

自動車組立工場総括制御

Center Control System for Automobile Assembly Factory

川 合 勇* 小 高 武 雄* 西 一 郎**
 Isamu Kawai Takeo Kodaka Ichirô Nishi
 小 淵 要** 井 原 広 一**
 Kaname Obuchi Hirokazu Ihara

内 容 梗 概

わが国にもようやく自家用車時代が到来し、乗用車の需用が増している半面、貿易の自由化により自動車業界は原価低減によって、外国との競争に対処する必要にせまられている。このため、組立工場の集中生産制御方式、コンベヤ方式による多量生産が行なわれつつあるが、本稿では、日産自動車株式会社追浜工場納めの集中生産制御装置について紹介する。

1. 緒 言

経済活動の拡大化にともなう、企業が大型化すると、企業の内外の状況を迅速適確には握ることが、外部の変化に対処する場合や、内部の合理化、高能率化を進める際にも重要な問題となってくる。集中データ処理方式(I. D. P. Integrated Data Processing)はかかる要求から取り上げられ、電子計算機、伝送技術、その他関連技術の発展と相まって注目をあびている。

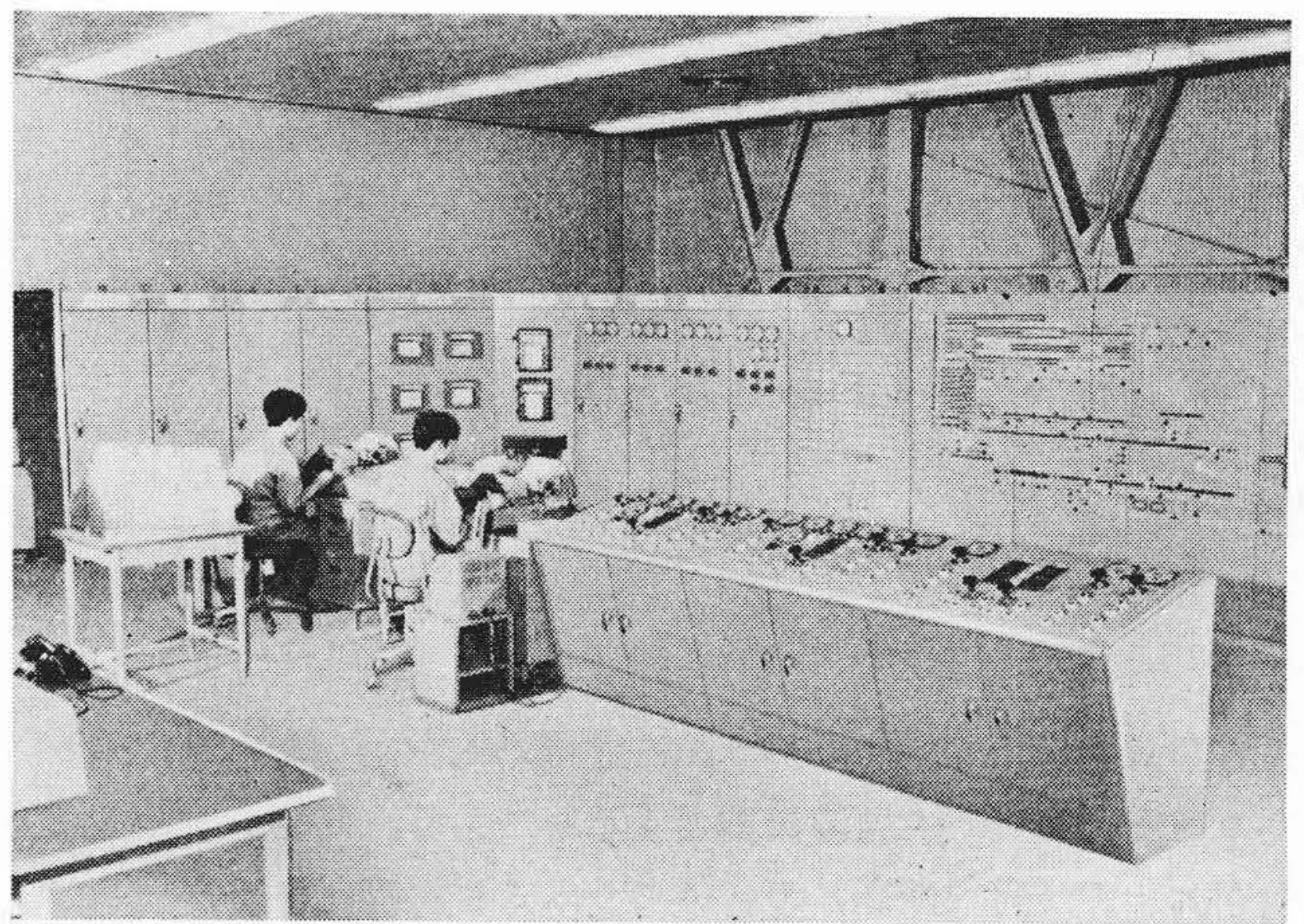
企業が大型化してくると、工場も大規模となり、また全国各地、さらには全世界に分布するようになる。このような遠隔地間の連絡は、従来の方法、たとえば郵送による手段は有効でなくなり、電話によっても、情報理論から見れば能率が非常に悪く高価なものとなる。

迅速で安価な情報を交換するには、パルス技術の助けをかり、情報を符号化し、さらにマイクロ波技術により高速、多重通信を行なう。各地の市場の情勢、生産状況は符号化され、有線または無線で直ちに中央に送られ、EDP (Electronic Data Processing), PCS (Punch Card System) などにより集計処理され、経営者の判断が加えられて生産命令が発せられる。この命令は、工場の EDP に直結され、資材購入、在庫、生産能力、人員配置など勘案して実行計画がたてられ生産が行なわれる。作業指示も符号化された情報で作業者に送られ、またはさらに進んで工作機械とかプラントに直接送り込まれる。

このように顧客から工場の作業員までは、ほとんど符号化された情報で迅速に結合され、途中のむだな時間遅れや、誤解の介入を許さない効果的なシステムが、将来の姿となろう。すなわち情報そのものの媒体は機械にまかせ、人間は完全に情報伝達系路外に存在するようになる。

以上の情報処理システムの第1歩として、工場内だけの装置を乗用車工場の具体例により説明する。自動車、特に乗用車は同一車種であっても、塗装、取付部品、エンジンなど顧客の好みによりいろいろな組み合わせが希望され、顧客の要求どおりの乗用車を作るには非常に複雑な工程管理が必要となる。また、見込生産を行なったり、広大な半製品貯蔵所、膨大な資金が必要となってくる。特に多量生産によって原価低減をねらい、コンベヤシステムを採用するとこれらの問題が重要となる。さらに一日数百台の異なった乗用車が生産される工場では、人力による生産管理、工程管理は、きわめて困難となる。

そこで工程管理の機械化、エレクトロニクス化が行なわれ、工場



第1図 自動車組立工場中央制御室

全体の集中管理が採用されて、巨大工場の建設が可能になるのである。

以下新設された日産自動車株式会社追浜工場に製作納入した自動車組立工場総括制御装置について述べる。本工場はセドリック、ブルーバード組立専門工場として建設されており、総括制御もこれら2車種の合流分岐点で、相当複雑なものとなっている。

装置は自動車組立工場において中央制御室(第1図)で生産状況を監視は握し、各現場に生産上の指示を与えるとともにコンベヤの速度乾燥炉の温度などの諸設備を総括制御するものである。したがって常に ON LINE で用いられ、本装置の性能が工場全体の生産能力を決定してしまうと言っても過言ではない。原材料から製品までの流れは、終始一定でなければならず一箇所でも渋滞すると、この影響は全工場に及び、工場の生産低下となって現われてくる。たとえば、一箇所で5分間コンベヤが停止すれば、これが全工程に及び、結局全工場が5分間休んだことになる。生産ラインの長さは数千メートル以上にも達するので、各所の渋滞が累積されれば損害は膨大なものとなろう。

システムの設計製作に際しては以上の点を考え、部品の選択、システムの構成、操作法、保守法、構造などに十分意を用いた。この種の装置は空調室など周囲条件の良好な所で使用されるのが普通であるが、本装置は生産現場に設置されるので、周囲温度、湿度、じんあいの程度、振動、電気ノイズなどを考慮しなければならない。特に組立工場には電気溶接機が多数設置されているので、電気ノイズに最も注意を払わなければならない。このために論理素子としてワイヤスプリングリレー、リードリレーを採用し、リレー部分を完全防じん構造とした。

* 日産自動車株式会社追浜工場

** 日立製作所日立工場

情報を伝送する場合、操作員による誤操作および装置の誤動作は大きな不良原因となるので、操作法をできるだけ簡単にし、各所にインターロック、自動チェック装置、警報装置を取り入れた。

また警報用フリッカー電源としては、信頼性、寿命を考慮し、半永久的な磁気増幅器を用いた。さらに停電の際も情報を記憶しておかねばならないので、浮動充電方式蓄電池を設置している。

