

デジタル特高監視制御装置の開発

Development of Monitoring and Control Equipment for Small Scale Substations

佐々木 正広※
Masahiro Sasaki
鈴木 聖二※
Seiji Suzuki

1. はじめに

変電所に設置されている監視制御装置は、変電所の機器、母線、送電線の監視制御を行う装置であり、給電制御所からの遠隔運転および変電所で直接運転を行うための装置である。

装置の高信頼度化、メンテナンスフリー化、情報の詳細化などを図るため、上位系統から順次デジタル監視制御装置が適用されている。

しかし、規模の小さな特高変電所に、上位系統で採用されている大規模な装置を使用するには、従来のアナログ監視制御装置と比較して高価となることが適用上の課題となっていた。今回、コスト低減と装置のデジタル化を実現した規模の小さな特高変電所に適用するデジタル特高監視制御装置(以下、本装置)を中部電力株式会社殿と共同で開発した。

本稿では、本装置のシステム構成、ユニット構成、装置構成について述べ、仕様をまとめるとともに本装置の特長について述べる。

2. 監視制御装置の構成

2.1 システム構成

監視制御装置のシステム構成は、変電所設備の形態に合わせる必要がある。このため、上位系統の変電所に設置する監視制御装置は、機器、母線、送電線の設備単位に独立した盤を組み合わせる構成されており、コスト高となっていた。しかし、小規模な特高変電所に適用する監視制御装置は、経済性を考慮する必要がある。そこで、低コストと同時に省スペース化を図る目的で設備単位に独立した監視制御ユニット(以下、MCU: Monitoring and Control Unit)を開発して組み合わせる構成とした。そのため、必要なMCUを組み合わせることで、変電所設備の形態に合わせる事が可能となった。

本装置は、監視制御盤、MCU盤および直接運転支援装置から構成される。監視制御盤には、給電制御所からの監視制御を行うための遠隔監視制御ユニット(以下、TCU: Tele-Control Unit)、TCUと複数のMCU間を結合するTC-I/Fユニット(以下、TC-I/F: Tele-Control Interface Unit)、HUBおよび変電所で直接運転を行う直接制御スイッチを実装した。MCU盤には、変電所設備に応じてMCUを盤1面に最大4ユニット実装する。また、直接運転支援

装置は、状態変化時に日付、時刻を付与してメッセージ表示させることで、直接運転時の集中監視を可能としている。

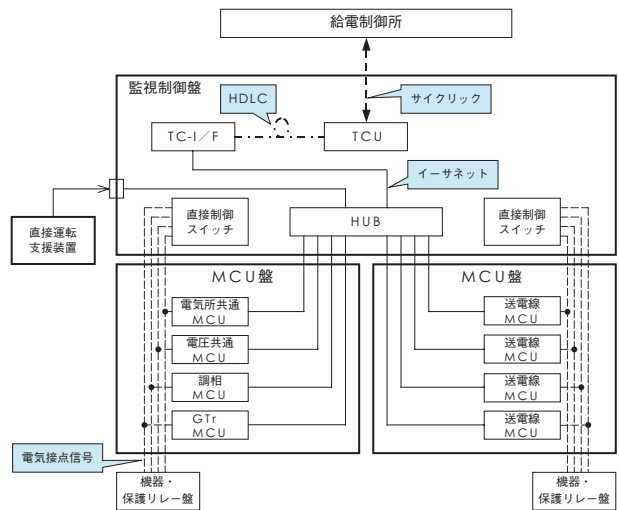
各盤および各ユニット相互間の情報伝送は、変電所に設置される装置のネットワークとして実績のあるイーサネットを使用している。ただし、上位装置である給電制御所との通信は、従来装置からの設備更新に容易に対応できるようにサイクリック伝送方式を採用した。また、TCUとの伝送方式も従来実績のあるHDLC(Highlevel Data Link Control Procedure)無手順サイクリック伝送方式とした。

本装置のシステム構成を図1に示す。

2.2 ユニット構成

変電所設備の監視制御の対象となる機器は、送電線、母線(母線連絡・母線区分)、調相設備、接地変圧器(GTr)および、配電用変電所引出し線などの電気所共通設備がある。そこで、MCUは監視制御対象別に種類を設け、設備対象別に実装できるようにした。

基本とした構成(送電線×4回線、母線(母線連絡)×1組、調相設備×1群、GTr×1台、配電用変電所×3バンク)での系統図とMCUの分担範囲を図2に示す。また、MCUの種類と設置単位を表1に示す。



