

一般論文

ユニット型電力用記録装置の開発

Development of unit type new recording equipment for electric power system

石倉 定幸* 奥田 誠*
S. Ishikura M. Okuda
竹内 雅靖*
M. Takeuchi

概要

自動オシロ、高調波などの計測機能をコンパクトなユニットに集約した、ユニット型の電力用記録装置を開発した。本装置は、記録ユニットの台数を変更すること、および内蔵する記録機能を記録ユニット単位で選択することで、記録装置を電気所規模に合った構成とすることが可能である。電気所規模に合わせた装置設計をすることで、コストを抑えられるため、記録装置の導入・促進が図れ、系統の安定運用や電力品質の維持に寄与することができる。

Synopsis

This paper describes the development of unit type recording equipment for power systems. This equipment can be configured according to the scale of electric station by selecting the number of recording units. The equipment can record the power system elements such as voltage, current, voltage dip, system phenomena, load characteristics, harmonics, flicker and etc.

1. まえがき

系統の状態を記録する装置は、系統の安定運用や電力品質維持に欠かせないものとなっている。代表的な装置としては、自動オシロ装置、高調波記録装置、系統現象記録装置、瞬時電圧低下検出装置等があり、大規模電気所には、これらの機能を統合化した記録装置を設置している。近年、電力品質確保への要求の高まりから、小規模な電気所でも、上記機能のニーズが増えてきており、これらに応えるコンパクトで安価な記録装置の導入が望まれていた。そこで、電気所の規模に応じて、記録ユニット数を変更できるユニット型電力用記録装置を開発したので、以下にその概要を説明する。

2. 全体構成

自動オシロ、瞬時電圧低下（瞬低）、高調波、系統現象、負荷特性、事故検出、電圧フリッカの全機能を具備している記録ユニットと、それらを1～6台の範囲で内蔵

することが可能な装置で構成されている。図1に記録ユニット外観を示す。図2に装置外観を示す。

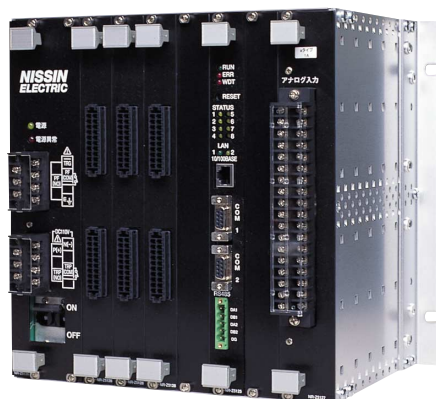


図1 記録ユニット外観

200714

*産業・電力システム事業本部



図2 装置外観 200714

イーサネットポート（100Mbps/10Mbps）を標準装備しており、各種記録データは、全てWANを介して親局へ伝送可能となっている。図3にネットワーク構成を示す。

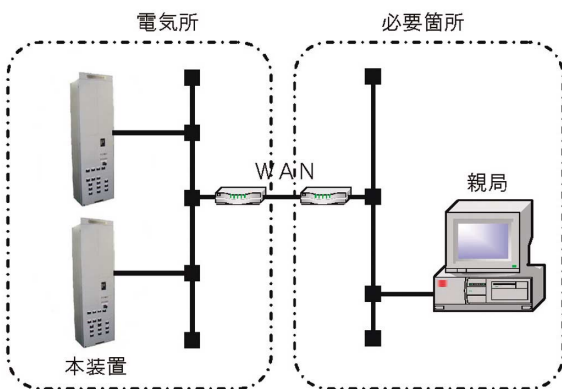


図3 ネットワーク構成

3. 特徴

3.1 充実した記録機能を装備

記録ユニット1台に自動オシロ、瞬時電圧低下（瞬低）の基本機能に加え、高調波、系統現象、負荷特性、事故検出、電圧フリッカのオプション機能があり、電気所毎の要求機能に合わせて選択できる構成とした。これらの機能は、記録ユニット単位に選択することが可能である。図4に記録データ構成を示す。