本装置は、相互間に密接な関係を持っているが、大別すると次のようになる。

- (1) コンベヤ設備監視制御装置
- (2) 生産指令装置
- (3) 生産監視装置
- (4) 温度監視装置

2. コンベヤ監視制御装置

コンベヤの長さは主コンベヤが5,000 mを越え、さらに補助のコンベヤを入れれば10,000 m以上に達する。

このうち正確な速度調整を必要とするコンベヤ約50台を数kWの日立インダクションカップリングモートル(ICモートル)により駆動している。各ICモートルには個々の制御盤が現場に設けられ、現場で単独運転できると同時に中央制御室でも運転できる。この運転状況は中央制御室のグラフィック盤上に表わされ、中央でコンベヤの運転状況を完全には握ることができる。また現場各所に非常用押ボタン箱とランプを設置して作業事故に備えている。非常用押ボタンを押すと天井より下がっているランプが点滅し、作業者は工場のどこで非常停止を行なったかがわかる。同時に中央制御室ではブザーが鳴り、グラフィック盤上に対応する非常ランプが点滅する。

コンベヤの制御は、現場単独運転、中央遠隔運転の2方法で行なわれるが、中央遠隔運転の場合、

- 単独速度制御
- 比例速度制御
- 同期速度制御

を行なう。それぞれの内容を以下に述べる。

2.1 単独速度制御

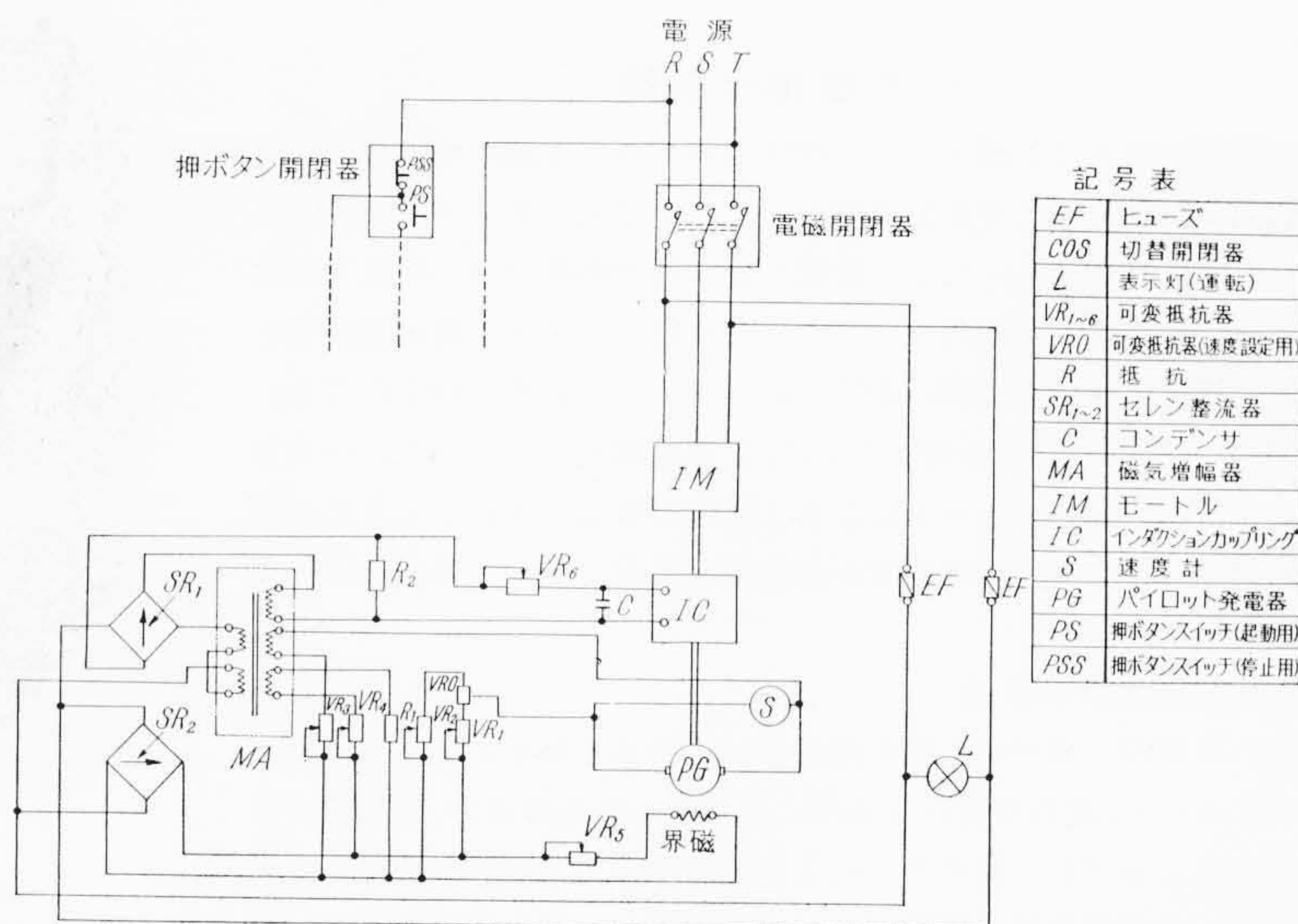
第2図に日立ICモートルの標準制御回路を示す。これは誘導電動機とインダクションカップリング(IC)とを組み合わせたICモートルを磁気増幅器により速度制御を行なうものである。今回製作納入のものは、起動停止用押ボタン開閉器と速度設定用可変抵抗器を現場と中央に設け、切替開閉器により操作場所を切り替える。また速度は現場と中央で同時に指示される。

2.2 比例速度制御

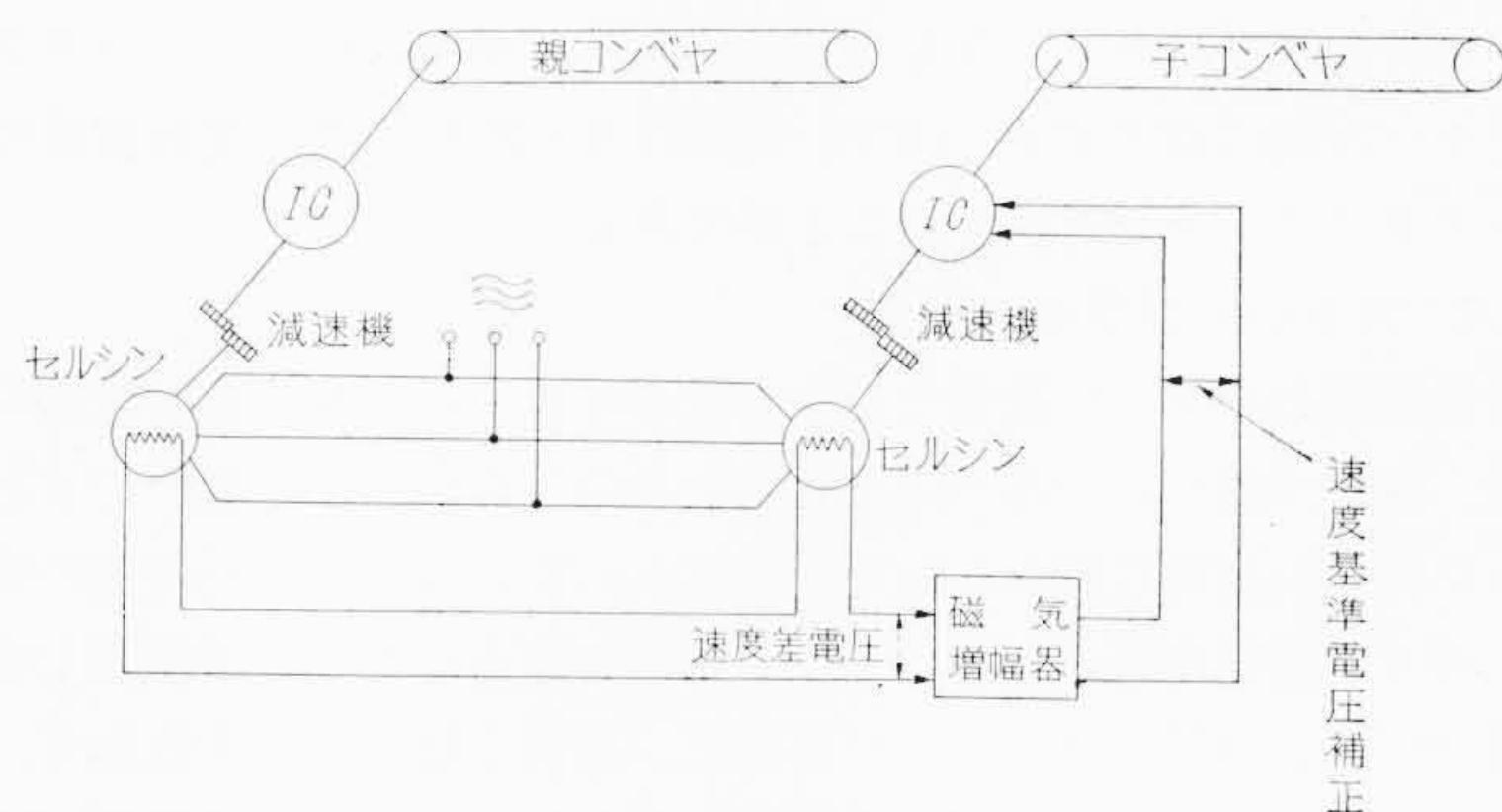
これは10数台のコンベヤ群の速度を、速度比一定のままで増減できるようにした装置であり、その速度比は任意に設定できるようになっている。このため、各コンベヤ駆動モートルの速度基準電圧はそれぞれ可変抵抗器により速度比が設定され、さらにこれらの共通電源電圧はしゅう動電圧調整器により、可変抵抗器で設定されたところの速度比のままで全体の速度増減ができるのである。

