

COMITATO NAZIONALE PER L'ENERGIA NUCLEARE  
Laboratori Nazionali di Frascati

LNF - 69/29  
5 Maggio 1969

S. Lupini e C. Prezzi: P.D.R. PROGRAMMATORE PER  
DIGITAL RECORDER. -

Nota interna: n. 444  
5 Maggio 1969

S. Lupini, C. Prezzi: P. D. R. PROGRAMMA TORE PER DIGITAL RECORDER.

## INTRODUZIONE. -

Negli esperimenti di fisica di alte energie è sempre crescente la esigenza di acquisire un gran numero di dati per ogni evento. Al verificarsi di certe condizioni di "trigger", si desidera la registrazione automatica dei parametri che lo descrivono, e talvolta per ogni trigger possibile dell'apparato sperimentale c'è un insieme diverso di dati da accumulare ed associare all'evento. La raccolta dei valori dei parametri ed il loro esame da parte di un calcolatore connesso "in linea" con l'esperimento, dà inoltre la possibilità di una controreazione tra risultati ed apparato di rivelazione. Ciò è essenziale nel caso di sistemi complessi ove necessita un controllo periodico del rendimento della strumentazione di misura.

I dati possono essere analogici o digitali. I primi vengono convertiti in modo da essere registrati come numeri, in codici che possono essere tra loro diversi. Vediamo così la necessità di un elemento automatico inserito tra rivelatori e registratore (stampatrice, calcolatore, ecc.), che esegua la funzione di scelta delle grandezze caratteristiche dell'evento, li renda omogenei nel codice, e ordini in sequenza le informazioni che arrivano in parallelo dal complesso sperimentale.

Il gruppo Frascati-Napoli, impegnato all'anello di accumulazione ADONE dei L. N. F. con l'esperimento P- $\bar{P}$ , ci ha posto il problema nella forma di acquisire dati da convertitori ampiezza-numero, tensioni da voltmetri digitali, SI-NO di contatori, ecc. per trasferirli su una stampatrice veloce o su calcolatore. abbiamo così realizzato il P. D. R. o Programmatore per Digital Recorder.

## I. - INFORMAZIONI GENERALI - (v. Fig. 1)

Il P. D. R. opera in connessione con gli apparati di misura e conversione, purché questi siano in grado di mantenere l'informazione per il tempo necessario al suo trasferimento al sistema di registrazione. La ca-

2.

pacità di accettazione è di 360 bit, divisi in novanta parole da quattro bit ciascuna. Tale suddivisione è stata adottata in quanto sulla stampatrice veloce H. P. un carattere è individuato da quattro bit. Per quello che riguarda la programmazione, essa viene effettuata su gruppi di tre parole per volta, che chiamiamo canali.

Tramite la macchina, l'operatore ha la facoltà di selezionare le informazioni che lo interessano, tra tutte quelle provenienti dall'apparato sperimentale, senza effettuare variazioni sulle connessioni. Un oscillatore interno ordina in sequenza le informazioni selezionate e le invia alla uscita.

L'uscita è costituita da un registro di 18 parole che viene caricato delle informazioni d'ingresso e scaricato al sistema di registrazione. Mediante opportuni comandi il registro d'uscita può venir scaricato su una stampatrice veloce tipo H. P. 5050, su un calcolatore tipo PDP, o su un visualizzatore a pannello. Tale operazione è effettuata più volte, per il trattamento di tutte le informazioni selezionate.

I dati di ingresso possono essere ordinati sul registro d'uscita in un modo qualsiasi, a scelta dell'operatore. Tale operazione di indirizzo permette compattezza e flessibilità della presentazione.

L'informazione viene accettata in ingresso in un codice binario qualsiasi; nel percorso fra selezione e registro d'uscita, l'informazione passa attraverso una decodifica programmabile dall'operatore e si presenta in uscita in codice BCD. Per quel che riguarda la programmazione di decodifica, i canali vengono trattati indipendentemente, permettendo grande libertà di accettazione.