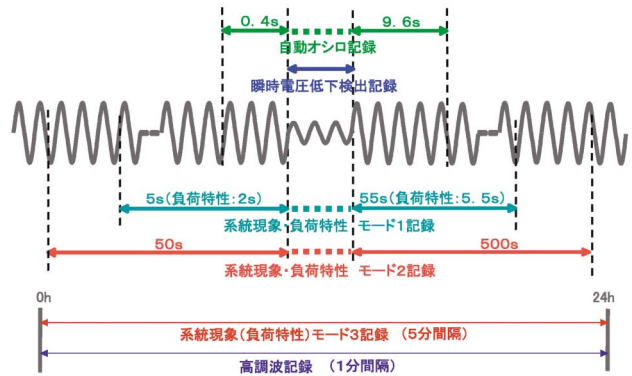


図4 記録データ構成

3.2 高調波測定次数の拡張

高調波機能では、基本波、2～50次、総合歪率（2～50次を対象）中間高調波（0.5、1.5、2.5、3.5～49.5次）を記録することが可能である。図5に表示画面例を示す。

なお、高調波警報機能も具備することが可能であり、電圧要素毎に任意に設定された次数（2～13次の整数次数、総合歪率）を監視、検出し、接点を出力することができる。

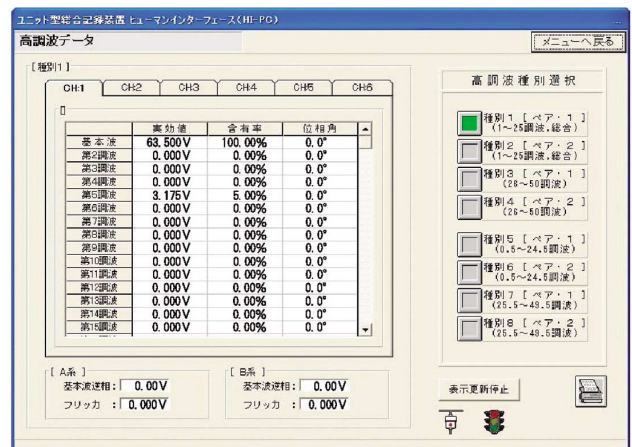


図5 表示画面例

3.3 電力量変化を高速で検出可能

1/16サイクル(1.25ms)毎の実効値演算により、高速な起動検出が可能である。図6に演算イメージ、図7に起動イメージを示す。

なお、瞬時電圧低下検出機能では、事故前値、事故中最低値、低下率、および、継続時間を数値で記録可能である。

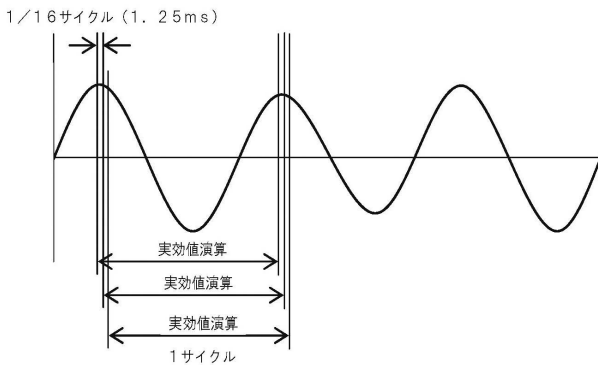


図6 演算イメージ

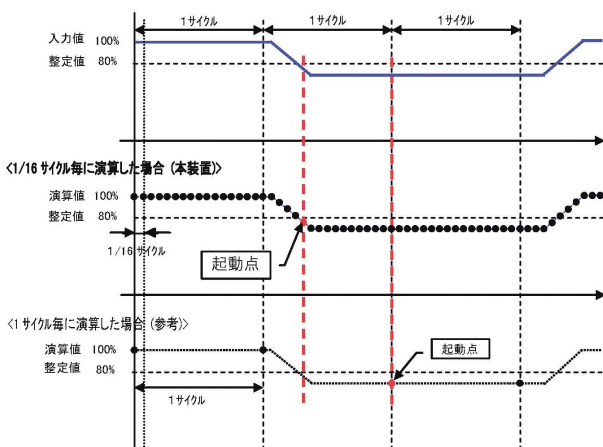


図7 起動イメージ

3.4 電力動揺の状態に合わせた起動設定が可能

系統現象、負荷特性機能では、各種の起動設定が可能である。また、以下に示すように電圧・周波数・有効電力・無効電力の変化によるデータ記録機能を記録間隔別に具備している。表1にデータ記録機能一覧を示す。

(1) モード1 (系統現象記録機能)

系統事故による擾乱等の比較的速い動揺(1分程度)を評価するため、1サイクル単位の基本波の有効電力・無効電力・各相電圧・正相電圧・周波数を記録する。

(2) モード1 (負荷特性記録機能)

