

山陽新幹線変電所向け 統合 ME 型配電盤

Integrated Microelectronic Switchboards for Substations of Sanyo Shinkansen Line

山崎 修司 青木 敏雄

YAMAZAKI Shuji

AOKI Toshio

山陽新幹線は開業後 25 年が経過し、各変電所において系統の監視制御及び保護を行う現場配電盤の老朽化が顕著となったため、リニューアルを実施することとなった。

新現場配電盤は、高信頼性、省スペース化、省メンテナンス化、及び保全機能の充実を実現するため、最新のマイクロエレクトロニクス(ME)装置を全面的に採用した。更に、リアルタイム基本ソフトウェア(OS)を搭載しマルチ CPU 構成で高速・大容量処理が可能な集約型デジタルリレーにより、装置及び機能の統合を行い、従来の ME 型配電盤に比べ集積度が高く、保守性及び信頼性に優れた統合 ME 型配電盤を開発した。

Twenty-five years have passed since the Sanyo Shinkansen Line was opened to traffic, and the local switchboards controlling and protecting the systems of the substations have aged to the point where a decision was made to replace them. To realize new switchboards with improved reliability, greater compactness, maintenance-free operation, and higher functionality, we adopted the latest microelectronic equipment. Furthermore, using function-intensive digital relays with a real-time operating system installed and a multi-CPU configuration, we combined the functions of the equipment and developed integrated microelectronic switchboards that are more complex, more reliable, and maintenance-free compared with conventional switchboards.

1 まえがき

山陽新幹線は、1972 年に新大阪～岡山間、75 年に岡山～博多間を開業し、現在開業後 25 年を経過し、各変電所において系統の監視制御及び保護を行う現場配電盤の老朽化が進んだことから、最新の ME 型配電盤に更新することとなった。

近年の ME 型配電盤には、最新技術の適用による、更なる高信頼性、省スペース性、省メンテナンス性、保全機能の充実などが求められている。

このようなニーズに応えるため、従来のハードリレー主体のシーケンスと専用の計測装置を組み合わせ構成していた既設配電盤に対し、最新の ME 装置を全面的に導入し、更に保護、制御、計測、保全データ収集などを同一装置に集約しソフトウェア化して、保守・保全への支援機能を充実させた統合 ME 配電盤を開発した。

以下、今回開発した統合 ME 配電盤の概要と特長について述べる。

2 システム構成の基本思想

変電所の電源供給信頼度及び運用の利便性を高めるため、以下に示す基本思想によりシステムを構築した。

2.1 高信頼性の提供

システムの主要装置としてリアルタイム OS を搭載し、マルチ CPU 構成により高速・大容量処理が可能な集約型デジタルリレーを採用し、完全二重化構成とした。

また、保護遮断、再閉路、セクション自動切替などの重要な出力に対し、各々独立したフェイルセーフ要素との論理積(AND)回路を構成し、二重化並列稼働方式により誤動作

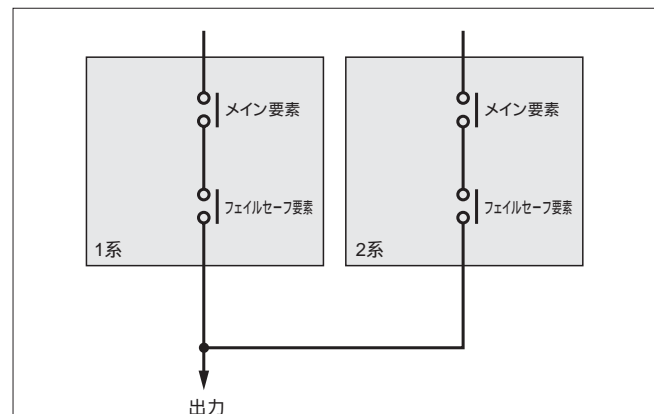


図 1 . 二重化並列稼働方式の概要 - メイン要素とフェイルセーフ要素との論理積(AND)により誤動作を防止し、1系と2系の出力の論理和(OR)により誤不動作を防止する。