2.3 同期速度制御

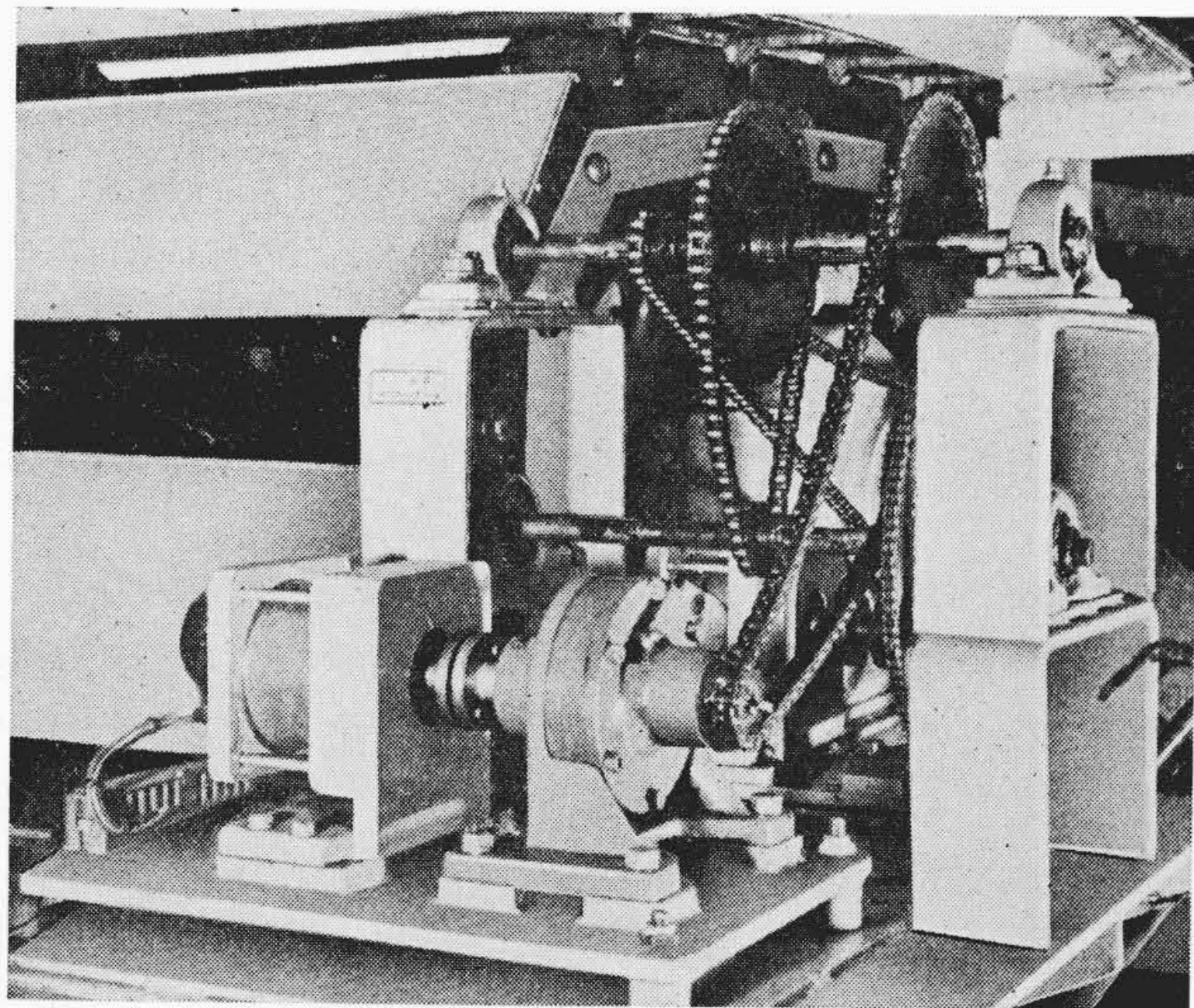
たとえば、シャシ組立コンベヤと、ボディ組立コンベヤの合流点で、シャシの上にボディを乗せると初めて自動車の形をなすわけであるが、シャシとボディとの関係位置がずれていたのではシャシ上にボディをうまく乗せることができない。したがってシャシ組立コンベヤとボディ組立コンベヤは、常に同期運転をしている必要がある。このような同期運転を必要とする系統が数系統あり、ズレの許容範囲は治具、作業性との関連で、数cmにしなければならないも



第2図 日立ICモートル制御回路図



第3図 同期速度制御方式



第4図 セルシンの取付状況

のと数10cmまでは良いものがある。

第3図はこの制御方式を示すブロック図である。親および子コンベヤはそれぞれICモートルにより駆動されている。親子コンベヤ間の関係位置のズレは、親子コンベヤの速度差を積分したものである。かりに両コンベヤ間の速度差が微小であっても、時間がたてば、当然許容範囲をはずれることになる。このため、親子コンベヤのズレをセルシンにより検出し、これを磁気増幅器で増幅して子コンベヤICモートルの速度基準電圧を補正している。第4図にセルシンの取付状況を示す。

3. 生産指令装置

自動車を購入する顧客は、代理店のカタログを調べて自分の好みの部品を取り付けた車を注文する。たとえば色、タイヤ、ラジオ、エンジン、時計、クーラなど数種～数十種の部品の中から色や形を見て指定する。営業部門ではこれらの仕様について工場に連絡をとり、工場では仕様を IDP, EDP の助けをかりて生産計画をたてる。IBM カードは生産計画書とともに、生産制御室に送られる。中央制御室では、この IBM カードにより工場内の製品の流れを完全には握り制御する。このための装置が生産指令装置であり大略次のような機能を果たす。

3.1 製品番号伝達

流れ作業の工場でも工程上流れている製品の順序が変更されることがあるので、流れの変わる場所に通過する車体の番号、部品の番号などをチェックし、押ボタンにより送信する送信装置を置く。中央制御室には受信装置と電動プリンタを設置し、受信印字される。第 5 図に送信デスク、第 6 図にブロック図を示す。情報は純十進法で設定され、2 OUT OF 5 に変換され、時分割送信を行なう。電動プリンタは第 7 図のようなもので、回転文字車方式のラインプリンタでロール紙に印字する。印字行間隔は 0～10 行まで、受信装置のロータリスイッチで設定することができる。