負荷の過渡特性を含めた系統解析の向上を図るために、1/8サイクル単位の基本波の有効電力・無効電力・正相電圧・周波数を記録する。

(3) モード2

系統の不安定状態や、最終的には系統崩壊に至るような比較的ゆっくりとした動揺(10分程度)を評価するため、10サイクル単位の基本波の有効電力・無効電力・各相電圧・正相電圧・周波数を記録する。

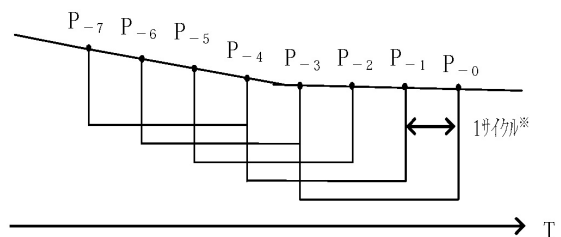
(4) モード3

負荷潮流の時間推移・年間推移計測のため、5分毎の基本波の有効電力・無効電力・正相電圧の日報を記録する。

表1 データ記録機能

		系統現象記録機能	負荷特性記録機能
モード1	目的	系統事故による擾乱等の比較的速い動揺(1分程度)を評価	負荷の過渡特性を含めた系統解析の向上を図る
	記録要素	基本波の有効電力・無効電力 各相電圧・正相電圧・周波数	基本波の有効電力・無効電力 正相電圧・周波数
	記録間隔	1サイクル単位	1/8サイクル単位
モード2	目的	系統の不安定状態や、最終的には系統崩壊に至るような比較的ゆっくりとした動揺(10分程度)を評価	
	記録要素	基本波の有効電力・無効電力・各相電圧・正相電圧・周波数	
モード3	目的	負荷潮流の時間推移・年間推移計測(日報)	
	記録要素	基本波の有効電力・無効電力・正相電圧	
	記録間隔	5分単位	

これらの機能の一例として、(1)モード1の有効電力変動起動を図8-1、2、3に示す。



※ 1サイクル毎に1回の割合で1サイクルのデータを用いて演算し、起動判定を行う。(起動検出は1サイクルに1回)

- ◆整定条件
変動率(ΔP) = ±2%
比較サイクル数(ΔT) = 3サイクル
検出回数(N) = 5回
- ◆有効電力変動(ΔP/ΔT) 起動条件

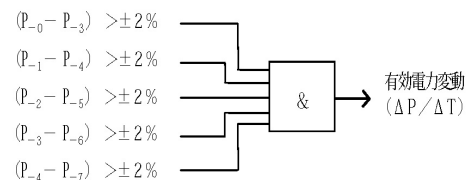


図8-1 モード1 有効電力変動起動設定 (P / T)

図8-2のような入力を与えた場合、は、変動時間が短く検出回数の整定(5回)に満たないため、起動しない。は、5サイクル以上連続で有効電力変化があるため、起動条件を満足し起動している。

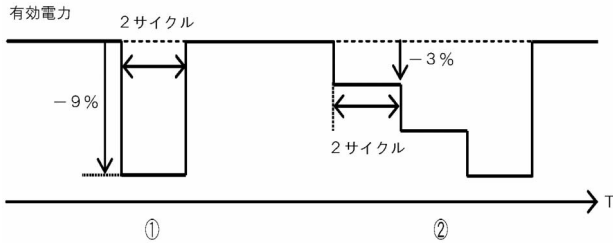


図8-2 入力パターン

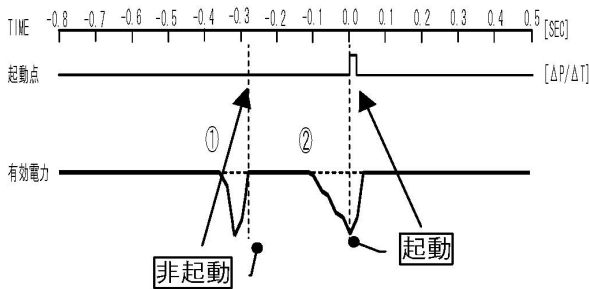
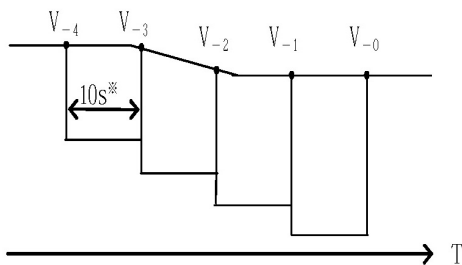


図8-3 実起動データ

次に、(3)モード2の正相電圧変動起動を図9-1、2、3に示す。



※ 10サイクル毎に1回の割合で1サイクルのデータを用い演算し、10秒間のデータ(50個)を平均した値で起動判定を行う。(起動検出は10秒に1回)

