

低圧絶縁監視盤の開発

The Development of the Equipment to Diagnose the Insulation of the Live Low-voltage Circuits

豊原 生次*
S. Toyohara
杉原 幸次*
K. Sugihara

奥田 博*
H. Okuda
高田 陽介*
Y. Takata

Synopsis

We developed the equipment which diagnoses the insulation of the live low-voltage circuits in the electric power equipment of such as a factory, a building, a railway, water service and sewage works, and public facilities. This paper describes the outline of the equipment.

1. ま え が き

低圧絶縁監視盤は、工場、ビル、鉄道、上下水道や公共施設などの電力設備において、特に低圧回路の絶縁状態を常時監視するための装置である。この装置の設置により、電気設備を停電することなく絶縁劣化傾向の監視が常時行え、絶縁抵抗試験業務がコストダウンでき、設備管理者は保守・保全業務を省力化することが可能となる。

従来の低圧絶縁監視盤は、変圧器のバンク二次側と各フィーダのそれぞれの対地間絶縁抵抗だけを常時監視していたが、今回開発した装置は、低圧回路の絶縁状態を絶縁抵抗と漏れ電流から常時監視できるようにしたものである。以下に概要を紹介する。

2. 低圧絶縁監視システムと装置構成、機能

低圧絶縁監視システムの系統設置例を図1に示す。低圧絶縁監視盤の外観および扉開口写真を図2に示す。

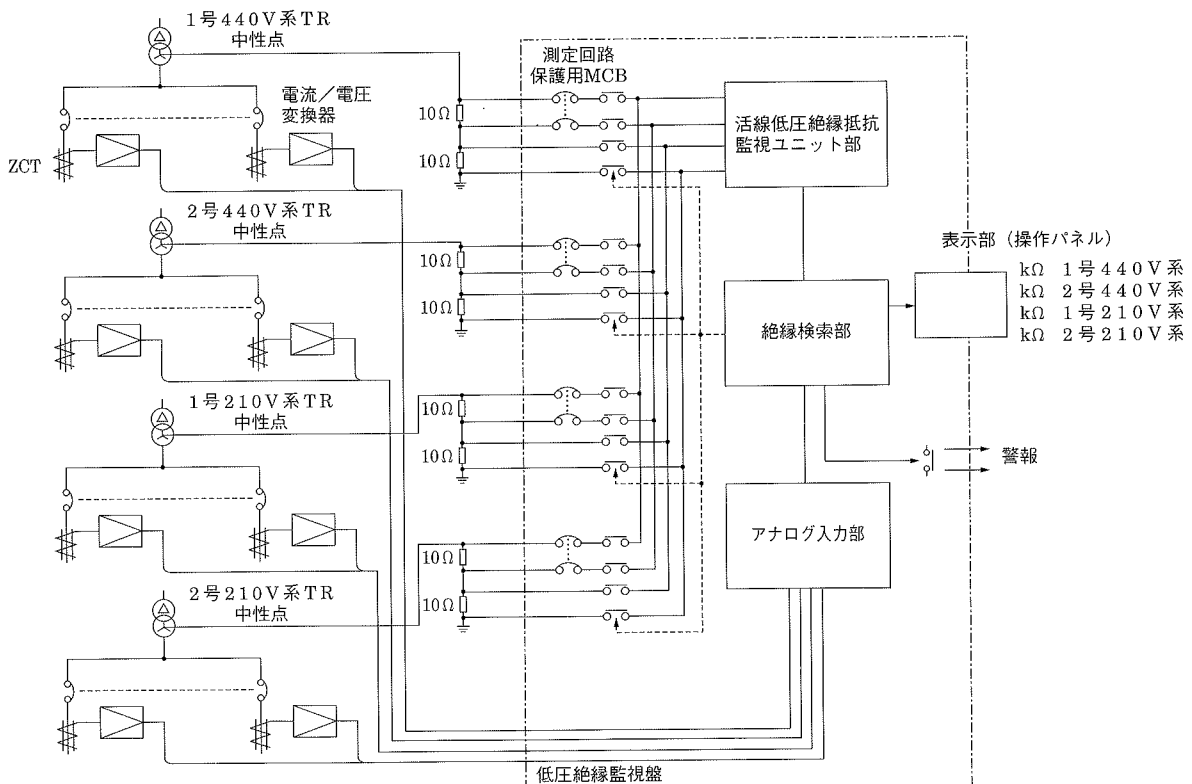


図1 系統設置例

* 受変電・制御システム事業部 制御装置グループ デジタル制御装置部

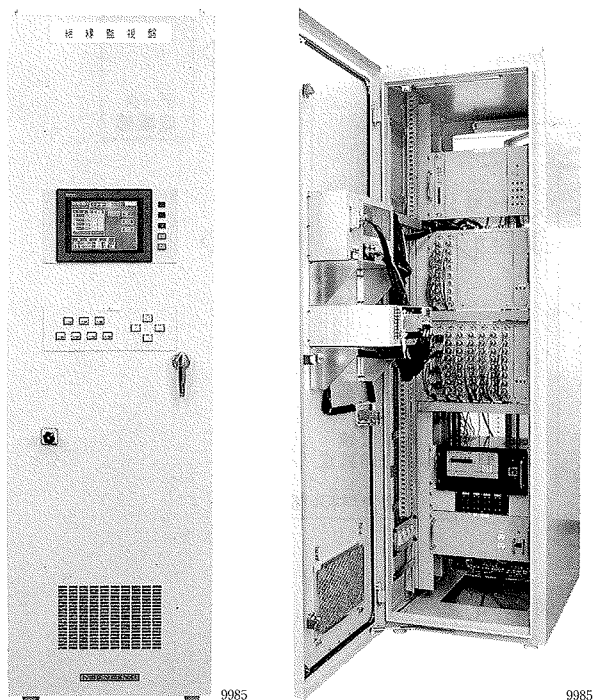


図2 低圧絶縁監視盤

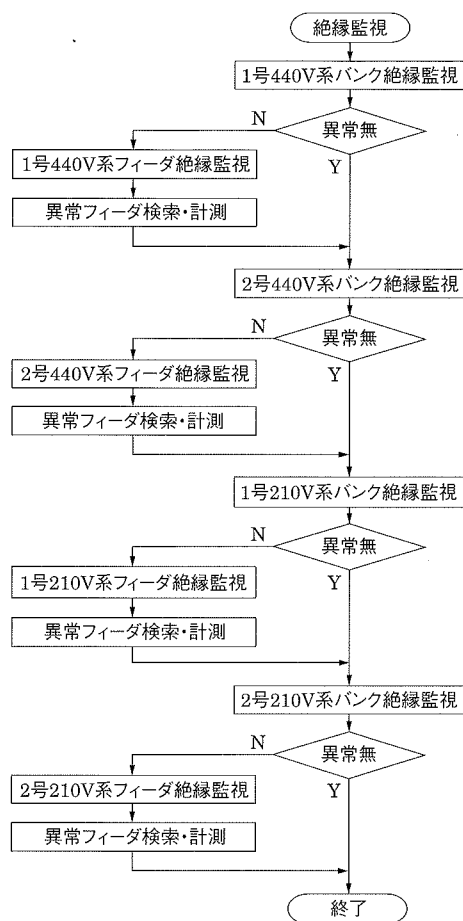


図3 絶縁監視フロー

3. 絶縁監視シーケンス

絶縁監視の代表的なフローを図3に示す。絶縁監視の機能には、自動モードと手動モードがありそれぞれの特徴は次のとおりである。

(1) 自動モード

監視開始時間を設定することで、総数5ブロックまでの変圧器バンク二次の一括の絶縁監視を行う。

この時、絶縁レベルが低下すると、当該バンクの全フィーダの絶縁監視検索に入り、絶縁状態の表示をする。自動モードでは、常時監視とトリガ監視の二通りがある。

常時監視は、1分毎に1回バンクの絶縁劣化の監視を行い、トリガ監視は設定した曜日と時刻にバンクの

絶縁劣化の監視を行う。これらの監視は、1分毎に1回のバンク計測値を表示できる。絶縁劣化の測定値が設定した判定値を下回った時、警報接点を出力する。

(2) 手動モード

操作パネル上から、総数5ブロックの変圧器バンク二次の中から任意に選択して絶縁抵抗試験ができる。

4. 低圧絶縁監視盤

低圧絶縁監視盤には、アナログ信号入出力部、信号マルチプレクサ部、活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット部、操作パネル部、CPU部、データ収集部、OCG動作試験装置（オブション）、接点入出力部、電源ユニット部があり、これらの主要構成ブロックを図4に示す。

