

発電機・変圧器ディジタル保護リレー DⅢ

Numerical Relay for Generator and Transformer Protection

青木 静馬
AOKI Shizuma

飯田 昭司
IIDA Syoji

権藤 修一
GONDO Syuichi

特集 II

発電機保護リレーは従来、電磁形リレーあるいは静止形アナログリレーが主流であったが、当社では1991年に発電機・変圧器ディジタル保護リレーDⅡを実用化し好評を得ている。一方、系統保護リレーではさらなる情報の高速化、高度化のニーズにこたえるべく、32ビットのマイクロプロセッサを活用した第二世代ディジタルリレーDⅢが実用化されている。発電機・変圧器保護リレーとしてもさらなる機能向上、保守点検の省力化、コンパクト化を目指し、また、ヒューマンインターフェースを充実させた第二世代の発電機保護用ディジタルリレーDⅢを開発した。

Induction type and static analog type relays have conventionally been widely used as protection relays for generators and transformers. In 1991, Toshiba developed the DⅡ numerical relay for the same purpose, which won high acceptance in the market.

To meet the demand in the line protection field for higher speeds and high-level information communication, we have developed a second-generation numerical relay, the DⅢ model, incorporating a 32-bit microprocessor. The DⅢ numerical relay was developed with the aim of further improving functionality, as well as realizing low maintenance and compact size. It also features an enhanced human interface.

1 まえがき

タービン発電機の保護リレーは主機を保護する重要な、かつ信頼性の高いものでなければならない。当社における発電機保護リレーは、91年に二重化、自己診断機能を備えた発電機・変圧器ディジタル保護リレーDⅡ⁽¹⁾を実用化し、すでに20台以上の実績があり好評を得ている。しかし、近年の発電所における高度情報化(デジタル化)進展に伴い、より高速に、より高機能のニーズがある。このニーズにこたえるべく、系統保護リレーで実用化された第二世代ディジタルリレーのハードウェアをベースとした発電機・変圧器ディジタル保護リレーDⅢを開発したので以下に述べる。

2 発電機・変圧器保護リレーシステム

発電機・変圧器ディジタル保護リレーDⅢの外観を図1に、火力発電所の単線結線図を図2に、ディジタルを適用するリレー要素を表1に示す。図2と表1に示すとおり、火力発電所の保護リレーの要素の種類は回転機、変圧器と送電線保護の後備保護(バックアップ)が保護範囲となっている。

3 ディジタル保護リレーDⅢ

ディジタル保護リレーの構成、特長などを以下に示す。

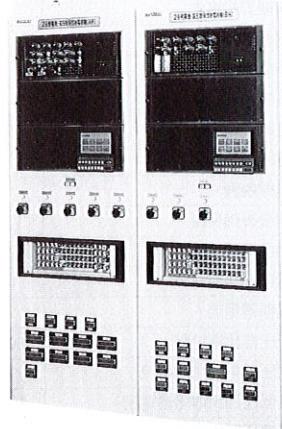


図1. ディジタル保護リレー盤 二重化、コンパクト化を実現した。

View of panel of DIII numerical relay

3.1 ハードウェアシステムの構成

発電機・変圧器ディジタル保護リレーDⅢの構築にあたっては、さきに実用化した系統保護用ディジタルリレーのハードウェアと同様に拡張性の特長を発展させ、より柔軟な対応性をもたせるため、機能単位の基板分割の考え方をベースとした。基本方針は下記のとおりとした。

- (1) マルチプロセッサの継承
- (2) システム拡張性の高度化
- (3) 保護制御機能と監視機能の分離

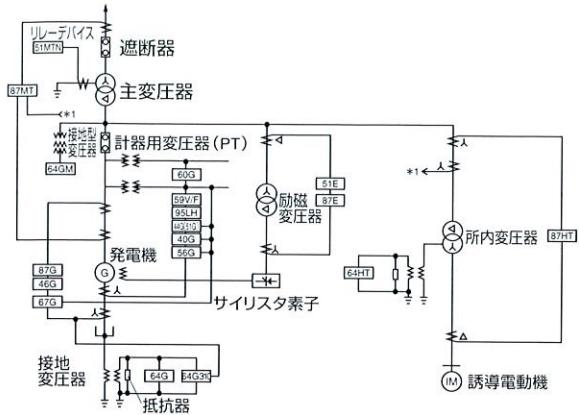


図2. 火力発電所の単線結線図 ディジタルリレーの適用範囲を示す。回転機、変圧器、送電線後端と広範囲な適用がわかる。
One-line diagram of thermal power plant

