

データロガーの発電所における応用

Application of Data Logger to Power Plants and Substations

平 井 善 一 郎* 山 内 昭*

Zen'ichirō Hirai

Akira Yamauchi

内 容 梗 概

最近データロガーが電力、産業界にクローズアップされるようになり、国内においても試作の段階を脱し実用化の段階にはいりつつある。日立製作所においてもすでに数台の製品を送り出したが、ここでは発電所用コンピューティングロガーとして、北海道電力株式会社滝川火力発電所（1号機）および関西電力株式会社東大阪ならびに伊丹変電所に納入されたデータロガーについてその概要を述べる。

1. 緒 言

データロガーは簡単な記録、監視の機能から、計算や判断機能をもたせることもでき、これらの機能をいかして運転日報の作成、運転制約条件の監視などの動作をはじめ、効率計算や運転指針の算出などをも行なうことができる。これらの事からは従来の計器ではえられなかった大きな特長である。

プロセスにデータロガーを適用する場合、その目的を大別すると

- (a) 運転監視
- (b) 日報の作成
- (c) 運転指針の算出

などが考えられる。上記(a), (b)の運転監視や日報の作成には通常のデータロガーでも十分であるが、(c)のように複雑な演算を要するものや、演算結果に基づいて監視などを行なう場合、さらに簡単な演算でもその入力数が多いときや瞬時に結果を必要とする場合には、電子計算機を使用することにより演算、判断ができるコンピューティングロガーが適している。最近コンピューティングロガーを一步進めてさらに計算機によって計算した結果をフィードバックしてプロセスの最適制御を行なう計算機制御が開発されつつある。したがって通常の簡単なデータロガーとコンピューティングロガーの間にはその将来の目標とするところに大きな差異があり、コンピューティングロガーの技術的発展は必ず計算制御に直結するものとして重要視されている。

日立製作所では北海道電力株式会社滝川火力発電所(1号機)、関西電力株式会社東大阪および伊丹両変電所にそれぞれコンピューティングロガーを納入したのでその概要を述べる。

2. 発電所への応用

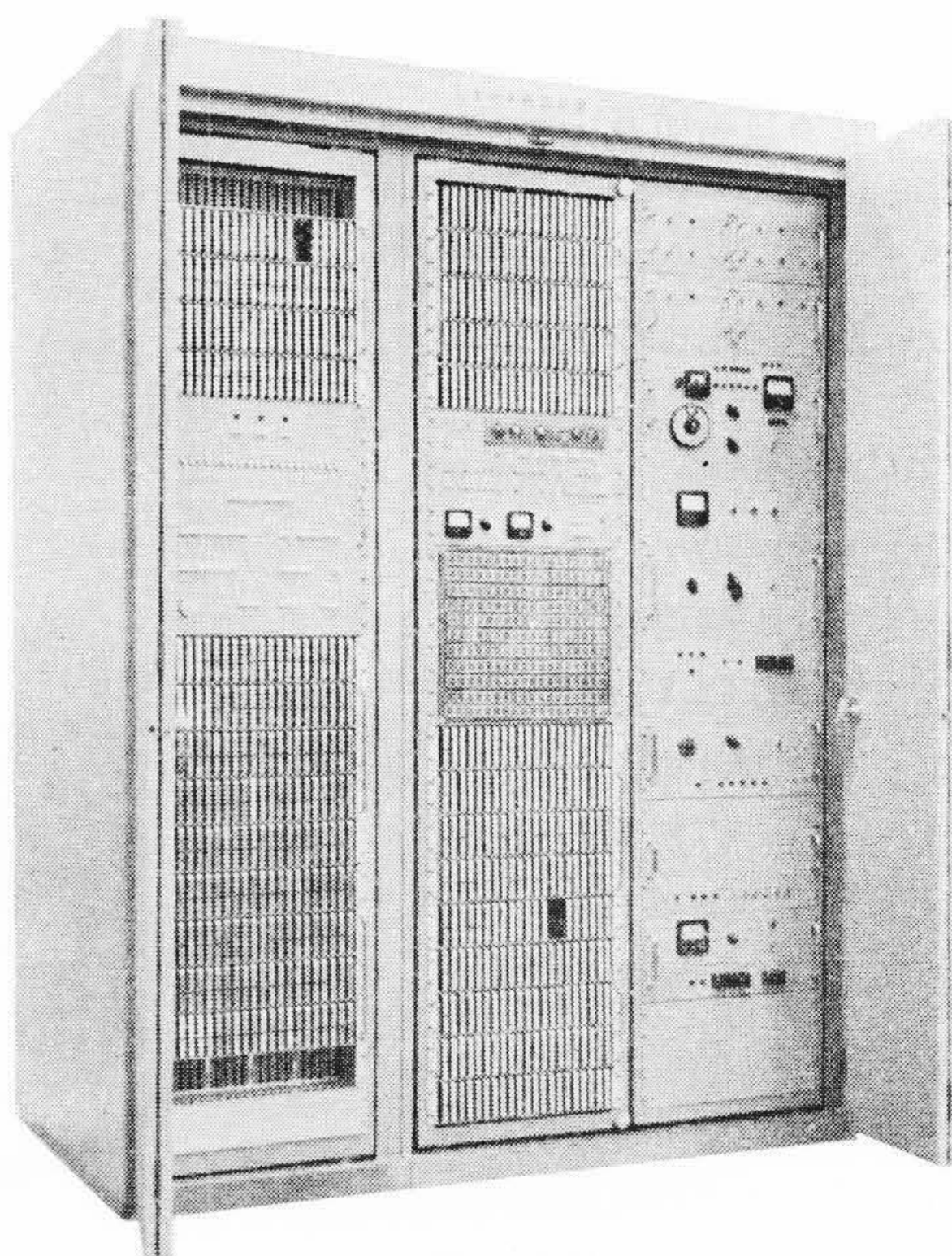
データロガーを発電所に適用する場合、その設置場所により、その目的は少し違っている。すなわち最近の新鋭火力発電所などのように起動、停止過程で安全運転を行なうために諸種の条件があり、これらを監視しながら運転を行なう一方、平常運転時において多数の測定項目に対して運転日誌の作表を行なうものと、変電所や水力発電所などのように通常の運転状態における運転日誌の作表に重きをおかれる場合とがある。また火力発電所などでは計測するプラント変量が温度、圧力、流量はもとより多種多様の工業量に及ぶのが一般であるが、変電所などでは電圧、電流、電力量など主として定常状態での電気量の計測積算処理に限られるのが一般である。

