

LNF - 63/2

21. 1. 1963

M. Coli, A. Vignati: DISPOSITIVO PER IL RILEVAMENTO DI COORDI-
NATE DI CAMERA A SCINTILLA, IN FORMA NUMERICA, CON REGI-
STRAZIONE SU SCHEDE.

Nota interna n. 181

Laboratori Nazionali di Frascati del CNEN
Servizio Documentazione

LNF-63/2

Nota interna: n° 181
21 Gennaio 1963

M. Coli e A. Vignati: DISPOSITIVO PER IL RILEVAMENTO DI COORDINATE DI CAMERA A SCINTILLA, IN FORMA NUMERICA, CON REGISTRAZIONE SU SCHEDE.

Sommario.

L'oggetto di questa nota è la descrizione di un dispositivo per rilevare le coordinate di un grafico, o delle tracce di camera a scintilla in forma numerica, con perforazione su schede.

Il dispositivo è stato chiamato coordinatografo. Nel paragrafo I viene descritta la logica di funzionamento dell'apparato; nel paragrafo II, il modo con cui è stata realizzata la testa di misura del coordinatografo, e vengono presentati contemporaneamente alcuni risultati ottenuti dal rilevamento di coordinate di rette.

I paragrafi III e IV sono dedicati invece alla messa a punto dell'apparato, alle norme per usarlo e rispettivamente, alla descrizione dei circuiti impiegati per la realizzazione dello stesso.

Introduzione

In questi ultimi tempi si va diffondendo sempre di più la tecnica delle camere a scintilla nelle esperienze di fisica nucleare, per cui si è presentato il problema di analizzare il contenuto delle migliaia di fotogrammi di camera a scintilla, e di elaborarlo.

Sono stati escogitati diversi sistemi che compiono le operazioni di rilevamento delle coordinate della scintilla in forma numerica, e ne consentono quindi la successiva elaborazione per mezzo di un calcolatore.

In alcuni il riconoscimento della scintilla ed il rilevamento delle sue coordinate è completamente automatico (si fa uso di apparecchiature complesse, di "vidicon", di cellule fotoelettriche, di servomeccanismi).

In altri, come nell'apparecchiatura da noi realizzata, il riconoscimento della scintilla viene fatto da un operatore (scanning girls), mediante un dispositivo che consente di puntare la spark, e di convertire le traslazioni del sistema di puntamento, in coppie ordinate di numeri, che vengono perforate su di una scheda, e che costituiscono le coordinate della spark.

L'elaborazione dei dati rilevati viene fatta per mezzo di un calcolatore, che può venir usato "on line", oppure "off line". Con il primo sistema l'elaborazione viene effettuata durante lo "scanning", con il secondo successivamente allo scanning.

Nel sistema "on line" è esplicita una controreazione fra il calcolatore ed il lettore. Il sistema è quindi adattato quasi sempre quando il lettore è automatico: in tal caso naturalmente il primo vaglio critico dei dati di ingresso da parte di un esaminatore viene a mancare; del resto è impensabile uno scanning manuale per quelle esperienze che richiedono il rilevamento di centinaia di migliaia di fotogrammi.

Il sistema "off line", che implica la registrazione dei dati di ingresso in elementi di memoria permanente (ad es. schede perforate), permette un primo esame critico ed un vaglio preventivo dei dati di ingresso dell'esperienza, ma appesantisce notevolmente il corredo di calcolo.

I) Descrizione e logica dell'apparato.

Le tracce di camera a scintilla, fotografate su pellicola, vengono proiettate sullo schermo a lavagna di vetro sabbiato mostrato nella fig. 1.

Sono stati studiati due dispositivi meccanici che permettono il rilevamento cartesiano delle coordinate X, Y, delle tracce; in entrambi il puntamento delle tracce viene eseguito mediante un vetrino su cui sono incisi due assi di fede.

Le traslazioni del vetrino vengono tradotte in rotazioni del cursore di due potenziometri di precisione, uno per l'asse X, ed uno per l'asse Y, si ottengono così due tensioni che danno in volt le coordinate delle tracce di camera a scintilla.

Queste due tensioni si fanno leggere successivamente, attraverso un comando a pedaliera, ad un voltmetro numerico (tipo NLS V35A), la cui uscita è stata collegata con una perforatrice di schede (tipo IBM 526).

Alla perforatrice, oltre al voltmetro è stata collegata anche una tastiera, che permette l'introduzione di una numerazione esterna formata di 3 o 4 cifre a scelta dell'operatore con segnali di inizio e fine analisi (i segnali di inizio e fine analisi prescelti sono rispettivamente X ed R).

In questo modo si possono numerare gli eventi che ci si appresta a far leggere alla macchina.

Per mezzo della tastiera si può inoltre, mettere uno spazio sulla scheda, premendo il tasto "Skip", o cambiarla premendo il tasto "Release".

La tastiera si presenta come in fig. 1 (a sinistra in basso).

Le quattro file di tasti neri su cui sono incisi i numeri da 0 a 9, costituiscono una memoria a blocco meccanico, e servono ad impostare il numero d'ordine dell'evento.

Premendo un tasto della prima colonna a sinistra si imposta la cifra delle migliaia, (centinaia se si perforano soltanto 3 cifre) e si predispone automaticamente la perforatrice alla lettura della tastiera.

Numerato l'evento dopo la quarta o terza cifra premuta, un automatismo riporta in posizione di riposo la tastiera, e predispone la perforatrice a leggere dal voltmetro.

A questo punto si inizia a rilevare le coordinate del grafico: Si porta il centro degli assi tracciati sul vetrino a coincidere sul primo punto del grafico, che si assume come origine (od eventualmente su di un punto convenzionale scelto come origine).