In base alle possibilità funzionali del P. D. R. , possiamo suddividere il complesso in quattro parti essenziali:

- 1) - Circuiti di ingresso e programmatore di selezione dei canali da trattare.
- 2) - Circuiti di indirizzo dei canali selezionati.
- 3) - Circuiti di conversione di codice.
- 4) - Programmatore delle operazioni.

## 2. 1. - Programmatore di selezione

Fra tutte le informazioni che provengono dall'apparato sperimentale e passano attraverso il complesso di programmazione, l'operatore, agendo sulla matrice di selezione (sezione A della macchina), decide di volta in volta i canali che desidera osservare. Abbiamo detto che un canale è un insieme di tre parole binarie da quattro bit. Il P. D. R. fa corrispondere ad ogni parola binaria un carattere di stampa, scelto tra i 18 contenuti in ogni riga della stampatrice HP 5050 A. Quindi la programmazione del trattamento dell'informazione è sempre operata relativamente

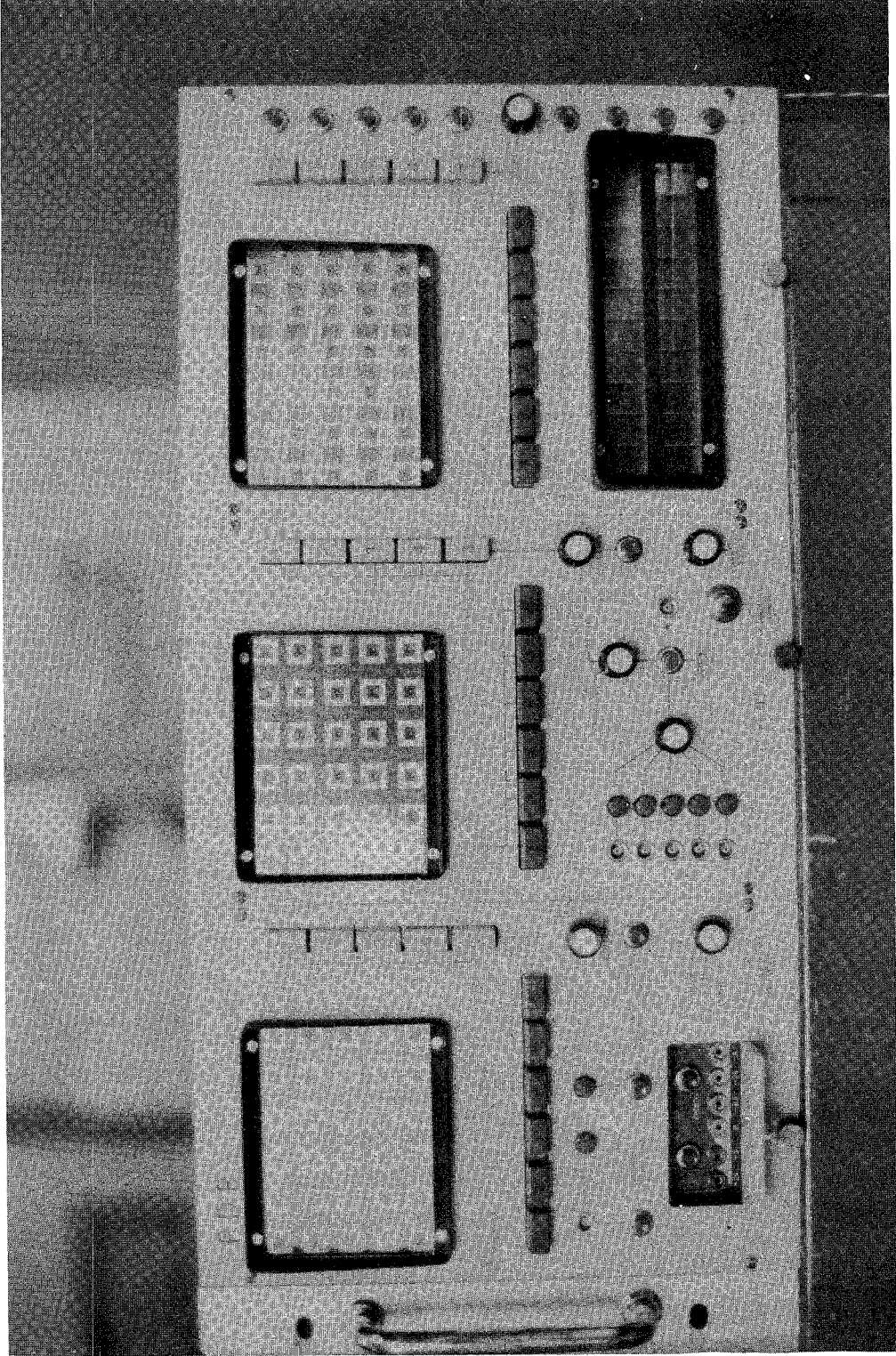


FIG. 1

a tre caratteri per volta; questo per motivi di decodifiche (par. 2-3) e per ovvie semplificazioni circuitali.

Principio di funzionamento. - (v. Schema a blocchi, Fig. 2)

I gates di selezione dei trenta canali d'ingresso sono organizzati a matrice. Impostando mediante i pulsanti una o più posizioni della matrice, i corrispondenti canali risultano selezionati. Il comando di "start" fa partire l'oscillatore principale, che esplora una dopo l'altra, ordinatamente, (v. Appendice) tutte le posizioni della matrice di selezione. Tale esplorazione viene effettuata mediante un sistema di scale di riga e di colonna, in modo che la matrice viene esplorata riga per riga. Le posizioni di selezione precedentemente memorizzate danno luogo alla apertura dei gates di selezione corrispondenti ed all'invio dell'informazione presente in ingresso alla conversione ed ai circuiti di programmazione di indirizzo. Dalla successione organizzata da questo orologio principale è stabilita la sequenza temporale delle informazioni nell'interno della macchina. Nel periodo tra due impulsi successivi deve essere compiuta l'operazione di conversione di codice e quella di indirizzo.