2.1 火力発電所用データロガー

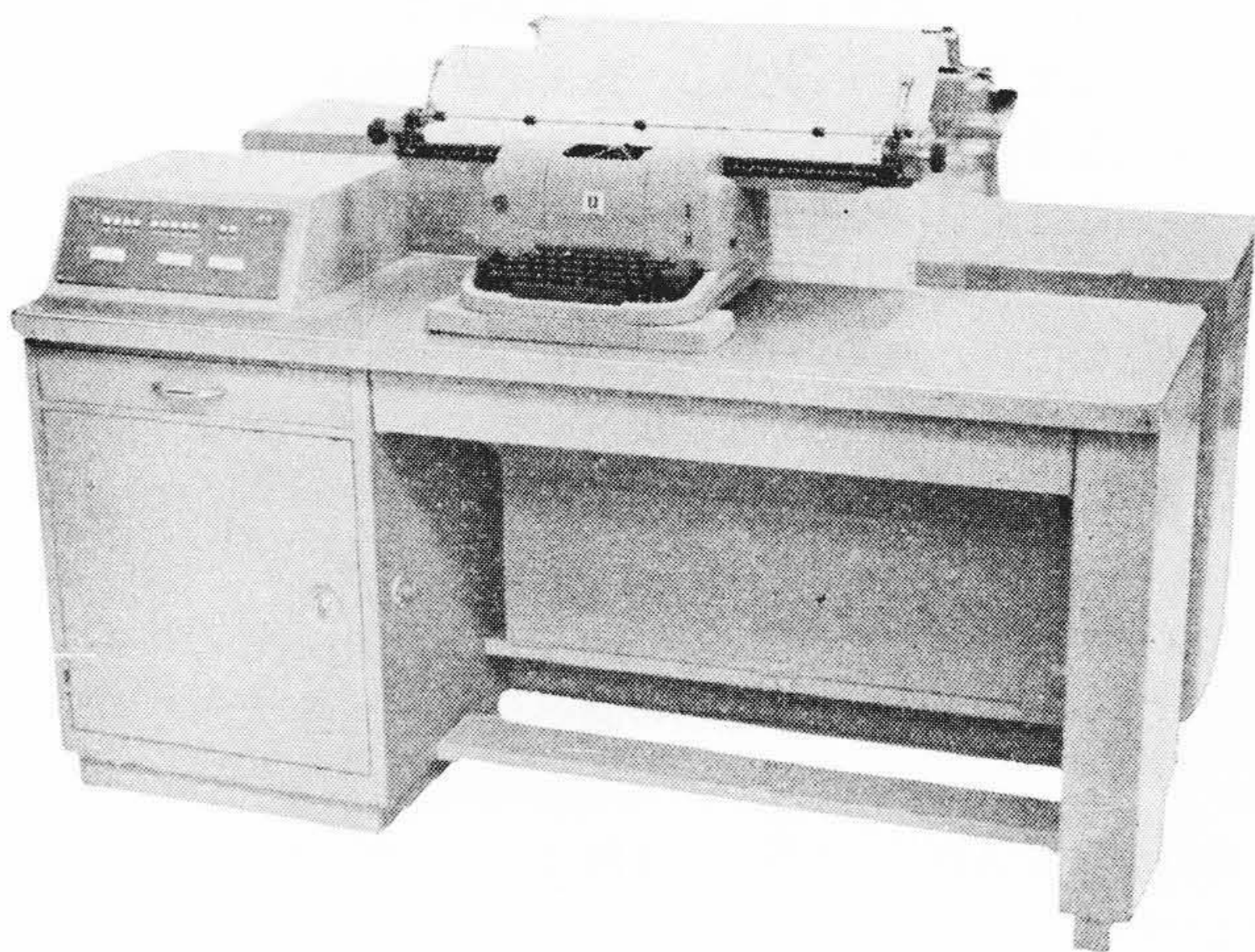
2.1.1 構成ならびに仕様

第1, 2図に滝川火力発電所に納入された装置の外観を示し、第1表に本装置の概括仕様を示す。この装置は第1図のデータ処

* 日立製作所国分工場



第1図 北海道電力株式会社滝川火力発電所(1号機)用データロガー本体



第2図 北海道電力株式会社滝川火力発電所(1号機)用データロガープリンタ機

理装置キュービクルを主体とし、そのほかに第2図のプリンタ機および圧力変換器盤、電源用MG装置から構成されている。データ処理装置キュービクルには日立電子計算機 HITAC-501 とプリアンプ、A-D変換器などを取り付けた変換器盤、走査器、計数回路、制御回路などを取り付けた制御盤、その他直流電源装置、一部の入力変換器などを取り付けた変換器盤などを内蔵している。

第1表 北海道電力株式会社滝川火力(1号機)用
データーロガー総合仕様

システム名称	HITACHI DATALOGGER 1101
処理対象	各種工業量約82点
処理内容	測定値印字, 上下限比較ならびに警報, 平均値, 積算値の算出, 温度差, 温度こう配, 温度領域判定その他
印字周期	5分あるいは15分ごと(平常運転時) 30分あるいは60分ごと(急速運転時)
走査速度	1点/2秒
制御装置	トランジスタステイック回路方式
演算装置	電子計算機 HITAC 501
出力装置	アンダーウッド製プリンタ
付属装置	光電式テープリーダー
電源	AC 200 V 50 c/s 3φ AC & DC 100 V AC 100 V 50 c/s 1φ DC 48 V

なお通常の運転操作で必要とする操作スイッチ, 表示器類はプリンタ機に取り付けられており, プリンタ機は中央操作室に設置され, データ処理装置キュービクルはデーターロガー室に設置されている。

2.1.2 機能

本装置の動作は起動, 停止運転時における処理と平常運転時における処理に大別される。起動停止時および平常運転時における処理入力の一覧を第2表に示す。いずれの運転の場合にも処理内

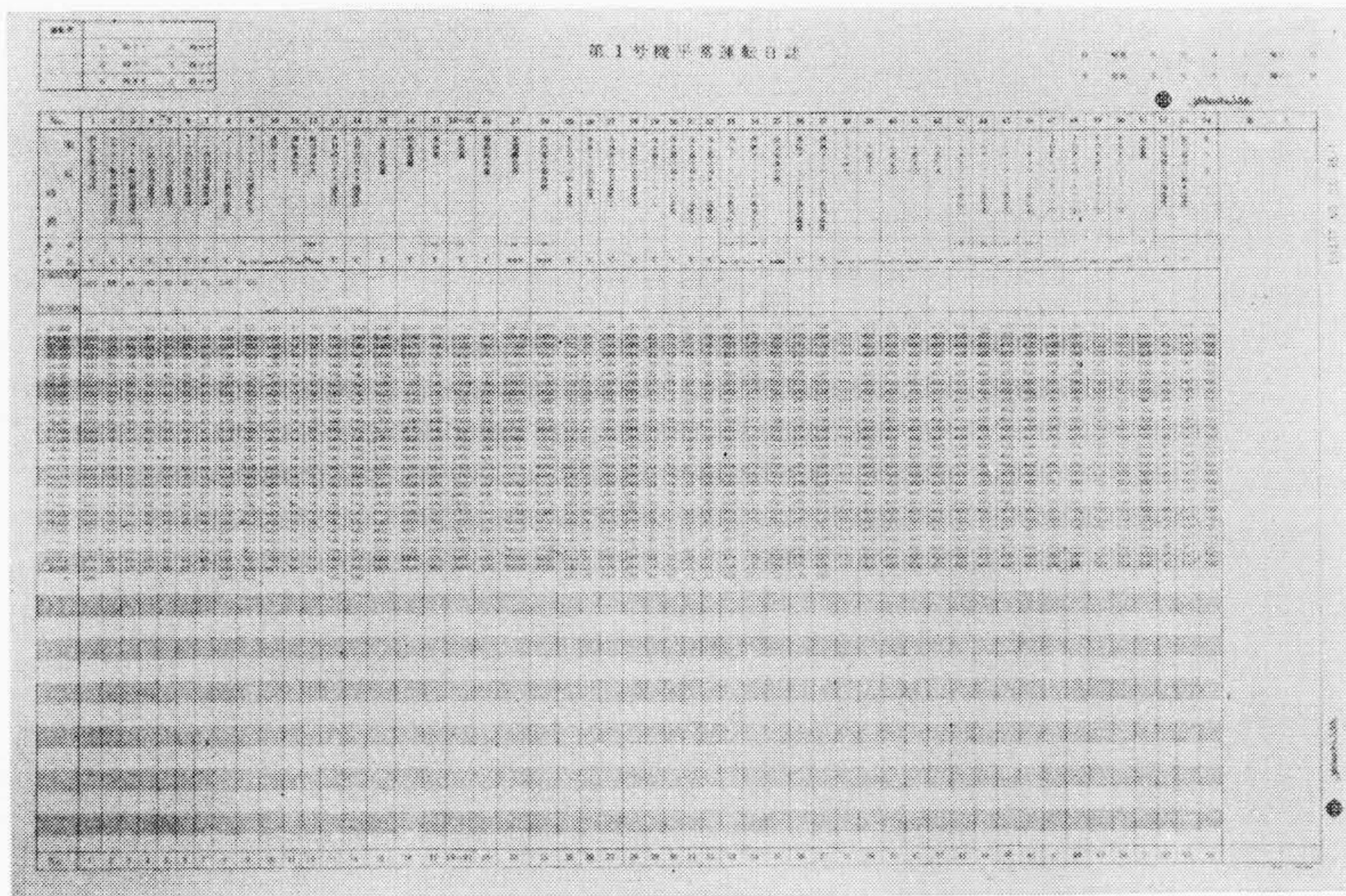
第2表 滝川データーロガー測定入力一覧表

No.	プラント変量	平常運転	急速運転
1	圧力	20	2
2	温度	22	16
3	流量	4	
4	伸び		1
5	伸び		1
6	偏心		1
7	振動		6
8	回転数およびカム軸開度		1
9	周波数	1	
10	電力	2	
11	電力		1
12	石炭	4	
(小計)		53	29
(計)		82	

