

FACTROL-1000(生産管理装置)によるオートメ工場の制御⁽¹⁾

Automatic Factory Control by "FACTROL-1000" System

北之園 英 博* 芳 賀 信 一*
Hidehiro Kitano Sono Nobuichi Haga

内 容 梗 概

FACTROL-1000は生産管理システムを意味する。一般のオートメ工場において各部品、各製品が現時点でどのような状態にあるか、それぞれ作業現場で必要な部品が予定どおり受け入れられ、予定どおり製品が作られているか、などを常時は握し、随時適切な指示を出し得るよう構成されたものが本システムである。本文ではこれがどのようにして具体的に作られたかを詳しく報告する。

1. 緒 言

FACTROL システムには1000シリーズから5000シリーズまでであるが、このうちでアナログまたはデジタル計算機を含まないものが1000シリーズである。1000シリーズは生産管理センターに各作業現場の状況を表示する装置が、各現場にはその現場の現状を知るスタンドがあって現場発信器が自動的に現状を発信する仕組みになっている。そしてセンターから与えられる生産計画とのずれを刻々認識することによって効果的なオートメ工場の運営を図り生産性を向上させる。こうした目的をもって本システムを発表してから、すでに数セットの納入実績を持ち、現在製作中のものもある。以下本システムについてどのような機構によりどのように活用されているかについて述べる。

2. FACTROL-1000 システムの概要

FACTROL-1000 システムは、刻々変化する現状のは握および現場と中央との連絡装置が基本となる。

2.1 センターにおける現状のは握

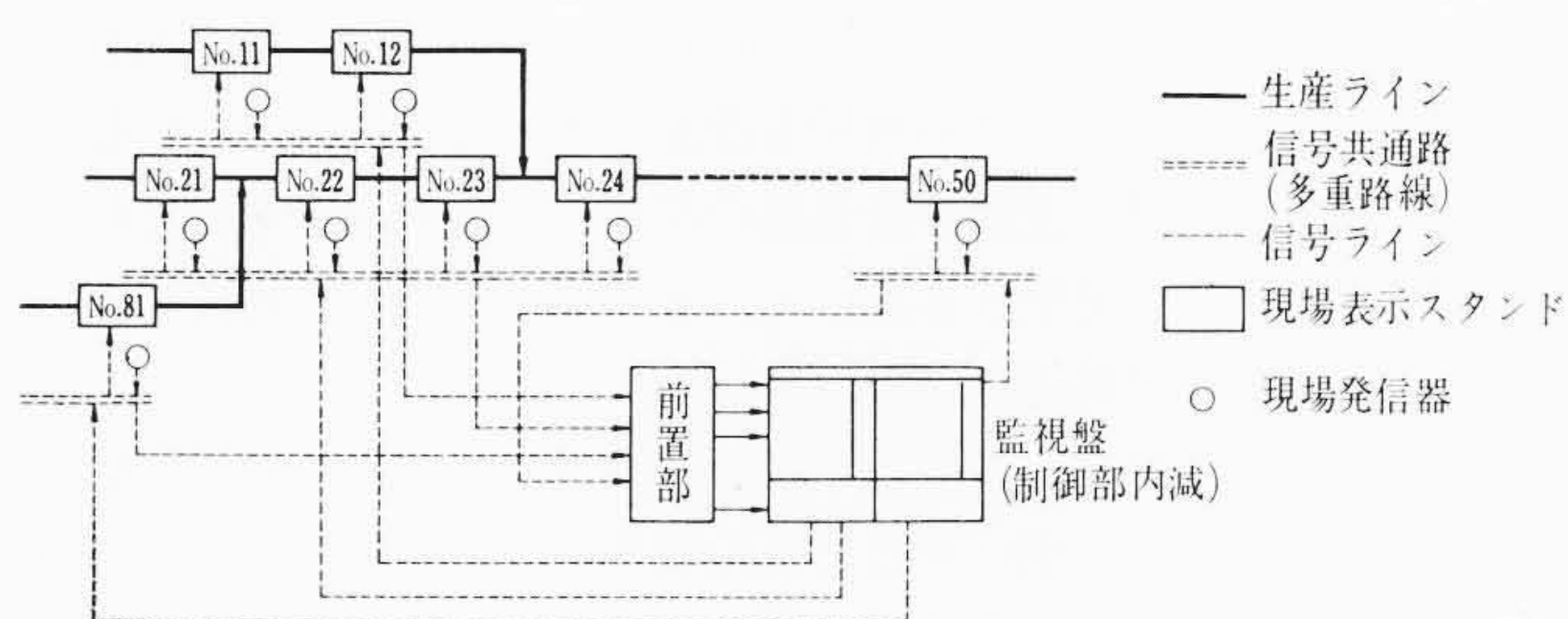
生産管理センターには各現場の実状と生産計画を表示する中央管理盤を設置する。この管理盤には各現場の刻々変わる生産予定数、生産実績数などの生産台数、部品の使用実績数、ストック残数、作業時間、休止時間などの工数を表示している。第1図は一例としてオートメの生産ラインを示したもので、図中No.は一つの単位となる生産現場を示し、破線は信号ラインを示している。たとえばNo. 22ではNo. 21とNo. 81からの部品が組み合わされる。いま生産台数についていえばNo. 24のその時点における生産予定台数に対し、現場からくる生産実績台数が不足するときその原因になる現場はどこかが直ちに判断でき、その理由がなにかは現場発信の不良コード、不良回数その他を調べれば判断されその対策を即刻指示することができる。

このようなオートメラインでは、こうしたトラブルに対しバッファーストレージが要所に置かれているが、そのストレージ制御もまた重要で、全収容力に対し現在の占有率を常時監視しておく必要がある。

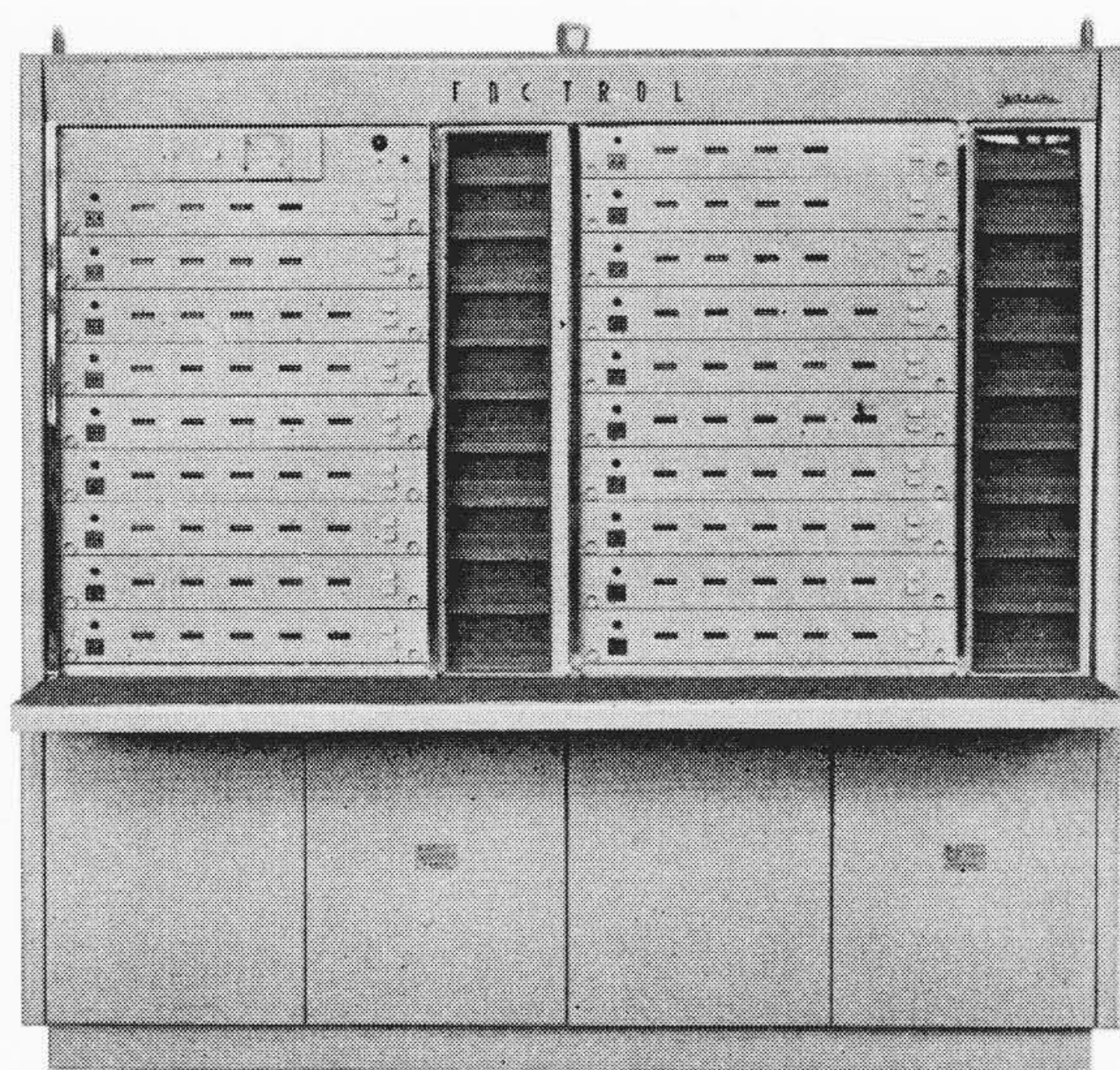
以上述べたように、規模の大きな工程を円滑に管理していくためには相当の人員、設備、時間が必要であるが、これをFACTROL-1000システムで置きかえることによって

