

## 1 まえがき

近年、配電技術の進歩により、配電線故障は年々減少しているなかで、雷害故障は依然として多く、全故障の40～50%を占めると言われている。

電力会社における設備面での耐雷対策は、避雷器、架空地線の設置、10号格差絶縁方式等、着実な対策が実施されているが、雷は昼夜を問わず急激に発生し、短時間のうちに被害が生ずるので、配電線を保守する電力会社の第1線の営業所では、巡視、切替、故障復旧などの対応作業が集中する。このため、早期復旧を計るには、事前に十分な要員を確保できる、運用面での対策としての、的確な襲雷予知が必要となる。

このような背景から、各電力会社では従来から各種の襲雷予知システムが実施されているが、その主体となっているのは、雷雨警報の活用、及び気象レーダによる雷雲の発生、強度の通報方式など、襲雷予知区域の単位が大きいものであった。

これに対して、襲雷予知区域の単位をより細かく行う配電線雷サージ電圧検出方式による襲雷予知システムは数年前より、中部電力(株)殿の1部地域で試行されていたが、昭和57年より3ヵ年計画で、「配電線襲雷警報システム」として本格的に実施された。

当社においても、従来より中部電力(株)総合技術研究所殿と、共同開発して来た各種のサージ検出装置、及びマイクロコンピュータ応用の伝送制御装置を使用してシステムを構成する各種装置を製作、納入してきた。

実績として、昭和59年までに中京ブロック(愛知、三重、岐阜、静岡)の114変電所に子局(雷サージ検出装置)を、23事業所に親局(データ処理装置)と表示装置(表示処理装置及び警報表示盤)を、26事業所に表示装置を納入し、その稼動状況は非常に順調で、襲雷時の雷の発生、移動、消滅の状態が「襲雷警報表示盤」上で、容易に確認できるため、早期の要員確保、早期復旧に活用されている。

さらに本年夏には、中部電力(株)殿の供給全域(愛知、三重、岐阜、静岡、長野)に拡大実施されることとなり、新たに120変電所、48事業所に装置が増設された。

ここに、その概要を紹介するとともにシステムを構成する各種装置について述べる。

## 2 配電線襲雷警報システムの概要

配電線に雷雲が接近し、その近傍に落雷すると、その誘導により配電線に雷サージ電圧が発生する。

この値と発生頻度があるレベル以上になると、配電線故障の可能性が非常に高くなる(注1、注2)。

本システムでは配電線を雷に対するアンテナとして利用し、雷サージ電圧を、配電用変電所に設置されている各配電バンクの接地用変圧器(GPT)2次のオープンデルタ回路より子局に取り込み、雷サージ電圧の値と、発生頻度が特定の条件を満たした時に「襲雷」と判定して信号を通信線経由で、営業所に設置した親局(データ処理装置)に送り、親局では各変電所からの信号をチェックして、襲雷、去雷及び雷の強度を判定、情報伝送系のCDT装置を通じて、中央局に情報を伝送する。

中央局(1:N CDT装置)は、各営業所からの「襲雷」情報を集め、全ての営業所に送りがえす。一方営業所で受信された全営業所の「襲雷」情報は、表示処理装置により「襲雷警報表示盤」の地図上に取付けた、各変電所位置の情報に変換されて、「襲雷」の場合発光ダイオードの点灯、雷サージの発生頻度大の場合発光ダイオードの点滅で、表示されるとともに、警報ブザー、チャイムにより、営業所保守担当員に、襲雷の状況を知らせ、襲雷時の早期動員、再開路リレーのロックの判定に役立てようとするものである。図1にその概念図を示す。

### 2.1 システム構成

システムを構成する装置は

- (1) 子局(雷サージ検出装置)
- (2) 親局(データ処理装置)
- (3) CDT装置(情報伝送装置)
- (4) 表示装置(襲雷情報の受信表示装置)