3.2 ストレージライン管理

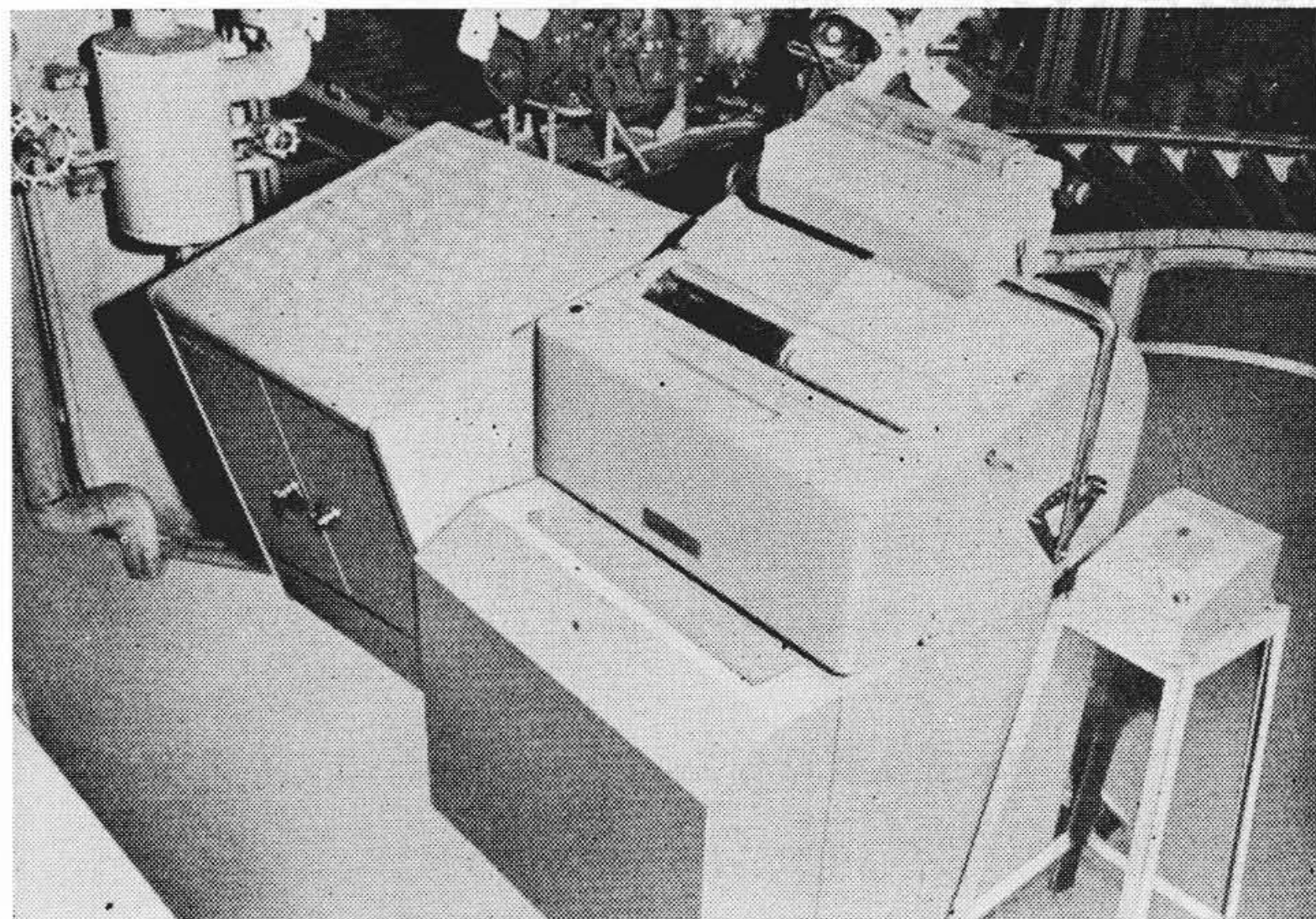
自動車製造のような複雑なしかも数 km 以上にも及ぶ流れ作業の場合、事故で流れの一部が停止したとき全工程が停止しないですむように、また複雑な流れから単純な流れに変わる場合、その逆の場合、所々に緩衝地帯としてのストレージを作る。たとえば塗装工場と組立工場との間にストレージがある。塗装工場では、1 色塗り、2 色塗り、再塗装など工程に大きな差があるので、塗装工場内では製品の流れ順序は完全にみだれ、塗装工場を出て来る順序は予想できない。このため次の組立工程に入れる前、流れを調える意味で何列かのストレージラインを設けているのである。塗装工場から塗り上がった車体は、ストレージ入口に運ばれてくる。入口ではストレージ状況をランプで表示する表示盤により、どのラインに格納するかを決め、中央制御室に引入ライン番号と車番を送信すると同時に自動引入装置を動作させ、指定したラインにその車体が引き入れられるようセットする。車体は指定されたラインまで移動すると、自動的に引入装置が駆動され格納される。引き入れの精度は ± 2.5 cm であり、コンベヤの伸長を自由に調整することができる。

中央制御室では、ストレージ状況表示盤と現場より送信されたライン番号と車番とをにらみ合わせ、また各部品のストック状況を勘案して組立ラインに流す順序を決め、ストレージ出口に引出ラインと車番をプリント送信する。この際 5 台分の送信が連続的に可能である。ストレージ出口では、中央よりの指令により車体を引き出し、組立ラインに流し、引き出した車の番号を中央に送信する。引き出しは、中央制御室より命令された順序で引き出すべきラインの出口にランプが自動的に点灯し、そのランプにより容易に行なわれる。そしてそのラインから車体を取り出されれば、次に引き出すべきラインのランプが点灯する。