2.2.

2.2. - Circuiti di indirizzo. -

Consistono della relativa matrice e di un sistema di deviatori elettronici (sezione B della macchina). L'operatore ha la possibilità di inviare l'informazione selezionata in una posizione qualsiasi del registro d'uscita, e quindi di stampa. Le novanta parole di ingresso possono essere organizzate su cinque righe da diciotto caratteri ciascuna. Vi può essere la necessità, nel corso di un esperimento, dopo aver scelto solo una parte delle informazioni a disposizione, di rendere più compatta e rapida la presentazione di stampa, o comunque di organizzarla in un certo modo significativo. L'accensione di una posizione della matrice di indirizzo fa sì che l'informazione di un canale selezionato, una volta avvenuta la conversione, venga inviata nella corrispondente posizione di stampa. La sequenza di indirizzo avviene sempre ordinatamente, nel senso che il primo canale selezionato va nella prima posizione indirizzata, il secondo nella seconda, e così via.

Il funzionamento della matrice di indirizzo è il seguente. Quando una posizione selezionata viene raggiunta dall'orologio principale, lo oscillatore di indirizzo riceve uno "start", sincronizzandosi su quello principale, e comincia a esplorare, ordinatamente, la matrice indirizzo. Esso ha una frequenza trenta volte superiore a quello principale. Alla prima posizione indirizzata che raggiunge, apre il sistema di gates che immettono la parola selezionata nella posizione prescelta del registro d'uscita. In ogni posizione raggiunta dal sistema di interrogazione della matrice di indirizzo, si esamina la posizione immediatamente successiva. Se essa è stata scelta dall'operatore, l'oscillatore di indirizzo si ferma