に大別されるが、当社では(1)、(2)、(4)の各装置について製作し、(3)については、電力仕様の標準給電用CDT装置を使用している。

又後述する気象レーダシステムからの雷雲エコーの情報も解析コンピュータを介して入力されている。

### 2.2 システムの規模

システムの規模は、本年設置分も含め下記の通りであ

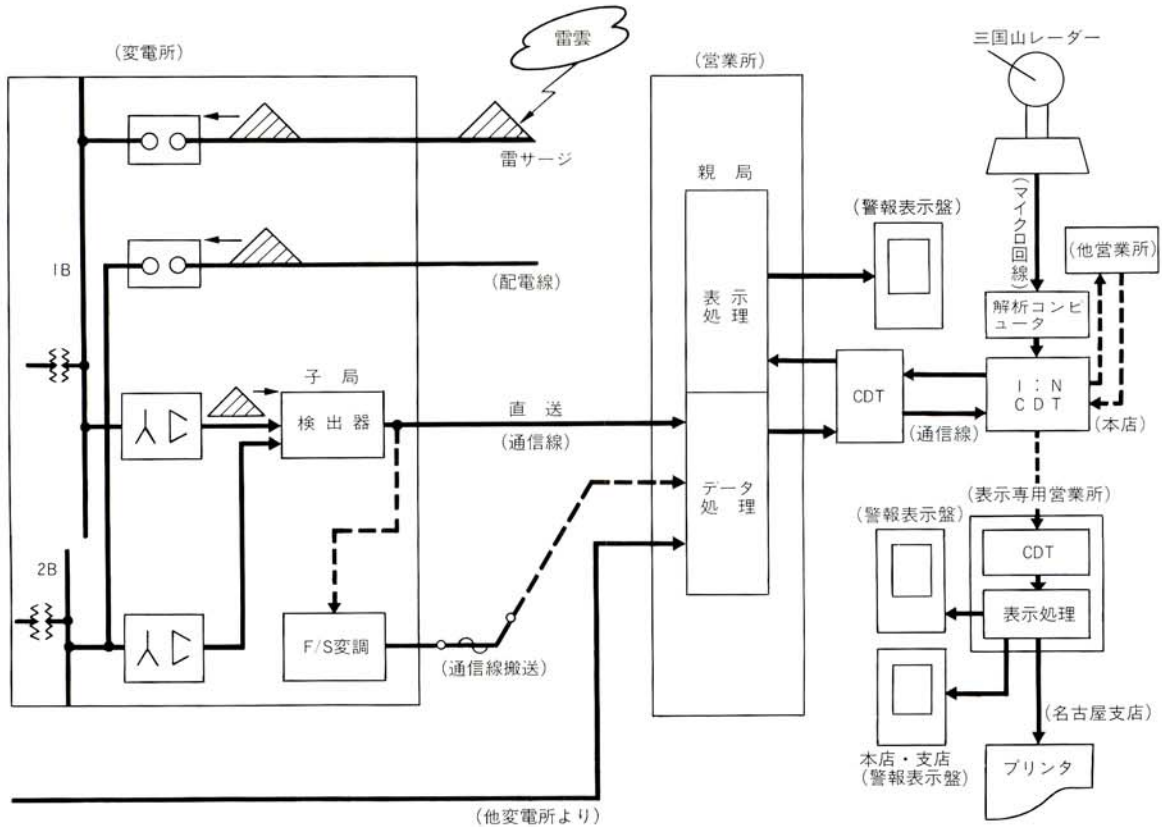


図1 / システム概念図  
Fig. 1/System schematic diagram

る。

- (1) 子局：234台(234変電所)
- (2) 親局(データ処理及び表示装置)：50台(50営業所)
- (3) 表示専用装置：40台(40営業所)
- (4) 襲雷情報記録装置(情報打出しプリンタ付)：1台
- (5) 本店向全域表示盤：1台
- (6) 支店向襲雷警報表示盤：5台

### 3 システムの構成機器

本システムの構成機器(装置)について、その仕様、機能を以下に述べる。

#### 3.1 子局(雷サージ検出装置)

子局は設置変電所の配電バンク数、及び親局との信号伝送方式により下記の4種類を製作した。

- 2バンク変電所向直送方式子局(2B直送式子局)
- 1バンク変電所向直送方式子局(1B直送式子局)
- 2バンク変電所向変調方式子局(2B変調式子局)
- 1バンク変電所向変調方式子局(1B変調式子局)