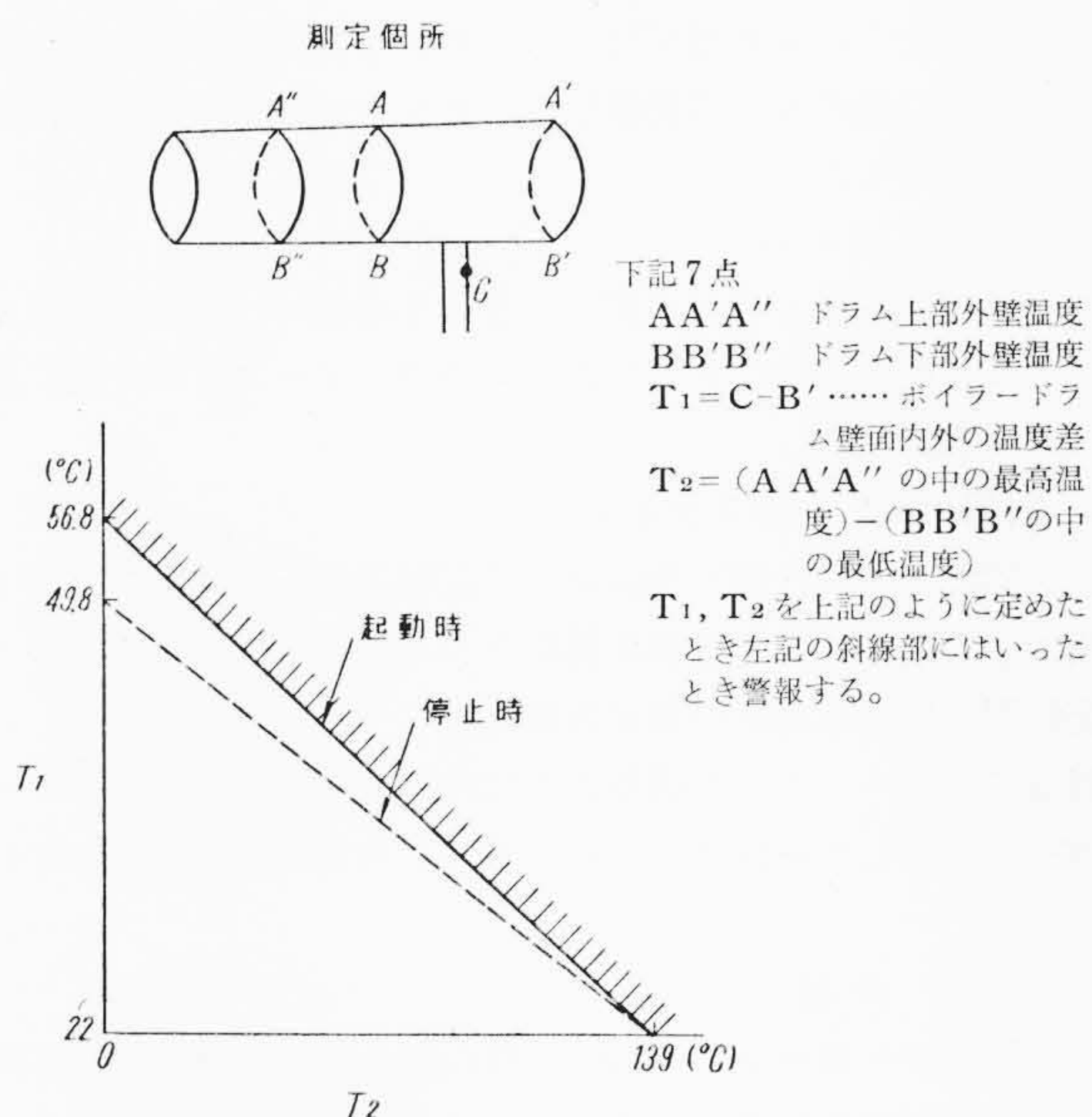
容は, さらに定時印字と監視動作に分けられ, 定時印字は起動, 停止の場合には5分あるいは15分ごとに, 平常運転の場合には30分あるいは1時間ごとに所定の運転日誌の作表を行ない, 定時印字で作表に要する以外の時間では運転制限条件に対する監視動作を行ない, 測定値が制限領域を逸脱したときは警報すると同時に異常発生時刻およびデータを赤字印字する。もしふたび制限領域内に回復したときはその時刻およびデータを黒印字する。第3図に平常運転日誌の作表例を示す。また起動停止時における運転制限条件の記録監視には下記の項目が含まれている。

(a) 温度差

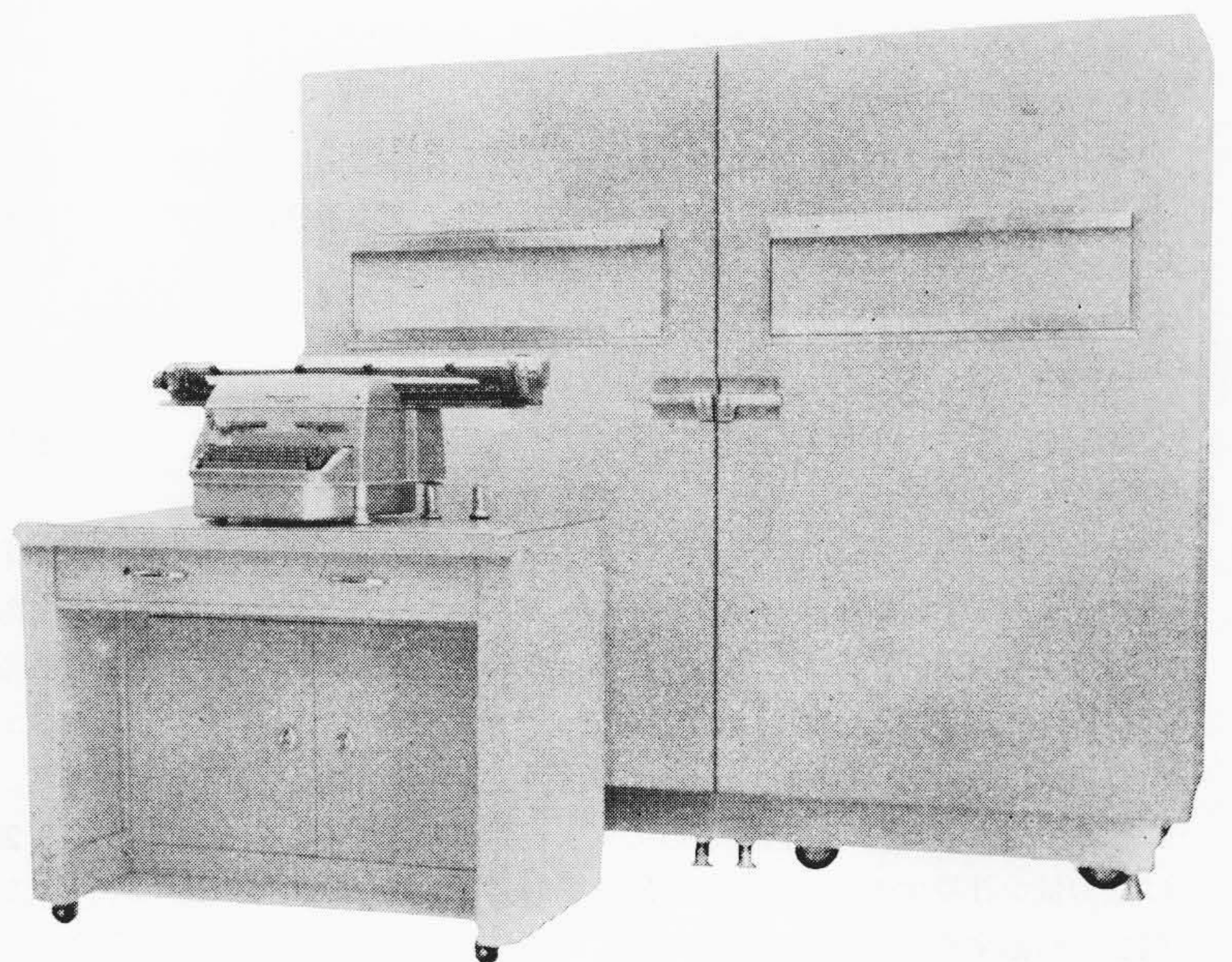
- タービン入口蒸気-高圧タービン蒸気室内壁上部 <55°C
- タービン入口蒸気-高圧タービン蒸気室内壁下部 <55°C
- 高圧タービン蒸気室内壁上部-高圧タービン蒸気室外壁上部 <85°C
- 高圧タービン蒸気室内壁下部-高圧タービン蒸気室外壁下部 <85°C
- 再熱タービン入口蒸気-高圧タービン出口蒸気 <200°C