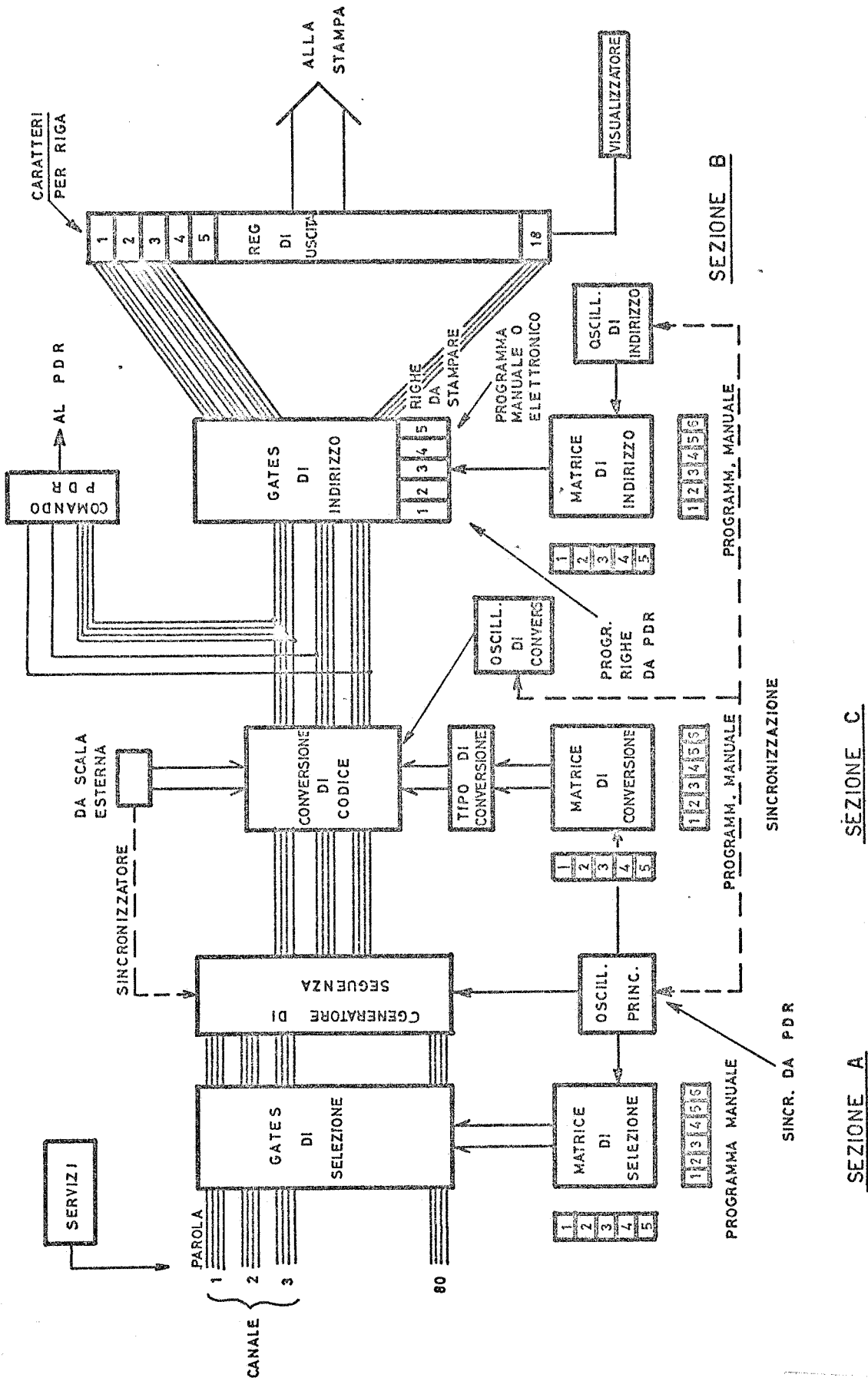


FIG. 2 - P. D. R. Schema a blocchi.

ed attende che il generatore di sequenza gli invii un'altra informazione; essa sarà indirizzata nella posizione corrispondente del registro d'uscita. Se la posizione seguente non è stata prescelta dall'operatore, l'esame della matrice indirizzi prosegue. Finito di esplorare l'ultima posizione di ogni riga, l'oscillatore si ferma soltanto se la riga è stata selezionata. Il registro di uscita è caricato delle informazioni d'ingresso nelle posizioni volute. Se la macchina è stata programmata per la "STAMPA", e se la riga è stata prescelta per essere stampata, (v. sezione 2-4), un impulso di comando stampa va alla stampatrice, e tutte le operazioni sono paralizzate per 50 msec, tempo necessario per stampare una riga. Dopo una pulitura del registro d'uscita, la sequenza automaticamente riparte per l'esame della riga successiva. Alla fine delle cinque righe la macchina si dispone in posizione di "riposo" in attesa di un nuovo comando di elaborazione.