仕様は表1のとおりである。

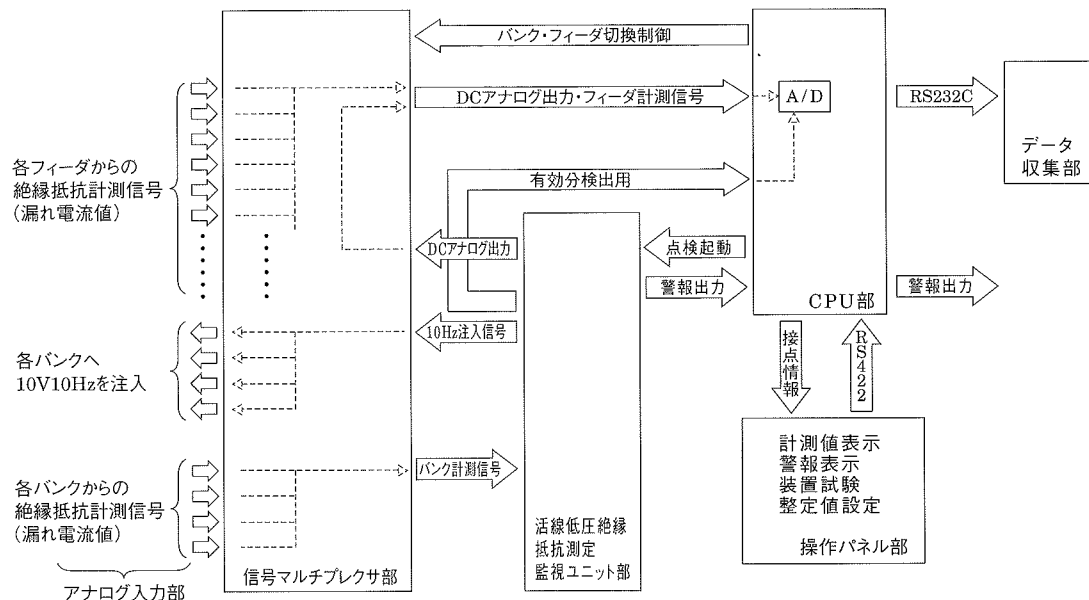


図4 構成ブロック図

表1 低圧絶縁監視盤仕様

項目	仕様	備考
制御電圧	AC 100 V ± 10 %	
消費電力	500 VA 以下	
商用周波耐電圧	AC 1,500 V 1 分間 (電源部, 接点部)	回路一括対地間
	AC 500 V 1 分間 (アナログ計測回路)	
絶縁抵抗	DC 500 V メガーにて50 MΩ以上	
使用温度範囲	-10 ~ +50 °C	
使用湿度範囲	95 % 以下	結露なきこと
OCG 動作試験	OCG ロック信号およびロック解除信号の出力 試験用過電流発生 OCG 動作信号入力 操作ユニットのランプ試験	オプション
盤寸法	W 700 × H 2,300 × D 1,000 mm	
重量	約 200 kg	

5. 活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット

このユニットは、低圧電気回路の絶縁劣化を活線状態で測定、監視ができるようになっている。したがって、電気設備を停電することなく絶縁劣化傾向の監視が常時行える。通常の絶縁抵抗試験では、停電状態で回路の負荷

側に直流の高電圧を印加して測定するが、このユニットでは低電圧のため誤って機器を破損する可能性はない。適用できる電気系統は交流の600V以下の接地系としている。このユニットの主な仕様は表2のとおりである。この装置の外観を図5に示す。

