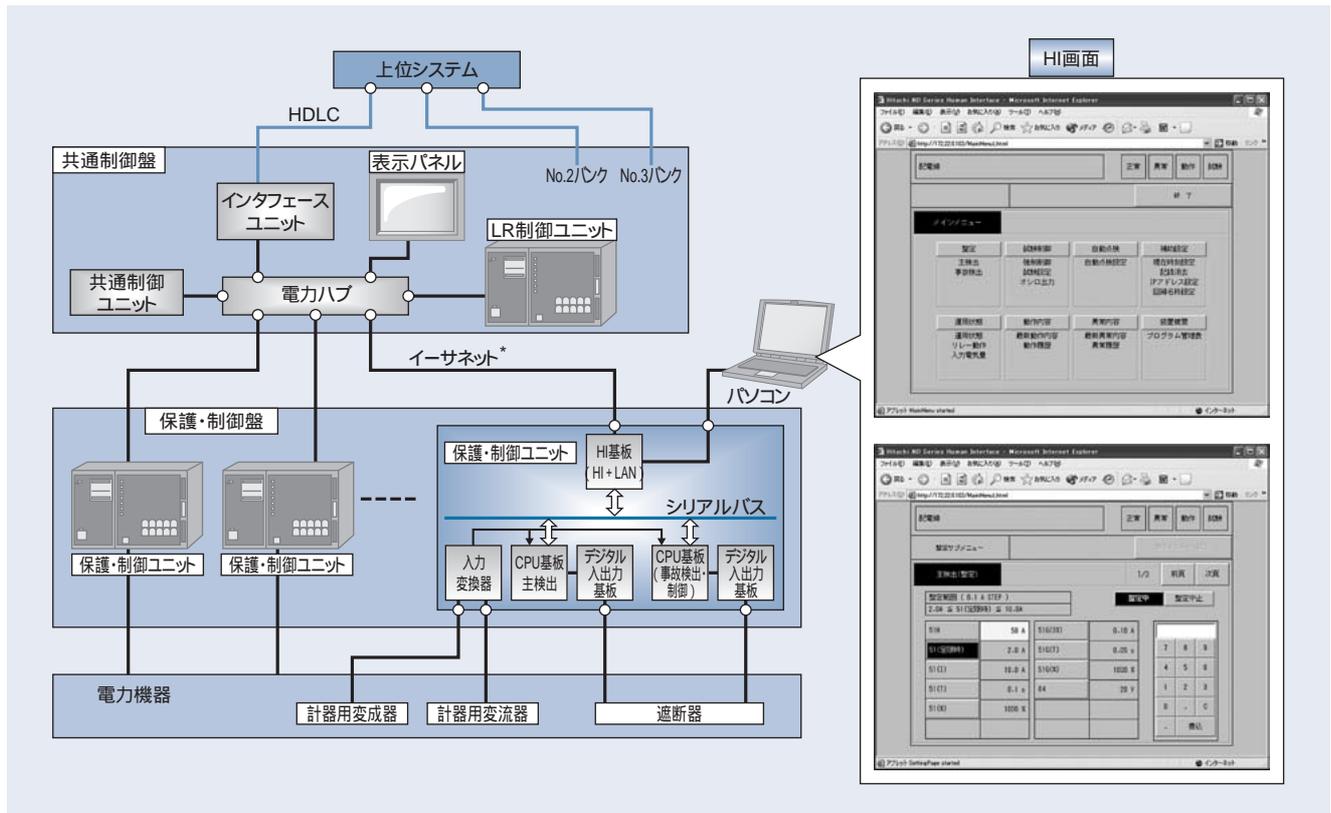


特別高圧・配電用変電所向け 高機能ユニット形デジタル保護・制御装置

High-Performance Unit Type Digital Protective Relays for Distribution

小林 崇 Takashi Kobayashi 柳岡 淳 Atsushi Yanaoka



注：略語説明は、HDL(High-Level Data Link Control) , HI(Human Interface) , LAN(Local Area Network) , LR(Load Regulation) , CPU(Central Processing Unit)
*イーサネットは、富士ゼロックス株式会社の商品名称である。

ユニット形デジタル保護・制御システムの構成例

保護・制御ユニットは、配電線またはバンの回線単位に分割して構成される。共通制御盤に実装されるインタフェースユニットや共通制御ユニットとは、汎用技術のイーサネット (TCP/IP : Transmission Control Protocol/Internet Protocol) で結合される。保護機能と制御機能を複合化することにより、トータルコストダウンや省スペース化、イーサネット通信による盤内配線の削減が可能となる。