### 2. 3. - Circuiti di conversione di codice. -

Si è detto che il Programmatore accetta tre codici diversi e la sua uscita è in "BCD". Quindi lungo il percorso delle informazioni selezionate e ordinate in sequenza dalla logica di ingresso, si trovano i circuiti di conversione di codice (sezione C della macchina) programmati tramite la relativa matrice. Nel prototipo costruito per il gruppo Frascati-Napoli, i tipi di codice d'ingresso previsti sono "BCD" (senza conversione), binario puro (informazioni provenienti da convertitori ampiezza-numero) e "1242" (voltmetri digitali o altre letture di strumenti). La conversione si programma nel seguente modo. Se il canale selezionato è già in codice "BCD", la corrispondente posizione della matrice di conversione sarà lasciata spenta. Se esso invece deve essere convertito, la posizione viene accesa. Quindi la programmazione della conversione viene effettuata canale per canale. Si decide invece riga per riga tramite un apposito comando, quale tipo di conversione si effettua, se "BPU/BCD oppure 1242/BCD", sui canali programmati. La conversione "1242/BCD" è di tipo tradizionale a decodifica<sup>(x)</sup>; quella "BPU/BCD" è invece organizzata nel seguente modo.

Il complemento del numero in codice binario puro presente in ingresso viene trasferito su un registro binario interno al P. D. R. Un oscillatore ausiliario parte a trasferimento avvenuto, e viene contato da questo registro fino al completo riempimento. Simultaneamente esso viene contato da una scala "BCD". Quando il registro binario è pieno, l'oscillatore si ferma e la scala "BCD" che contiene il numero convertito, viene scaricata sul registro d'uscita attraverso il sistema descritto precedentemente. La conversione "binario puro/BCD" tratta nove bit binari, arrivando così al

---

(x) - Si può, mediante la sostituzione di una carta stampata, accettare un altro codice qualsiasi.

6.

numero  $2^a - 1$ . Questo significa che gli ultimi tre del canale da dodici bit non sono utilizzati.

La conversione deve avvenire entro due impulsi successivi dell'orologio di indirizzo.

#### 2. 4. - Programmazione delle operazioni. -

Intendiamo qui per programmazione la serie di comandi che si possono dare al PDR per organizzarne le operazioni. I dati uscenti dal PDR possono essere:

a) STAMPATI. - Ciò significa che alla fine di ogni riga c'è un "comando stampa" e un tempo di attesa per la stampa stessa. Una serie di comandi permette di decidere se stampare o no una riga, comunque essa sia stata costruita mediante la sezione indirizzi. Tali comandi possono essere manuali o elettronici ed in tale caso provengono direttamente dall'esperimento. E' allora la logica dell'esperimento che decide, in base al tipo di evento, quali sono le righe significative da stampare in quanto contenenti le informazioni sull'evento stesso.

b) Inviati al VISUALIZZATORE. - In tal caso l'oscillatore indirizzi esplora la matrice indirizzi solo su una riga, quella impostata mediante il comando di "avanzamento manuale". Il registro d'uscita contiene allora indefinitamente l'informazione della riga prescelta dalla sezione indirizzi e la presenta, carattere dopo carattere sul visualizzatore in codice decimale.

c) Inviati al PDP 8. - I dati ordinati dalla selezione ed eventualmente convertiti (in questo caso la conversione è inessenziale perché può essere effettuata dal calcolatore) vengono inviati, canale per canale (12 bit per volta) al PDP 8. E' necessario un sincronismo tra accettazione del calcolatore e PDR. A questo provvede un collegamento che blocca l'oscillatore principale per il tempo necessario al calcolatore per leggere un'informazione.

d) Programmazione da PDP 8. - La utilizzazione dei dati può essere programmata, riga per riga, tra questi tre modi di operare, dal PDP 8. Esso può decidere, in base all'analisi dei dati precedenti o di un segnale logico proveniente dall'esperimento, se le informazioni organizzate su una riga vanno visualizzate, scritte o memorizzate ed eventualmente elaborate. Questo è un legame diretto tra esperienza e calcolatore che tende a dimostrarsi sempre più efficace ed essenziale, permettendo l'intervento diretto delle macchine al posto dello sperimentatore per tutte quelle operazioni che sono logica conseguenza di un dato fenomeno.