第3図 北海道電力株式会社滝川火力発電所データーロガー平常運転日誌



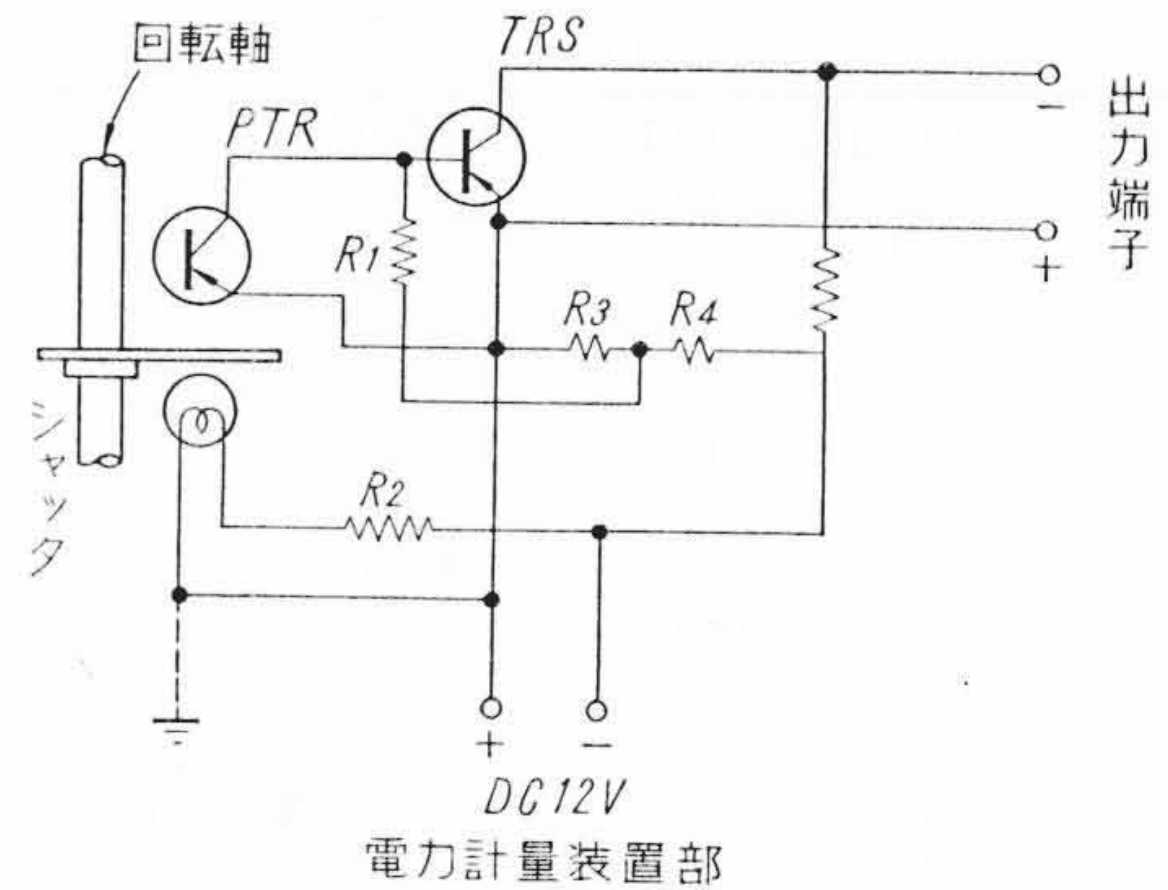
第4図 温度領域判定



第5図 関西電力株式会社東大阪および伊丹変電所用データーロガー

第 3 表 関西電力株式会社東大阪および
伊丹変電所用データロガー総合仕様

方 式	全デジタル式
処 理 対 象	積算電力量(無効電力量)……80入力
処 理 内 容	積算値の算出
走 査 速 度	2 入力/160ms
繰 返 速 度	10秒
入 力 装 置	パルス式 WHM および Var HM
制 御 装 置	トランジスタスタティック回路方式
演 算 装 置	電子計算機 HITAC 501
出 力 装 置	レミントンランド プリンタ
付 属 装 置	メカニカルテープリーダー テープせん孔機
電 源	200 V 60 c/s 1φ 1.5 kVA



第 6 図 パルス式 WHM 原理図

(b) 温度上昇率

タービン入口蒸気温度	<280°C/h
再熱タービン入口蒸気温度	<280°C/h
飽和蒸気温度	<55°C/h

(c) ボイラドラム温度領域判定

これは第 4 図に示す制限領域をはずれているかどうかを監視し、はずれたときは警報する。

2.2 変電所用データロガー

2.2.1 構 成

第 5 図に関西電力東大阪変電所および同伊丹変電所に納入された装置の外観を示し、第 3 表に本装置の概括仕様を示す。この装置は第 5 図の本体キュービクルのほか積算電力計盤および電源トランスから構成されている。本体キュービクルには日立電子計算機 HITAC-501 を内蔵するとともに時計装置、計数回路、制御回路などを含んでいる。

2.2.2 機 能

一般の変電所用データロガーとしては変電所で取り扱う積算電力量、積算無効電力量、電圧、電流、周波数、トランスの温度そのほかの諸量を処理することができるが、ここでは積算電力量、積算無効電力量の処理を行なっている。したがって電力需給の関係で正逆潮流のある積算電力量、積算無効電力量に対し正方向を黒、逆方向潮流を赤字で印字するよう色別して、1 時間、6 時間ごとの積算値の印字および 1 日の合計量の印字を行なって運転日誌を作成するものである。なお入力点数は正逆合わせて 80 点までの処理ができるよう将来増設分についても考慮してある。