図2、図3に子局の外観を示す。

- (1) 2バンク変電所向と1バンク変電所向の相異点

2バンク変電所向は「配電線襲雷警報システム」の試行時より製作しているもので、配電線の $V_0$ 回路に誘導

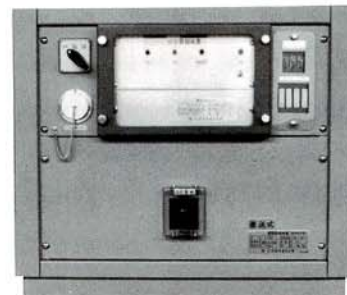


図2 / 直送方式子局  
Fig. 2/Terminal equipment using wire splicing

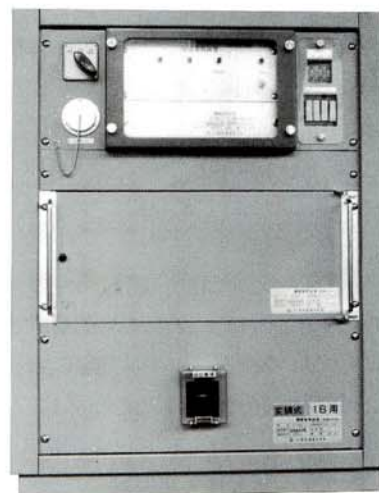


図3 / 変調方式子局  
Fig. 3/Terminal equipment using frequency modulation

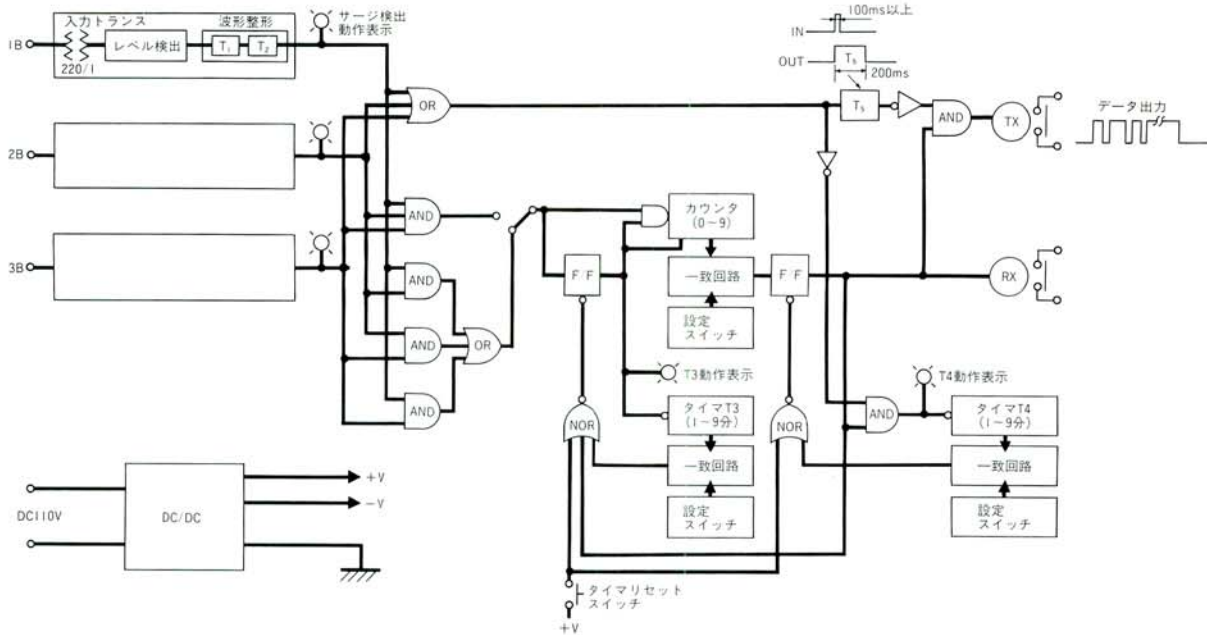


図4 / 子局ブロック図(2バンク変電所用)

Fig. 4/Block diagram with terminal equipment (for 2 bank substation)

される雷サージ電圧と、配電線の地絡、開閉器の開放、投入等によるサージ電圧を容易に判別するために開発された基本タイプで、誘導雷サージは各バンクに同時侵入することに着目し(注3)、下記の様な仕様で製作されている。

またそのブロック図を図4に、タイミングを図5に示す。

**動作仕様**

(i) 襲雷検出条件

検出レベル値 (25Vp) 以上の雷サージを、2バンク以上、同時に検出し、襲雷確認時間(T3 : 4分間)以内に、頻度設定値 (2回) 以上の回数検出した場合とする。

(ii) サージ情報の送付

襲雷条件を検出後、各バンクごとに、検出レベル値以上のサージを検出した場合は、襲雷出力を短時間(200ms)OFFすることにより、サージ情報として、親局に送信するとともに、去雷確認時間 (T4時間) 用タイマをリセット、スタートさせる。

(iii) 去雷判定条件

襲雷条件が成立後、検出した最終サージの時点より、一定時間 (去雷確認時間 : 8分間) サージが検出されなかった場合とする。

1バンク変電所向の子局は、郡部の配電用変電所及び山間部の水力発電所に併設された変電所等、配電バンクが1バンクしかない変電所用に開発されたもので、通常のサージ検出回路と、バンドパス、フィルタを使用した60Hzの検出回路とロジック回路で構成され、通常地絡事故時に発生する60Hz成分を検出した場合には、サージ検出回路出力を禁止して、地絡事故時の誤検出を防止している。

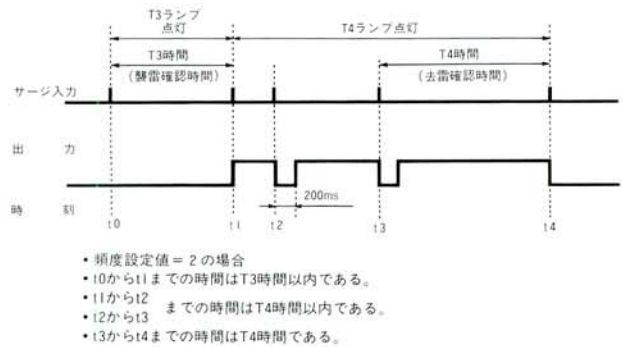


図5 / タイミング図

Fig. 5/Timing diagram

- 頻度設定値 = 2 の場合
- 10から11までの時間はT3時間以内である。
- 11から12までの時間はT4時間以内である。
- 12から13までの時間はT4時間以内である。
- 13から14までの時間はT4時間である。

ブロック図を図6に示す。

(2) 襲雷信号の伝送方式

子局から、営業所に設置した親局への襲雷信号の伝送は、変電所～営業所間の保安用電話の空き回線を使用した直送方式と、通信線搬送装置の1チャンネルを使用して伝送する変調方式 (FS変調方式) の2種類の伝送方式を使用している。