Schematic of systems doubly connected in parallel

及び誤不動作の両面に対する信頼性を著しく向上させた(図1)。

2.2 省スペース化の実現

主回路機器の関連開放,操作連動,インターロック,連絡遮断連動,及びセクション自動切替連動など,従来のME型配電盤では専用のプログラマブルロジックコントローラ(以下,PLCと略記)を使用して処理していた機能を,集約型デジタルリレーに統合した。

これにより,システム構成装置の削減,盤面数の削減,及び装置間インタフェースケーブルの削減など,システムの省スペース化とシンプル化を実現した。

2.3 省メンテナンス化の実現

集約型デジタルリレーなどのME装置を適用することにより,ソフトウェアによる常時監視及び自動点検などの自己診断機能を取り入れ,省メンテナンス化を実現した。

2.4 保全機能の充実

機器動作時間・動作回数などの寿命データ計測,アナログ波形記録・R-X解析・切替遮断器動作チャートなどの事故解析支援データの記録,常時計測値の日報・月報・年報などの帳票作成,及び系統事象などのイベントログ収集といった保守・保全支援機能を充実させた。

3 統合ME型配電盤のシステム構成

今回開発した統合ME型配電盤(以下,今回のシステムと略記)の外観を図2に,システムの構成を図3に示す。

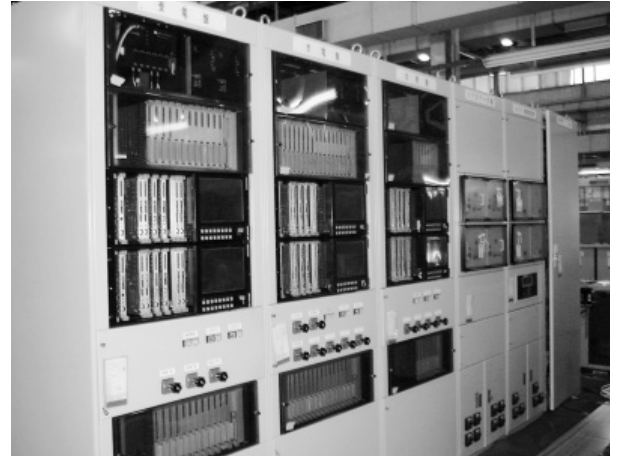
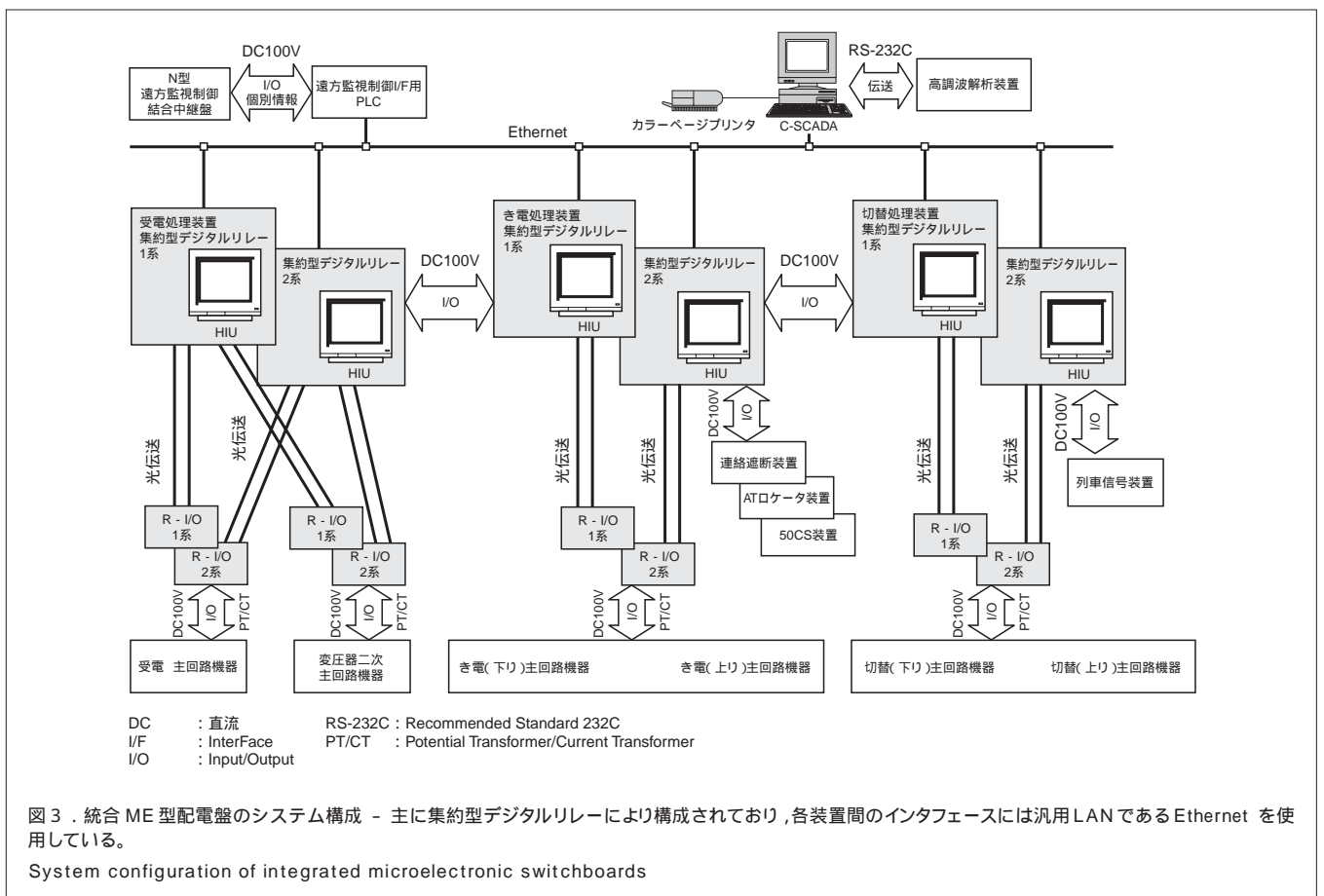