凡例

- サイクリック:サイクリックデジタルデータ伝送(CDT)方式
- HDLC:HDLC伝送フォーマットを使用した無手順サイクリック伝送方式

図1 システム構成図

※ 電力事業部 制御技術部 制御技術G

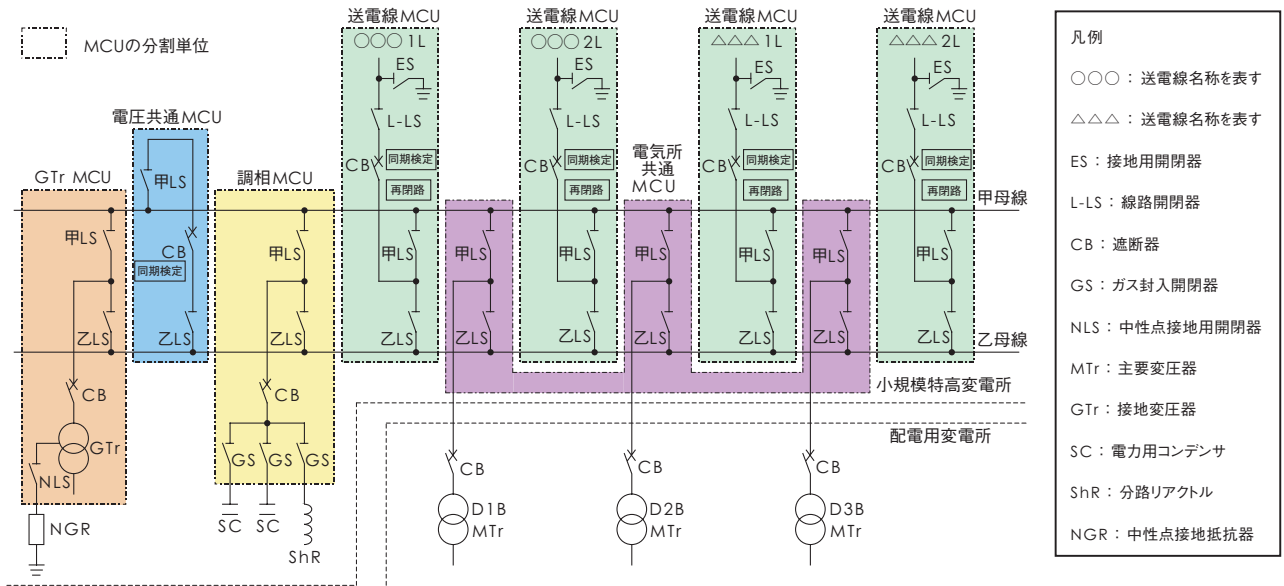


図2 MCUの監視制御対象範囲

表1 MCUの種類と設置単位

MCUの種類	設置単位
送電線MCU	1回線単位
電圧共通MCU	1母線連絡または1母線区分単位
調相MCU	調相群単位
GTr MCU	GTr1台単位
電気所共通MCU	電気所単位 (配変3バンク+次LS含む)

(1) 監視制御ユニット (MCU)

MCUは、監視制御機能のみを持つ種類と、監視制御機能に加え低速度再閉路機能を持つ種類に分類し、ハード構成の標準化を図った。

監視制御機能のみを持つタイプは、入力変換器、電源、CPU、DI (Digital Input)、DO (Digital Output) および操作表示パネルを1つのユニット内に実装する。また、イーサネット機能を実装しており、TCU、TC-I/Fを介して給電制御所からの指令により制御出力する制御機能、給電制御所への監視情報送信する機能を実装している。MCUには、必要時にパソコンを接続して整定および状態監視を行うHI (Human machine Interface) 機能も装備し、操作者の利便性を高めた。このタイプは、低速度再閉路機能を必要としない電圧共通、調相、GTr、電気所共通MCUに適用している。ユニット構成を図3に示す。

監視制御機能と低速度再閉路機能を持つタイプは、1部品故障による全機能喪失を防止する構成としている。故障実績の少ない入力変換器を除き、監視制御機能と低速度再閉路機能をそれぞれ独立したハードウェアで構成し、1つのユニット内に実装した。また、低速度再閉路機能のフェイルセーフ (FS) 機能を監視制御機能部に持たせ、再閉路用CPUと制御用CPUの両方の出力で動作するように信頼度を高めるよう配慮した。このタイプは、低速度再閉路機能を必要とする送電線MCUに適用している。ユニットの構成図を図4に、ユニット外観を図5に示す。