- ◆整定条件
 - 変動率(ΔV) = ±3%
 - 比較時間(ΔT) = 10s
 - 検出回数(N) = 4回

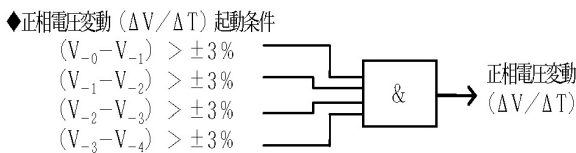


図9-1 モード2 正相電圧変動起動設定 (V / T)

図9-2のような入力を与えた場合、は、40s以上連続で電圧変化があるため、起動条件を満足し起動している。は40s以上低下しているが連続的な変化ではないため、起動しない。

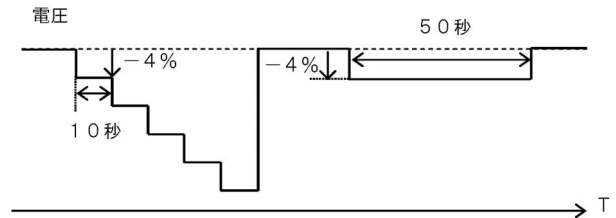


図9-2 入力パターン

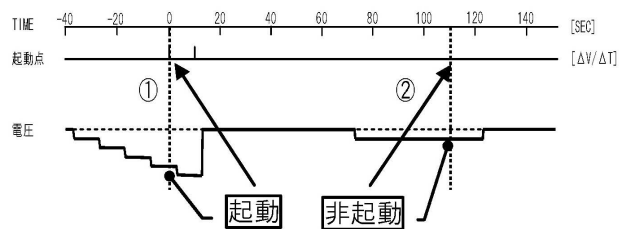


図9-3 実起動データ

3.5 記録ユニット間同時刻起動の実現

自動オシロ機能では、記録ユニット間での同時刻記録を可能とするため、図10に示すとおり他ユニットからの起動接点出力により、同一盤内の全てのユニットが起動する回路を構成した。

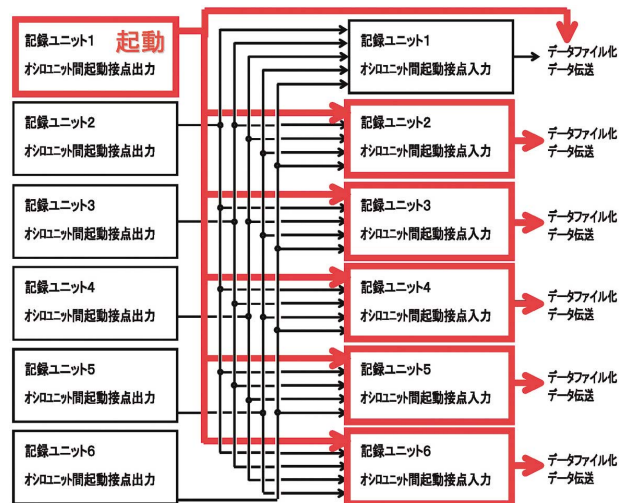
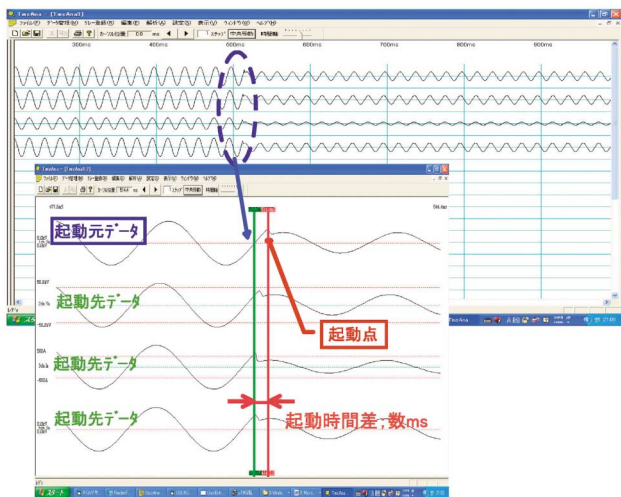


図10 ユニット間起動シーケンス

記録ユニット間の起動時間差を評価するため、試験を実施した。その結果、記録ユニット間の起動時間差は、数ms以内であり、図11のオシロデータに示すように、波形解析用端末での波形表示上は支障のない範囲であった。