- (1) 常時動態のは握ができる。
- (2) 各現場に適切な指示を遅滞なく行なうことができる。
- (3) 現場の状態を自動的にセンターへ送ることにより間接人員を減らすことができる。
- (4) 現場の作業者が報告書の作成や連絡に時間をとられない

* 日立製作所日立工場



第1図 FACTROL-1000 応用例



第2図 FACTROL-1000 システム中央管理盤

め稼働率が向上する。

- (5) 工程ごとの生産量ストック量が常時一覧できるので在庫やたな卸しの監視が容易になる。

などの効果がある。

第2図は冷蔵庫のオートメ工場用に製作された中央管理盤の写真で19個所の現場管理が行なわれる。

2.2 中央管理盤の構成

構成は管理の対象によって多少の変化はあるが第2図の例についていえば次のとおりである。

- | | |
|-----------------|-------------|
| (1) ユニットパネル | 19セット |
| (2) 時計表示ユニット | 1セット |
| (3) 本日予定数設定器 | 19ユニット分1セット |
| (4) 時計プログラムユニット | 19ユニット分1セット |
| (5) 標準時間パルス発生装置 | 1セット |
| (6) 現在予定数設定器 | 2ユニット分7セット |

- (7) 補助制御装置 1 セット
- (8) 電 源 装 置 1 セット

これらはいずれもビルディングブロック方式で実装されているから、現場の数に応じてユニット数を増減することができる。

これら構成要素の中でユニットパネルは一つの現場に対応し、その現場の生産予定数、現在実績数など 4 ないし 5 項目が 5 けたの数字で表示されている。表示方式はこの例の場合電磁リセット付パルスカウンタであるが、このほか後で述べるような情報の並列伝送のときは各けたごと独立した数字表示管を用いる場合もある。

時計表示ユニットは現在の時刻を表示している。

本日予定数設定器は一日の生産予定台数を中央管理盤および現場表示スタンドに表示させるための手動設定器で各現場に対し任意の値に設定できるようになっている。

時計プログラムユニットは各現場に対し作業開始終了の時刻をそれぞれ設定するもので、休み時間も設定できるようになっている。

標準時間パルス発生装置は各現場の現在予定数を設定するための基準になるパルスを発生するもので、各現場の作業の進行度によって定められるパルス周波数となっている。

現在予定数設定器は、各現場の単位時間当たり生産高の予定値を設定するもので、その値はそれぞれの現場によって異なることがあるから、別個に設定できるようになっている。

以上の各ユニットの詳細については別項に述べる。

2.3 現場における現状のは握

全体の生産を管理する者はもとより、現場でそれぞれの担当部署を管理するものも現状をは握することが必要である。現場表示盤(スタンド)はそれぞれの現場のその時刻における生産予定数と、そのときの生産実績数、そのほかその日の 1 日の生産目標数などを表示したもので中央の対応するユニットと同一の内容のものが表示されている。

現場によってはほかの現場の生産進行状況が必要なときもあるが、こうした要求に応じ必要な表示をする。

表示方式はセンターと同じく電磁リセット付パルスカウンタが主体で駆動リセットはすべて中央から制御される。

各現場には中央との間に親子方式の電話連絡装置が設けてあり、中央から現場を、また現場から中央を呼び出し業務連絡をすることができる。

2.4 信号の伝送

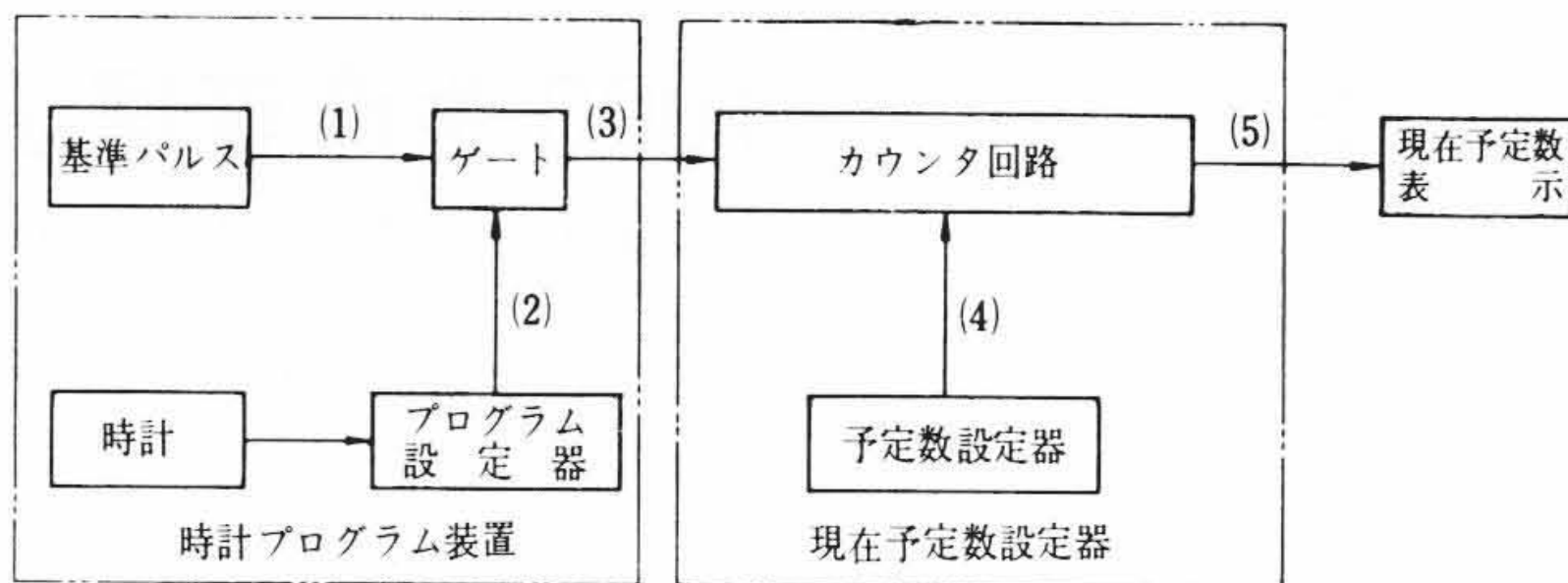
中央と現場の間には先に述べた業務連絡用の電話装置のほかに、生産台数の信号連絡装置があり、一つの現場から中央へ送信する信号数の多いとき、または信号ラインが数個所の現場発信場所を直列に配線されるときは周波数変調による多重通信方式をとっている。

3. 現在 予 定 数

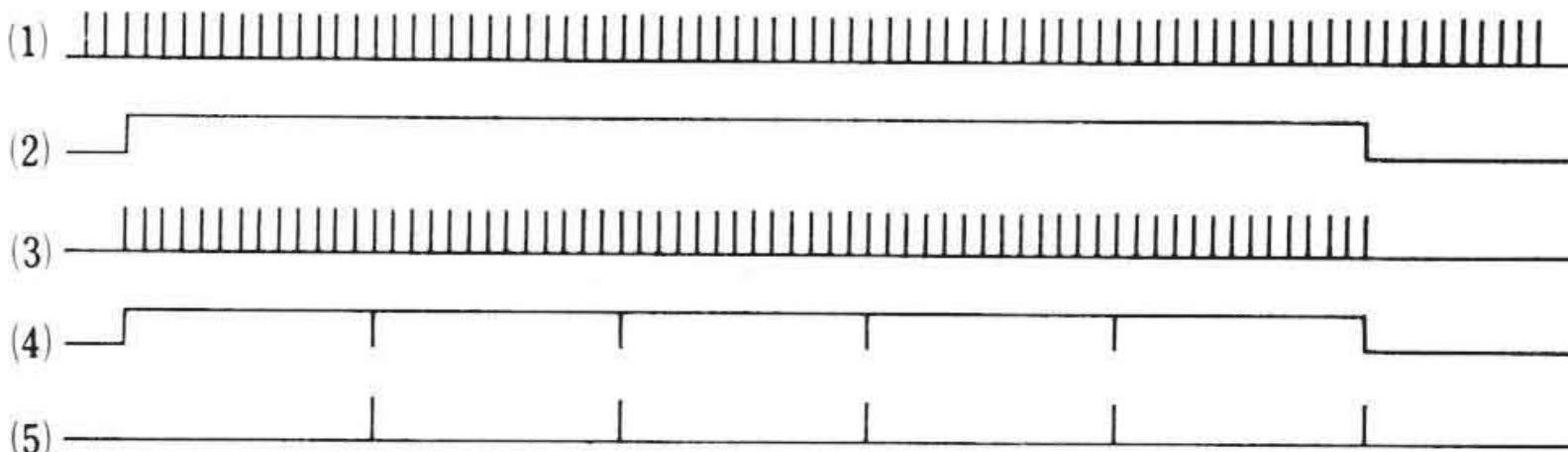
現時点の生産完了予定数(以後現在予定数と呼ぶ)をは握することは、生産管理を行なうためには欠かせない項目である。オートメ工場では製品の標準作業時間は 1 日の生産予定数と作業時間により容易に求められる。現在予定数を表示することにより各現場の作業状況を常時監視し、その状況により適切な処理を随時、随所に対して指示することができる。