表1. 火力発電所のディジタルリレー適用要素
Application elements for numerical relays in thermal power plant

| リレーデバイス番号 | 用 途 | 備 考 |
|-----------|---------------|--------------|
| 87 G | 発電機比率差動 | |
| 87 GT | 発電機・主変圧器総比率差動 | |
| 46 G | 発電機逆相過電流 | |
| 40 G | 発電機界磁喪失 | |
| 64 G | 発電機地絡過電圧 | |
| 59 V/F | 発電機過励磁 | |
| 59 G | 発電機過電圧 | |
| 67 G | 発電機逆電力 | |
| 95 LH | 発電機周波数高低 | |
| 56 G | 発電機脱調 | |
| 44 G | 発電機後備保護 | |
| 60 G | 発電機電圧平衡 | |
| 51 GN | 発電機地絡過電流 | |
| 51 G | 発電機過電流 | |
| 87 MT | 主変圧器比率差動 | 500 kV系の場合だけ |
| 51 MTN | 主変圧器中性点過電流 | |
| 64 GM | 主変低圧回路地絡過電圧 | 低圧同期プラントだけ |
| 87 E | 励磁変圧器比率差動 | |
| 51 E | 励磁変圧器過電流 | |
| 87 HT | 所内変圧器比率差動 | |
| 64 HT | 所内変圧器地絡過電圧 | |
| 51 HT | 所内変圧器過電流 | |

起動変圧器用保護リレーについても適用できる。

地絡：電気が漏電する事故。

脱調：周波数に依存して回転している同期発電機が周波数から外れること。

3.2 保護システムの構成

保護システムの構成にあたっては発電用 D II リレーで採用した構成をそのまま踏襲した。すなわち、リレー単体の信頼性向上を目的に二重化構成としている。

発電所における保護リレーは図2に示したとおりリレー要素数が多く、すべてのリレーに適当かつ共通なフェールセーフ要素を考えることは困難なことからまったく同一機

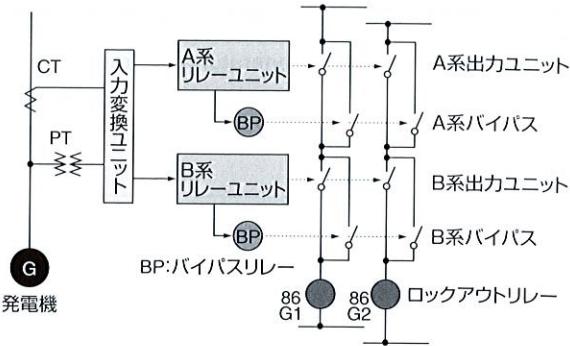


図3. ディジタルリレーの保護システム構成 二重系のAND出力で誤動作を防止、出力バイパスで誤不動作を防止する。
Configuration of numerical relay protection system

能リレー要素での二重化AND構成としている。

また、誤動作防止を目的に二重化AND構成としているが、自動点検、自己診断により該当系の異常を検出し、故障と判断した場合には当該リレーの出力をバイパスし健全系のリレーで正常に動作できるような構成としている。

二重化構成および、トリップロジックを図3に示す。

3.3 特長

D II リレーと同様に、D III リレーもアナログリレーとの比較で以下の特長をもつ。

- (1) 定期点検周期の延長、機構部点検の不要により保守点検の省力化が図れる。
- (2) アナログリレーでは被保護機器の耐量と整合がとれなかったものが、ディジタルリレーの採用により耐量と合致した保護特性が得られる(図4)。
- (3) 二重化構成と自動監視、自動点検により高信頼性が図れる。
- (4) 盤面数を従来の1/2とするコンパクト化が図れる。さらにD II リレーと比べて次の特長をもつ。
- (5) マイクロプロセッサに32ビットを採用し演算処理能力を向上させ、さらなるコンパクト化に寄与した。
- (6) アナログ／ディジタル変換器に16ビットを採用し