3. コンピューティングロガーの方式

3.1 入力変換方式

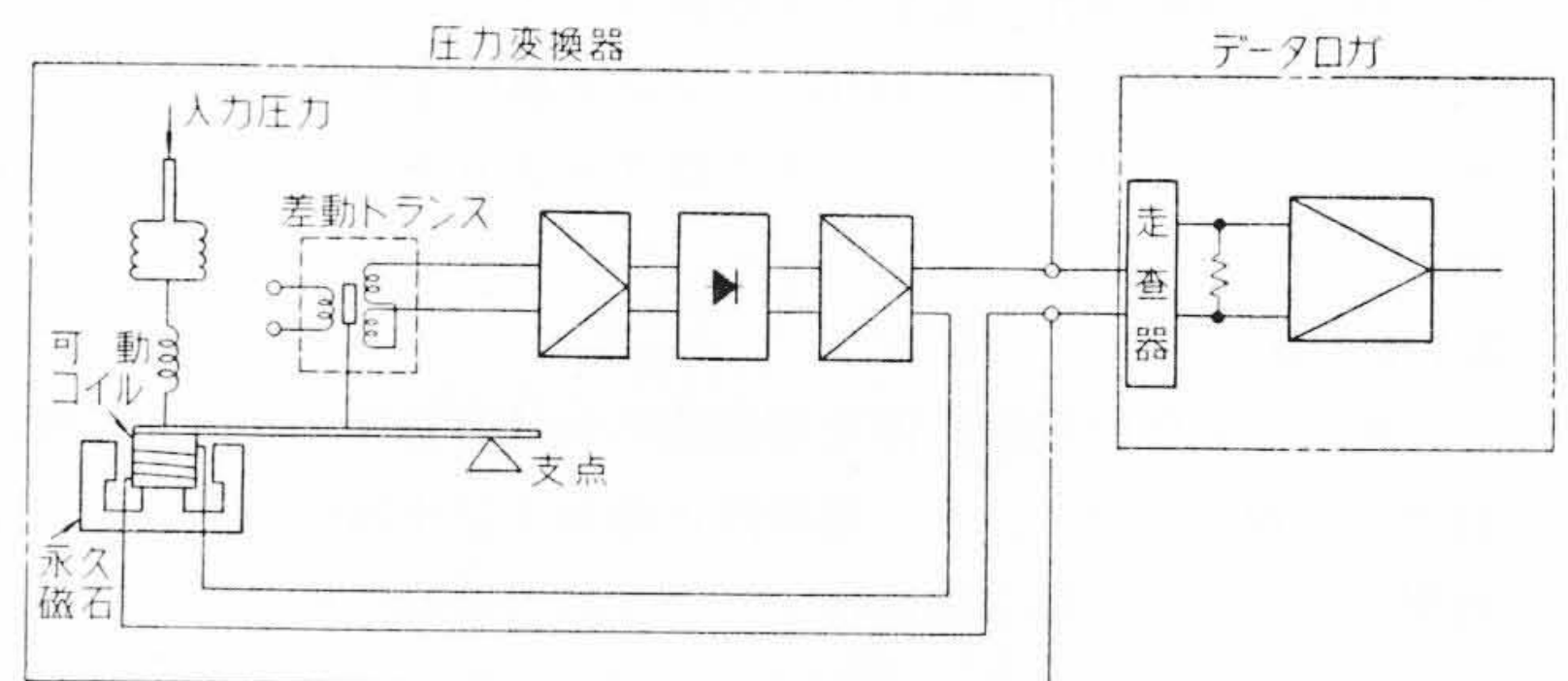
発電所のデータロガーに導入される入力信号には各種の工業量がある。これら工業量の検出あるいは変換方式は下記の数種に分けることができる。

- (a) パルス入力
- (b) 空 気 圧
- (c) サーチコイル
- (d) サーモカブル
- (e) 計器付属の発信スライド
- (f) 計器用増幅器よりの分岐

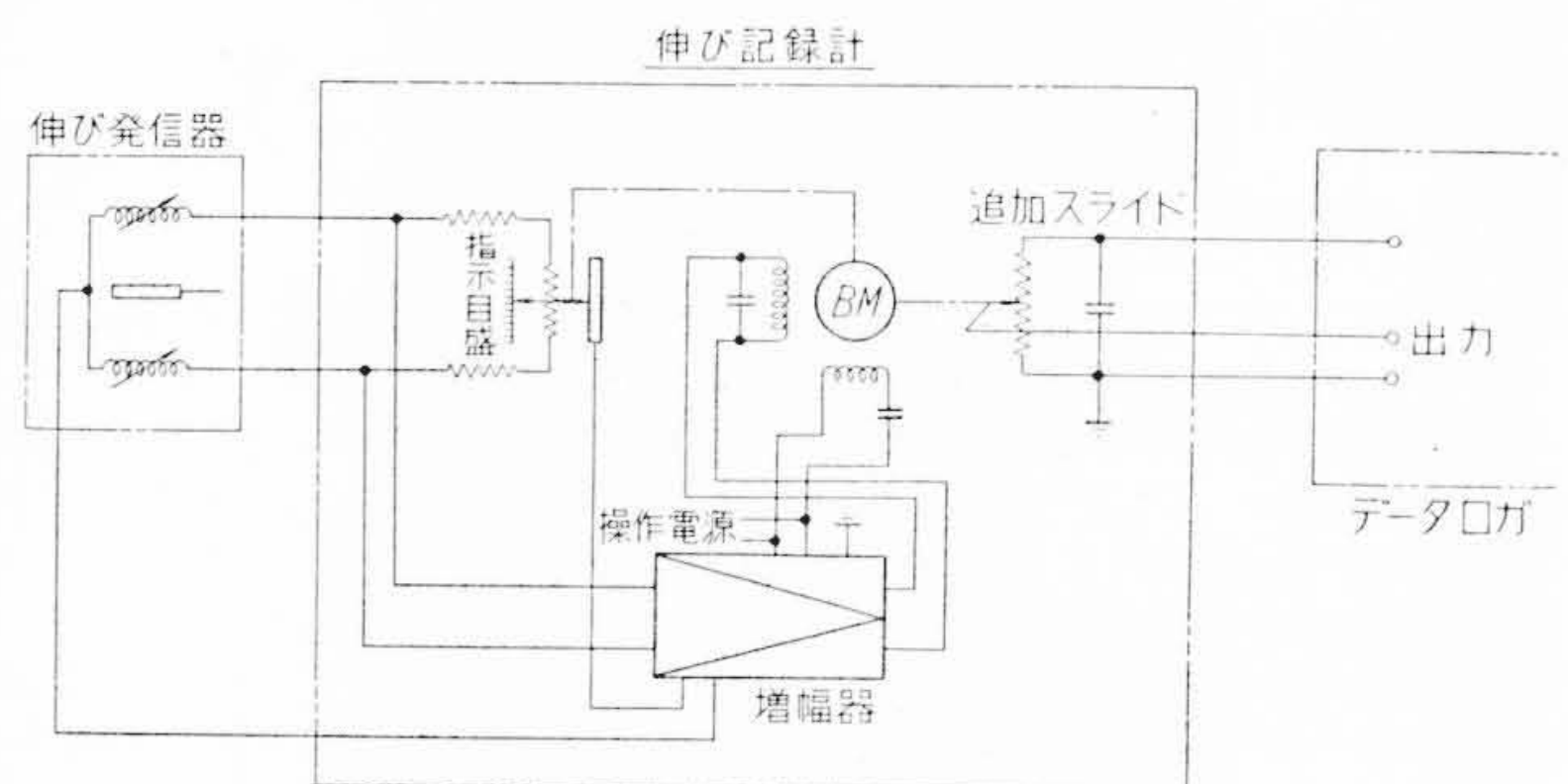
上記のうち代表的な方式について簡単に述べる。

3.1.1 パルス入力

石炭量の計量器、電力量あるいは一部の流量積算計などは単位ごとに発信されるパルス信号としてロガーに導入される。第 6 図は電力量を計量するパルス式 WHM の原理図であり、電力量に比例して回転する円板が光源ランプからの光を断続し、それをホトトランジスタで受けて電気信号に変換するものである。



第 7 図 圧力変換器原理図



第 8 図 伸び計に発信スライドを追加する場合の原理図

3.1.2 空 気 圧

火力プラントでは計測、制御信号として 3~27 psig, 3~15 psig, 0.2~1 kg/cm² などの範囲の空気圧が使用される場合が多い。これらの空気圧を電気信号に変換してデータロガーに導入するため第 7 図に示すような変換器が用いられる。この変換器では圧力を差動トランスの偏差電圧に変換し、これを 1~5 mA の直流電流に変換するものである。

