

受配電保護・監視機器「F-MPC シリーズ」の最新機器と技術

鹿野 俊介 (しかの しゅんすけ)

町田 悟志 (まちだ さとし)

谷 敏明 (たに としあき)

特集2

1 まえがき

受配電設備の保守・管理のため、従来から各種保護継電器や指示計器が用いられているが、これら機器の技術的変遷をみると、誘導形（機械式）から静止形（トランジスタ・アナログ回路方式）を経て、現在、技術の主流はデジタル形（デジタル・ソフトウェア演算方式）に完全に移行している。

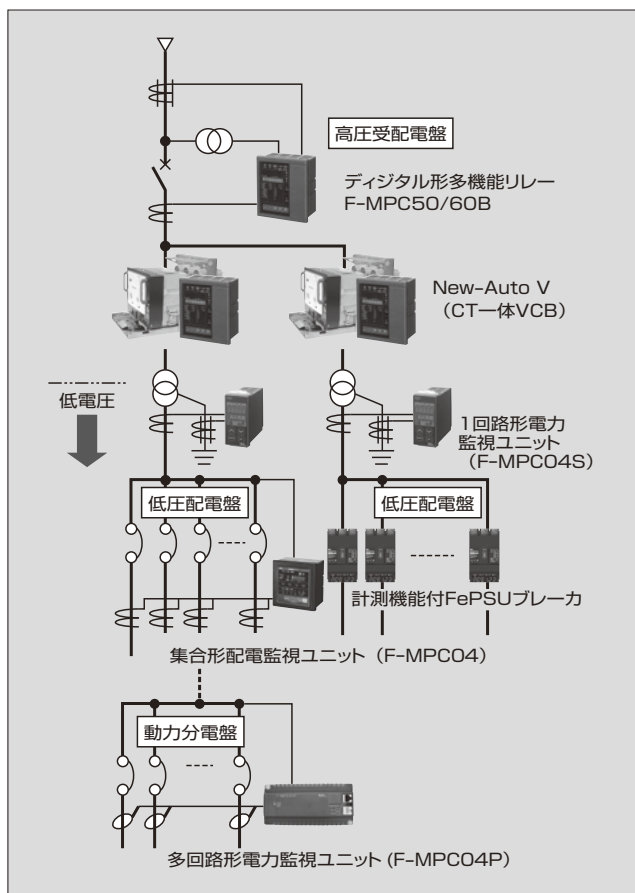
この背景として、OA 機器や情報ネットワークの急激な普及に代表される高度情報化や生産設備の自動化・多機能化しており、万一の電力供給トラブルは以前にも増して深刻なものとなっている。その基盤となる受配電設備機器においては、設備運転状態の見える化を狙いとした多機能化により、いっそうの信頼性向上が求められている。

また、電力エネルギー使用面も併せてみると、最近とみに身近な問題となってきた地球温暖化問題では、エネルギー使用量の削減に向け、よりいっそうのきめ細かい使用量の記録・管理・効果の確認による削減実行が必要となり、受配電設備機器の多機能化およびシステム対応などの要求がますます高まってきている。

このような要求に応えるため、富士電機はデジタル形多機能リレー「F-MPC シリーズ」を開発した。受配電設備機器の多機能複合化や多回路集合ユニット化、高・低圧遮断器との組合せ一体化など、図1に示すように高圧から低圧までの受配電設備機器のシリーズ整備を行ってきた。F-MPC シリーズは時代のニーズに対応する機能と新技術を取り込み、新規設備やリニューアルなどの設備更新時の適用において、好評をいただいている。

一方、このような幅広い要求・用途・適用を踏まえて、必要十分な機能を盛り込んだ商品は、その反面として使い勝手の繁雑さをまねいたり、機能の絞り込みの要求を受けることもある。本稿では、これらを踏まえて、その適用分野・用途に応じた機能の絞り込みを行い、それに基づく最適複合一体化を図った系統連系ユニット、高低圧変圧器盤用ユニット、トランス保護ユニットなど、最近のシリーズ整備機種を紹介する。またシステム化商品として、これら