図2. 統合ME型配電盤の外観 - 左手前から,受電盤,き電盤,切替盤,AT(Auto Transformer)ロケータ盤,50CS・高調波解析装置盤,遠方監視制御インタフェース盤である。

Integrated microelectronic switchboards



3.1 分散集約構成による信頼性と保守性の向上

今回のシステムの主要装置である集約型デジタルリレーで保護、制御、監視、計測、保全の各機能の集約・統合処理を行う。

各集約型デジタルリレーは、系統区分ごとに機能集約した分散(受電・き電・切替)構成とし、それぞれの装置を二重化している。これにより、系統運用パターンに沿った保守や点検・改修を可能としている。

3.2 リレー端末装置(R-I/O)の採用による敷設工数の削減

今回のシステムでは、保護リレー演算モジュールと保護ロジックを実装した集約型デジタルリレーを、リレー端末装置として主回路近傍の屋外盤に設置し、配電盤室の主装置と光ケーブルでHDL(High level Data Link Control)伝送により結合している。

この構成にすることにより、屋外主回路機器～配電盤室間のケーブルの削減及び敷設作業の削減を可能としている。

3.3 コンパクト型監視制御装置(C-SCADA)の採用

ミミック系統線、操作スイッチ及び表示器を使用した従来の監視制御盤に対し、今回のシステムでは産業用パソコンを使ったC-SCADAを採用した。これにより、盤面数を削減し、更に保全データの収集、表示及び管理処理を付加することにより、変電所の総合的な監視制御及び保守・保全支援が可能となった。

また、C-SCADAがダウンしても変電所の監視制御が不可能とならないよう、集約型デジタルリレーのHIU(ヒューマンインタフェース用液晶ディスプレイユニット)でも監視制御処理を常時並列稼働させる構成とした。

3.4 汎用LANの採用

配電盤内の各装置のインタフェースには汎用LANであるEthernet^(注1)/10BASE5を使用し、通信プロトコルにはTCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)を採用した。汎用LANにより、各装置間の制御ケーブルの削減、大容量情報の伝送、将来の広域ネットワーク対応を可能としている。