電力系統や電力機器の保護・制御を担う保護リレーシステムでは、最近のインターネットやイントラネットの急速な普及により、情報・通信技術やデジタル技術を適用し、装置の高機能化、遠隔監視による現地作業・保守の省力化などが図られている。配電用変電所の保護・制御装置でもデジタル保護リレーが一般的に採用されており、リレー要素の複合化による省スペース化と、自動監視機能の具備によるメンテナンスフリー化を実現している。

日立グループは、いっそうの信頼性能の向上、機能統合によるトータルコストダウン、および運転保守業

務の合理化に寄与するため、特別高圧・配電用変電所向けユニット形デジタル保護・制御装置の開発を進めている。この装置では、主検出要素と事故検出要素による保護機能と監視・制御機能とを一体構成とし、かつ独立性を維持した次世代配電用変電所保護・制御システムやウェブサーバを実装し、遠隔運用への対応を可能としている。また、複雑な系統事故様相の解析を容易にするため、汎用ツールで解析が可能なCOMTRADE(波形解析データ共通フォーマット)による事故波形記録機能へも対応している。

1 はじめに

近年のインターネットを中心とした情報・通信技術や、マイクロコンピュータの高性能化に伴うデジタル技術の進歩は目覚ましいものがある。電力系統機器の保護・制御を担う電力保護・制御システムでも、保護・制御本来の機能に加え、遠隔監視機能、計測機能、事故波形記録機能などの機能複合化による高機能化が進んでいる。

また、特別高圧・配電用変電所の保護・制御システムには、電磁形継電器からトランジスタ継電器の時代を経て、ユニット形デジタル保護・制御装置が適用されてきた。今後、電力分野のシステム導入では、従来システムのリプレースの割合が増加する傾向にある。

ここでは、これらのニーズに対応し、機能や信頼性能のいっそうの向上、運転・保守の合理化、複合化によるコストパフォーマンスの向上を実現することができる、高機能ユニット形デジタル保護・制御装置について述べる。

2 開発のコンセプト

ユニット形デジタル保護・制御装置の開発については、次の三つの項目の実現を開発のコンセプトとしている。

(1) 次世代対応

情報・通信技術とデジタル技術を活用し、機能複合化によるコストダウンや遠隔運用・保守、次世代配電用変電所など多様化するシステムニーズに対応する。

(2) リプレース対応

アナログリレー時代からの伝統ある保護リレー技術とノウハウを継承し、ユニット取付け寸法の互換性など、従来装置のリプレースに対応する。

(3) 高信頼度化

配電用変電所向けの保護リレー装置については、変電所数が多いことから、経済性を考慮したうえで、装置信頼度のいっそうの向上を図る(図1参照)。

3 ユニット形デジタル保護・制御装置の概要

3.1 特徴

ユニット形デジタル保護・制御装置は、以下の五つの特徴を備えている。

(1) コンパクト

従来装置の盤取付け寸法をそのままに、奥行き方向を縮小化した。また、保護機能と制御機能を一体収納することにより、機器制御盤への分散収納や制御室への集合設置も可



図1 ユニット形デジタル保護・制御装置の基本コンセプト

系統事故除去という本来の機能を保持する信頼性と、多様化するシステムニーズに対応し、デジタル保護・制御システムを構築する。

能とした。

(2) 低消費電力

部品点数の削減と、低電圧部品の採用によって消費電力を低減した。

(3) 高信頼性

入力変換器を除く主検出要素と事故検出要素のハードウェアを分離し、単一故障による不要応動を防止した。また、頻度監視方式を含む自動監視機能を充実して、不要なリレーロックを防止するとともに、耐環境性能を向上させ、ノイズなどによる影響を低減した。

(4) 高機能

イーサネット、HDLC(High-Level Data Link Control)などの各種汎用ネットワークインタフェースを装備し、省線化などが可能である。さらに、ウェブサーバ機能による可搬形ヒューマンインタフェースと、ユニット前操作によるパネル操作型ヒューマンインタフェースの両方に対応した。

(5) ユーザーフレンドリー

系統故障時の事故波形記録(データセーブ)へ対応し、汎用パソコンによる保護リレー動作解析を容易にするるとともに、ユニット前面パネルに液晶ディスプレイと豊富なキースイッチを設けることにより、表示情報の確認や操作をやすくした。盤取付け寸法では、リプレースを考慮した。

3.2 機能概要

特別高圧・配電用変電所向け保護・制御ユニットの外観を図2に、主な仕様を表1にそれぞれ示す。

(1) システム構成

保護・制御ユニットの主要な機能を、入力変換器、入力信号処理機能を含むCPU(Central Processing Unit)基板、デジタル入出力基板、通信インタフェース機能を含むヒューマンインタフェース基板、および電源装置のそれぞれへ分割し、1ユニットに内蔵した。