第 3 図に現在予定数設定器ブロック線図を、第 4 図に左より現在予定数設定器、時計プログラム装置を示す。時計プログラム装置の基準パルスは本装置のパルス計数のパターンとなるので精度、安定度のよい小形水晶発振器を用い、必要に応じ周波数を落している。その仕様は第 1 表に示すとおりである。

現在予定数はプリセットされたモードにしたがって時々刻々変化して行く。これを表示する基本的な考え方は次のとおりである。

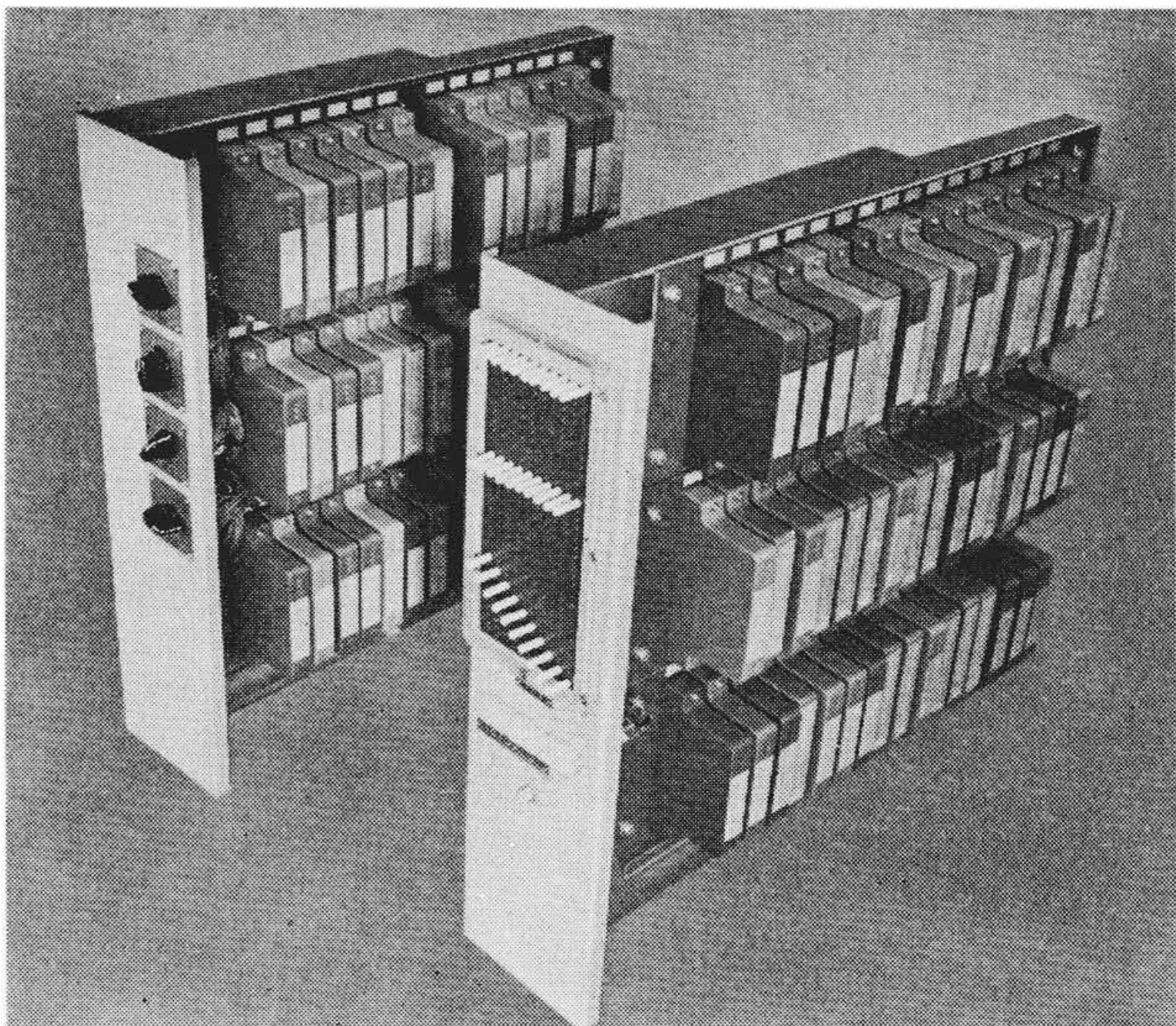


(A)



(B)