4 システム機能の特長

システム機能の特長について、計測・保全機能を中心に述べる。以下で述べる各データは、集約型デジタルリレーで計測・記録され、C-SCADAに伝送し保存される。

4.1 事故波形記録機能

事故発生トリガ又は手動トリガにより、受電、き電、切替の電流・電圧データをトリガ前後10サイクル、合計20サイクル

分を波形データとして記録する。サンプリング間隔は電気角30(1.389ms)である。波形データはC-SCADAのグラフィック画面にて表示可能である(図4)。

4.2 R-X解析機能

受電及びき電回線における、定常時及び事故時のインピーダンス(R-X)軌跡の計測を行う。計測方式には、常時計測と事故又は手動トリガによる事故波形との連動記録がある。距離継電器の動作特性図と重ね合わせてC-SCADA上でグラフィック表示が可能で、距離継電器の整定値の評価などに用いることができる(図5)。

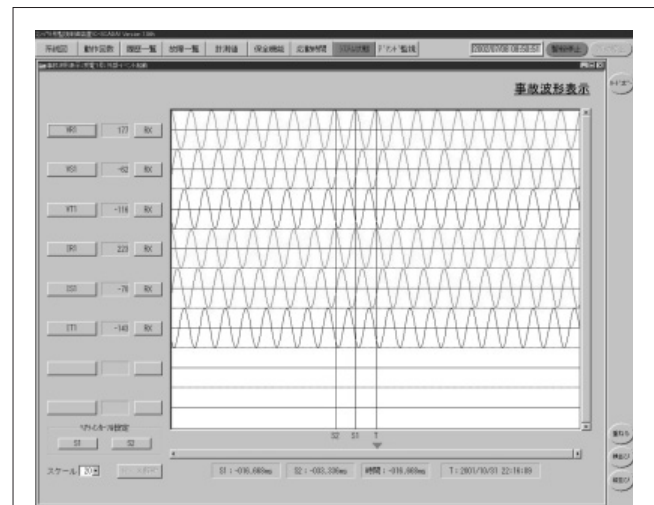


図4・事故波形データの表示画面(C-SCADA) - 保護継電器が動作したときに、主回路に実際にどのような電流が流れたかを記録し、電流、電圧などの波形表示をする。

Voltage and current wave data display (C-SCADA)

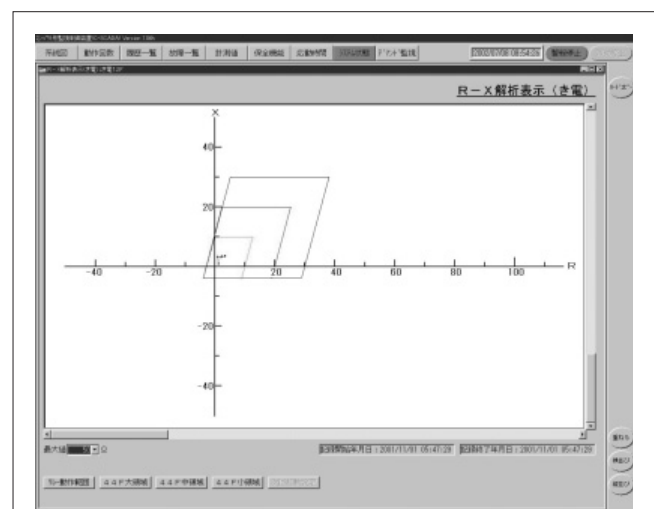


図5・R-X解析データの表示画面(C-SCADA) - 主回路における事故電流や負荷電流に対するインピーダンスを計算し、プロットする。

Reactance and inductance locus data display (C-SCADA)

(注1) Ethernet / イーサネットは、日本における富士ゼロックス(株)の商標。

4.3 切替遮断器動作チャート表示機能

切替回路において、列車信号、切替遮断器投入・開放指令、切替遮断器入切状態、及び中セクションの不足電圧継電器の動作状態のチャート記録を行う。測定は切替故障発生時又は手動トリガ発生時に行い、トリガ前後2秒間のデータを記録する(図6)。