### 3. 1. - I tempi delle operazioni. -

Si è detto che la conversione deve avvenire fra due impulsi successivi dell'orologio di indirizzo, cioè entro il periodo che l'informazione rimane nella sezione indirizzo. Dato che l'oscillatore di conversione può operare ad una frequenza di 10 MHz, il tempo massimo di conversione è 100  $\mu$ sec. Questa sarà la durata minima di un indirizzo: ciò assegna allo oscillatore indirizzi la frequenza massima di 10 KHz. Esso deve poter spazzolare le trenta posizioni della matrice indirizzi entro un periodo dell'oscillatore principale. Il periodo dell'oscillatore principale resta così fissato al valore minimo di 3 msec. Per ordinare sequenzialmente i trenta canali serviranno almeno 90 msec. Tenendo conto che ogni sei canali selezionati avviene un ciclo di stampa e di azzeramento dei registri d'uscita che richiede, nel caso della stampatrice suddetta, 60 msec, il tempo totale di un ciclo macchina programmata al massimo della sua capacità sarà dell'ordine dei 400 msec.

### 3. 2. - I servizi. -

Alcuni accessori di cui è dotato il PDR ne aumentano le possibilità di impiego. La prima possibilità è quella di usare il sistema di decodifica e visualizzazione in maniera indipendente, connettendolo ad un complesso di scale mute esterne. Tali scale possono contare in uno qualsiasi dei codici accettati: la programmazione di conversione permette di visualizzare il contenuto in codice decimale. La capacità è di 18 decadi; un sistema di sincronizzazione è previsto tra i gates di trasferimento esterni e l'avanzamento della conversione e visualizzazione.

Sul sistema di visualizzazione ci sono due posizioni aggiuntive:

a) indica il tipo di operazione effettuata;

b) contiene numeri e lettere di riferimento impostabili dall'operatore. Tale riferimento, presente pure su un connettore ausiliario, potrà essere inviato all'ingresso, in modo da registrare, durante una serie di misure, una parola identificativa in codice.

Il visualizzatore è inoltre provvisto di un simbolo di asterisco che può essere scritto in qualsiasi posizione. Ciò permette una suddivisione mnemonica delle informazioni stampate su ogni riga.

L'operatore ha la possibilità di limitare la stampa a due, quattro o sei canali per riga, comunque sia programmata la macchina, agendo su un dispositivo a pannello.

## APPENDICE. -

Le matrici di programmazione. (Descrizione circuitale (v. Fig. 3)).

Elemento fondamentale del P. D. R. sono le matrici attraverso le quali si effettuano le programmazioni delle sezioni selezione, indirizzamento, conversione. Ognuna di esse ha trenta posizioni di memoria, visualizzate da una lampadina che si accende quando la posizione è stata impostata. Le due funzioni di memorizzazione e visualizzazione sono realizzate impiegando lampade al neon, che con la loro caratteristica negativa (Fig. 4), permettono di essere sfruttate come memorie.

Le lampade sono normalmente alimentate a circa 70 Volt, e tale tensione è inferiore a quella di innesco e superiore a quella di mantenimento della scarica. Mediante i pulsanti di riga e di colonna (Fig. 5) si fornisce alla lampada scelta una sovratensione che la innesca; la tensione di alimentazione la mantiene accesa; in questo modo si ha una memorizzazione del programma effettuato. Un transistor distingue tra livello spento e acceso della lampada e lo trasforma a livello logico.

Un oscillatore fa avanzare una scala di tipo 6 x 5; essa conta nella sequenza:

0	0							
1	1	1	2	.	.	1	5	
2	1	2	2					
.	.	.	.					
6	1	6	2					
							0	0

ove la seconda numerazione è quella che individua la riga, mentre la prima è quella di colonna, e mediante un sistema di gates (Fig. 6) le trenta posizioni della matrice sono spazzolate riga per riga, un canale dopo l'altro.