3.1.3 サーチコイル

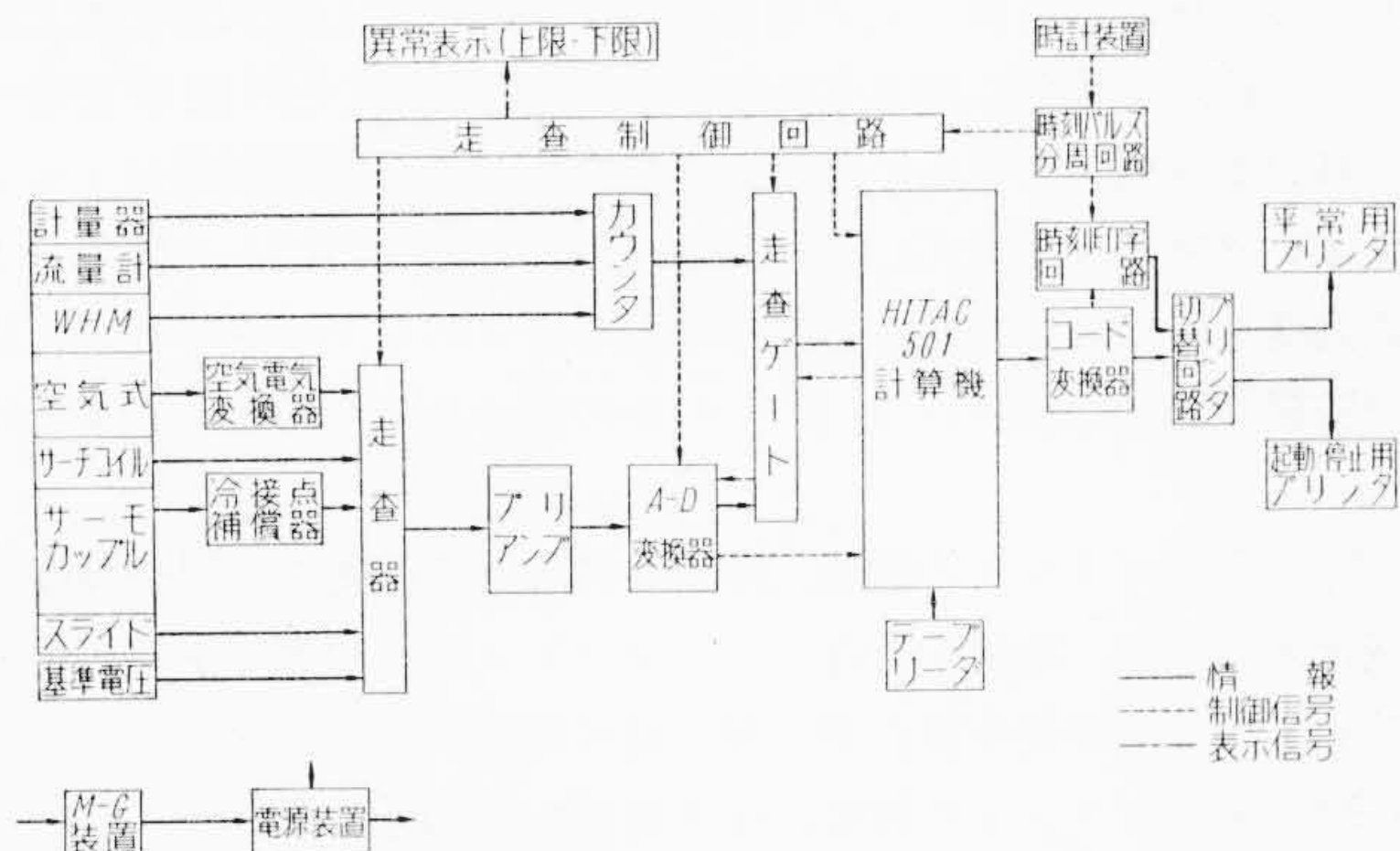
サーチコイルによって温度測定を行なう場合には、記録計用サーチコイルと共用することはできないので、データロガー用に別個に設けて測定する。

3.1.4 計器付属の発信スライド

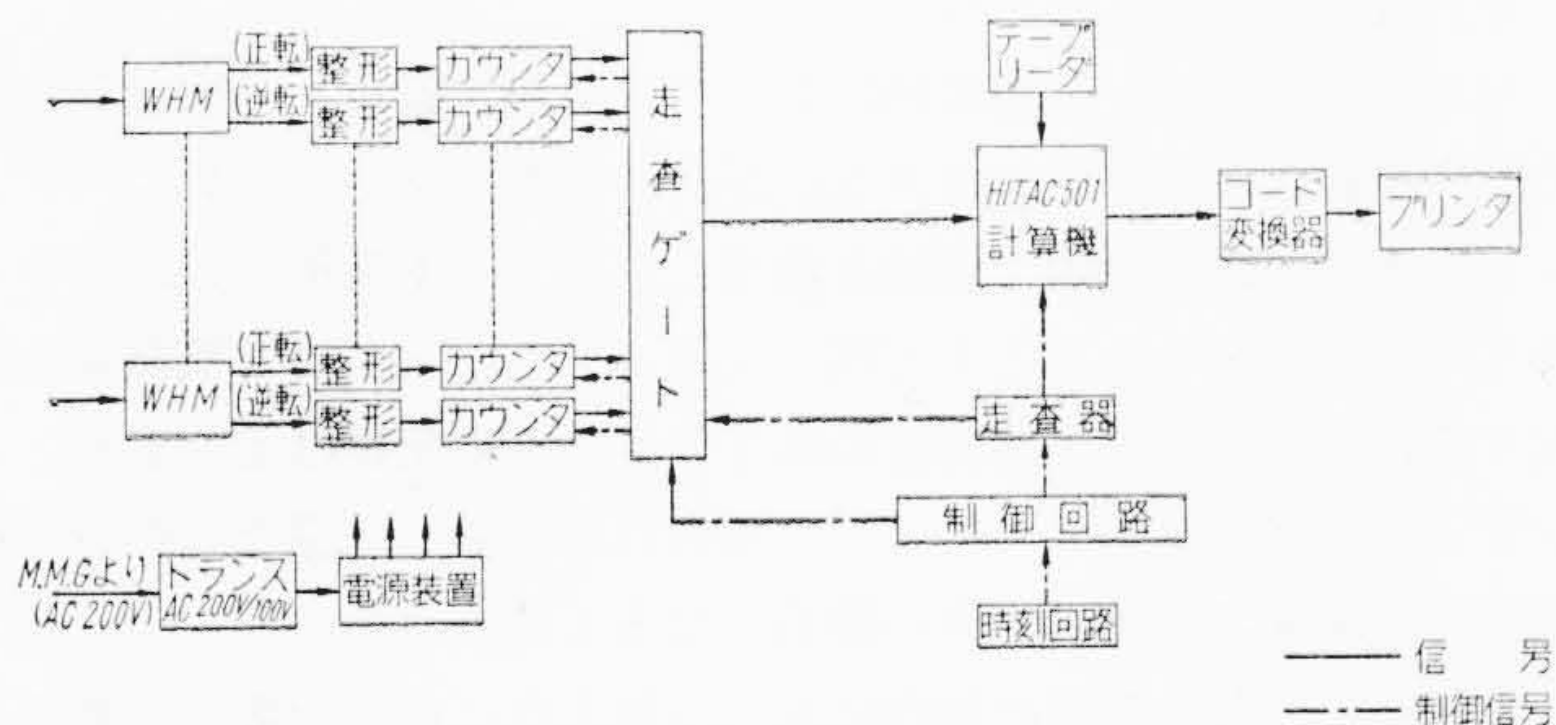
既設計器など同一測定点に対して記録計付属の発信スライドが利用できる場合がある。第 8 図にその 1 例を示す。図において伸び発信器の出力は通常の測定方法によって記録されており、この記録計に発信スライドを図のように付属させることによりデータロガー入力として記録計の目盛に対応した電気信号をえている。