(i) 直送方式

子局～親局間で、一種のカレント・ループ回路を形成させ、襲雷信号は子局出力接点をONして、親局側の、ホットプラ回路により電流を検出して取込んでいる。

回線のノイズ条件が良好であれば、親～子局間の距離が最大50km程度まで伝送可能である。

(ii) 変調方式

子局に、200BPSのモデムカードを使用した変調ユニットを付加して、襲雷信号を $f_0 + \Delta f$ 、去雷信号を $f_0 - \Delta f$  ( $f_0 = 1200\text{Hz}$ ,  $\Delta f = 100\text{Hz}$ ) に周波数変調して、通信線搬送装置を介して伝送している。

親～子局間の伝送距離が長い場合や、直送回線の空

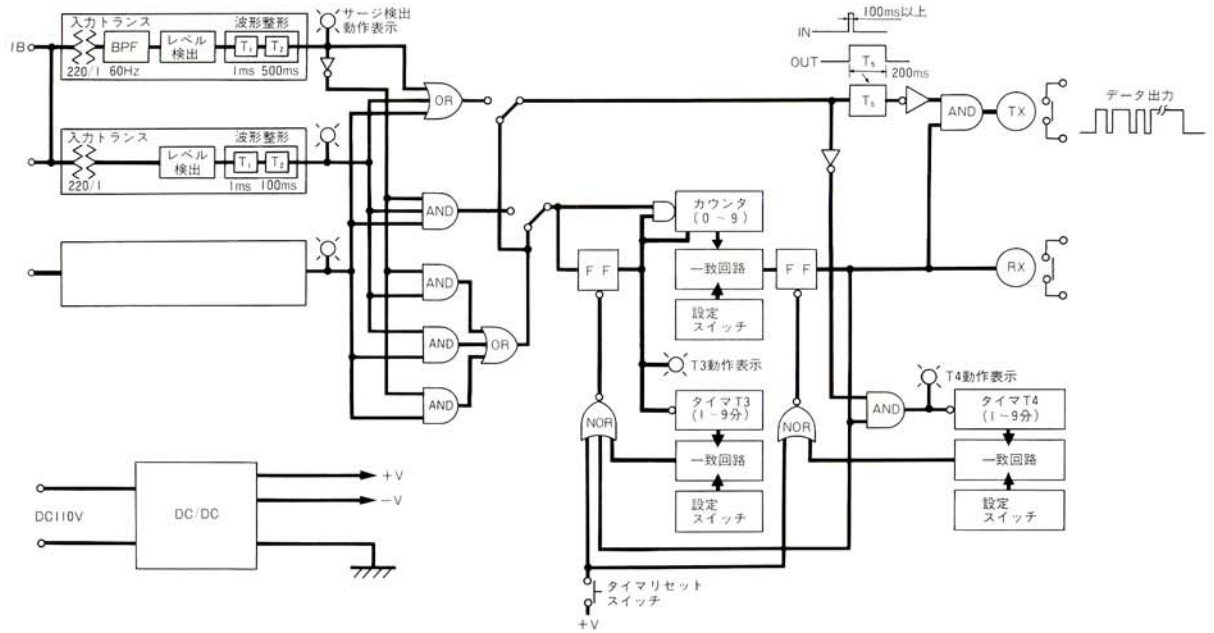


図6 /子局ブロック図(1バンク変電所用)  
Fig. 6/Block diagram with terminal equipment (for 1 bank substation)

きがない場合に使用している。

(3) 定期点検用試験装置との接続

毎年襲雷時期前に実施される子局の定期点検時に、試験装置(子局試験装置)との接続が、容易に行える接続コネクタ、及び試験用入出力と、常時の信号入出力回路を、切替できる操作開閉器を内蔵させて、保守の容易化を図っている。

3.2 親局(データ処理装置)