表2 活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット仕様

項目	仕様		備考		
型式	DHM-10				
装置電源定格	AC 100 V, 60 Hz		変動範囲±10%以内		
消費電力	200 VA 以下				
注入電源定格	AC 10 V r.m.s., 10 Hz の正弦波		負担容量：1.2 A		
計測検出方法	有効分電流検出方式				
バンク計測範囲	抵抗値モード	10~1,000 kΩ 1~100 kΩ	C: 0~2 μF C: 0~10 μF	C: 対地浮遊静電容量 V: 対地電圧	
	電流値モード	(V/10) mA~(V/1000) mA (V/1) mA~(V/100) mA	C: 0~2 μF C: 0~10 μF		
フィーダ計測範囲	抵抗値モード	1~100 kΩ	C: 0~10 μF	ZCT および ZCT 変換 モジュールと組み合わせて使用	
	電流値モード	(V/1) mA~(V/100) mA			
計測精度	C: 0~2 μF	10~100 kΩ	±5%		
		100~300 kΩ	±10%		
		300~1,000 kΩ	±20%		
	C: 0~10 μF	1~10 kΩ	±5%		
		10~30 kΩ	±10%		
		30~100 kΩ	±20%		
警報設定	抵抗値モード	注意レベル	10~200 kΩ	10 kΩ ステップ	接点出力：各 1 a
		警報レベル	1~50 kΩ	1 kΩ ステップ	
	電流値モード	注意レベル	3~15 mA	1 mA ステップ	
		警報レベル	10~50 mA	10 mA ステップ	
		対地電圧	100~440 V	1 V ステップ	
表示内容	有効分漏れ電流		デジタル表示		
	絶縁抵抗値				
アナログ出力	抵抗値モード	10 kΩ~∞/DC 5~0 V	負荷抵抗：100 kΩ 以上		
		1 kΩ~∞/DC 5~0 V			
	電流値モード	0~30 mA/DC 0~5 V			
		0~100 mA/DC 0~5 V			
保護機能	過大入力保護		地絡事故時の対応		
監視機能	常時監視	発振断検出/電源断検出/注入電源用アンプ異常検出	(代表例)		
	自動点検	精度監視/メモリチェック/接点チェック/絶縁模擬			
商用周波耐電圧	AC 2,000 V 1 分間 (電源部, 接点部)		回路一括対地間		
	AC 500 V 1 分間 (アナログ計測回路)				
絶縁抵抗	DC 500 V メガーにて 50 MΩ 以上				
使用温度範囲	-10~+50 °C				
使用湿度範囲	95% 以下		結露なきこと		
本体外形寸法	W 400×H 200×D 350 mm				
重量	約 17 kg				



図5 活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット

9985

6. 活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニットの原理

このユニットは、図6の原理図に示すように低圧電気回路の大地と電路間に交流10Hzの10Vを印加し、大地と電路間の絶縁抵抗を経由する漏れ電流を検出し、絶縁抵抗値を測定する。

この漏れ電流成分に含まれる商用周波の残留電流や地絡電流は、活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット内部のフィルタ回路で除去され、さらに対地間の浮遊静電容量に

よる漏れ電流成分を有効分演算によって大地と電路間の絶縁抵抗のみを測定する。

演算理論は次に示すとおりである。活線低圧絶縁抵抗測定監視ユニット内部のアンプから注入電圧 V_{10} を測定電路と大地間に印加し、漏れ電流を検出抵抗 R_0 を介して電圧 V として検出する。この V には10Hz成分と測定電路の商用周波数成分が含まれるが、以下の関係式が成り立つ。

$$I_R + I_C = \frac{1}{R_0} \times V$$

$$I_R = \frac{1}{R_X} (V + V_{10})$$

対地容量に影響を受けずに対地間絶縁抵抗 R_X を測定するために、注入電圧 V_{10} との有効電力演算を行なえば $I_C \times V_{10} = 0$ となることを用いて、上式より

$$\frac{1}{R_0} \times V \times V_{10} = I_R \times V_{10}$$

$$I_R \times V_{10} = \frac{1}{R_X} (V \times V_{10} + V_{10} \times V_{10})$$

したがって両式より

$$\frac{1}{R_0} \times V \times V_{10} = \frac{1}{R_X} (V \times V_{10} + V_{10} \times V_{10})$$