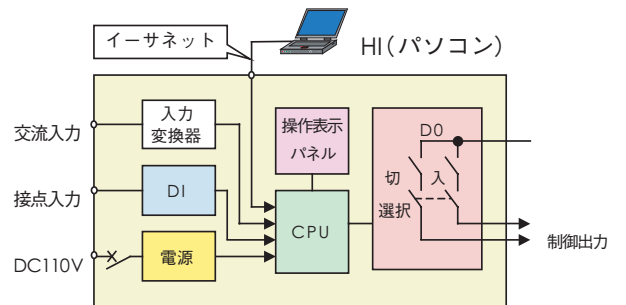


図3 MCU構成 (監視制御機能のみのタイプ)

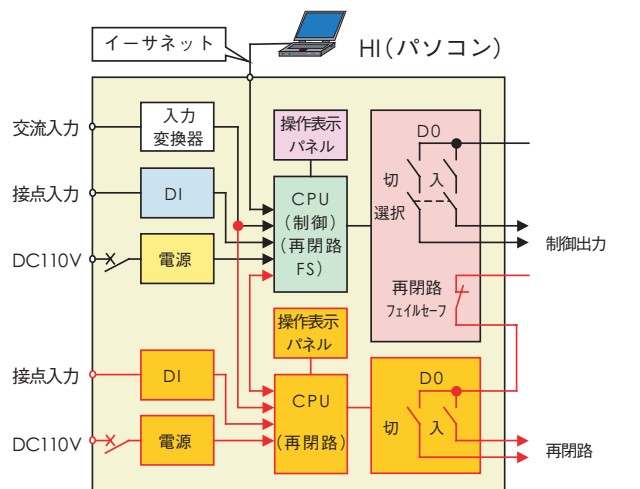


図4 MCU構成 (監視制御機能と低速度再閉路機能タイプ)



図5 MCU外観 (送電線MCU)

(2) TC-I/Fユニット (TC-I/F)

TC-I/Fは、MCUからの情報を集約してTCUへ送信する機能およびTCUから送られる給電制御所からの制御指令をMCUへ分配・送信する機能を備えている。

(3) 遠隔監視制御ユニット (TCU)

TCUは、給電制御所とサイクリック伝送で結合するために設置する。情報の変化を記憶して、サイクリック伝送周期にあわせて伝送する機能を備えている。

2.3 装置構成

本装置の盤構成は、監視制御盤の他、共通・機器MCU盤、送電線MCU盤、共通・送電線MCU盤を標準仕様の盤とし、設計の標準化を図った。表2に標準盤の種類を示す。

監視制御盤、共通・機器MCU盤、送電線MCU盤の外観を図6に示す。

表2 標準盤の種類

標準盤名称	盤外形寸法 (mm)	実装ユニット・器具 (最大実装の場合)
監視制御盤	W700または W1050×H2300×D450	TCU、TC-I/F、HUB、制御スイッチおよび故障表示器
共通・機器MCU盤	W700×H2300×D450	電気所共通MCU、電圧共通MCU、GTr MCU、調相MCU各1台
送電線MCU盤	W700×H2300×D450	送電線MCU 4台
共通・送電線MCU盤	W700×H2300×D450	電気所共通MCU、電圧共通MCU各1台と送電線MCU 2台



図6 装置外観

3. 監視制御装置の機能

本装置は、給電制御所からの遠隔運転および変電所の直接運転を行う機能を備えている。

3.1 遠隔監視制御機能

遠隔監視制御機能は、給電制御所との間で伝送を行い、変電所機器へ制御出力を行うとともに運転に必要な遮断器などの機器状態、電圧などの計測情報、変電所機器の故障情報を検出する機能である。

この機能は各MCUが行う。各MCUに必要な機能は、MCUの種類毎に異なる。表3にMCUの種類と主な機能を示す。

3.2 直接監視制御機能

直接監視制御機能は、変電所に設置した本装置を直接操作(直接運転)することで変電所機器へ制御出力を行うと同時に運転に必要な情報を表示・警報する機能である。

本装置は、無人変電所に設置されるため、直接監視制御機能の使用頻度が低い。このため、低コスト化を図るため、従来のアナログ監視制御装置と同等の構成とした。

監視制御盤の直接監視制御パネルに、系統構成に基づいて制御スイッチを配置し、メカニカルシーケンスで構築した。このため本機能は、TCU、TC-I/F、MCUおよびネットワークとは分離しており、万が一、遠隔制御が不可能となった時のバックアップ制御を可能としている。