営業所に設置される親局は、子局からの襲雷情報を取

集して、データ処理を行い、伝送系のCDTへ情報を送信する。

通常1親局に最大6子局を接続して、CDTへ1ワード分のデータとして出力している。

外観を図7に、ブロック図を図8に示す。

内部回路は、機能別に分割されたプリント板カード7~8枚で構成され、8Bit系のマイクロコンピュータで制御されている。

その主な機能は、

- (1) 襲雷、去雷、サージ、パルス信号の弁別

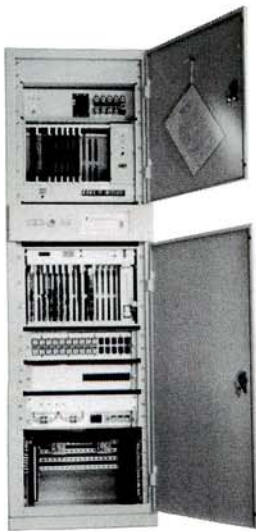


図7 /親局  
Fig. 7/Master station

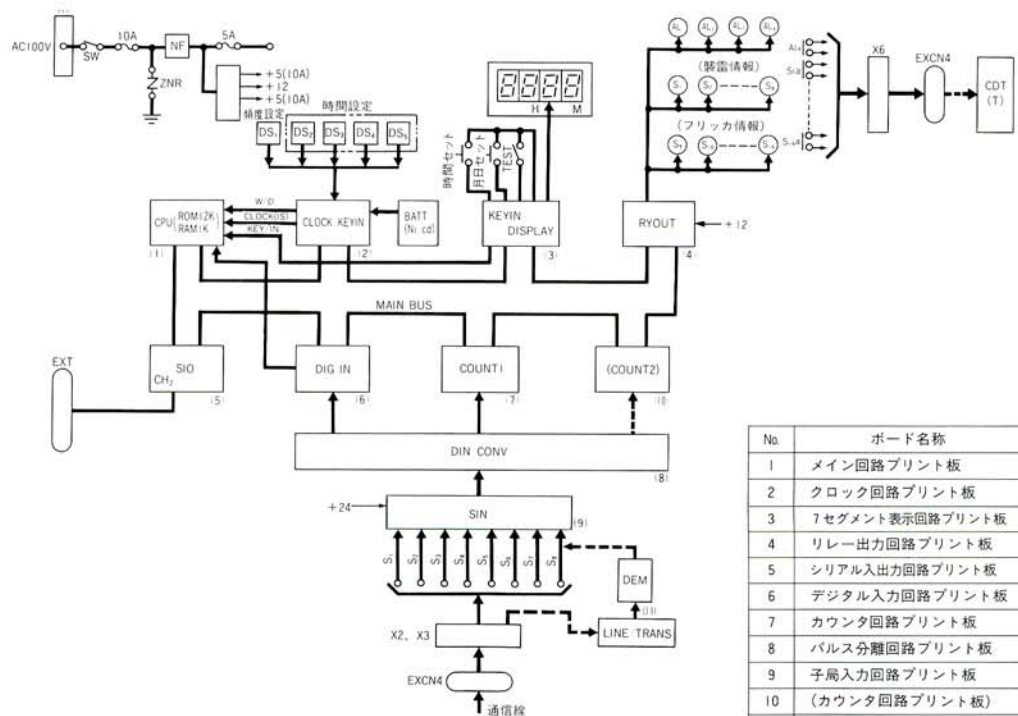


図8 /データ処理装置ブロック図  
Fig. 8/Block diagram with data processing equipment

No.	ボード名称
1	メイン回路プリント板
2	クロック回路プリント板
3	7セグメント表示回路プリント板
4	リレー出力回路プリント板
5	シリアル出力回路プリント板
6	デジタル入力回路プリント板
7	カウンタ回路プリント板
8	パルス分離回路プリント板
9	子局入力回路プリント板
10	(カウンタ回路プリント板)
(11)	(復調回路プリント板)

- (2) サージ、パルスのカウント及び頻度チェック
- (3) 伝送系CDTへの送信出力変換
- (4) 子局～親局間通信線異常の監視

で、4 kB程度にコンパクト化されたモニター方式のプログラムでコントロールされており、I/O インターフェイスのチェック用ソフトも組込まれている。

又システムの動作点検用として、子局動作の模擬が可能な「模擬入力試験パネル」が組込まれており、伝送系及び後述の表示装置を含めた動作チェックが可能となっている。

### 3.3 表示装置(表示処理装置と襲雷警報表示盤)

中央局(本店 1 : N CDT)から送られてくる各変電所の襲雷情報、及び気象レーダからの雷雲エコーの情報を、営業所CDTより受信して、「襲雷警報表示盤」の対応する変電所位置へのランプ表示と、ブザー、チャイム警報を行う。