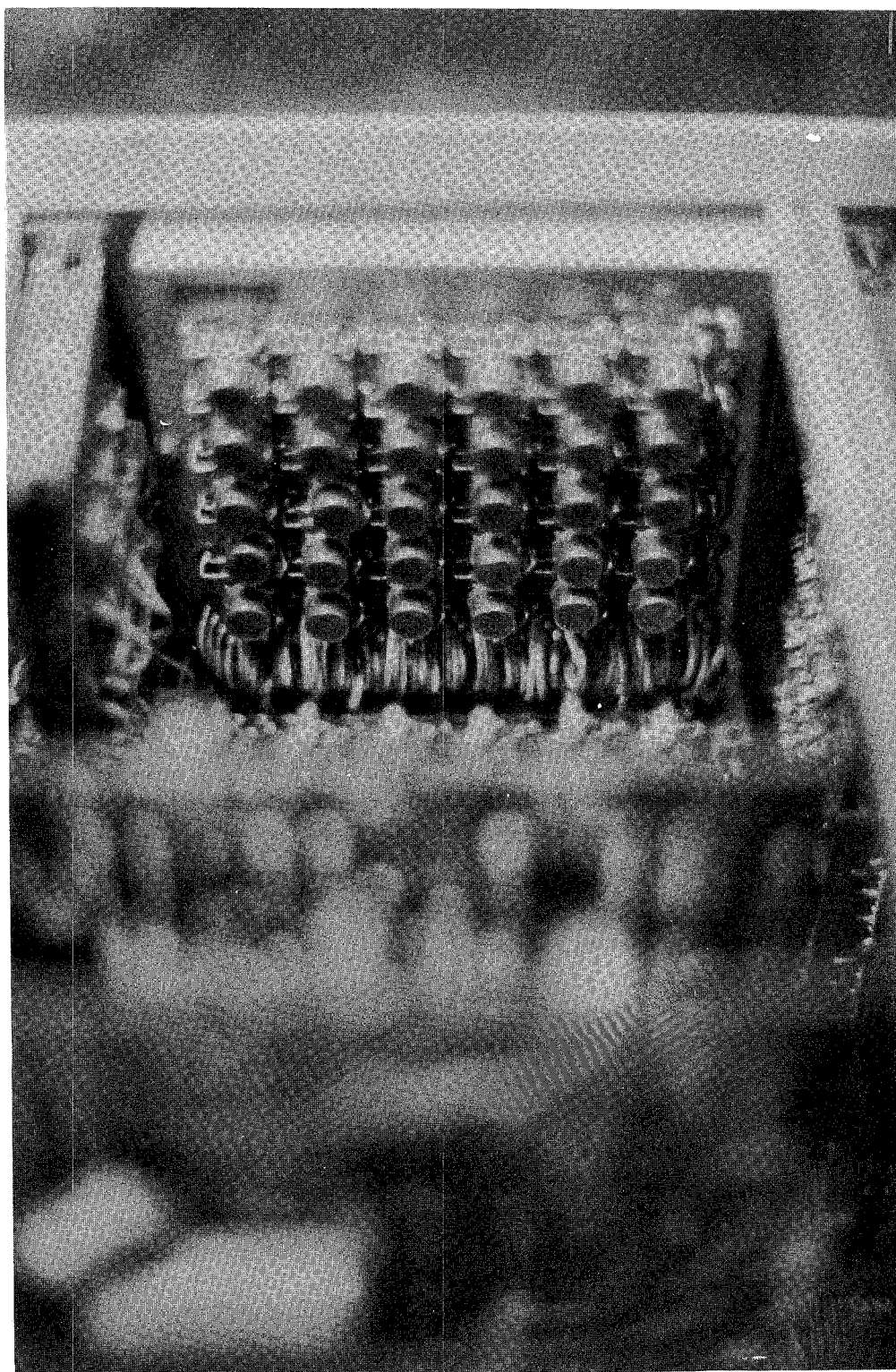


FIG. 3 - I circuiti delle matrici di programmazione.