3.2 ブロック図

計算機をデータロガースステム中に含む場合には、計算機をどのような方式で使用するかによってそのシステム構成も違って来る。すなわち



第9図 北海道電力株式会社滝川火力発電所
データーロガーブロック線図



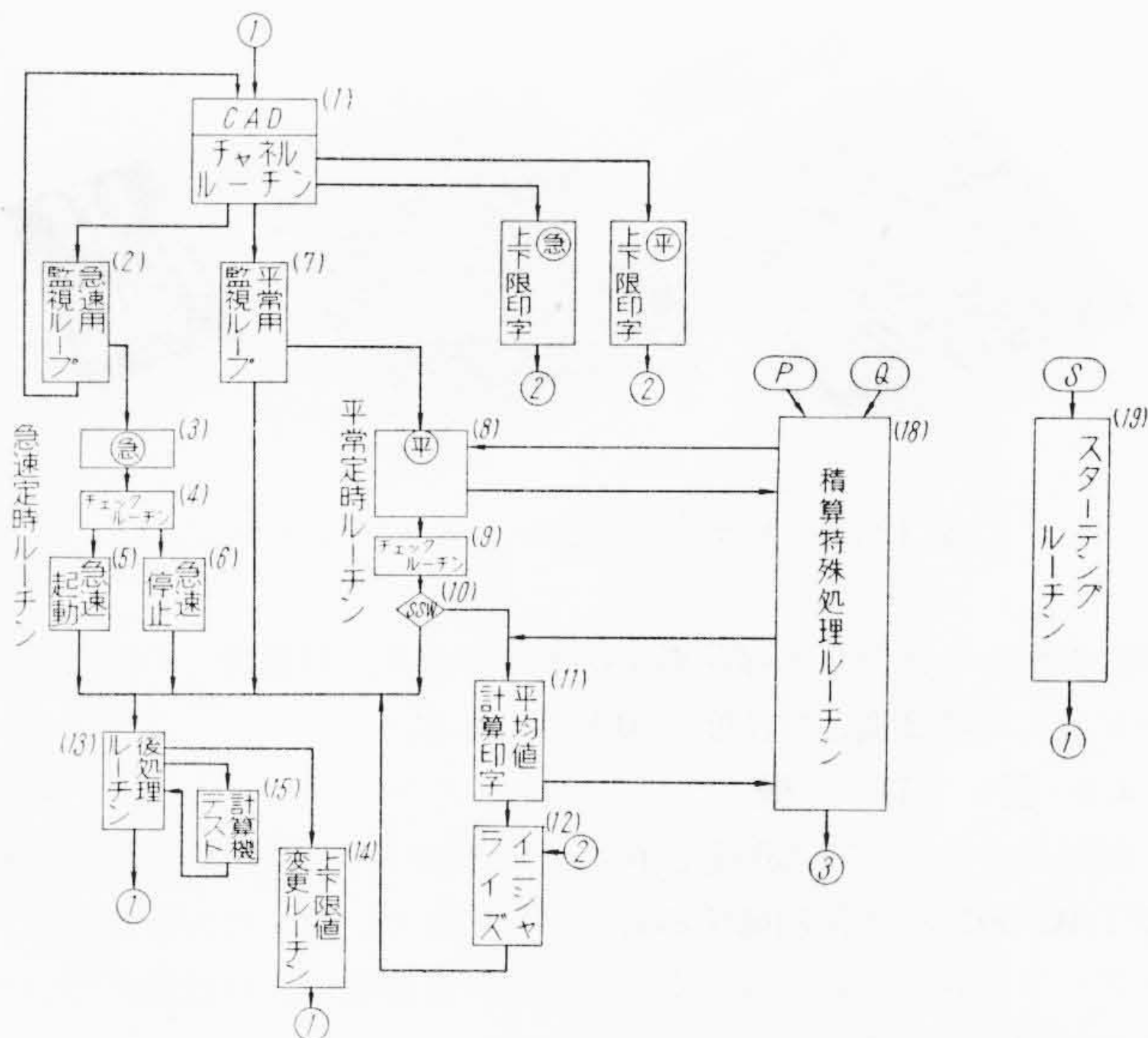
第10図 関西電力株式会社東大阪および伊丹変電所
データーロガーブロック線図

- (a) 計算機より他の構成各機器の選択, 制御を行なうかどうか。
- (b) 比較, 監視は計算機内部で行なうか外部で行なうか。
- (c) 目盛係数の処置は計算機内部で行なうか外部で行なうか。
- (d) 積算を計算機の内部で行なうか外部で行なうか。

などによってシステム構成を勘案する必要がある。第9図に滝川火力発電所用, 第10図に東大阪変電所用データーロガーのブロック図を示す。図からわかるように両方とも制御信号は計算機以外の走査制御回路によって, また比較監視は計算機内部で行ない, 目盛係数の処理も計算機内部で行なっている。また積算のための短時間記憶は計算機の外部に設けたカウンタによって行ない, 長時間の記憶はすべて計算機によって行なっている。発電所用, 変電所用データーロガーのブロック図でのおもな相違は, 前者ではすでに第2表に示したように各種のプラント入力を処理するためにアナログ信号として信号レベルの相違した多くの入力を取り扱うためプリアンプとA-D変換器をもっているが, 後者ではこの場合パルス入力の処理のみであるためプリアンプ, A-D変換器はもっていない。また走査方法も前者ではリードリレーを用いた走査器であり, 1点/2秒の走査速度であるに対し, 後者では半導体を用いた走査ゲートによって2点/160msの走査速度である。なお変電所用データーロガーでも一般にアナログ入力の処理を含む場合にはプリアンプ, A-D変換器を必要とする。

3.3 計算機の動作

発電所用コンピューティングロガーシステムにおいては, 上記3.2ブロック図の項でも一部ふれたように, 計算機にどんな役割をもたせるかが重要な点である。上記システムでは計算機としてストアードプログラム方式の制御用電子計算機を用いてシステムの融通性をもたせ, 計算機内部で目盛係数の処理, 上下限比較, 演算結果に基づく比較や領域判定, そのほか長時間の記憶を必要とする平均値, 積算値の算出などを行なって計算機の機能を十分に利用したシ



第11図 フローチャート

ステムとなっている。第11図にフローチャートを示す。

3.4 チェック方式

データーロガーシステムではプラントの監視, 印字を高速で行なっている関係上, 装置自体の故障に対しても警報を発し短時間に補修する必要がある。コンピューティングロガーが将来プラントの制御などを行なう装置へと発展する場合には装置自体の信頼度を高くすることはもちろんであるが, 万一の故障に対しても十分な対策を考慮する必要がある。以下故障チェック方式の概略を述べる。

3.4.1 システムチェック

システム全般にわたるチェックとしては基準電圧をチェック信号とし, これを通常入力信号が流れるルートに入れて一定値を印字する方法をとっている。

3.4.2 機器チェック

システムを構成する主要機器に対して, プリアンプには過電圧, A-D変換器にはオーバフロー, 走査器には異常走査を検出する走査故障, 圧力変換器には過電流検出, 電源にはヒューズ断などの故障検出回路ならびに表示回路を設けてある。また計算機にはテープリードミス, オーバフロー, ミスリードなどの検出表示器のほかにもプログラムチェックを設けて演算途中の随所で動作不良を検出できるようになっている。

4. 構成要素

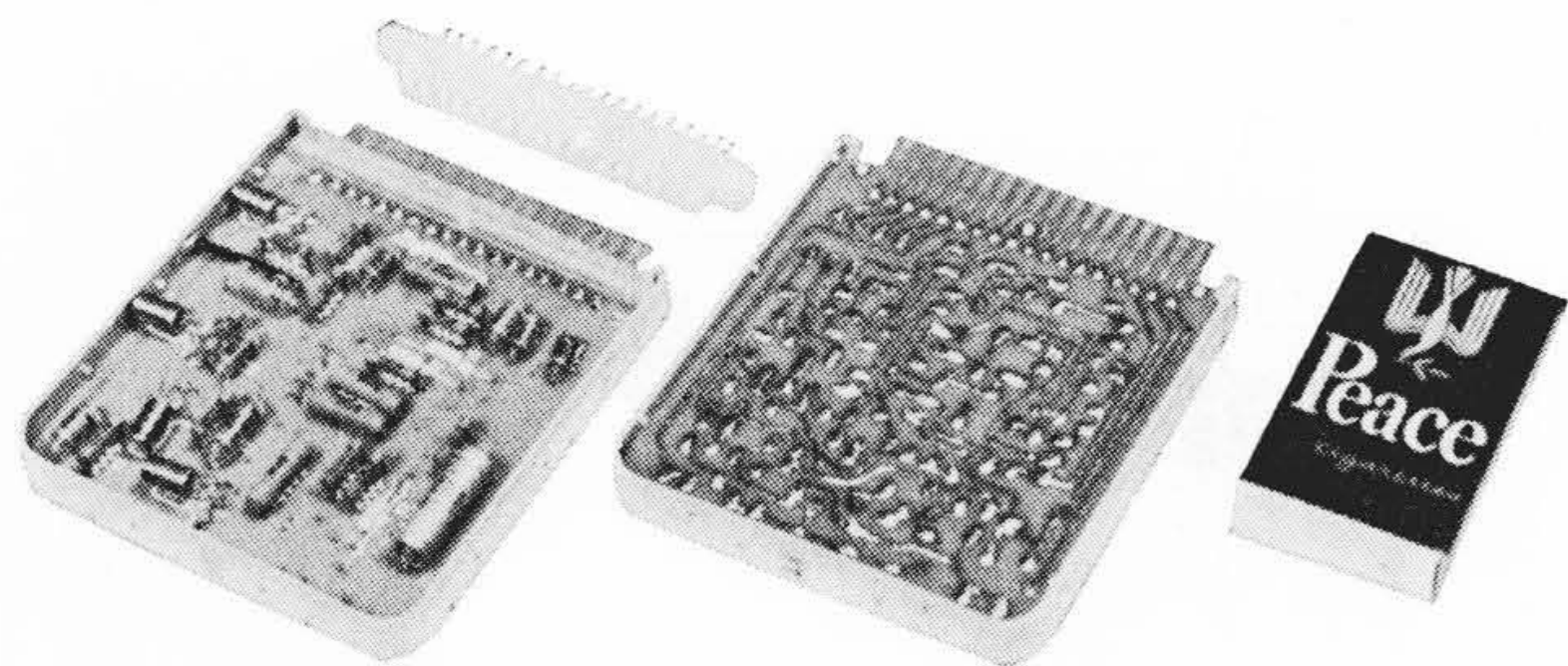
前述発電所用コンピューティングロガーの構成主要機器は, 入力変換器, 計算機, 制御回路, 計数回路などで構成し, 発電所用ロガーではさらにプリアンプ・A-D変換器などを含んでいる。発電所用いずれの場合にもその主構成要素は半導体素子でできており, 一部には真空管リレーなどもその特性を生かして使用している。

