧客が自由に作成できるため、顧客のオリジナルな帳票マスターファイルを使用することで、自由な形式の帳票を作成できる。

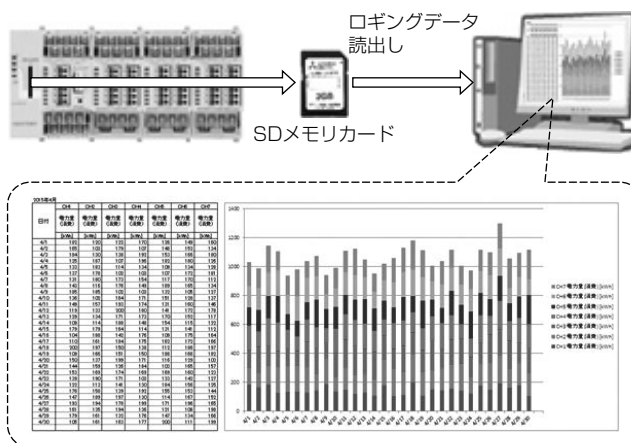


図6. ロギングユニットユーティリティによる帳票作成例

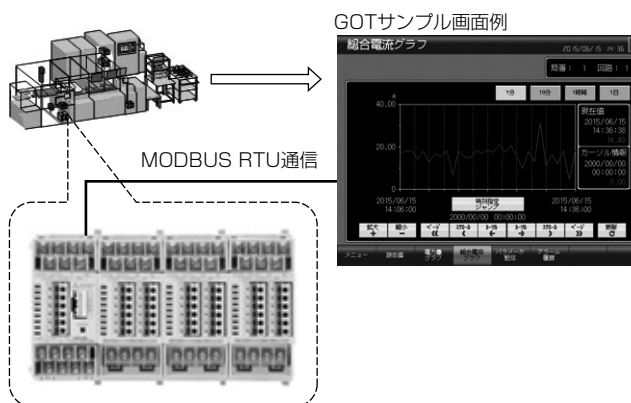


図7. データ収集ソフトウェアによるデータ収集

(3) 表示器(GOT)によるデータの見える化

製造現場で、エネルギーの見える化や、負荷電流や漏洩電流を管理できるようにするため、MODBUS RTU通信機能を使用してGOTにダイレクトに接続できるようにした。また、GOTを使用して簡単に見える化を実現するため、当社“GOT1000シリーズ”(GT14□□-Q)、“GOT2000シリーズ”(GT27□□-V)用のサンプル画面を作成して、三菱電機FAサイトからダウンロードできるようにした。このサンプル画面の例を図7に示す。

4. むすび

ユニットの増設によって拡張が可能なエネルギー計測ユニット“EcoMonitorPlus”について述べた。

今後は、この製品の更なる機能向上及び製品ラインアップの充実化によって、顧客の省エネルギーと予防保全に貢献可能なエネルギー計測ユニットの製品開発に取り組んでいく。

参考文献

- (1) 松岡靖教：エネルギー計測ユニット“EcoMonitor Light”，三菱電機技報，88，No.4，269～272 (2014)