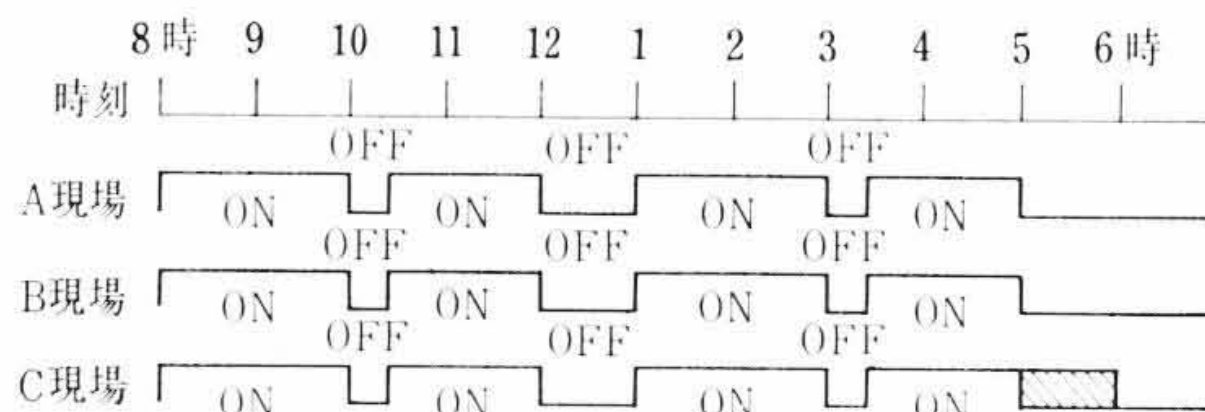
第 3 図 現在予定数設定器ブロック図



第 4 図 現在予定数設定器および時計プログラム装置

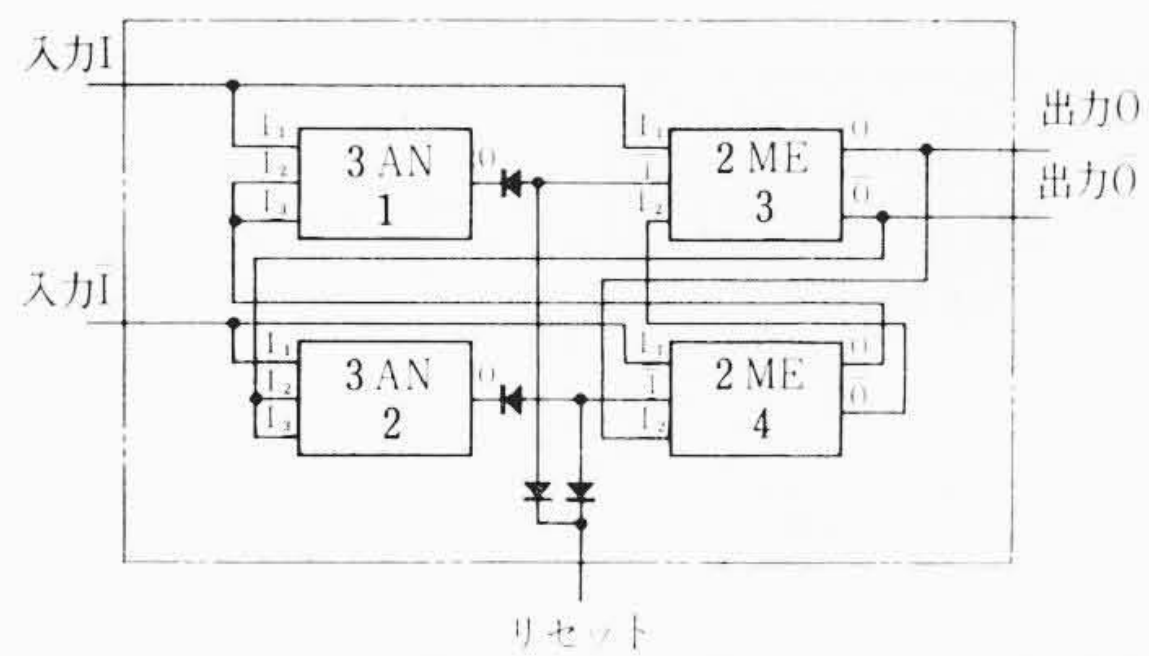
第 1 表 基準パルス仕様一覧

周 波 数	20 c/s
周 波 数 精 度	$\pm 1.5 \times 10^{-5}$ 以下 (0~40°C)
	$\pm 2 \times 10^{-6}$ 以下 (電源変動 $\pm 10\%$)
出 力	短形波 4.5V
出力インピーダンス	10k Ω 以上
電 源	DC-12V
使用温度範囲	-10~55°C

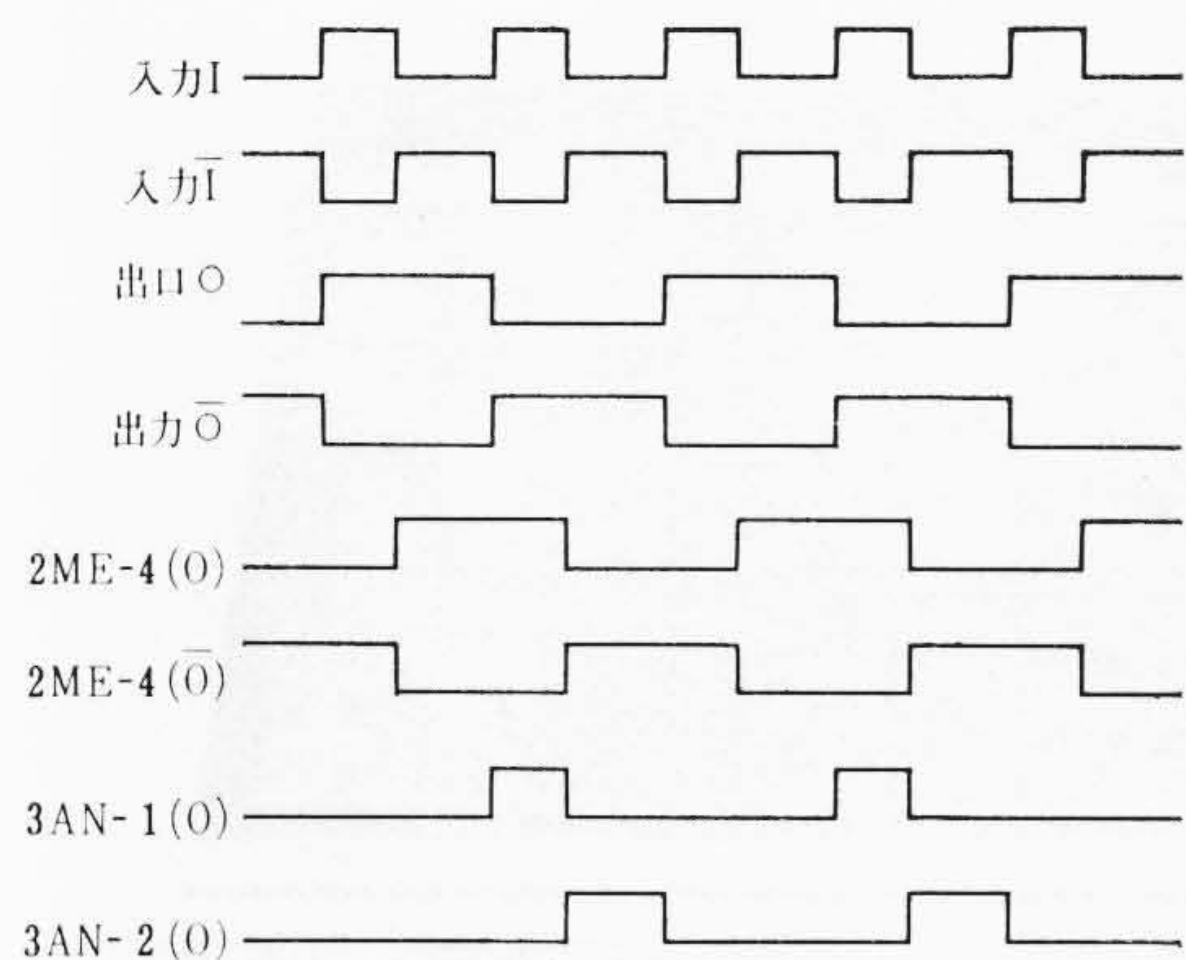


第 5 図 タイムスケジュールの一例

プログラム設定器であらかじめきめられた 1 日のタイムスケジュールを各現場についてそれぞれピンボードにより設定する。その例を第 5 図に示す。時計信号は設定されたタイムスケジュールに基づいて基準パルスのゲートを ON, OFF する。このゲート回路は、現場によっては予測できない状況の発生により、途中でタイムスケジュールからはずさなければならぬこともある。そのときは、盤面に設けてある「自動—手動切替スイッチ」によって手動でゲート回路を ON, OFF することができるようにしてある。第 5 図 C 現場の斜線部がこの例を示している。



第6図 バイナリ回路



第7図 バイナリ回路のタイムチャート

ゲート回路を通った基準信号にそれぞれの現場に対応する現在予定数設定器のカウント回路で計数される。予定数設定器では通常作業開始まえに標準作業時間をロータリスイッチによって設定する。カウント回路は各現場の製品作業速度に応じてパルスが発生する装置で、基準パルスを設定された予定数まで計数すると現在予定数信号として1パルスを発信する。具体的にはある現場の生産間隔が5秒とすれば5秒ごとにパルスを発信する。このパルスは電磁カウンタによって計数表示される。それと同時にカウンタ回路はリセットされ、はじめより予定数を計数し、同様繰り返して各現場に対応したパルス間隔でそれぞれ信号が出され、それぞれ計数表示される。第6図に時計プログラム装置のうち時計部分に使用しているバイナリ回路を、第7図にそのタイムチャートを示す。

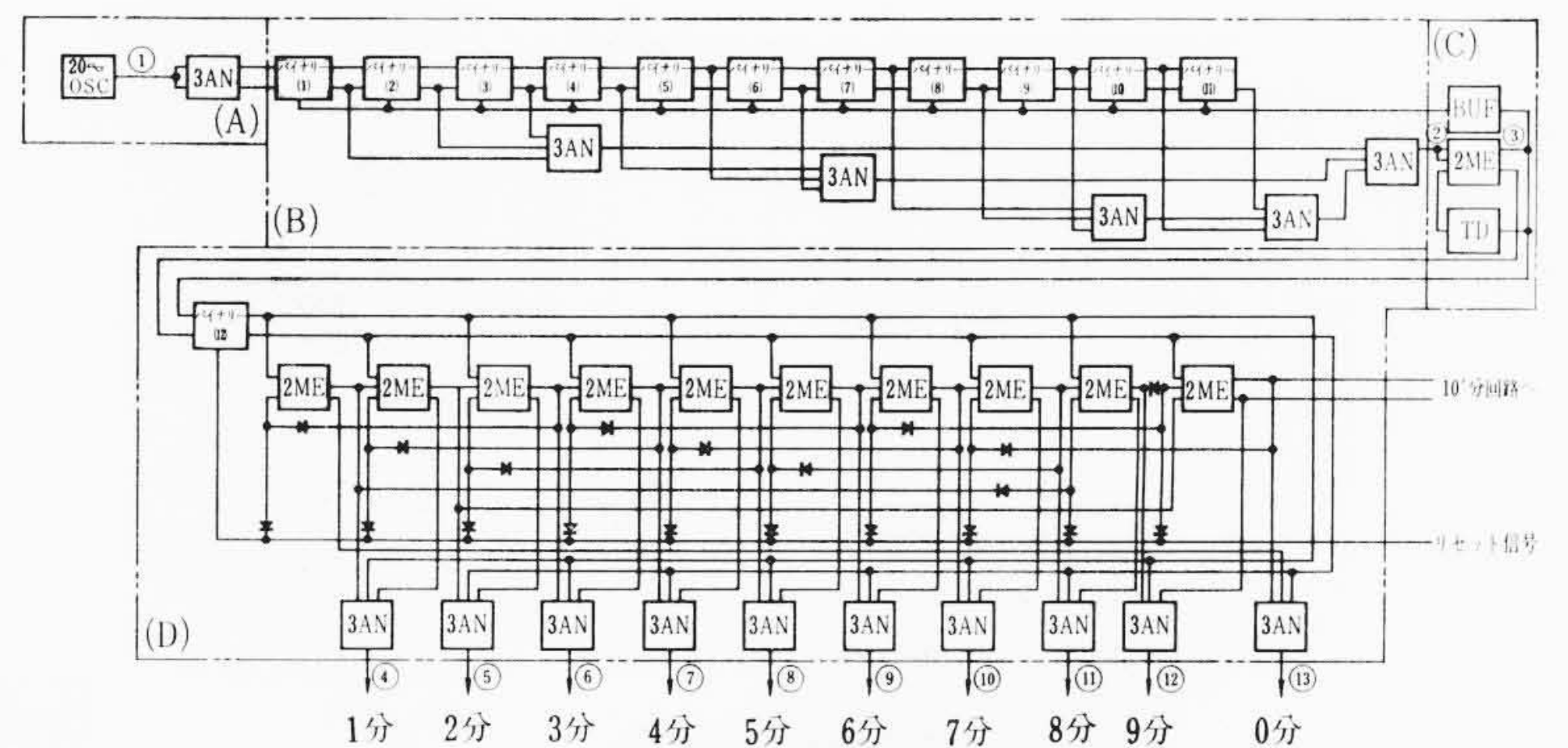
今、ONパルスが入力Iにはいると2ME-3はセットされ、ONパルス出力を出す。次にOFFパルスが入力Iにはいると2ME-4がセットされ、3AN-1の条件の一つとなる。入力Iに2回目のONパルスがはいると3AN-1は条件を満足し、2ME-3をリセットする。OFFパルスにかかわると3AN-2は条件を満足して2ME-4をリセットし、最初の状態にかえる。この回路を基本として時計回路が構成されている。第8図にその一例を示す。