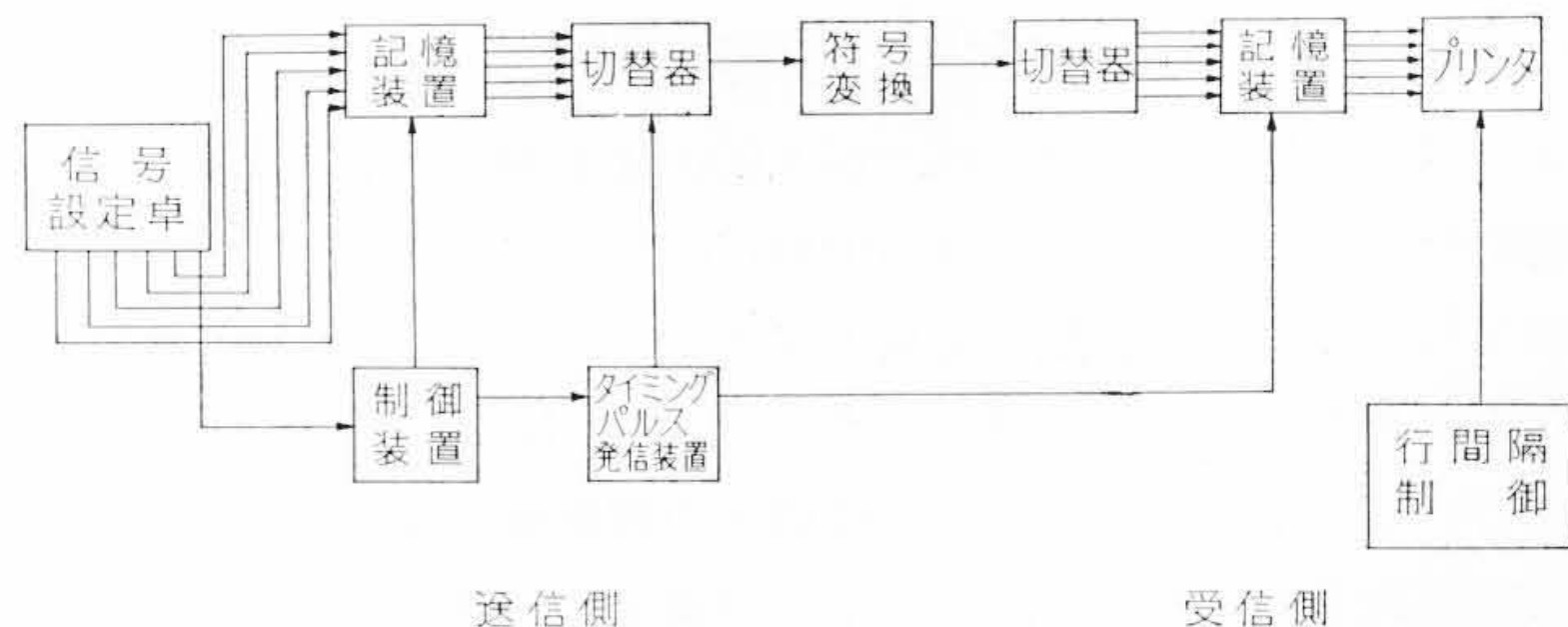
第 8 図にストレージ管理系統図を示す。

3.3 作業指令

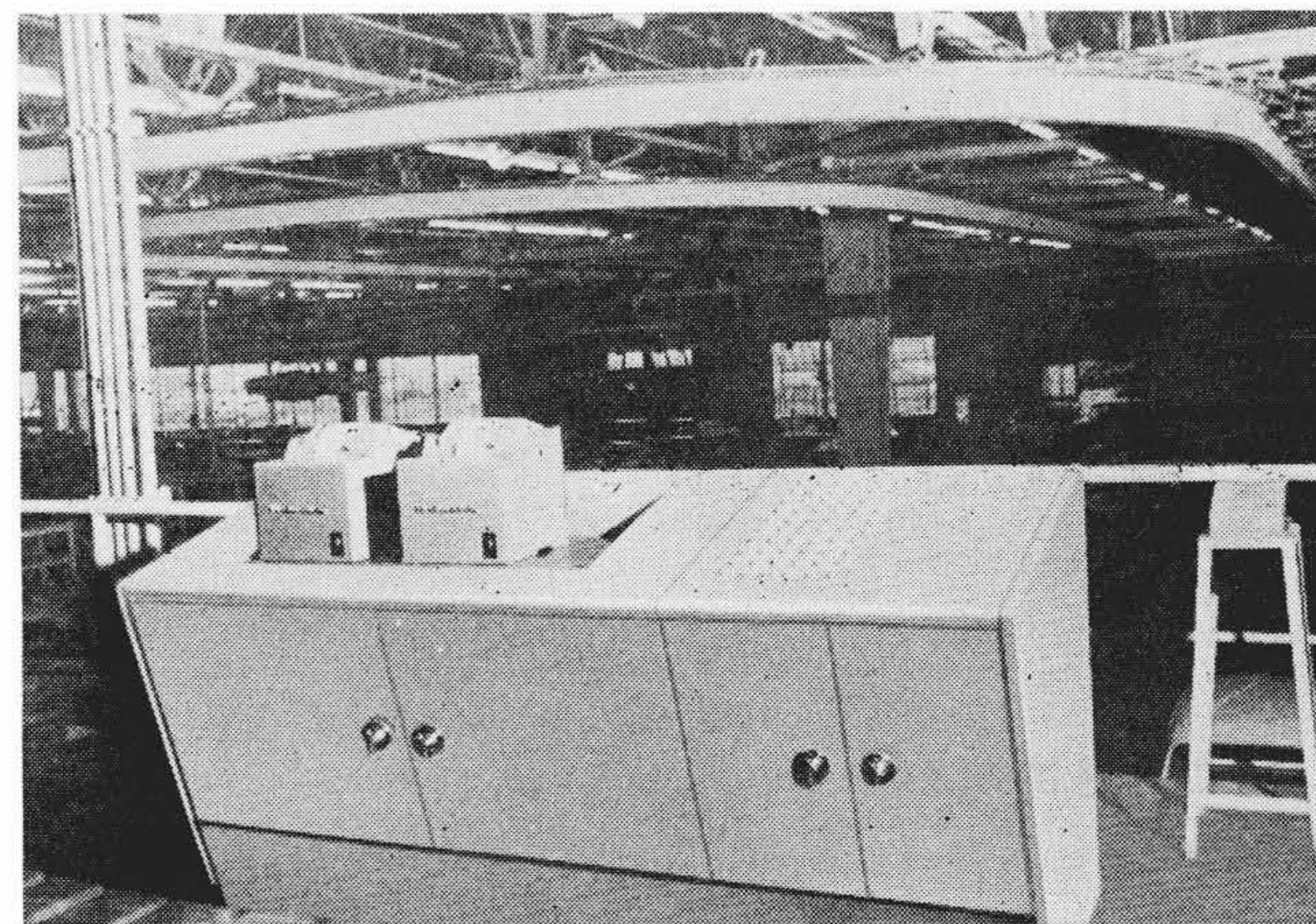
車体ぎ装ラインは、流れ作業であってボディの順序が変化することはない。しかしながら、このラインに流れ込む部品コンベヤは数 10 個にも及び、また一つの部品コンベヤでも、形式の異なる数種の部品を運搬しなければならない。しかも、この部品の順序は主ライン上の車体に取り付ける順序でなければならない。ストレージ出口から、引出車番を受信した中央制御室では、その車番の IBM カ



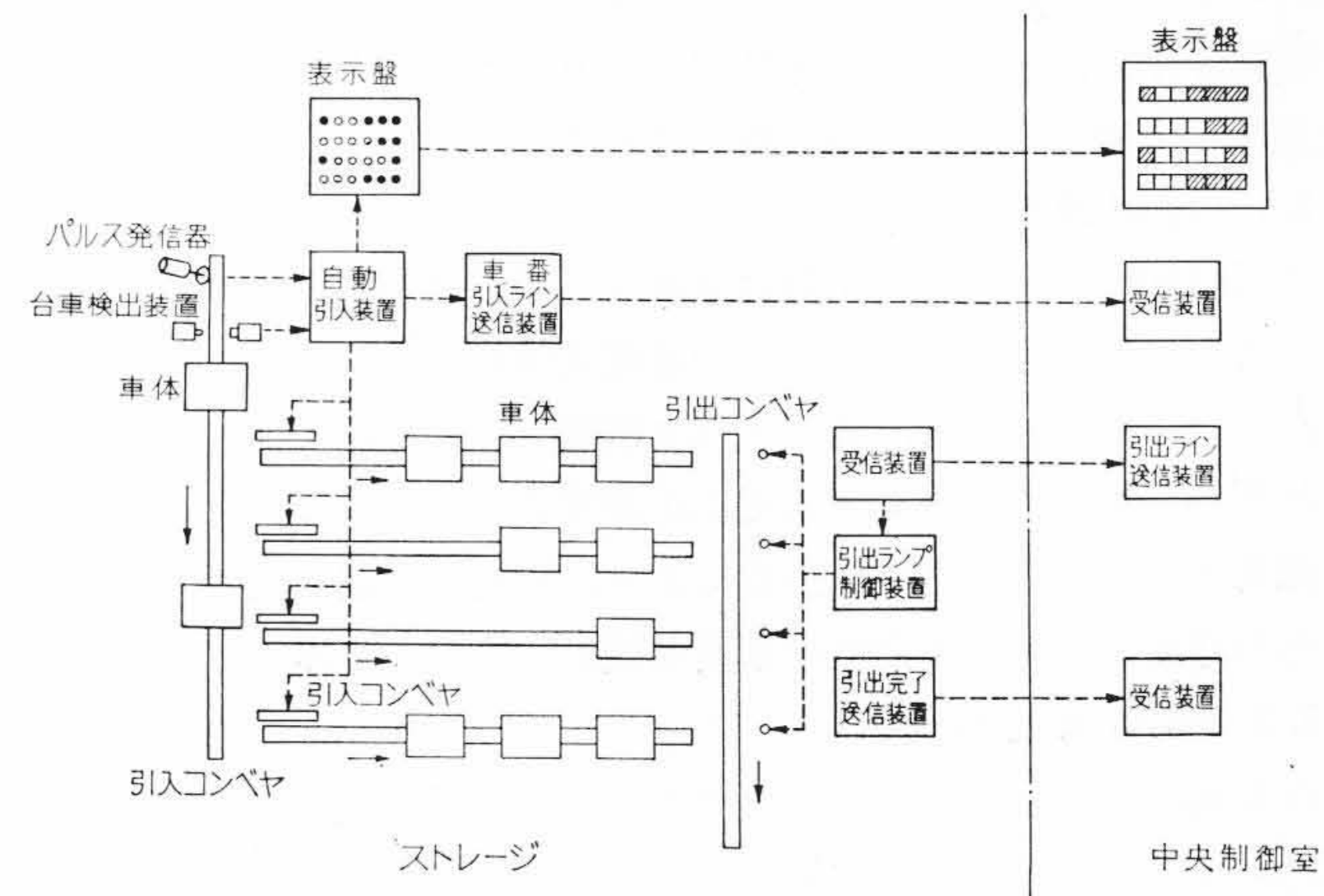
第 5 図 送信デスク



第 6 図 製品番号伝達ブロック図

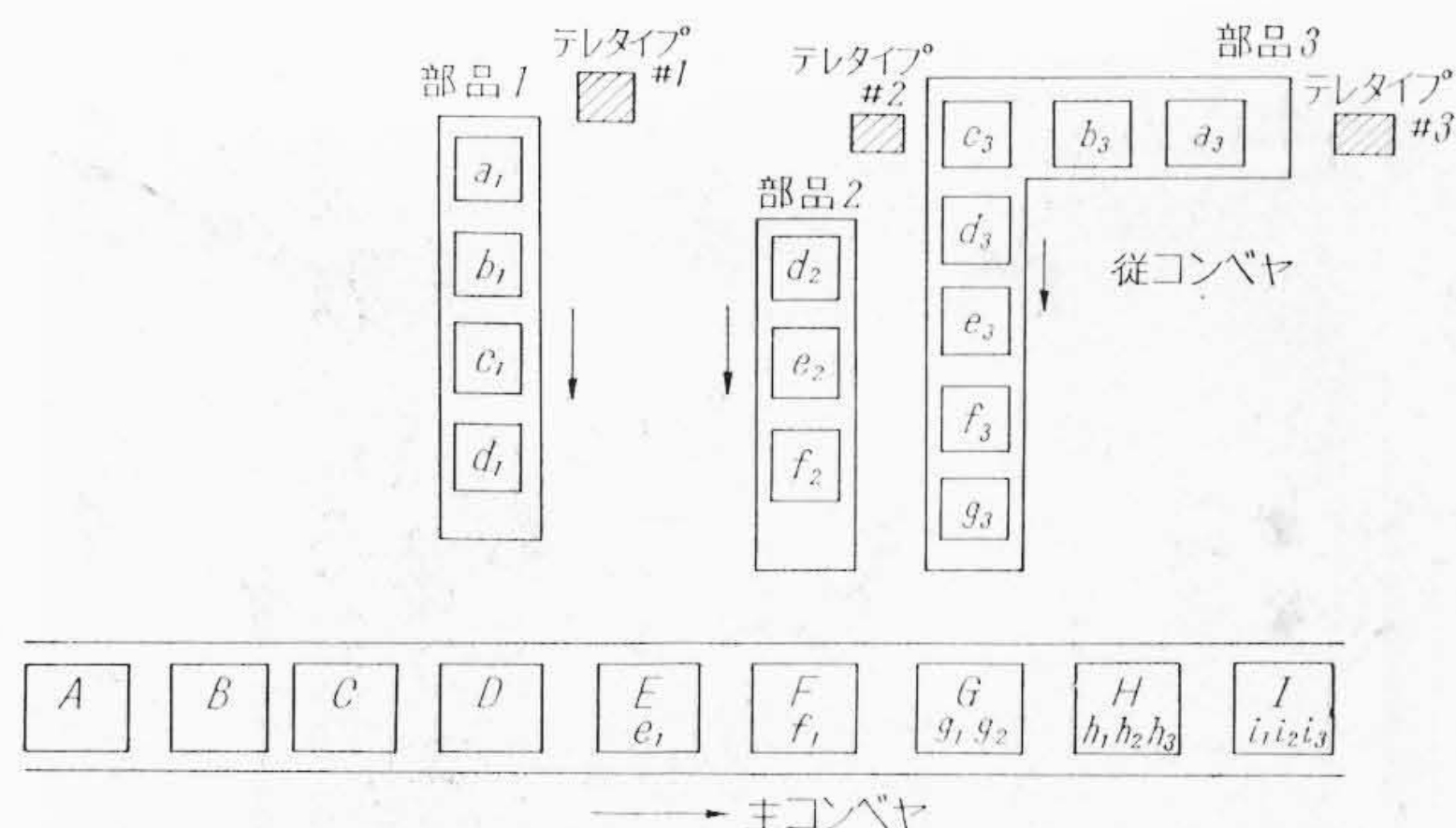


第 7 図 電動プリンタおよび操作デスク



第 8 図 ストレージ管理系統図
(4 ライン 4 ステーションの場合を示す)