図1 受配電設備における電力監視機器「F-MPC シリーズ」の構成



現場機器を LAN に容易に接続し、一元化管理を可能とする「F-MPC Web ユニット」を紹介する。

2 デジタル形多機能リレーの機種拡充

2.1 「F-MPC50 系統連系ユニット」

地球温暖化問題が深刻化する中、国民的プロジェクトとしての“チーム・マイナス6%”などにより、省エネルギー推進活動の活発化や電力の自由化が進められている。



鹿野 俊介

アナログ回路、デジタル回路の設計に従事。現在、富士電機機器制御株式会社生産本部器具事業部開発部マネージャー。



町田 悟志

エネルギー監視機器の開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社器具事業部器具生産センターネットワーク機器開発部主任。電気学会会員。



谷 敏明

電力監視機器の開発に従事。現在、富士電機機器制御株式会社生産本部器具事業部器具生産センターネットワーク機器開発部。電子情報通信学会会員。

また「エネルギーの使用の合理化に関する法律」(省エネ法)の改正によりCO₂排出量の削減目標の設定と管理が義務化される範囲が広がった。

これらを背景に、分散型電源を導入するユーザーが増加している。特に、エネルギーを大量に消費する工場や大規模商業施設では、風力発電、太陽光発電、GHP(ガスヒートポンプ)、マイクロガスタービンなどの分散型電源を用いて、省エネルギー化を推進している。

電力自由化の発展によって、常時電力系統からの電力供給と分散型電源の同時利用が可能となったことも、その導入を促進している。

このような分散型電源を電力会社が供給する電力と併存利用する“系統連系”を行う際には、JEA(社団法人日本電気協会)の「系統連系規定」⁽¹⁾に定められた保護機能を具備することが不可欠である。これらの分散電源を用いた高圧受電での系統連系において、逆潮流がないこと(売電はしない)を前提とした系統連系保護システムに必要な保護機能と、分散電源の制御に必要な計測機能とを兼ね備えた系統連系ユニットをF-MPC50シリーズに加えた。

(1) F-MPC50 系統連系ユニットの仕様

「F-MPC50 系統連系ユニット」の仕様を表1に示す。

デジタル形多機能リレーの特徴を生かし、複数の保護リレー要素、各種計測機能、計測電力値のアナログ出力

表1 F-MPC50系統連系ユニットの仕様

項目	仕様
制御電源電圧	DC100V/110V, AC110V/220V 共用
周波数	50/60Hz (両用, 整定選択)
電流 (CT2次), 電圧 (VT2次)	AC5A (相電流), AC110V (線間電圧)
零相電圧	ZPD方式
ZPD方式	ZPD: 組合せ機器指定 ZPD-2 (富士電機製)
許容瞬停時間	制御電源AC170Vからの停電にて2s間は動作継続
保護要素	逆電力 (RPR), 不足電力 (UPR), 地絡過電圧 (OVGR), デマンド電力
計測機能	実効値 (電圧, 電流, 零相電圧), 周波数, 有効電力, 無効電力, 力率, デマンド (電流, 有効電力), 有効電力量, 無効電力量
トランスデューサ	有効電力出力2点, 出力パターンを以下から選択可能 ①4~20mA/0~100% (100%=953W) ②2.4~20mA/-10~+100% (100%=953W) ③4~20mA/0~100% (100%=833W)
パルス出力	有効電力量, オープンコレクタ出力, 出力パターンは以下から選択可能 ①10 ⁴ kWh/pulse (n=-2~+4) ②2,000 pulse/kWh ③10,000 pulse/kWh ④12,000 pulse/kWh
通信機能	規格: EIA RS-485 接続局数: 最大32台 (マスタ含む) アドレス設定: 01~99 伝送速度: 4,800/9,600/19,200 データ形式: スタートビット, ストップビット=1 (固定), データ長 7/8ビット パリティ 無/偶数/奇数 プロトコル: F-MPC-Net
外形・質量	165 (W) × 131 (D) × 192 (H) (mm), 1.4kg

(トランスデューサ)機能, および監視システム構築を可能とする通信機能を備えている。

(2) 適用系統と必要な機能

逆潮流がないことを前提にして、分散型電源を低圧側に接続し、高圧側で系統連系を行う場合の系統構成と、必要な保護機能を図2に示す。

最近の分散型電源では、発電装置側にPCS(パワーコンディショナシステム)を持っており、これにより、発電設備を接続する低圧側で実施可能な保護機能(単独運転検出, 過電圧, 過電流, 不足電圧など)を実現している。

「系統連系規定」⁽¹⁾によれば、逆潮流なしでPCSを利用した場合の高圧側での系統連系には、これに加えて連系点での保護機能として、逆電力リレー, 地絡過電圧リレー, 不足電圧リレーが必要となる。また発電設備では、需用家側の負荷が小さく明らかに発電量超過になるような場合には、発電を行わない処置や、受電点での負荷の電力計測が必要である。