4.1 プリアンプ

データーロガーにはいる信号は検出器あるいは入力変換器の仕様によって違ってくる。プリアンプではこれらのうち低レベルの信号あるいは非直線的な信号を所定のレベルにそろえてA-D変換器と適切な結合を行なう。ここで用いられているプリアンプは真空管式の直流増幅器であり, その精度は0.1%以内である。

4.2 A-D変換器

A-D変換器はアナログ信号の大きさに対応したデジタル信号をうる装置であり, その変換方式には計数形, 帰還形, コード板形など種々な方式のものが開発され実用に供されている。ここでは信



第 12 図 トランジスタユニットパッケージ

頼度の面から検討して帰還形を採用しており、計算機との結合上コード方式は純 2 進とし精度は 0.1% である。

4.3 計 算 機

制御用の目的で特に開発された全トランジスタ式の電子計算機 HITAC-501 を外部制御する方式で使用している。なお計算機はストアードプログラム方式のものであり、計算機の詳細仕様については本紙別項に記載のとおりである。

4.4 制 御 回 路

これは装置全体の中樞をなす部分で、時刻信号を基準に走査器の駆動、プリアンプ、A-D 変換器の選択はもとより、計算機との信号の授受や各種ゲートの開閉指令などを有機的に行なわせる総括的な制御装置である。回路構成はスタティック、非同期方式を用いたトランジスタのユニットパッケージで構成している。パッケージの一例を第 12 図に示す。

5. 結 言

以上発電所に適用されるコンピューティングログガーについて、

北海道電力株式会社滝川火力発電所および関西電力株式会社東大阪ならびに伊丹変電所に納入されたログガーを中心にその概要を述べた。日立製作所ではさらに新鋭火力発電所および変電所用コンピューティングログガーとして、処理内容、処理速度そのほかの機能のさらに高度なもの数台を鋭意製作中である。これらデータログガーは従来の監視計器では得られないいくつかの利点をもっている。すなわち

- (1) 発電プラントの起動、停止時における温度こう配や温度領域などの判定、監視を行なって、プラント主機の熱ストレスを軽減して重故障の発生防止や、保守費の軽減に役だたせる。
- (2) 発電プラントの起動、停止時間を短縮させる。
- (3) 効率計算などを行なって操業運転指針の一部として役だたせる。
- (4) 発電所などでは定期巡回時間を延長することができて、保守人件費の節減に役だつ。

なおデータログガーは現段階においては計測、監視、効率計算などの動作を行なっているにすぎないが、計算機を含むコンピューティングログガーでは計算機の機能を活用してプラント解析などに関する多くのデータをうることも可能である。したがって計算機制御を実現するためのプラント諸特性に関するデータの集積はもとより、コンピューティングログガーによって得られる経験、認識などが計算機制御を実現するための大きい礎石となると思われる。

最後に、これら装置の製作にあたり絶大なご協力を賜った北海道電力株式会社、関西電力株式会社の関係各位に深甚の謝意を表する次第である。



新 案 の 紹 介



登録実用新案第 524870 号

竹 村 克 己・小 沢 重 樹
平 井 善 一 郎

経 済 的 負 荷 配 分 装 置 に お け る B 係 数 整 定 器

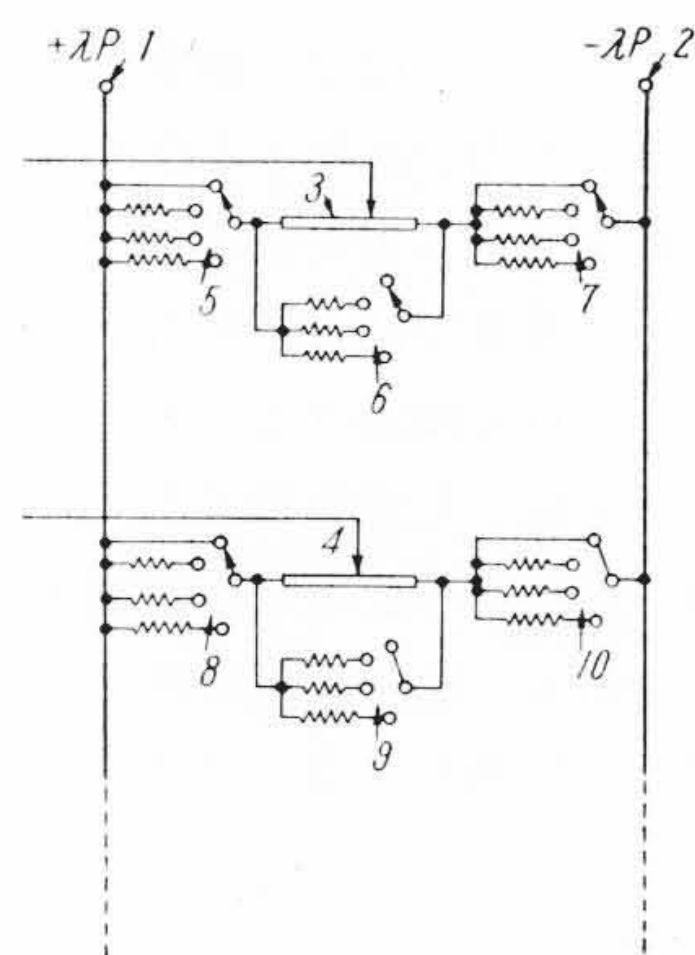
等増加率法にもとづく電力系統の経済的負荷配分の計算式は周知のように

$$\frac{dF}{dP} + \lambda \frac{\partial L}{\partial P} = \lambda$$

で示される。ただし dF/dP は増加燃料費、 λ は最経済状態での総出力の増加燃料費、 $\partial L/\partial P$ は増加損失率である。なお損失率 $\partial L/\partial P$ は B 係数を用いて $\partial L/\partial P \propto BP$ と表現できることが知られているので、 dF/dP に対応する関数抵抗電位差計、 λP に対応する電圧付勢を受ける B 係数整定用電位差計を用いれば上式はサーボ機構を用いて表現できる。

ここで B 係数整定は各発電所の出力が異なる場合、その調整精度に差異が生ずる。例えば B 係数を 100 MVA 単位のパセントで表示したときその値は通常の系統において 0.01~100% と広い範囲にわたり、これらすべての範囲で等しい精度をもつことが要求される。

本案はこれを解決するために切替スイッチを用いて精度調整を行なうものである。図において端子 1, 2 に電圧 $+\lambda P$ が与えられ、3, 4 は複数個の B 係数整定器で、その前後に直列に 5, 7 および並列に 6 と精度切替のスイッチ群を設ける。



100% にセットするときは切替スイッチは 5, 6, 7 とともに最上位に置き、10%, 1%, 0.1% と変化するにしたがって下方に移動せしめて広範囲にわたって所望の精度をうるものである。(小川)