表3 MCUの種類と主な機能

MCUの種類	主な機能
送電線MCU	監視制御、故障表示、計測(電圧、電流、有効電力、有効電力量、無効電力、無効電力量、電圧位相差)、同期検定、遮断器状態検出警報 ◆継電器要素 電圧検出×2、不足電圧×2、同期検出×1
	低速度(10秒～60秒)再閉路 ◆継電器要素 電圧検出×2、不足電圧×2、同期検出×1
電圧共通MCU	監視制御、故障表示、計測(電圧、電流、電圧位相差、零相電圧、零相電流)、同期検定、母線警報 ◆継電器要素 不足電圧×2、地絡過電圧×4、多段式地絡過電圧×2
調相MCU	監視制御、故障表示、計測(電流)
GTr MCU	監視制御、故障表示
電気所共通MCU	監視制御、故障表示



図7 直接運転支援画面例



図8 運転情報画面例

ユーザーデータ設定一覧表

MCU No.	LAN No.	回線・機器名称	表示項目	表示方式	表示		保持	警報	制御項目	制御出力		TC#7ツラシ			...
					T	O				OP	CL	F	W	P	
1	1	電気所共通	LS 甲 710	C	G	R	-	-	LS 甲 710	切	入	1	3	1	
5	1	〇〇送電線 1L	CB718	C	G	R	-	-	CB718	切	入	1	6	1	
5	1	〇〇送電線 1L	43C	C	除外	使用	-	-	43C	除外	使用	1	7	1	
5	2	〇〇送電線 1L	MS	B	発生	復帰	〇	BL	-	-	-	1	3	1	

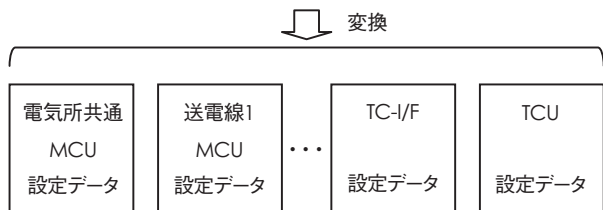


図9 ユーザーデータメンテナンスの概要

直接運転時は、直接運転支援装置に機器・故障状態変化のメッセージを表示することにより監視を行う。また、直接運転支援装置なしでも操作できるように、監視制御盤の前面パネルにMCU毎の故障表示器を、各MCUのHI(必要時パソコンを接続して表示)には計測表示、状態表示、故障表示を一覧表示した運転情報画面を設けた。

直接運転支援画面例を図7に、送電線MCUの運転情報画面例を図8に示す。

3.3 ユーザーデータメンテナンス機能

監視制御装置に実装するユニットには、適用する変電所ごとにソフトウェアを変更する必要が無いように、ユーザー側で変電所の設備形態に合わせてデータ設定できるユーザーデータメンテナンス機能を設けた。ユーザーデータ設定一覧表で設備形態などを入力して展開することにより、各MCUの設定データに反映される。

この機能により、システムの特設設備への依存を排除し、ユニットの汎用化を図った。ユーザーデータメンテナンスの概要を図9に示す。

各故障入力の表示方法および警報種別(バル/ブザー)の設定は、各MCUにて実施する。また、上位装置向けの遠隔監視制御ポジションの設定は、TC-I/F、TCUにて実施する。設定は、あらかじめメンテナンスツール(保守用パソコン)にて作成したデータをユニットへ転送する方法で実現した。

4. あとがき

今回、規模の小さな特高変電所に適用するため、コスト低減、省スペース化と装置のデジタル化を目的として、デジタル監視制御装置を開発し、H21年度より、納入を開始した。

開発した装置は、MCUを盤に集合配置することにより、アナログ監視制御装置に比べ、省スペース化を可能にした。また、デジタル化により入力情報の活用が容易となり、従来は別装置で構成していた遮断器状態検出警報機能、母線警報機能を実装し、機能を向上した装置とすることができた。さらに、ユーザーデータメンテナンス機能を実装したことにより、ユニット、装置とも標準化でき、コスト低減が図れた。

今後は、開発したシステム、ハードウェア、ソフトウェアを基に、二次変電所に適用するMCUと監視制御装置の開発を行う予定である。

参考文献

(1) 山崎、小島、佐々木、伊藤、鈴木、磯井：「小規模特高電気所向けデジタル監視制御システムの実用化」電気学会保護リレーシステム研究会 PPR-09-6 (2009)