#### (1) 表示処理装置

親局(データ処理装置)の設置される営業所の場合は、ユニット化して親局ケース内に収納されるが表示装置のみ設置される場合は、図9のように専用ケースに収納している。

又内部構成を表すブロック図を図10に示す。

内部回路は機能別に分割されたプリント板カード9枚で構成され、8Bit系マイクロコンピュータで制御されている。

その主な機能及び処理は下記の様になっている。

#### (i) データ受信、チェック機能

CDTの計算器結合器より、ワード・シリアルな型式

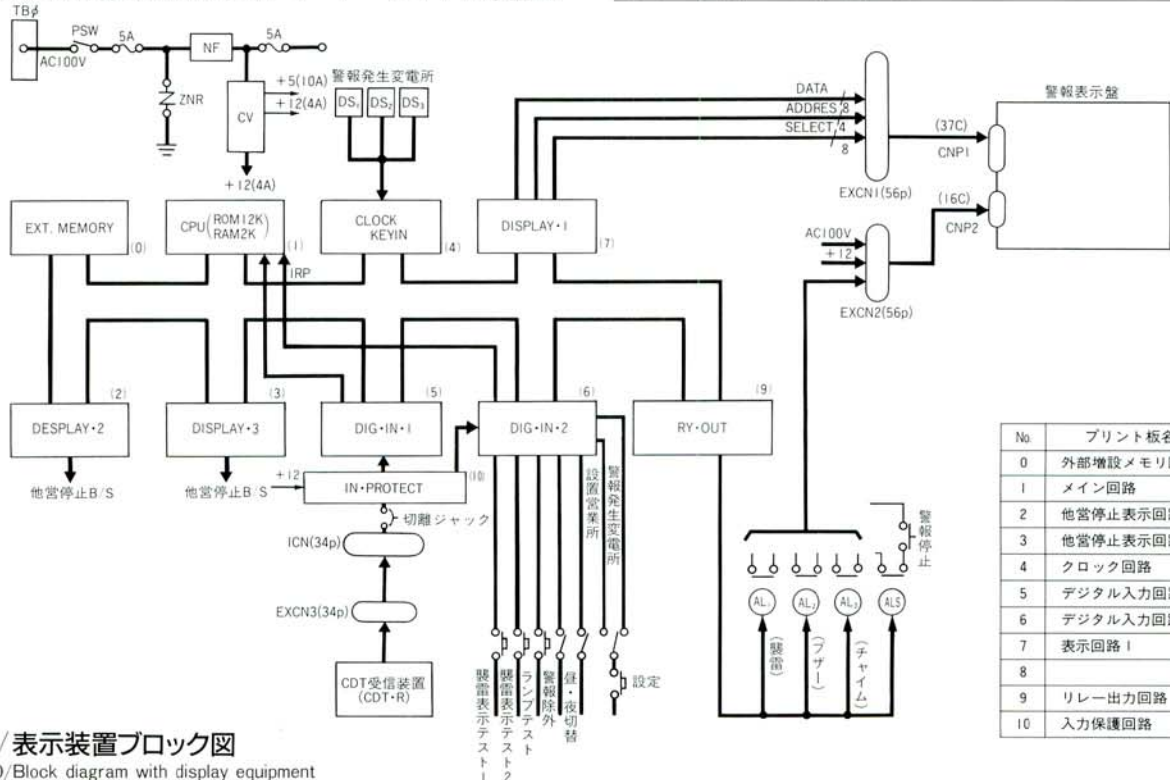


図10/表示装置ブロック図  
Fig. 10/Block diagram with display equipment

で、襲雷情報、雷雲エコー情報を受信し、パリティチェック等の検定を行い、受信メモリに収納する。

#### (ii) 表示変換出力機能

受信メモリをチェックし「襲雷警報表示盤」に出力するための、バイト単位の情報に変換して出力する。

又「襲雷警報表示盤」上のマップは、後述する様に各支店単位で異なるため、そのマップ区域外の情報を除いて出力している。

#### (iii) 警報出力判定機能

ブザー警報発生モード「昼/夜」の条件により、モード「昼」の場合は、「襲雷警報表示盤」上のどの変電所が襲雷になっても、警報出力し、モード「夜」の場

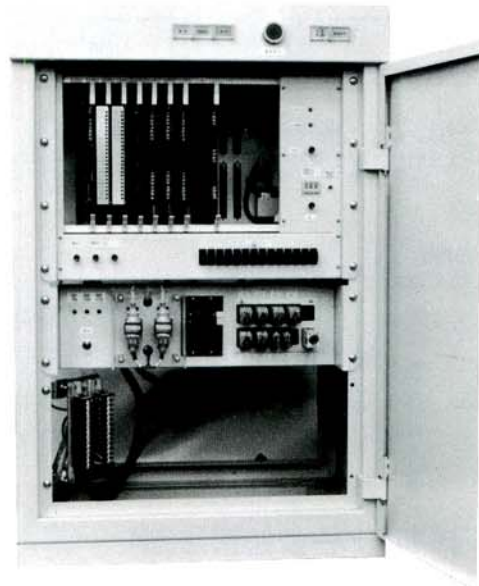


図9/表示処理装置  
Fig. 9/Display processing equipment

No.	プリント板名称
0	外部増設メモリ回路
1	メイン回路
2	他営停止表示回路1
3	他営停止表示回路2
4	クロック回路
5	デジタル入力回路1
6	デジタル入力回路2
7	表示回路1
8	
9	リレー出力回路
10	入力保護回路

合は、設定された変電所に襲雷があった時のみ警報出力させる警報出力判定を行う。

(iv) 伝送系異常のチェック及び表示機能

自営業所CDTの停止、及び接続ケーブル等の断線、他営業所CDTの停止等を監視し、異常表示パネルに表示出力する。

これらの機能を実現するプログラムは、10kB程度のメモリサイズで、モニタ方式をとり、機能追加、修正が容易にできるようになっている。

又マイクロコンピュータ制御の特長を生かし、「襲雷警報表示盤」上に、実際の雷道にそって「襲雷」「去雷」の状況を模擬表示できる「襲雷表示テスト」機能をもたせ襲雷状況の説明等に利用できる。

(2) 襲雷警報表示盤

本システムの顔となる部分で、各支店ごとに異なる縮小した地図上に子局設置変電所の位置に、発光ダイオードを取付け、この表示状況により、雷の発生、移動を判断する。

又後述する気象レーダ・システムからの雷雲エコー強度の表示、及び雷雲の移動方向、速度の表示も可能となっている。

襲雷時の警報は、ブザーで、強雷時の警報はチャイムにより、行っている。

本表示盤は、設置される事業所により下記の3種類のものを作成、納入した。

- (i) (現業)営業所向襲雷警報表示盤……図11
- (ii) 支店(管理部門)向襲雷警報表示盤……図12
- (iii) 本店向(全域)襲雷警報表示盤……図13