このような分散型電源を提供するメーカーでは、PCSに保護リレーやトランスデューサなどの個別機器を追加し、系統連系分散型電源システムを構築する必要があった。今回開発したF-MPC50系統連系ユニットは、これらの機能を一つのユニットで実現できるため、システムの簡素化, 設置収納ボックスの大幅な小型化が可能となり、システムのトータルコストダウンが実現できる。

2.2 「F-MPC50 高低圧変圧器盤用ユニット」

従来機器による高低圧変圧器盤の構成スケルトンとF-MPCシリーズによる一体化置換えの例を図3に示す。主回路開閉器部品としては、約500kVA以上の大容量変圧器では高圧真空遮断器が用いられ、それ以下の小容量の変圧器ではヒューズ付き負荷開閉器が一般的に用いられる。計測器としては、電流計のみならず、電力使用量の実態把

図2 適用構成例 (PCS 利用逆潮流なし)

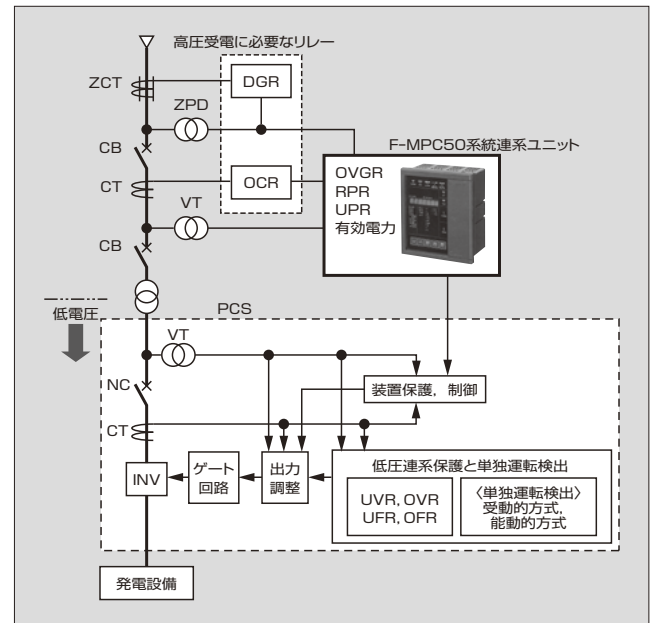


図3 高低圧変圧器盤の従来機器構成例とF-MPCシリーズによる置換え

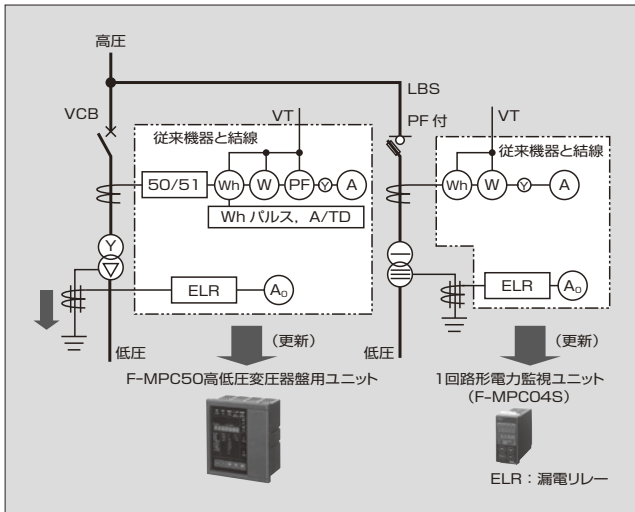


図4 F-MPC60B トランス保護ユニットの概要

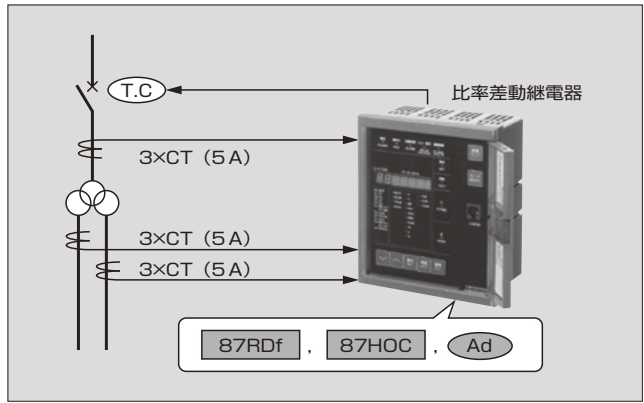


表3 トランス保護ユニットの仕様

項目		仕様	
適用変圧器		2巻線変圧器, 3巻線変圧器	
定格	制御電源	DC100/200V (DC80~286V), AC100V (AC85~132V)	
	周波数	50Hzまたは60Hz	
	CT2次定格電流	5A	
保護	比率差動 (87RDf)	動作電流感度	基準電流整定の30%以上
		比率特性	30, 40, 50% (選択)
	差動回路過電流 (87HOC)	第2高調波抑制	第2高調波15, 25% (選択) 以上で不動作
		動作式	$I_d > \text{電流整定値}$
	電流整定	基準電流整定値の2.0~10.0倍 (Step1.0)	

表2 変圧器盤用F-MPCユニットの仕様

項目		F-MPC50	F-MPC04S
組合せ機器		VCB	LBS
保護	50, 51	○	