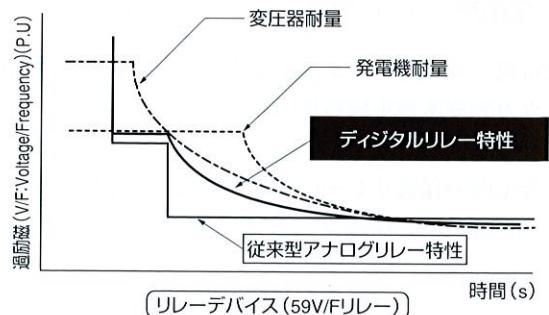


図4. ディジタルリレーの特性 主機耐量に合致した保護特性が得られる。

Characteristics of numerical relay

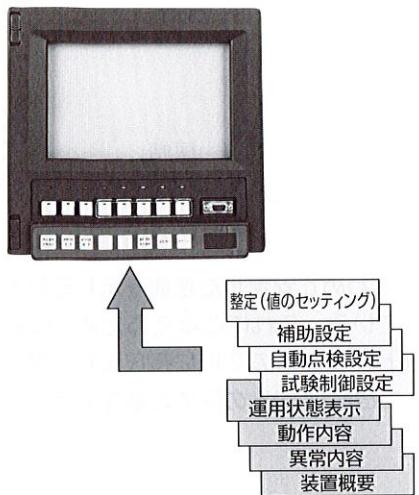


図5. ヒューマンインターフェース　ディスプレイとタッチパネルによるわかりやすい表示と操作を提供するインターフェースである。

Human interface of numerical relay

分解能を向上させ、高精度・高速化を実現した。

3.4 ヒューマンインターフェース

操作運用上の表示・操作項目が増える一方、装置が運転操作者に、よりわかりやすく正確に運転状況を伝え、かつデジタル化の利点を活かした新しいヒューマンインターフェースを採用した(図5)。

ヒューマンインターフェースの構成は、運用者の業務内容から以下の三つの形態に分類し、それぞれの業務に応じた最適な構成とした。

- (1) 日常の運用保守 カバーを取り外すことなく使用できる(例:巡視)。
- (2) 隨時の運用保守 カバーを取り外して使用できる(例:整定)。
- (3) 詳細な調査・解析 解析ツールと接続して使用できる(例:事故調査)。

このように、DIIリレーでは発光ダイオードと押鉗スイッチなどから構成されていたものを、ディスプレイとタッチパネルを主体とする構成にした。

また、このヒューマンインターフェースを採用したことにより、コンバインドサイクルプラントなどの複数のプラントをもつ発電所では、リモート運用によるシステム構成が可能となった。

4 充実した試験設備

デジタルリレーの信頼性を確認する工場試験は非常に重要な意味をもつ。リレー単体の特性確認、インターロックの確認などはもちろんのこと、実事故を想定したシミュレーション試験を行えることが従来より期待されていた。

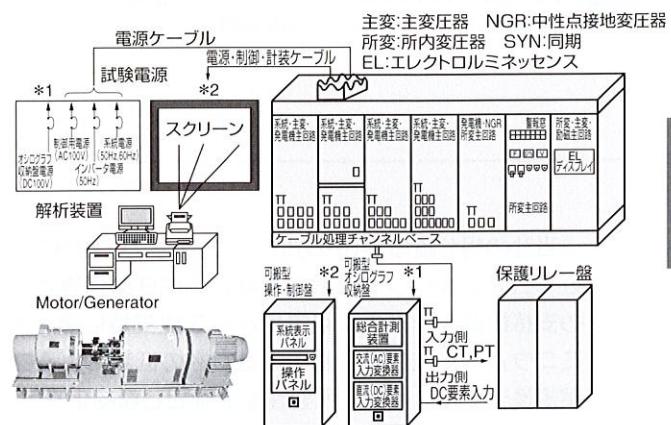


図6. 発電系統模擬装置 左下に図示する実機並みの特性をもち、優れた事故解析と保護リレー動作解析機能をもつ模擬装置である。
Simulation system for power plant lines

当社では、このリレーの開発と合わせて実発電系統の特性をもつ発電系統模擬装置を設置し試験に活用している。

これにより、各種の発電形態にも対応できる実故障を想定した動作確認試験ができ、デジタルリレー品質向上の一翼を担っている(図6)。

5 あとがき

以上述べた発電機・変圧器デジタル保護リレーDIIIは、すでに初号機として98年に火力発電所向けに出荷している。今後、広く計画への適用とご意見をお願いしたい。

文 献

- (1) Suzuki, T., et al. APPLICATION OF NUMERICAL RELAY FOR GENERATOR PROTECTION IN JAPAN, CIGRE Study Committee Colloquium. 1997.



青木 静馬 AOKI Shizuma

電力システム社 火力事業部 火力プラント技術部主務。
火力発電所電気システムのエンジニアリング業務に従事。

Thermal Power Systems Div.



飯田 昭司 IIDA Syoji

電力システム社 府中電力システム工場 発電制御システム部。
発電所向けデジタル保護リレー装置のシステム設計に従事。

Fuchu Operations-Power Systems



権藤 修一 GONDO Syuichi

東芝システムテクノロジー(株)電力システム部。
電力用保護継電器の開発・設計に従事。電気学会会員。
Toshiba System Technology Corp.