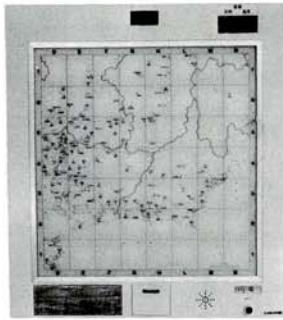


図11/ 営業所向襲雷警報表示盤  
Fig. 11/Lighting alarm display panel for business station

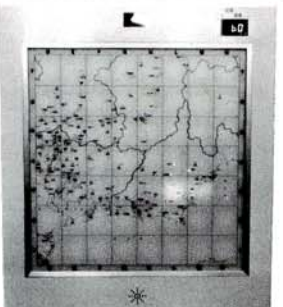


図12/ 支店向襲雷警報表示盤  
Fig. 12/Lighting alarm display panel for branch office

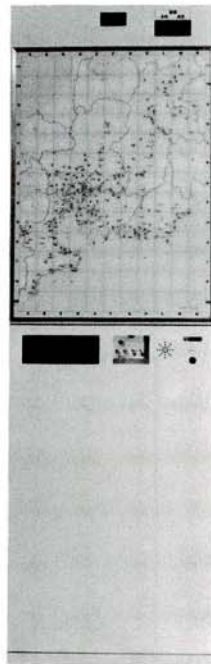


図13/ 本店向襲雷警報表示盤  
Fig. 13/Lighting alarm display panel for the head office

各表示盤上の子局設置個所、及び雷雲エコー強度表示の区域(メッシュ)は、各支店ごとに異なり、営業所向で78~179変電所、56メッシュ、本店向で234変電所、143メッシュとなっている。

これらの表示盤と、表示処理装置は、専用計装ケーブルにより、ホトカプラを使用したカレントループにより、8Bit単位のバイト・シリアルなデータで信号の受渡しを行っているが、処理装置~表示盤間の伝送距離が約200m程度の設置状況においても、安定に動作している。

表示盤のブロック図を図14に示す。

## 4 気象レーダシステムについて

本システムは、中部電力(株)殿で昭和58年より実施されているもので、三国山(岐阜県)のレーダ基地からの

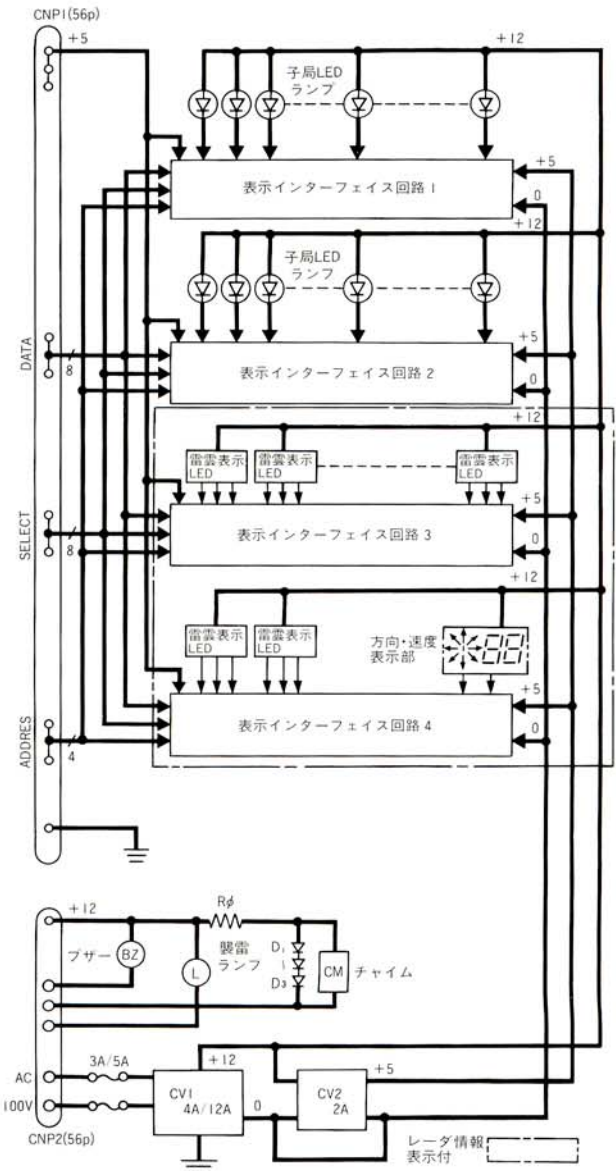


図14/ 警報表示盤ブロック図  
Fig. 14/Block diagram with lightning alarm display panel

雷雲エコー情報を通信回線により、本店のレータ解析コンピュータに入力され、雷雲の高度、範囲等により、弱雷、中雷、強雷の3種類の雷雲強度、及び移動方向、移動速度を解析して、本店の中央局(1:N CDT)にそのデータが出力されている。

襲雷警報システムの各営業所の表示装置は、この情報を、営業所CDTより受信して、「襲雷警報表示盤」上の各メッシュ(区域)に、弱雷(緑色)、中雷(黄色)、強雷(赤色)の3色表示と、移動方向(16方向)、速度(0~99km/h)の表示を行う。