また、CPU基板とHI基板を結合するシステムバスには、シ



図2 ユニット形デジタル保護・制御装置の外観

汎用パソコン(可搬形ヒューマンインタフェース)による遠隔運用に対応する。

表1 ユニット形デジタル保護・制御装置の主な仕様

ユニット内にすべての機能を収納し、自動監視機能によるメンテナンスフリー化を図っている。

項目	仕様
演算処理部	・32ビット RISC(浮動小数点演算)
アナログ入力	・2,400/2,880 Hz サンプリング ・アナログ入力チャンネル：9チャンネル ・A-D 変換器：16ビット(14ビット精度)
ヒューマン インタフェース	・英数字がたかな表示LCD(20文字×4行) ・24キー、LED×16 ・可搬型H(RJ-45)
デジタル 入出力	・デジタル入力：DC110Vフオカプズ 最大24点) ・デジタル出力：無電圧接点(最大24点)
通信 ネットワーク	・イーサネットインタフェース(10BASE-T) ・HDLC, RS422
制御電源	・DC110V

注：略語説明 RISC(Reduced Instruction Set Computer), LCD(Liquid Crystal Display), LED(Light Emitting Diode), A-D(Analog to Digital), HDLC(High-Level Data Link Control)

リアルバスのCAN(Controller Area Network)を適用し、粗結合によるユニット内部配線の簡素化や信頼性向上、拡張の容易性などを実現した。

(2) CPU基板

アナログ入力回路、演算回路、およびI/O(入出力)インタフェース回路を収納することにより、主検出リレー、事故検出リレー、監視・制御への対応を可能とした。

アナログ入力回路には電気角7.5度の高速サンプリングを採用し、デジタルフィルタ処理を充実させ、ハードウェアを簡素化することにより、A-D(Analog to Digital)変換精度は14ビット相当を実現した。

演算回路には、フラッシュメモリを搭載した機能集約型のマイクロコンピュータを採用し、高信頼性で高速演算を可能とするとともに、小型化・低消費電力化を図った。

(3) ヒューマンインタフェース

パソコン(可搬形ヒューマンインタフェース)を接続して操作が可能なヒューマンインタフェースレス方式、およびユニット前面パネルに表示・操作部を搭載したパネル操作形ヒューマンイン

タフェース方式のそれぞれへ対応を可能とした。

パソコンは、LAN(Local Area Network)経由での接続、またはパネル正面に直接接続できるようにした。なお、汎用ブラウザへ対応していることから、専用ソフトウェアは不要である。

パネル操作形ヒューマンインタフェースには、液晶ディスプレイと豊富なスイッチを搭載し、リレー整定操作や詳細な動作内容、異常内容の表示を容易にした。

通信インタフェースには、イーサネットインタフェース“10BASE-T”を標準実装しており、電力イントラネットへの適用が可能である。

(4) 電源装置

保護機能と制御機能の電源を分離できる2電源方式と、1電源方式(標準実装)を選択することができる。

4 保護・制御ユニットの高機能化

4.1 次世代配電用変電所デジタル保護・制御システム

最近の情報・通信技術やデジタル技術の適用により、装置の高機能化、統合化、現地作業・保守の省力化、総合的な経済性の向上を図っている次世代配電用変電所のデジタル保護・制御システムについて以下に述べる。

(1) システム構成

保護・制御ユニットは、配電線またはバンクの回線単位にユニットを分割し、バンク独立で構成する。受電機器制御を実施する共通制御ユニットや、上位システムと連携するインタフェースユニットなどの共通制御盤に内蔵したユニットと、保護・制御ユニットは、イーサネット(TCP/IP:Transmission Control Protocol/Internet Protocol)で結合する。この構成は、回線単位で保守ができ、また、回線増設がユニット単位でできるため、保守性に優れている。

(2) 保護・制御ユニット

変電所機器に接続され、配電線、バンク単位の保護機能、開閉器の制御機能や、監視機能を担う。

経済性の向上を図るために保護と制御を一体構成とし、信頼性確保のために、単一不適合によってトリップに至らないこと、および単一不適合によって保護機能と制御機能がともに停止としないことを考慮した内部構成としている。

保護機能部と制御機能部では、CPU基板、デジタル入出力基板、および電源装置を含め、ハードウェアを分離した。保護機能部は主検出リレーと事故検出リレーで構成し、ハードウェアを分離するものの、事故検出リレーについては、経済性を考慮して制御機能部へ実装する。このため、制御機能停止時には事故検出リレー出力をバイパスにして、一時的に主検出リレーによって単独トリップする方式を適用した。

4.2 遠隔保守LAN

運用・保守LANを用いた遠隔監視・制御では、汎用パソコンのブラウザソフトウェアを活用し、ネットワークへ接続すれば、いつでも、どこからでも、同じユーザーインタフェースでアクセスできること、簡便な操作性が要求される。