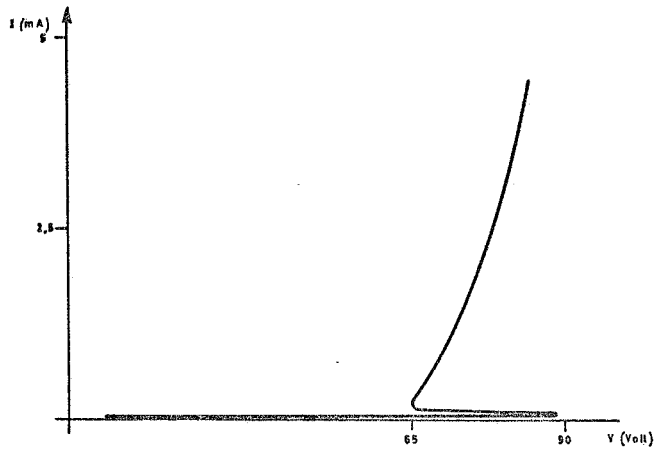


FIG. 4 - Curva caratteristica di una lampada al neon.

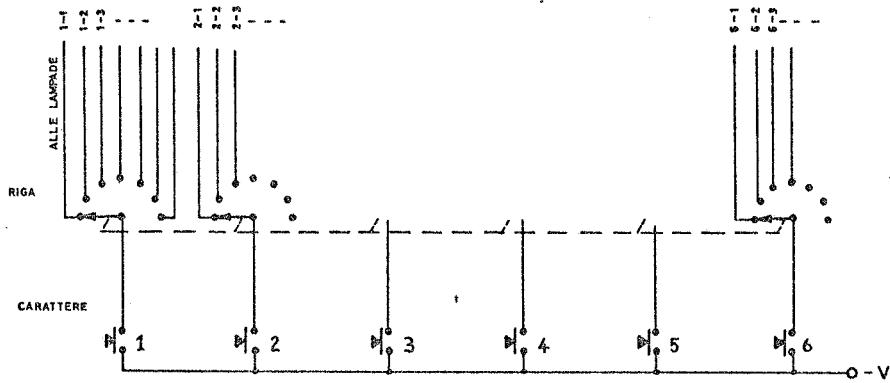


FIG. 5 - P. D. R. Programmatore matrice.

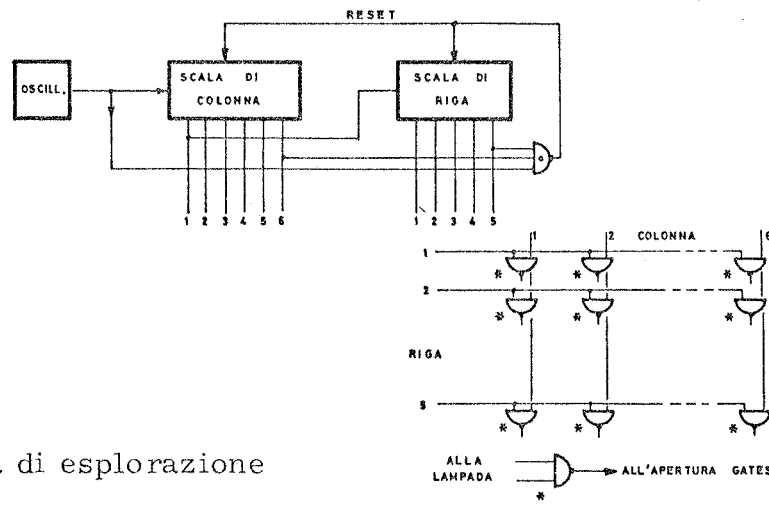


FIG. 6 - Sistema di esplorazione dalla matrice. -

SELEZIONE  
INDIRIZZO  
CONVERSIONE

10.

RINGRAZIAMENTI. -

Siamo grati al Dr. G. Di Giugno per l'aiuto datoci nella fase di definizione delle funzioni del P. D. R. ed ai Dr. I. Peruzzi e M. Piccolo per la continua assistenza per il miglior adattamento del complesso all'apparato sperimentale.

BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - R. S. Ledley, Digital computer and control engineering (Mc Graw Hill, New York, 1960).