※雷雲強度表示の諸元

弱雷：低高度面(地上高4km)で、2km<sup>2</sup>以上の範囲に5mm/h以上の雨量強度あり。

中雷：高高度面(地上高7km)で、1km<sup>2</sup>以上の範囲に6mm/h以上の雨量強度あり。

強雷：高高度面(地上高7km)で、1km<sup>2</sup>以上の範囲に25mm/h以上の雨量強度あり。

移動方向、速度：1周期(6分間)で測定解析されたデータの履歴から計算された、雷雲の重心的移動方向、速度

## 5あとがき

以上「配電線襲雷警報システム」の概要と、その構成機器を主体に紹介したが、永年に亘り基本システムの開発に尽力された、中部電力(株)総合技術研究所の関係者、及び広域運用システムの計画を推進された、中部電力(株)本店配電部、制御通信部の関係各位に敬意を表すとともに、装置の据付、試験にあたり、ご指導、ご協力頂いた。中部電力(株)各支店営業配電部、工務部の関係の皆様方に厚く謝意を表する次第である。

又装置の製作、試験、据付には、当社変圧器事業部制御装置製造部、品質保証部、及び当本部業務部の絶大なご協力があったことを付記する。

## 参考文献

- 注1. 丹羽・後藤 配電線襲雷システムの開発、中部電力研究資料第66号 P.61~72、1981年3月
- 注2. 紫田・丹羽・後藤 昭和53年電力学会全国大会(897)第3図
- 注3. 丹羽・後藤 配電線襲雷システムの開発、中部電力研究資料第66号 P.66、1981年3月

## 昭和59年度に公開された愛知出願(II)

● 実用新案

公開番号	名 称	考 案 者	共同出願人
59-47401	自走型噴気深耕機の噴気式深耕装置支持装置	山本 修 平塚 保博	岩谷産業(株)
59-54913	変圧器ブッシングのリード線接続装置	大竹 和博	
59-54982	電気機器の銘板取付装置	大竹 和博	
59-55819	ブッシングの端子カバー	幸 和清 大竹 和博	
59-72672	ブッシングのリード線接続装置	遠山 鎮雄	
59-72673	ブッシングのリード線接続装置	遠山 鎮雄	
59-77209	変圧器鉄心の締付装置	遠山 鎮雄	
59-78620	変圧器中身支持装置	河村 良二	
59-87120	巻鉄心形変圧器	大竹 和博	
59-93639	攪拌装置における内容物の自動排出、投入装置	安藤 忍 伊藤 利行	愛知電機商事(株)
59-98176	電磁弁の手動操作装置	宮島 武秀	
59-97733	攪拌ドラムの洗浄装置	新美 正明	愛知電機商事(株)
59-98615	油入電気機器のタンク	河村 良二	
59-105668	電磁弁の手動操作装置	宮島 武秀	
59-105714	ブッシングの端子カバー	大竹 和博	
59-107559	減速装置付小型電動機	山本 修 野々村勝巳	
59-105090	磁気結合ポンプ	武田 春彦 稲垣 吉総	
59-104518	変圧器のカバー締付装置	河村 良二	
59-107577	誘導電動機の回転子	城処 元彦	
59-107556	電動機のスロット用楔	城処 元彦	
59-107557	電動機におけるスロット用楔の取付装置	森本 一	
59-114704	配電盤の裏面板取付装置	水谷 成造	

公開番号	名 称	考 案 者	共同出願人
59-131232	土壤脱臭装置	吉田 広人	
59-135042	回 転 子	太田 久義	アイチーエマソン電機(株)
59-136498	袋開封装置を備えた電気缶切機	平塚 保博	
59-146031	攪拌ドラムにおける蓋体締付ボルトの係止装置	内木 明男 谷口 重夫	愛知電機商事(株)
59-149497	ブラシレス直流電動機の回転子位置検出装置	太田 久義 渡辺 誠	アイチーエマソン電機(株)
59-155890	トランジスタインバータのベース駆動装置	太田 久義	アイチーエマソン電機(株)
59-152388	回転型乾燥機における加熱装置の取付装置	新美 正明	
59-158317	変圧器のケーブルダクト	川端 孝夫	
59-158318	負荷時タップ切換装置	横橋 史郎	
59-166830	攪拌装置	安藤 忍 谷口 重夫	愛知電機商事(株)
59-171618	湯沸装置	布施三千雄 野々村勝巳	東陶機器(株)
59-176120	電気機器の本体固定装置	升野 清俊	
59-173487	トランジスタインバータのベース駆動装置	太田 久義	アイチーエマソン電機(株)
59-189217	変圧器鉄心の固定装置	升野 清俊 前田 登	
59-191997	便 座	山本 修	東陶機器(株)
59-191998	暖房便座	山本 修	東陶機器(株)
59-191999	暖房便座のスイッチ機構	山本 修	東陶機器(株)
59-191894	モータの異常検出装置	佐藤 徹 安田 徹	
59-194897	暖房便座	山本 修	東陶機器(株)