A部は時計回路の水晶発振器による基準信号である。B部ではバイナリ回路による通降回路で基準信号を1,200パルス計数して1分信号を出し、C部でその1分パルスの幅を大きくする。D部は十進計数回路で1分パルスにより2MEが1個ずつセットされ時刻信号となる。時計プログラム装置および現在予定数設定器は過酷な周囲条件でも高い信頼度をもっているトランジログ⁽²⁾（トランジスタ論理素子）により構成されている。

4. 現在実績数

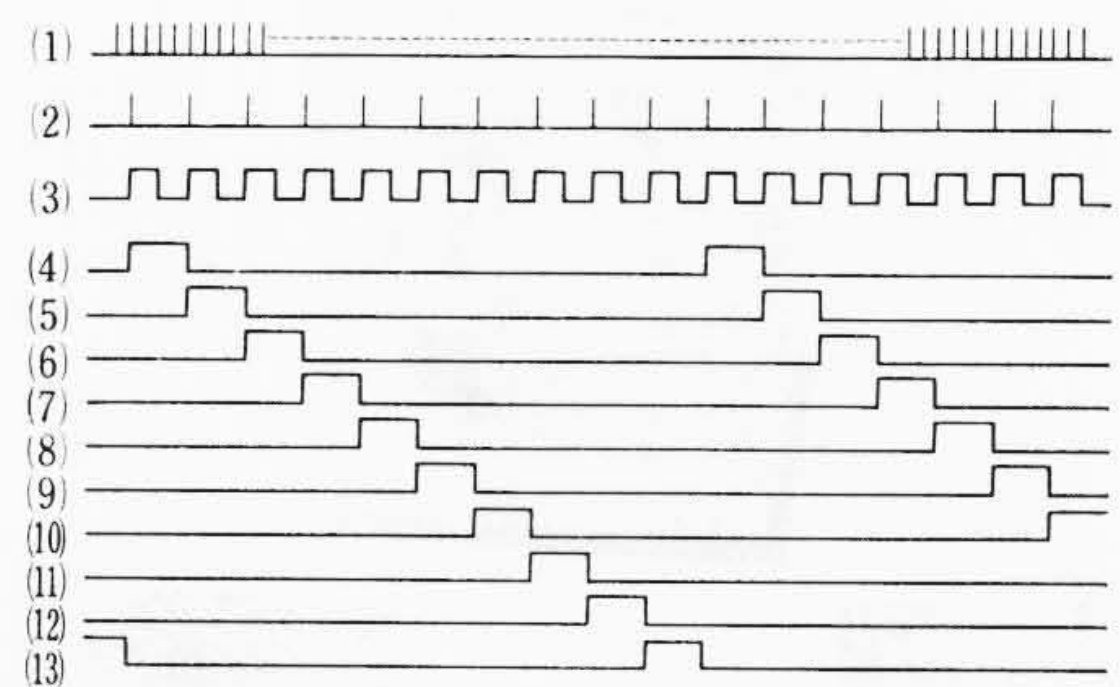
各現場に取り付けられた検出器より発信される信号は波形整形された後、現在実績数として計数表示される。実績数は現在予定数と比較され、常に現場の作業状況を正確には握し、適切な指令が現場に対して出される。

検出装置としてはリミットスイッチ、メタローチスイッチ、光電



(a) 回路図

第8図 時計回路



(b) タイムチャート

第8図 時計プログラム回路

検出器、パルス発信器（電力、流量、重量）秤量機などが一般に使用される。現在実績数の信頼度は検出器によって左右される。しかも検出器の選定については、被検出体によって制約される。たとえば最終仕上げ製品に機械的検出器を用いるのは好ましくないし、コンベヤラインで振動しながら輸送されるものでは1個を2回計数する可能性もある。機械的検出が不可のときは無接点形メタローチスイッチや光電検出器を用い、製品が蛇行（だこう）したり振動するときは2個以上の検出器の論理積を検出信号としたりする。

一方、小形部品の中で秤量によって計測するときは、重量をコード発信させ、コード変換して表示し、または積算させる。

以下に代表的な検出器について、それぞれの特長と機能を述べる。

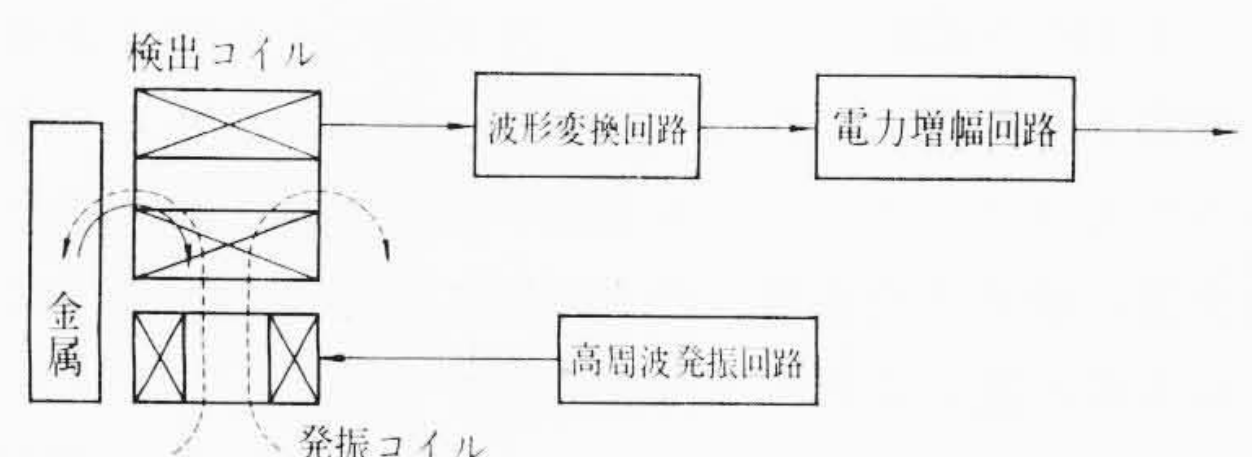
4.1 メタローチスイッチ⁽³⁾

メタローチスイッチは金属体が単にスイッチに近接しただけで動作するもので、あらゆる金属を検出でき被検出物形状、接近方向に左右されない。また小形で全体がモールド加工されているので、振動、衝撃に強く、過酷な周囲条件でも使用でき半永久的な寿命が得られる。第2表はメタローチスイッチの仕様を、第9図は動作原理を示す。