が得られ、既知の値である V_{10} 、 R_0 および計測値 V より測定電路と大地間の絶縁抵抗 R_X が求められる。

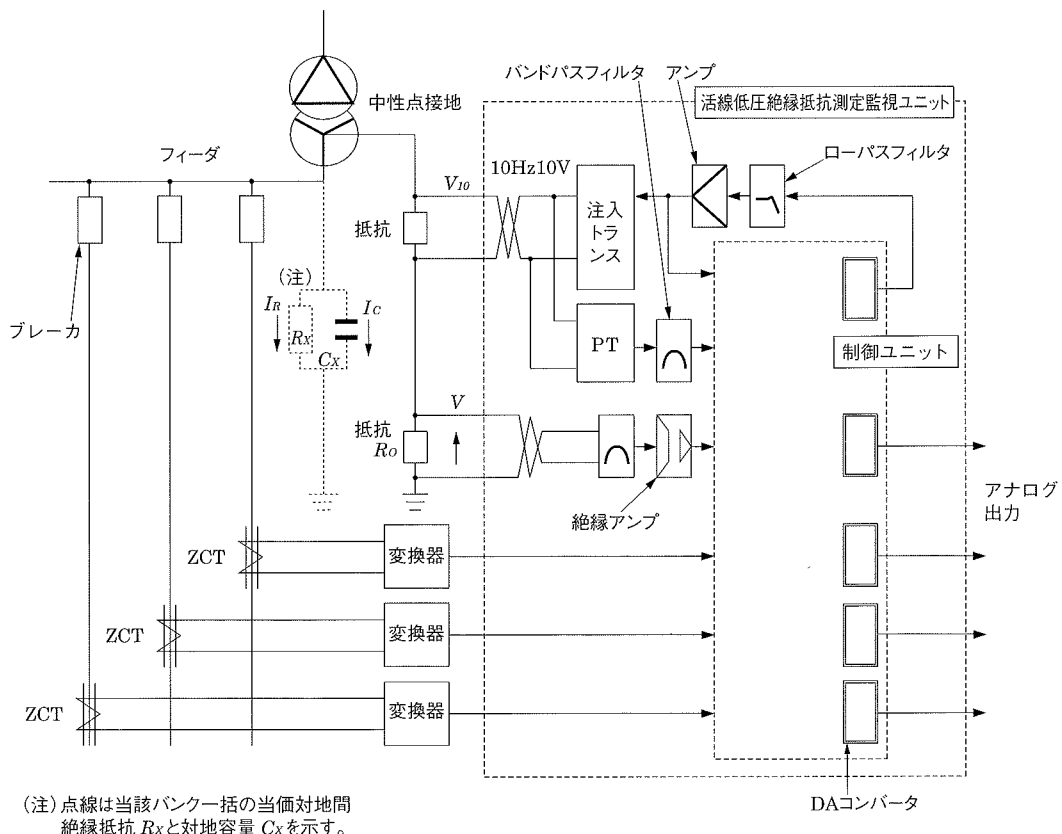


図6 原理図

7. 操作パネル

低圧絶縁監視盤の設定・操作はタッチパネル方式を採用し、その外観は図7のとおりである。また操作画面の代表例を図8に示す。

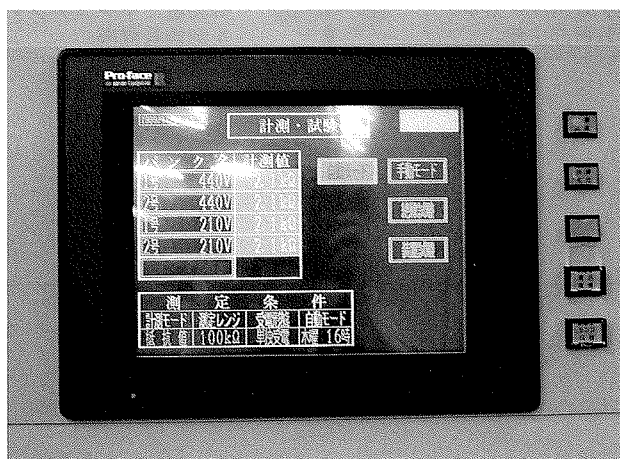


図7

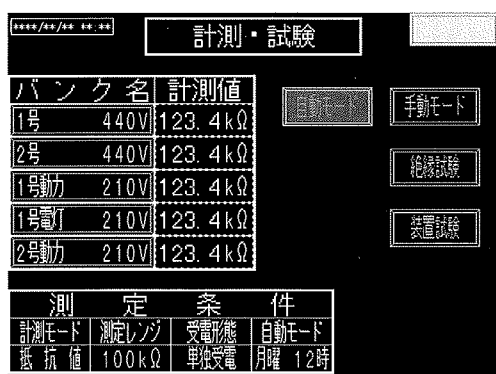


図8

8. データ収集・解析装置

低圧絶縁監視盤にあるCPUユニット部では計測したデータをメモリ媒体に記録保存するようにしている。このデータ収集伝送機能は表3に示す特徴を有している。

解析装置は、メモリ媒体に記録保存された計測データを汎用のパソコンで長期的な絶縁劣化傾向を管理したり、短期的に変動する絶縁抵抗や漏れ電流の表示ができるように、解析ソフトをウィンドウズ版で提供できるようにした。

収集されたデータは伝送路を経由させて、もしくはICメモリカードを直接汎用のパソコンに接続することによって次の処理ができるようになっている。

- (1) 汎用の数値計算ソフトウェアで取り扱えるデータに変換できる。
- (2) 収集したデータと手動で入力した絶縁状態のデータを同一画面上で表示し比較できる。
- (3) 汎用パソコンのハードディスクに収集したデータを蓄積し、継続する収集データと結合することにより数年に亘るデータ解析ができる。

表3 データ収集伝送機能

機能		全バンク	全フィード
測定項目	漏れ電流値	最大5点	最大95点
	絶縁抵抗値		