	低圧ELR	○ (lob)	○ (lob/lo)
警報	OCアラーム	○	○
	OCGアラーム	○ (lob)	○ (lob/lo)
計測	電圧×3	○	○
	電流, デマンド電流×3	○	○
	漏えい電流, デマンド漏えい電流	○ (lob)	○ (lob/lo)
	電力, 電力量, 無効電力, 力率	○	○
漏えい電流計測, 漏電リレー仕様値		計測範囲 0~2,000mA 漏電リレー, 漏電プレアラーム 0~2,000mA可調整 漏えい電流デマンド履歴最大値記録機能付き	

握や省エネルギー管理の観点から、最近では電力量計も一般的に設置している。また変圧器二次側では、低圧配電線ケーブルの絶縁劣化監視をねらいとして、漏電リレーを変圧器二次側B種接地線の漏えい電流監視に用いている。

高圧真空遮断器と組み合わせてF-MPC50 高低圧変圧器盤用ユニットを用いた場合、過負荷・過電流・低圧側漏電リレーおよびメータ機能が一体化され、機器数や機器間配線の大幅な削減が可能である。また本器の特徴である変圧器二次側低圧接地線の漏えい電流監視は電流レベルのみでなく、上位監視装置での継続的な電流トレンドにより劣化傾向を診断する予防保全監視も可能である。なおLBSを用いた小容量変圧器側でも経済的に同様の監視を実現できるため、現場機器として「F-MPC04S」のソフトウェアをバージョンアップしシリーズ商品として整備した。これら機器の機能概要を表2に示す。

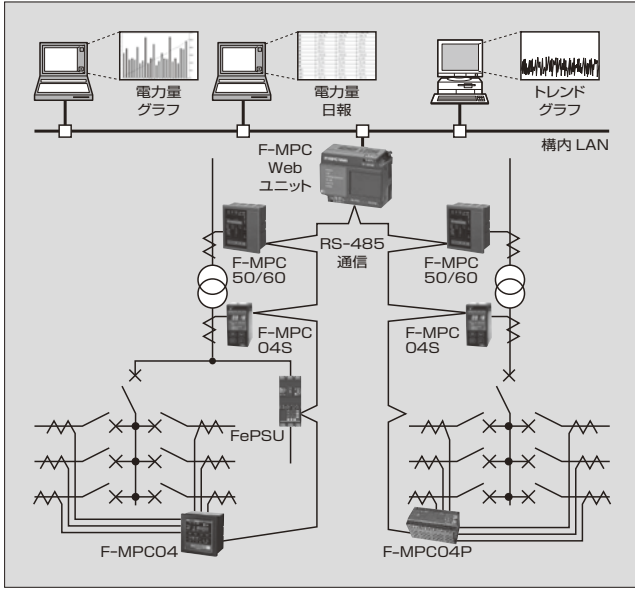
2.3 「F-MPC60B トランス保護ユニット」

「F-MPC60B シリーズ」に、トランス保護用比率差動継電器を機種拡充した。F-MPC60B シリーズは、メインリレーとフェールセーフリレーのCPUを完全二重化したデジタル形多機能リレーである。F-MPC60B トランス保護ユニットは、三相2巻線・3巻線変圧器に保護対応可能であり、適用概要を図4に、仕様を表3に示す。変圧器の励磁突入電流による不要動作防止として第2高調波抑制機能を備えており、高調波抑制を三相全回路電流に適合させることにより不要動作の防止に関して、より一層の信頼性向上を実現している。