このようなニーズにこたえるため、ヒューマンインタフェース基板上にウェブサーバ機能を持たせ、保護・制御演算のリアルタイム演算を実行するCPU基板と分離し、保護・制御演算性能を確保しながら、通信処理へ集中させることで、操作応答性を確保した。

4.3 事故波形記録

事故波形記録の設備がない変電所では、複雑な系統事故の様相について解析が困難であることから、事故波形記録機能(データセーブ機能)を実装した。

系統事故時、トリップ指令出力、およびリレー動作点をトリガとし、アナログ入力波形とデジタル入出力情報をフラッシュメモリに格納する。このセーブされたデータについては、COMTRADE(Common Format for Transient Data Exchange: 波形解析データ共通フォーマット)に準拠し、汎用の解析ツールを用いて、表示や波形解析を可能とした。

解析ツールでは、トリガポイント前後のアナログ波形やリレー

動作状況のタイムチャート形式の表示、ベクトル表示やインピーダンス表示が可能である。記録した事故波形データは、装置を停止することなく、ファイル形式で装置からダウンロードすることができ、取り扱いが容易である。また、事故波形データをCOMTRADEに対応したリレー試験器で再生することができ、各種再現試験を実施することが可能である(図3参照)。

5 おわりに

ここでは、特別高圧・配電用変電所向け、高機能ユニット形デジタル保護・制御装置について述べた。

日立グループは、今後も、電力系統の安定確保、系統事故の除去と波及防止のため、保護・制御機能を常に保持することができる高い信頼性と、運用・保守の容易性を維持しつつ、最先端技術と多様化するシステムニーズを融合し、顧客のニーズにこたえる電力系統保護・制御システムを提案していく考えである。

参考文献

- 1) 城戸, 外: 保護リレーシステム研究会, 保護リレーシステムへのIT適用, 電気学会(2002.2)
- 2) 小林, 外: オープンネットワークに対応した電力系統の保護・制御システム, 日立評論, 85, 2, 185~188(2003.2)

執筆者紹介



小林 崇

1993年日立製作所入社, 電力グループ 国分事業所 受変制御設計部 所属
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事
電気学会会員
E-mail: takashi-a_kobayashi @ pis. hitachi. co. jp



小川 栄二

1993年日立製作所入社, 電力グループ 国分事業所 受変制御設計部 所属
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事
電気学会会員
E-mail: eiji_ogawa @ pis. hitachi. co. jp



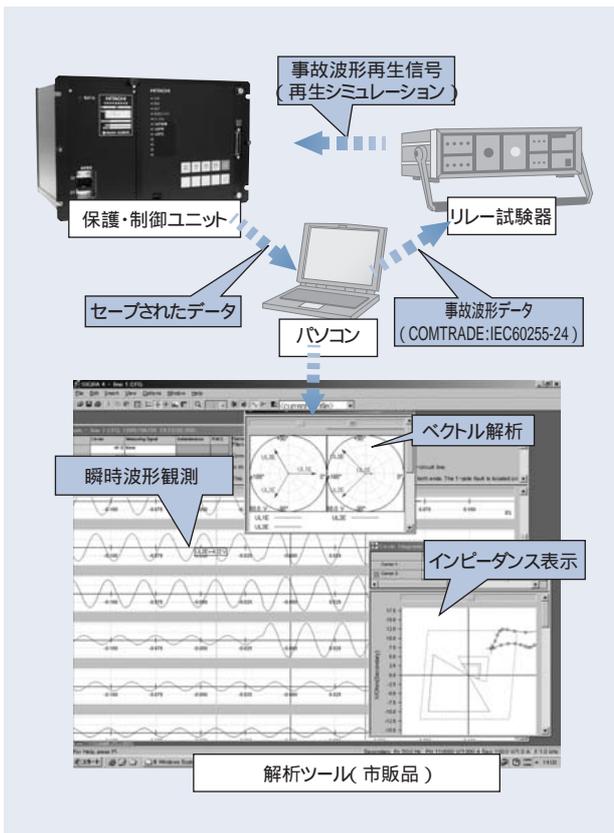
柳岡 淳

1999年日立製作所入社, 電力グループ 国分事業所 受変制御設計部 所属
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事
電気学会会員
E-mail: atsushi_yanaoka @ pis. hitachi. co. jp



佐藤 三雄

1992年日立製作所入社, 電力グループ 国分事業所 受変制御設計部 所属
現在, 電力系統用保護・制御装置の設計に従事
電気学会会員
E-mail: mitsuo_satou @ pis. hitachi. co. jp



注: 略語説明 COMTRADE(Common Format for Transient Data Exchange) IEC 国際電気標準会議)

図3 事故波形記録の概要

トリガポイント前後のアナログ瞬時波形やリレー動作状況のタイムチャート形式表示、ベクトル表示やインピーダンス表示が可能である。