なお、本装置には、GPS時計を内蔵しており、オシロデータに正確な時間を付加することができる。そのため、波形解析用ソフトでGPS同期による波形合成を実施することにより、起動点を完全に一致させることが可能である。(図12)



起動時間差を評価するため、各ユニット間で同一のアナログ入力を記録し、オシロデータの先頭を揃えて波形合成を行い比較した。

図11 起動時間の解析結果

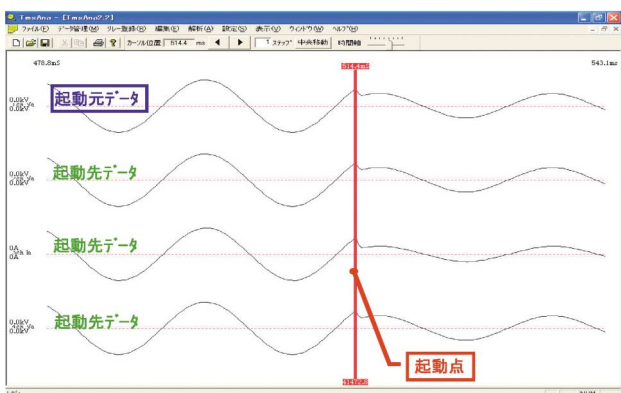


図12 GPS同期による波形合成

3.6 事故検出機能

1サイクル毎に、母線の短絡、地絡、欠相、無電圧を監視し、それぞれのシーケンスに従って検出し、接点を出力する機能である。なお、母線停止時などの不要な検出を防ぐため、全停検出ロック機能を付加している。

(1) 短絡検出

母線の短絡を線間電圧で検出する。
各線間電圧が、動作値以下に低下した場合、接点を出力する。

(2) 地絡検出

母線の地絡を三相電圧より計算した零相電圧で検

出する。

零相電圧が、動作値以上に上昇した場合、接点を出力する。

(3) 欠相検出

母線の欠相を線間電圧で検出する。
各線間電圧の差が、動作値以上に上昇し、動作時間以上継続した場合、接点を出力する。

(4) 無電圧検出

母線の加圧状態を三相線間電圧で検出する。
各線間電圧が、三相共に動作値以下に低下し、動作時間以上継続した場合、接点を出力する。

3.7 保守性の向上

(1) 故障時

ユニット単位で停止・改修が実施でき、故障ユニット以外のデータは継続して記録可能であり、データの欠測を局所化することができる。

(2) 更新時

ユニット単位で交換できるため、架台や配線の流用が可能である。

4. 各機能の最大演算数

表2に1装置あたりの最大演算数(記録ユニット6台実装)を示す。

表2 最大演算数

機能	アナログ入力	接点入力
自動オシロ	96CH	128CH
瞬低	4 母線	—
高調波	96CH	—
系統現象・負荷特性	18 回線	12CH
事故検出	4 母線	—
電圧フリッカ	4 母線	—

5. むすび

記録ユニットの台数を増減させること、および、内蔵する記録機能をユニット単位で選択することで、電気所規模・構成に合ったシステムを構築することが可能となった。システムを最適設計することで、従来に比べて、装置コストの削減が可能となり、これにより、記録装置の導入拡大・促進が図れ、更なる系統の安定運用や電力品質の維持に貢献するものとする。本装置は東京電力(株) 殿変電所にて07年10月より運用を開始した。

今後とも、系統の安定運用や電力品質の維持に貢献する記録装置の開発・改良に注力していきたいと考えている。最後に、本装置の開発に際してご指導・ご協力いただいた関係各位に深く感謝申し上げる次第である。

参考文献

- (1) 北條、加村、白井、石倉：「総合記録装置について」平成10年 電気学会全国大会、No.1385
- (2) 北條、加村、白井、石倉：「総合計測装置」日新電機技報 Vol.43, No.2 (1998.9)
- (3) 草川、関、竹内、奥田、石倉：「ユニット型電力

- 用記録装置の開発」平成20年第一回保護リレーシステム研究会、No.PPR-08-03
- (4) 草川、関、竹内、奥田、石倉：「ユニット型電力用記録装置の開発」平成20年 電気学会全国大会、No.6-308

執筆者紹介



石倉定幸 Sadayuki Ishikura
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
電子機器部 営業技術チーム 主任



奥田 誠 Makoto Okuda
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
電子機器部 開発チーム 主任



竹内雅靖 Masayasu Takeuchi
産業・電力システム事業本部
システム機器事業部
電子機器部長