③ 「F-MPC Web ユニット」

現場設置機器であるF-MPCシリーズの計測・監視データの一元管理を目的に、現場機器とパソコンをフィールドネットワークで接続し、監視データをパソコンに収集することが行われてきた。従来からF-MPCシリーズは、フィールドネットワークとして耐ノイズ性が高く、配線の引き回しが容易なRS-485インタフェース上で、独自のプロトコルによりデータを収集するパソコン用ソフトウェアパッケージ「F-MPC-Net」で計測・監視データの収集・管理を行っている。

図5 F-MPC Web ユニットのシステム構成



一方、大量データの収集に適したネットワークとしてLAN (Ethernet^(注)) が普及しており、電力監視データをLANでパソコンに取り込むと、容易で安価に大量のデータ監視ができる。そのためF-MPCシリーズが標準装備しているRS-485をLANに変換・接続して、電力監視システムを容易に構築するためのF-MPC Webユニットを開発した。

計測・監視データをパソコンで収集するためには、パソコンの24時間稼働が必要である。また、収集した監視データをLANに接続した各パソコンで閲覧するためには、サーバ機能も必要である。監視点数の多い大規模システムでは、24時間稼働するサーバを設置し、大量データを集中管理するためのシステム運用が普及している。しかし点数の少ない中小規模の電力監視システムでは、新たにサーバを設置することは、費用と信頼性の面で難しいことが多い。

そこで、F-MPC Webユニットの機能拡張を行い、256点までの中小規模システムの監視データを収集し、収集した監視データをLANに接続されたパソコンに送る機能(電力監視 Web ページ機能)を搭載した。図5にシステム構成を示す。

F-MPC Webユニットの主な特徴は次のとおりである。

(1) 電力監視 Web サーバ機能

表4に示す電力監視画面のWebサーバ機能を持ち、パソコンのWebブラウザから電力監視画面を閲覧することができる。

(2) 自動設定機能を持つ設定ユーティリティ

〈注〉 Ethernet：富士ゼロックス株式会社の登録商標

表4 電力監視Webの画面表示内容

監視画面種類	画面概要	自動作成
電力量監視画面	1日、月間、年間電力量のグラフ表示	対 応
トレンド監視画面	2時間、4時間、1日間、5日間の電流・電圧などのアナログ・トレンド・グラフを表示	対 応
力率監視画面	2時間、4時間、1日間、5日間の力率アナログ・トレンド・グラフを表示	対 応
計測値表示画面	各回路の計測値を一覧表で表示	対 応
時刻設定画面	F-MPC Webユニットの内部時計を設定	対 応
デマンド監視画面	2点までの電力量のデマンド監視が可能	—
警報一覧画面	あらかじめ設定した警報しきい値を超過すると警報表示 (メール送信も可能)	—
グループ電力量	あらかじめ分類したグループ、サブグループの電力量の比較グラフを表示	—

RS-485で接続されたF-MPCシリーズを自動的に認識し、個別のシステム構成に見合ったWebページを最小限の操作で自動作成する設定ユーティリティを準備している。この設定ユーティリティを使用して、詳細な設定を行えば、デマンド監視や警報監視ができる。

(3) 日報・月報・年報のデータ蓄積機能

日報・月報・年報を内部メモリーに記録することができる。記録した日報・月報・年報はWebブラウザでの閲覧、CSVファイル形式でのファイル転送ができる。

(4) コンパクトな形状

100(W)×56(D)×70(H)(mm)で標準分電盤への取付けとDINレールへの取付けができ、制御電源はAC100～240Vに対応している。

(5) 大規模システムへの拡張性

F-MPC Webユニットの監視点数は256点以下である。256点を超える場合は、F-MPC Webユニットを複数用い、F-MPC-Netパッケージを導入することで、6,000点まで大規模システムへの対応ができる。

4 あとがき

今回紹介したF-MPCシリーズの新機種は、富士電機の受配電・保護・制御・監視技術を基盤として、顧客のニーズに応えるように最適化を図り、商品化を行ったものである。社会のインフラがデジタル化、ネットワーク化へ進化する中、受配電機器を取り巻く環境も同様に進化しており、ニーズの多様化とともに、より一層の高信頼性が求められる。今後は各種機器の診断機能も視野に入れ、タイムリーに商品化を進めていく所存である。

参考文献

- (1) 日本電気協会．系統連系規定 JEAC9701-2006．



*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。