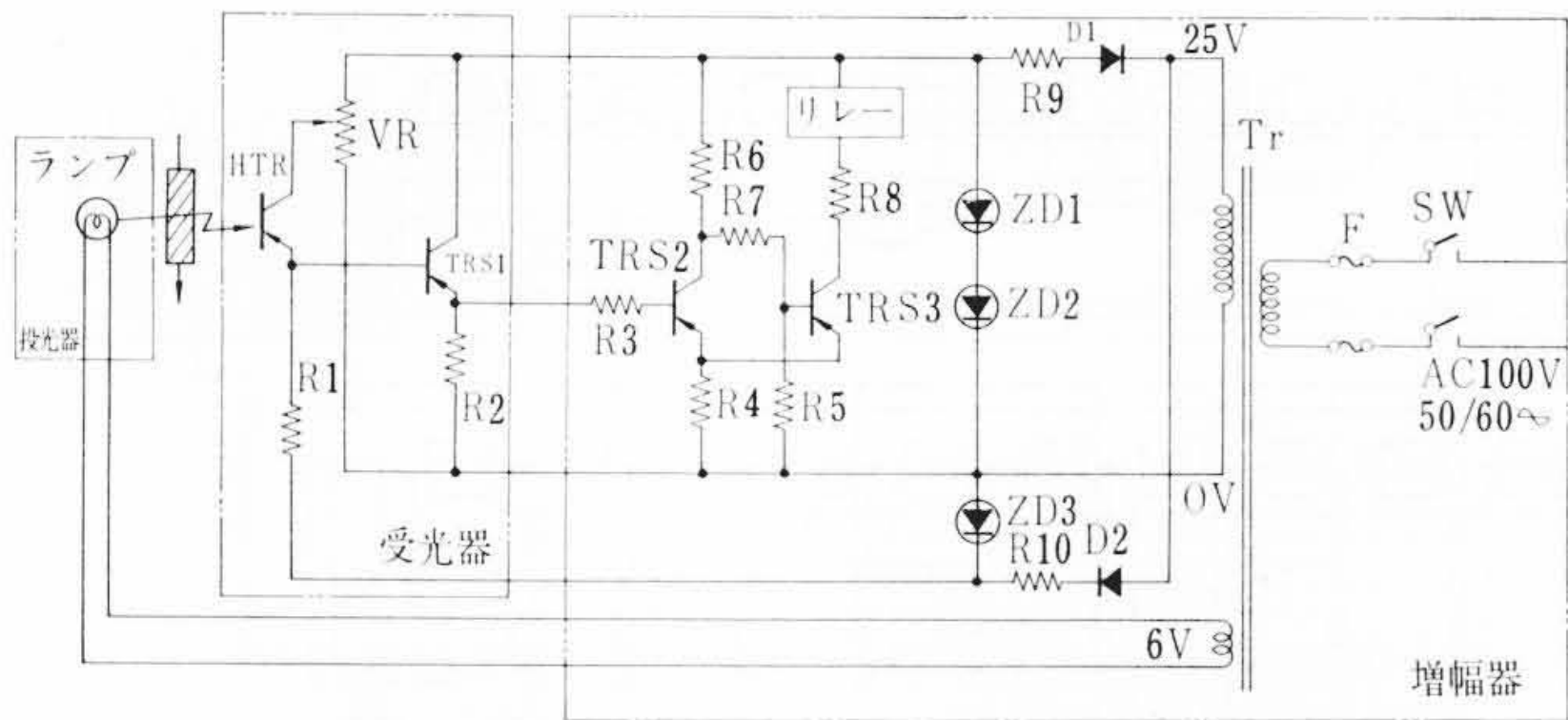
メタローチスイッチはこの形式以外に KLS-M₁₃（感度 30mm）,

第2表 メタローチスイッチ仕様の一例

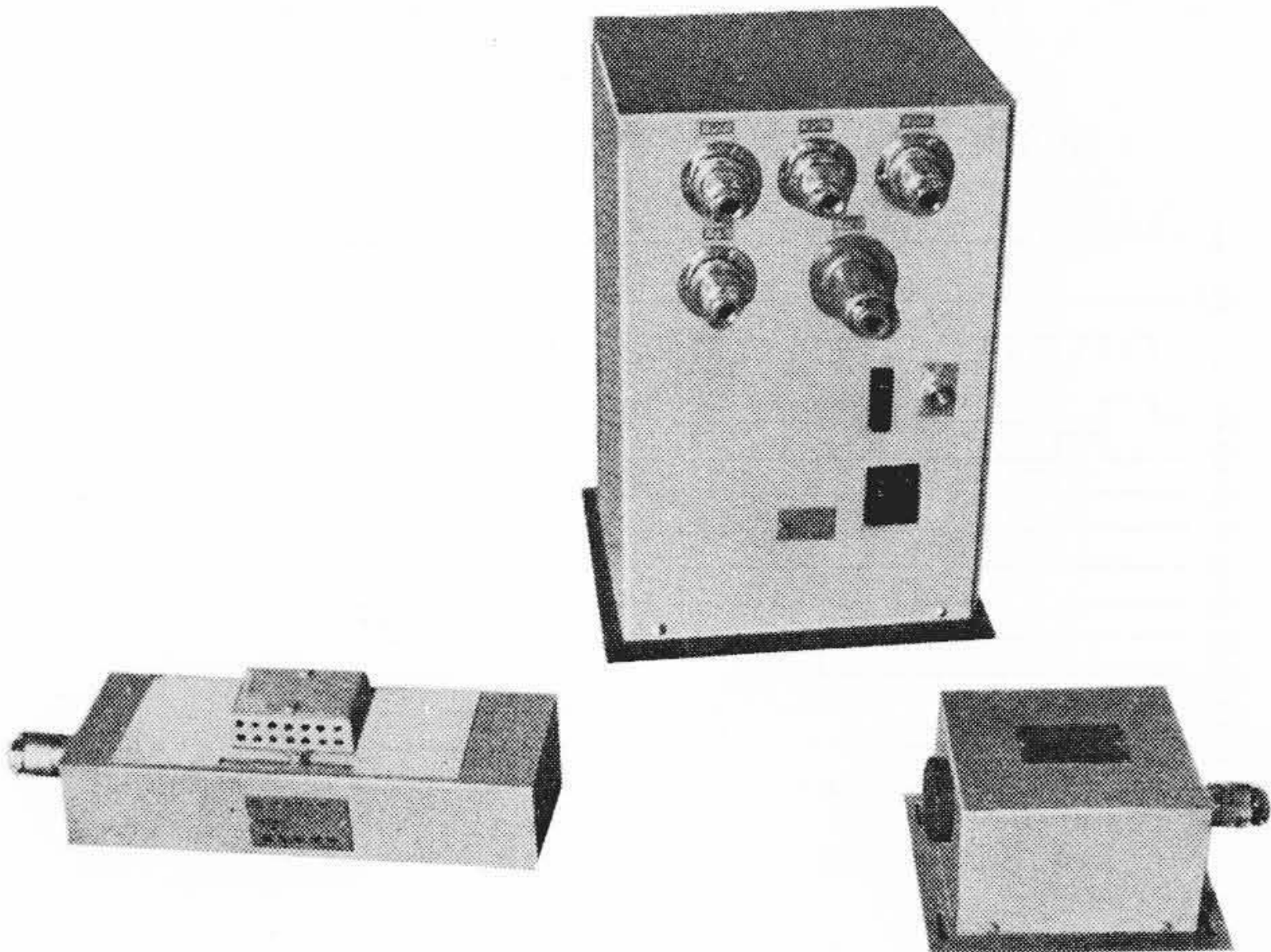
形 式	KLS-M ₀₁
動作距離 (at 20°C)	磁性体 (30×30mm) 3.5~6mm (最大) 非磁性体 (30×30mm) 5~8mm (最大)
周囲温度	-5~+55°C
応答時間	200 μs
出力	DC 12V 10mA (最大)



第9図 メタローチスイッチ動作原理図



第 10 図 光電検出装置原理図



第 11 図 光電検出装置

KLS-M₃₁ (感度 55 mm) などがあって、それぞれ要求に応じて選定される。

トランジスタ発振回路の発振コイルに金属体が接近するとその金属内にうず電流が流れ、磁界が変化することを利用したものである。この金属体は磁性体でも非磁性体でもよい。

第 9 図において発振コイルを高周波で励磁すると点線矢印のような磁束が生じ、検出コイルは差動コイルとして働き、検出コイル誘起電圧は中心線を境にして左右相等しく出力電圧は生じない。いま金属体が検出コイルの一端に接近すると金属体内にうず電流が流れる。この電流によってできる磁束は実線矢印で示されるように、検出コイル左半分と交さず磁束を打ち消す方向に作用する。このため左右の平衡が破れ、検出コイルに電圧が発生する。この電圧を取り出し、スイッチとしてのスナップ特性を持たせうえて電力増幅し、検出器出力とする。この出力は必要に応じ、接点出力として取り出すこともできる。