ードを取り出し、カードツーテープ装置に入れる。この IBM カードには前述のように、顧客により決められた部品の仕様がせん孔さ



第9図 コンベヤ説明

れている。プログラムにより適当な情報処理を行ない、8単位のテープに変換する。テープは、次いでテープリーダーにかけられ、パリティチェック後、6単位符号として現場に設置された数十台のテレタイプライターに送られる。テープのせん孔ミスとか、テープリーダーの読み取りミスで、パリティチェックに引っかかった場合は、テレタイプに送信せず、テープリーダーは後退して、もう一度その信号を読み、異常なければテレタイプに送信される。再度の読み取りで異常が発見されればせん孔ミスとして警報し、リーダーは停止する。

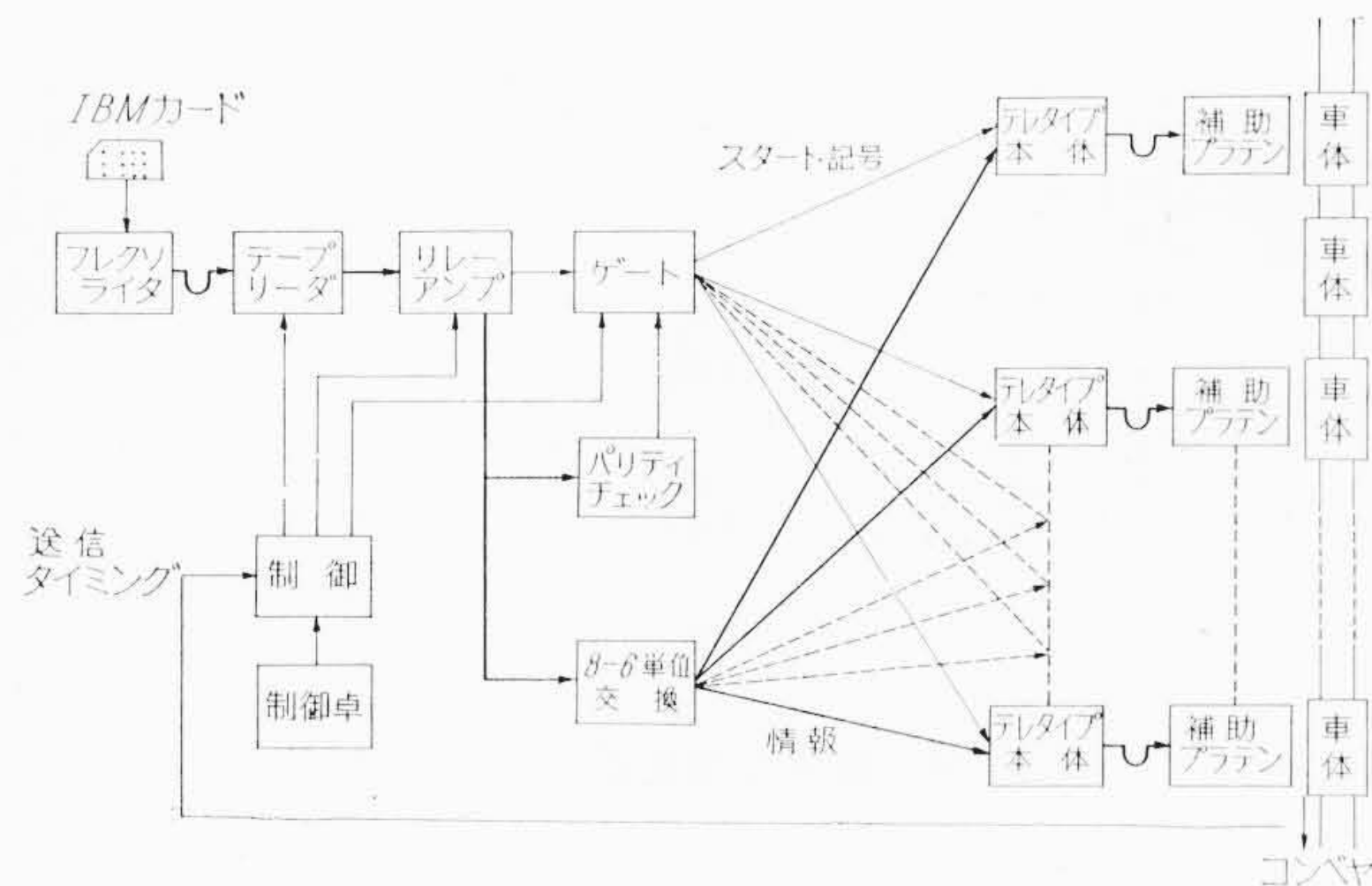
テレタイプへの送信は、コンベヤの速度と同期して行なわれる。主コンベヤ上の車体に取り付けられるべき部品は、従コンベヤ（部品コンベヤ）で組み立てられ、主コンベヤに合流して車体に取り付けられる。

コンベヤの動きを第9図で説明する。主コンベヤ上にA B C D … I なる車体が流れている。この車体に部品1, 2, 3が取り付けられることになっており、A車体には、 $a_1 a_2 a_3$, B車体には $b_1 b_2 b_3$ のように取り付けられる。そのときの車体と部品の位置関係は図のようになっており、部品1の始端では、主コンベヤ上車体の3台前のA車体に取り付けるべき部品 a_1 を作り始めなければならない。また部品2では、2台前、部品3では6台前の部品を作り始めなければ、合流点で取り付けられるべき部品と車体が一致しなくなる。たとえば、A車体に $b_1 e_2 c_3$ なる部品が取り付けられてしまい、顧客注文どおりの製品ができず、工場は大混乱に落ち入ってしまう。部品コンベヤの始端に作業指令を与えるのがテレタイプライターである。

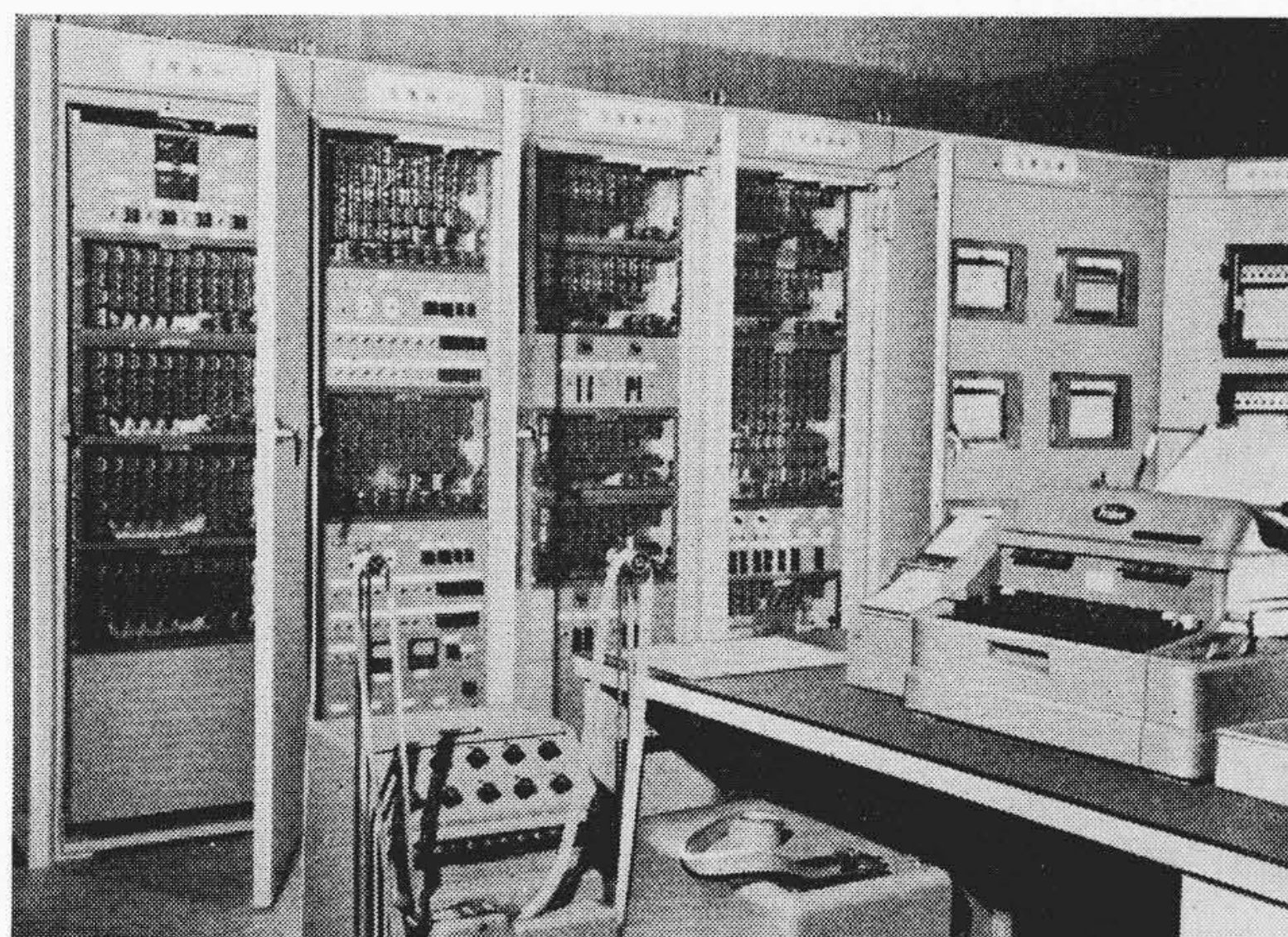
以上述べたように、各テレタイプライター設置場所では車体の流れの上流、下流に従って一つの車体に関する情報を必要とする時期にずれがあるので、各テレタイプには、相互間に適当なずれを与え、部品製作指令を作業者が一見してわかるように印字作表する。作業者はこのテレタイプ指示どおり作業を行なえばよい。