劣化判定周期		毎正時	
バンク切替周期		1分または2分毎 (バンクのフィード数による)	
最大記録時間		1年間 (2MBのICメモリカードを使用した場合)	
データ伝送		RS-232Cによる遠制御局との通信	

表4 データ伝送仕様

項目	仕様
伝送規格	RS-232C シリアル伝送
伝送方式	調歩同期 (非同期) 半二重方式
伝送速度	4,800 bps
データ保存数	約2日分の各バンク、各フィードの計測データ

9. あとがき

本稿では、自家用電気設備の絶縁劣化による事故を未然に防止するための予測保全システムとして低圧絶縁監視盤を紹介した。これらの電気設備の機能が今後ますます複雑化し重要性が増してきている中で、停電することなく絶縁劣化の常時監視ができる装置は、あらゆる用途への適用が可能となる。特に、電気設備を保守・管理されているところでは、点検工数の削減、絶縁劣化系統の早期発見が可能となり大きな貢献が期待できる。

◆ 執筆者紹介



豊原 生次

1980年入社。主として、受変電設備の計測・制御装置の開発・設計に従事。現在、受変電・制御システム事業部制御装置グループデジタル制御装置部課長。



奥田 博

1988年入社。主として、受変電設備の計測・制御装置の開発・設計に従事。現在、受変電・制御システム事業部制御装置グループデジタル制御装置部主任。



杉原 幸次

1992年入社。主として、受変電設備の計測・制御装置の開発・設計に従事。現在、受変電・制御システム事業部制御装置グループデジタル制御装置部。



高田 陽介

1994年入社。主として、受変電設備の計測・制御装置の開発・設計に従事。現在、受変電・制御システム事業部制御装置グループデジタル制御装置部。