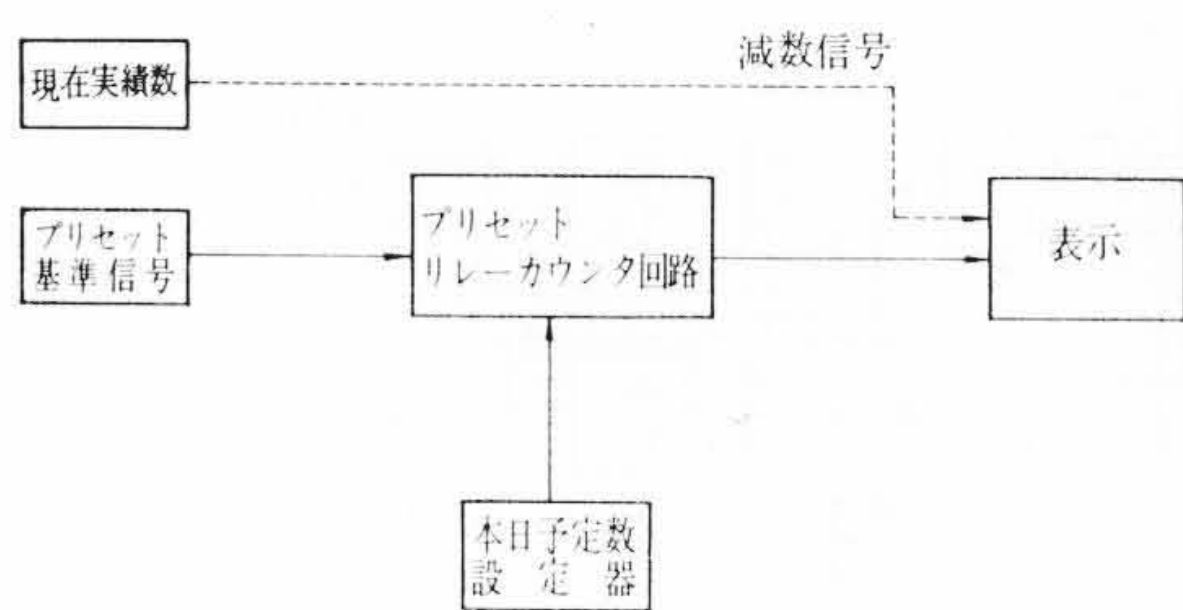
4.2 光電検出器

検出端には高感度光電素子のフォトトランジスタを使用している。フォトトランジスタは P-N 接合の半導体素子で、P 形が負になるように電圧をかけている。この状態では P-N 接合が逆方向にバイアスされ、入射光のない場合には、ごくわずかの電流しか流れない。光が P-N 接合の近くに当たると正負の電荷をもつ粒子が生じ、接合を通して流れるので電流が増加する。

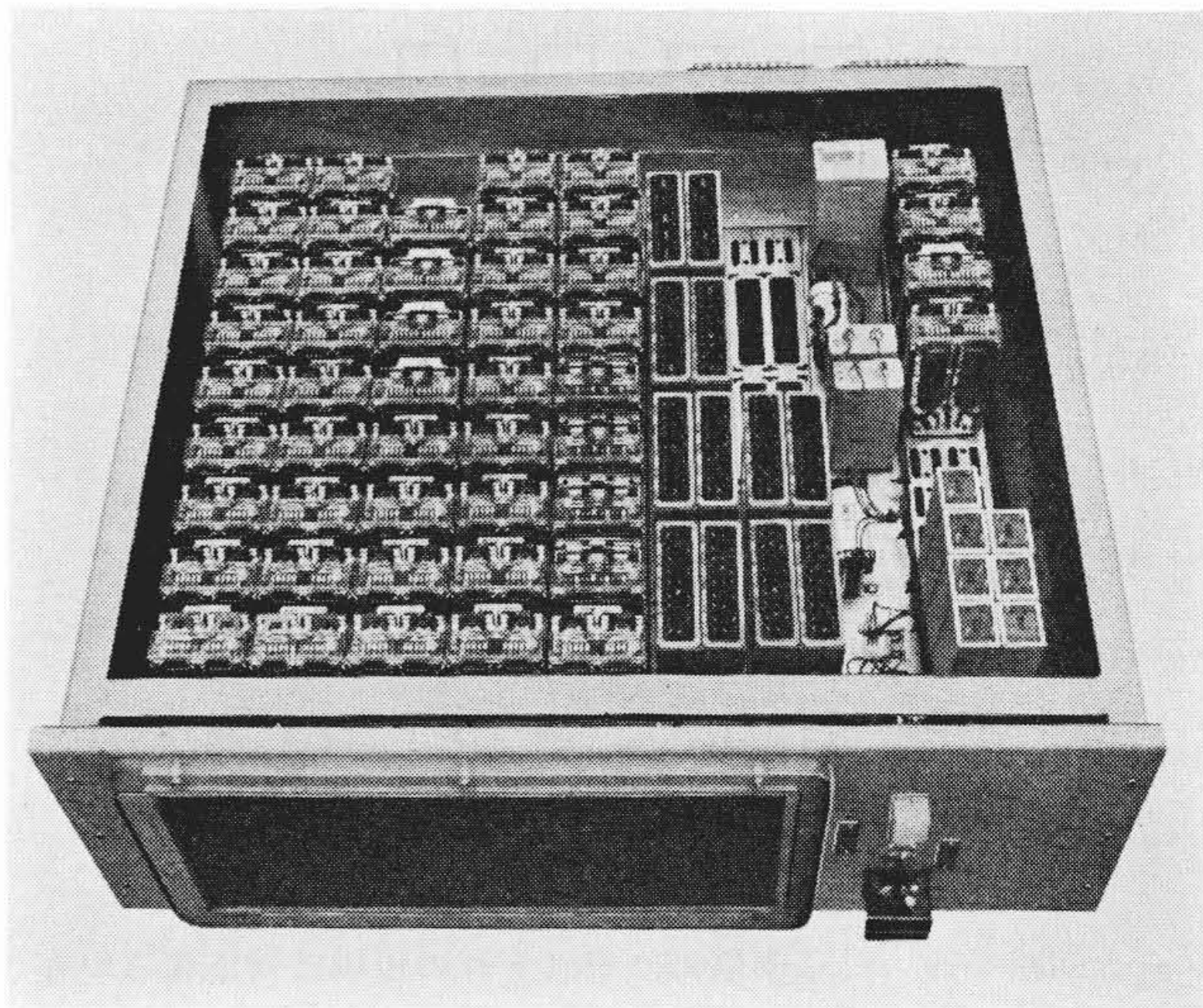
第 10 図に原理図、第 11 図に左より投光器、増幅器、受光器を示す。物体が投光器からの光をさえぎると導通状態であったフォトトランジスタ HTR が遮断し、トランジスタ TRS1 を動作させる。受光器内で増幅された信号はさらに増幅器へ送られ、リレーを動作させる。接点出力はファクトロール本体へ伝送されて表示される。

光電検出器の標準は投光器、受光器間 1m のものと 2m のものがある。生産速度の速いものでは直流点灯する。

感度の調整は受光器内部に取り付けられた可変抵抗器 VR により容易にできる。



第 12 図 本日子定数ブロック図



第 13 図 本日子定数設定器

5. 本日子定数

第 12 図に本日子定数ブロック線図、第 13 図に本日子定数設定器を示す。作業開始前に生産計画に基づいて各現場の 1 日の生産予定数がピンボードで設定される。符号は理解しやすい 10 進数字である。スタートの押ボタンスイッチによってプリセット用基準信号 (リレー発信器) がワイヤスプリングリレーで構成されているリレーカウンタ回路で計数される。

構成素子のワイヤスプリングリレーは次のような特長をもっている。

- (1) 動作、復旧が迅速である。
- (2) 長寿命である。
- (3) 消費電力が小さい。
- (4) 構造が簡単である。
- (5) 接点性能がすぐれている。

各現場の電磁カウンタは設定された数まで計数すると自動的に計数を停止する。全現場のプリセットが終わるとリレー発信器は停止し、リレーカウンタ回路はリセットする。

現在 1,000 のプリセットをするのに 1 分前後かかるが、この方式は経済的であるのでこの程度の設定時間が許されるときに用いられる。設定時間にこれ以上の制限がある場合には、各けた単独でプリセットすることにより設定時間を短縮することができる。

本日子定数は前日と変更のあるものについて設定変更される。

本日子定数電磁カウンタは、製品が 1 台生産されると現在実績数信号により減算し、残り予定数を表示することもできる。

6. 連絡装置

本節ではデータを管理室に送る連絡装置について述べる。

6.1 連絡切替スイッチ

オートメ工場では管理室で必要とするデータはほぼ定まってい

る。このデータを簡単にしかも迅速に管理室へ送るのが連絡切替スイッチである。

プレス工場を一例にとると、型不良時間、段取時間、機械故障時間、休止時間、不良品再加工時間などがあげられる。たとえば治具取り替えで作業段取中の場合、作業員が切替スイッチを操作すると1分単位で段取時間を管理室で表示し、作業別に作業時間がわかる。このデータを見ることにより機械の稼働率のは握、休止時間の分析、作業能率の監視、製品の原価資料、給与計算資料が得られる。