適当な時間ずれを与える方法は、種々考えられる。たとえば、テレタイプライターの数だけテープリーダーを設け、生産工程に従って情報をテープ上にシュミレートする方法とか、磁気テープ上に記憶する方法とか、デジタル計算機に記憶し、現場からの呼び出し信号によって情報を与える方法などがあるが、いずれも経済的でないし、また信頼性が低下する。本装置では、すべてのテレタイプライターにいっせいで送信し、印字された伝票としてテレタイプライター側で時間ずれを与える方式とした。これにより装置は非常に簡単化され、他の方式に比べて最も信頼性のあるものとなった。

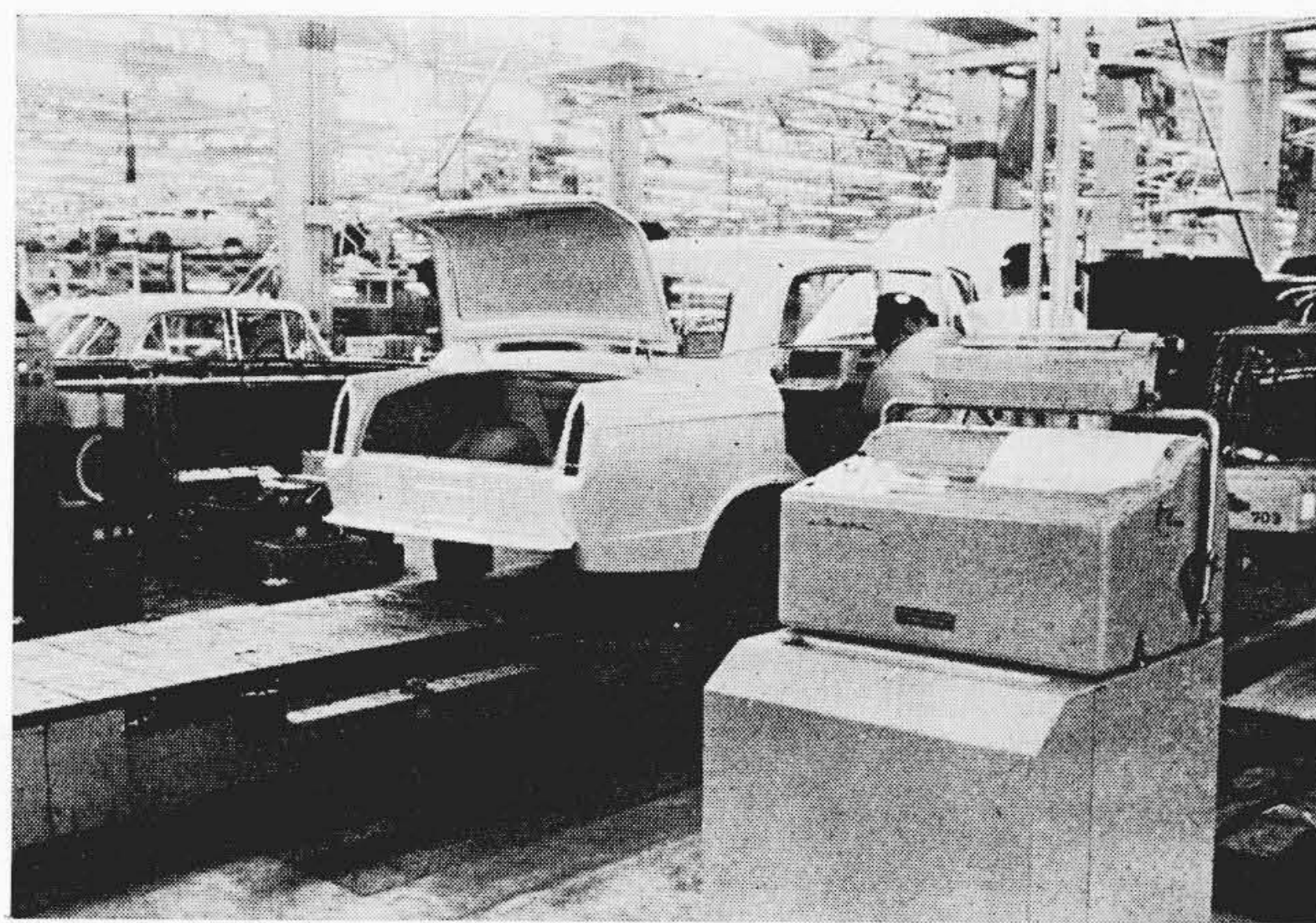
第10図に本装置のブロック図を示し、第11図に送信制御装置外観を示す。テープリーダーは機械的読み取り方式で8単位並列、1回転形であり、毎分400字読み取り、後退機構を備えている。テレタイプライターは、並列6単位電気信号により、それに対応する印字をスプロケット送りによるページ式用紙上に行なう。また本体のプラ