4.4 機器動作時間と切替無電圧時間の計測

全遮断器及び動力操作断路器の投入時間と開放時間を計測する。動作時間の上限值又は下限値を超えた場合、警報表示を行う。C-SCADA では過去の投入時間と開放時間を



図6. 切替開閉器動作チャートの表示画面(C-SCADA) - 列車位置情報により切替開閉器の開閉を実施しているが、そのタイムチャートを記録、表示する。

Switching circuit chart data display (C-SCADA)

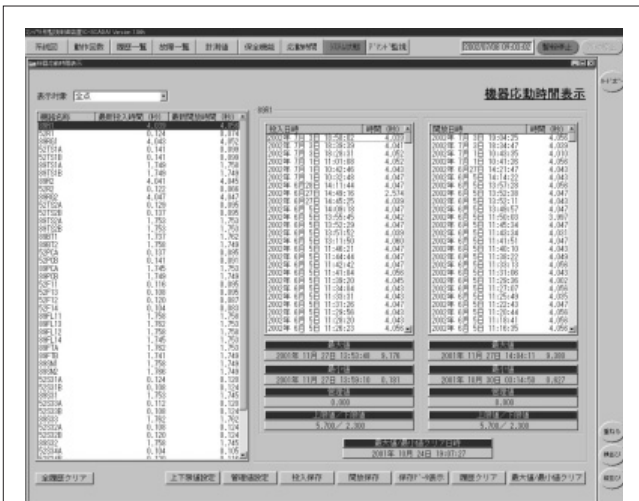


図7. 機器動作時間と切替無電圧時間の表示画面(C-SCADA) - 遮断器や断路器の開閉動作時間を記憶し、設定時間内に入っているかの判定や経年的な変化を見る。

Circuit breaker and disconnector time data display (C-SCADA)

保存し、履歴表示するとともに、最大・最小値時間を計測した日時を表示を行う(図7)。

4.5 機器動作回数計測機能

全遮断器及び動力操作断路器の操作回数(遠方・直接制御や関連開放の回数)、トリップ回数(保護遮断指令による開放回数)、総動作回数(操作と遮断回数に単独操作を加えた総開放回数)をカウントする(図8)。

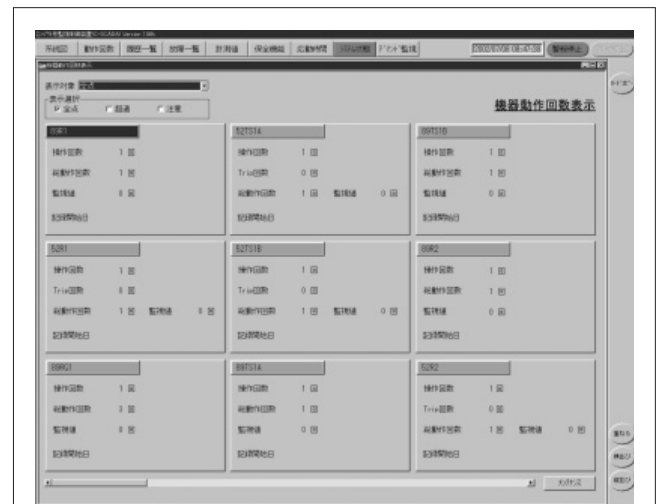


図8. 機器動作回数の表示画面(C-SCADA) - 遮断器や断路器の操作回数や事故電流遮断回数を積算し、メンテナンス周期などの目安としている。

Circuit breaker and disconnector counter data display (C-SCADA)

5 あとがき

このシステムは、2002年2月に上道工区に納入した初号器5ポスト(変電所1ポスト、補助き電区分所3ポスト、車両基地補助き電区分所1ポスト)が無事運用開始し、現在も安定動作を続けている。

文 献

- (1) 家入 一郎,ほか. 東北・上越新幹線用デジタル形配電盤. 東芝レビュー. 56, 10, 2001, p.43 - 47.



山崎 修司 YAMAZAKI Shuji

社会インフラシステム社 府中社会インフラシステム工場 社会インフラシステムソリューション部。電鉄受変電システムの設計に従事。電気学会会員。

Fuchu Operations - Social Infrastructure Systems



青木 敏雄 AOKI Toshio

社会インフラシステム社 交通システム事業部 交通電力システム技術部部长。電鉄向け電力系統制御システムの設計・開発に従事。

Transportation Systems Div.