6.2 電話装置

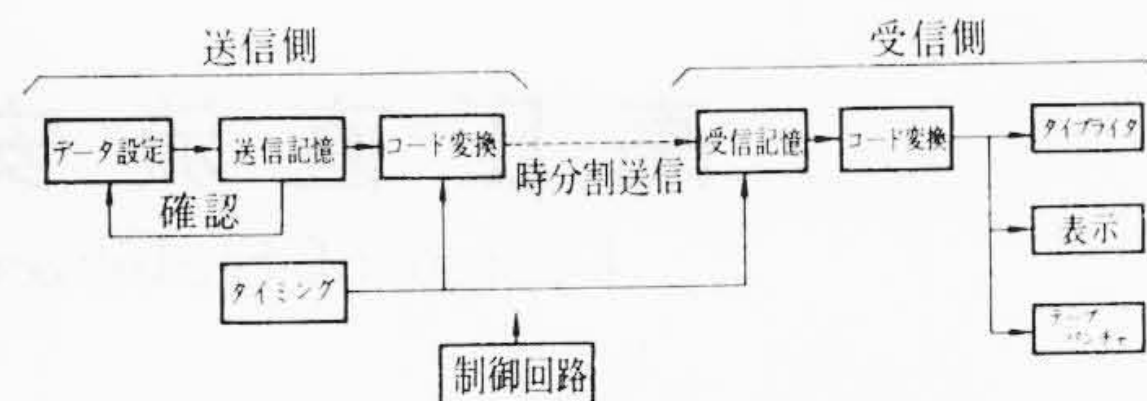
各現場と管理室との間には専用直通電話を設けている。管理室からのいろいろな指令は次のようにして行なわれる。各現場に対応するファクトロール本体上のパネルに送受話器プラグをそう入することにより現場の呼出ベルが鳴り、送受話器をはずせば通話可能となる。一方、現場から生産データ、事故状況などを管理室に報告するときは現場の送受話器をはずせば、その現場に対応するパネル上の呼出ランプが点灯し、呼出ブザーが鳴る。管理員が送受話器プラグをそう入すると呼出ランプ、呼出ブザーが消えて通話可能となる。

6.3 データ送信器

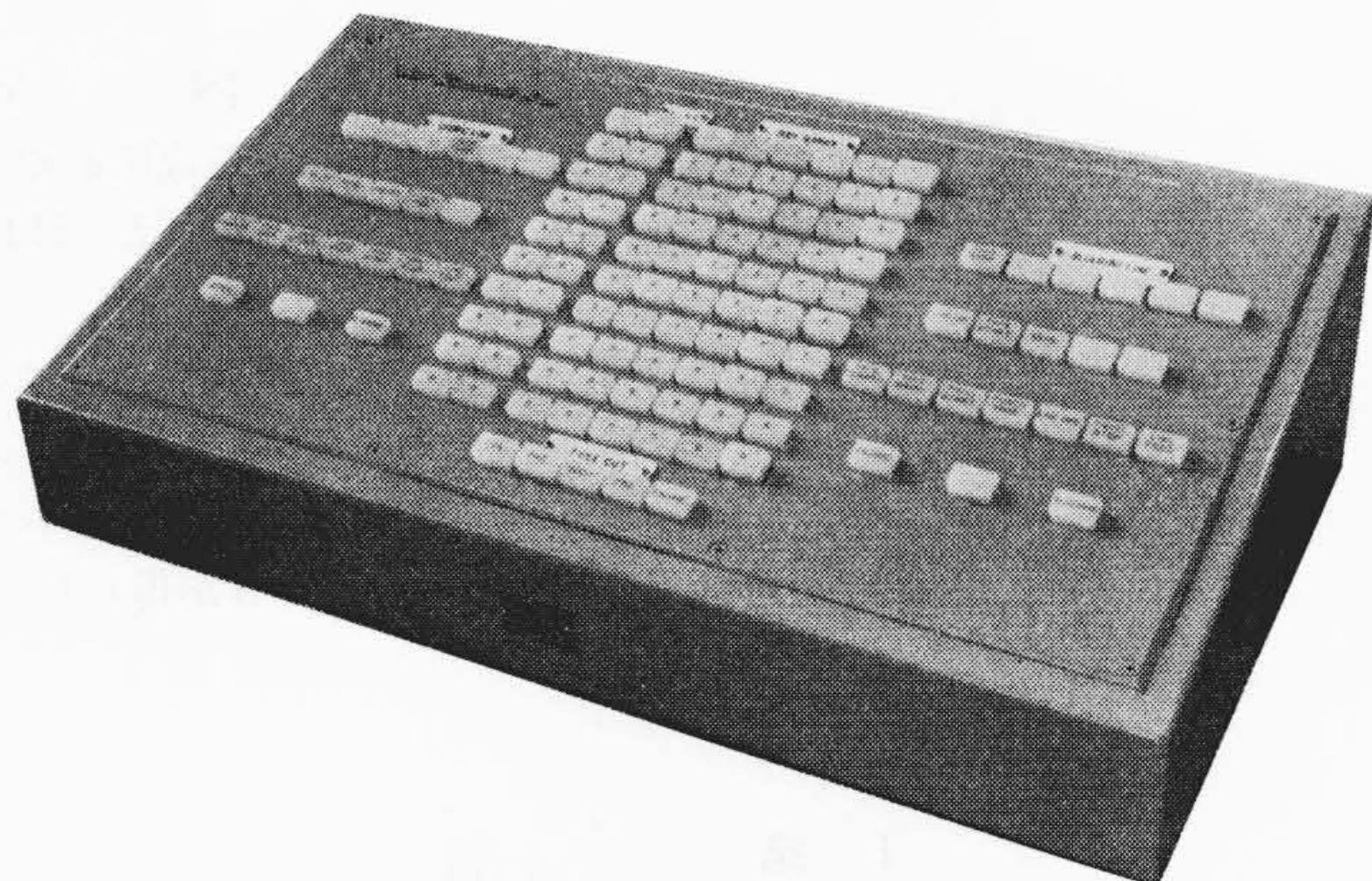
現場で集められたデータを管理室に伝送する必要がある場合には信号を並列に伝送する方法と直列に伝送する方法がある。どちらの方法を選ぶかはデータ送信器の使用目的により必然的に定まる。

第14図に示された直列伝送の場合のブロック線図について説明する。

集められたデータは純十進法で押ボタンスイッチを押すことにより設定される。設定されたデータは一度、送信記憶回路にすべて記憶される。記憶されたデータにまちがいないかの確認は押ボタンスイッチに内蔵されているランプが点灯することによりできる。また誤ったデータを設定したときは「リセット」押ボタンスイッチによりリセットすることができる。データの設定が終わるとデータを管理室に送信するため、送信開始の押ボタンスイッチを押す。送信開始信号によりタイミング回路が働き、1けたずつ送信記憶回路に記憶されているデータを読み出し2進10進コードに変換して管理室へ伝送する。一方、管理室では送信側のタイミング信号を受けて伝送されてきたデータを受信記憶回路に1けたずつ記憶する。すべてのデータの記憶が受信側で終了すると、データはコード変換回路により2進10進から純十進に変換される。十進に変換されたデータは、データ表作成のためタイプライタにより印字することもでき、表示装置にデータを表示し、現場へ適切な指示をあたえることができる。また送られたデータを計算機により処理するため、テープパンチャ、カードパンチャを働かせることもできる。データの伝送が完全に終わると記憶回路はリセットされ、次のデータを伝送す



第14図 直列伝送方式ブロック図



第15図 データ送信器

ることが可能となる。データの送信中はランプが点灯し、送信中であることが表示される。

第15図にデータ送信器を示す。

7. 結 言

FACTROL-1000 システムについて、オートメ工場にどのように用いられるかについて述べた。このシステムについて、最も注意を要するのは検出器の選定で、その性能が本システムの効果を大きく左右する。中央管理盤の機能は1000シリーズでは現状のは握に重点がおかれているが、もし稼働率、原単位の計算、生産量、在庫量などのダイナミックな操作を要するときは、アナログ演算機能のある3000シリーズ、デジタル演算機能のある5000シリーズを用いることによって実現できる。

今回述べた1000シリーズは、その基本的な機能に限ったが、オートメ工場によっては伝送される情報の種類方式などにそれぞれ特殊なものもあるが、情報の伝送と処理に関する基本的な考え方は変わらない。

参 考 文 献

- (1) 北之園：日立評論 46, 618 (昭39-5)
- (2) 佐野，吉田：日立評論 44, 1161 (昭37-8)
- (3) 橋本，中村，斎藤：日立評論 45, 1436 (昭38-9)