第10図 作業指令装置ブロック図



第11図 作業指令送信装置



第12図 テレタイプライター

テンと同期して行送りを行なう補助プラテンを有する。大略仕様は

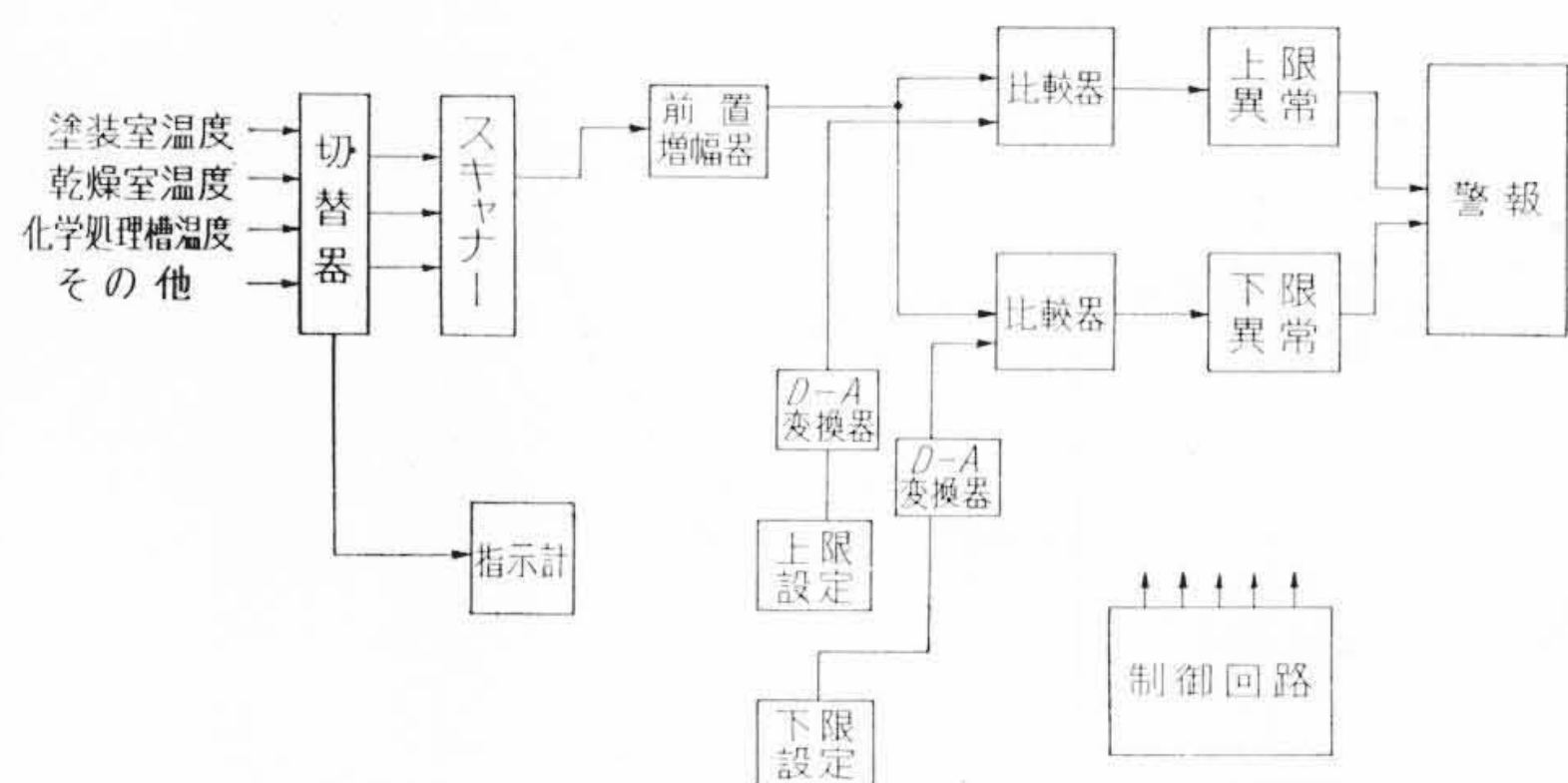
印字速度	400字/分
印字方式	ノーシフトタイプバーアップストローク方式
符号	6単位
文字	数字、アルファベットなど
活字の大きさ	3.9×2.8 mm

第12図に外観を示す。

読み取りおよび印字速度を標準のものよりかなり下げ、誤動作を防ぎ、また印字文字を標準より5割増の大きさとし、作業員が読み取りやすいものとした。

4. 生産監視装置

工場内の作業速度や、生産の進行過程を監視し、常に多忙な場所



第 13 図 温度監視装置ブロック図

またはひまな場所を調べ、工程を変えたり、人員配置を変えたりして合理的な作業管理を行なうのに用いられる。本装置はさらにコンベヤ速度の加減にも寄与する。

4.1 生産台数表示装置

重要ラインのでき上り製品台数を現場の計数スイッチの動作回数により、中央制御室その他生産責任者のところにデジタル表示する。同時に、生産計画に従って1台あたりの標準時間を決め、標準時間ごとにパルスを送出し、これを計数して、その時点における目標台数とする。最小時間単位は1秒である。またその日の最終目標台数もデジタルで設定しておく。結局、1日の最終目標台数と、その時刻における予定台数、実績台数が一目してわかるようになっている。

4.2 生産台数記録装置

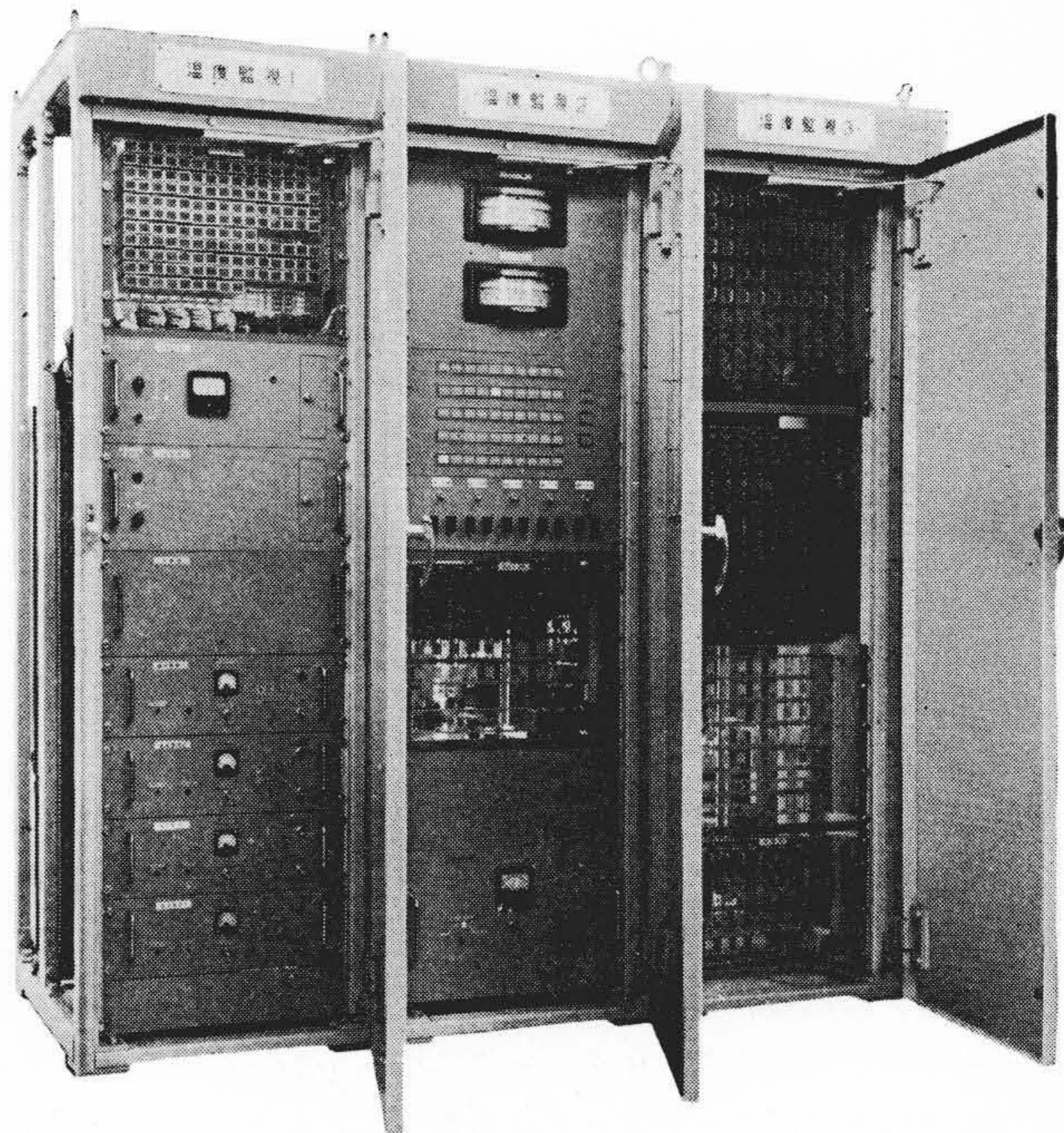
前項の装置に記録計を連動させ1日の生産カーブを描かせるもので、縦軸に時間、横軸に生産台数を示す。この装置により事故や生産管理の資料が得られる。

4.3 作業時間記録装置

コンベヤを静止して各作業場ごとに作業を行ない、一連のコンベヤすべての作業場での作業が終了して始めてコンベヤを一ステップ進める方式のタクト作業の場合は、この一連の作業の速度は、最もおそい作業場の作業時間によって決められてしまう。この装置は各作業場ごとに要した作業時間を多ペン式記録計で記録するものである。この結果は、作業解析、人員配置の重要な資料となる。

5. 温度監視装置

塗装工場においては、塗装室、乾燥室、化学処理槽の温度監視も製品の仕上がりに直接関係があるので重要である。このため温度監視装置を設置し、50点の温度監視を行なっている。



第 14 図 温度監視装置

温度検出はPtまたはNiで行ない、直流増幅器により増幅する。比較器はトランジスタ式で樹脂モールドしている。

温度が設定値範囲外になると、上限異常の場合は、その異常点を示す押ボタンランプの上部、下限異常の場合は下部が点滅する。同時にブザーが鳴り、警報を発する。異常点の点滅しているランプを押すと、ブザーは鳴りやみ、ランプは点滅をやめ、点灯し続ける。さらに指示計にその点の温度が表われ、直読できる。監視速度は1点1秒、設定はピンボードにより純二進法で行なう。精度は $\pm 1^{\circ}\text{C}$ である。第13図にブロック図を、第14図に外観を示す。

6. 結 言

以上、自動車工場の生産制御の一例を述べたが、将来このような生産方式は、自動車産業のみでなくほかの産業においても採用されるものと思われる。そして生産方式、工程管理も従来のものとは異なったものとなるであろう。

本システムを計画するにあたっては自動車の製造法、工程管理、作業分析など多方面の知識を必要としたので日産自動車株式会社、日立製作所間で密接な打ち合わせを行なうとともに、各方面の多大なるご指導をいただいた。未筆ながら厚く感謝の意を表す。