Un sistema di relais permette al voltmetro di leggere successivamente le tensioni dei potenziometri X ed Y con un unico comando della pedaliera. La perforatrice perfora le tensioni registrate dal voltmetro.

Si possono perforare sia tre che quattro cifre della lettura eseguita dal voltmetro.

Al termine dell'analisi dei punti, mediante la "R" della tastiera viene perforato sulla scheda il simbolo di "fine evento".

E' stato previsto anche un dispositivo di allarme, che avverte quando si è perforata una scheda fino ad una delle ultime colonne, e che quindi si deve cambiare la scheda, oppure, se si è terminata l'analisi dell'evento, si deve porre il simbolo di fine evento.

II) Realizzazione della testa di misura.

L'organo più delicato dell'apparecchiatura è costituito dalla testa di misura.

In un primo tempo essa era stata ottenuta adattando un tecnigrafo commerciale tipo Zucor.

I potenziometri di precisione venivano comandati attraverso rimandi con corde d'acciaio, mediante i carrelli degli spostamenti orizzontale e verticale del tecnigrafo.

E' stata fatta una verifica della linearità e della riproducibilità delle misure di coordinate rilevando, a intervalli di 1 cm, le coordinate di una retta a 45° di uno stesso punto rispettivamente.

Dall'elaborazione delle coordinate così rilevate, si è visto che il dispositivo aveva una sensibilità di

120,11 unità/cm per l'asse X

65,50 unità/cm per l'asse Y

mentre le differenze prime, che rendono conto del grado di linearità e di riproducibilità raggiunto davano uno scarto quadratico medio che, espresso in mm è stato assunto come fattore di merito del coordinatografo, risultava:

4,43/10 mm per l'asse X

5,68/10 mm per l'asse Y

(vedi tabella I).

Successivamente è stato costruito un nuovo sistema meccanico che consente delle misure più precise e dotato di ripetibilità maggiore.

Il sistema di traslazione del dispositivo è stato oggetto di particolari accorgimenti, mentre la rotazione dei potenziometri è stata affidata a dei sistemi a cremagliera (vedi fig. 4).

La verifica della linearità della nuova testa di misura (eseguita al solito modo tracciando i punti di una retta a 45°) ha dato i risultati seguenti:

Sensibilità 228,4 unità/cm per l'asse X
227,7 " " "

Fattore di merito 1,46/10 mm per le X
1,57/10 mm per le Y

(Vedi tabella II).

III) Messa a punto dell'apparato.

Prima di iniziare il rilevamento delle coordinate delle tracce di camera a scintilla, occorre assicurarsi che le apparecchiature di cui è costituito il coordinatografo siano predisposte opportunamente.

Questo può esser fatto eseguendo le operazioni che elenchiamo schematicamente nei punti seguenti:

A) Inserire nella perforatrice, sull'apposito rullo, una scheda programma, che è uguale a quella di fig. 3) se si è deciso di perforare le quattro cifre del voltmetro, se invece si è deciso di stampare solo le prime tre cifre, deve essere uguale a quella di fig. 4).

B) Inserire nell'apposito portapannello della perforatrice il pannello programma, in cui siano parallelati i terminali "Column emitter" dati rispettivamente dalle formule:

$4n+1$ $4n+2$ $4n+3$ $4n+4$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)
nel caso in cui si vogliono perforare le quattro cifre del voltmetro. Nel caso invece che si vogliono perforare solo le prime tre cifre, occorre parallelare i terminali:

$3n+1$ $3n+2$ $3n+3$ ($n = 0, 1, 2, \dots$)

C) Mettere gli interruttori della perforatrice segnati con le diciture "Auto feed", "Auto skip", "Print", "Inter SPD", nella posizione "ON".

D) Collegare la tastiera con la perforatrice mediante l'apposita "scarpa" di collegamento.

E) Collegare il voltmetro con la tastiera mediante l'apposito bocchettone contraddistinto dalla dicitura "J 117".

F) Collegare alla tastiera mediante gli appositi bocchettoni posti sul retro della stessa:

- 1) La tensione continua di alimentazione (+24 volt).
- 2) La pedaliera.
- 3) I terminali degli helipot di misura.
- 4) L'entrata del voltmetro.

I quattro bocchettoni di cui al punto F), sono tutti diversi tra di loro, in modo che risulti impossibile fare delle connessioni sbagliate.

G) Inserire nel proiettore le pellicole su cui sono fotografate le tracce di camera a scintilla, indovinare il proiettore ed inquadrare il fotogramma sullo schermo di vetro sabbiato, agendo sugli avanzamenti a pulsante posti al di sotto dello schermo del coordinatografo (vedi fig. 1).

H) Porre il commutatore del numero di cifre da perforare (che si trova al centro in basso sul frontale della tastiera) nella posizione corrispondente al numero di cifre che si vogliono perforare (III oppure IV).

I) Porre il commutatore della sequenza di lettura (che si trova a destra in basso sul frontale della tastiera) in una delle seguenti posizioni:

- 1) XY, se si vogliono leggere successivamente le due coordinate della traccia.
- 2) X se si vuole leggere solo la coordinata X
- 3) Y se si vuole leggere solo la coordinata Y

L) Predisporre il voltmetro con le manopole nelle seguenti posizioni (rispettivamente da sinistra a destra e dall'alto in basso):

- 1) Auto
- 2) Auto trigger max
- 3) Print
- 4) Ratio
- 5) Auto

M) Accendere la tastiera e la perforatrice agendo sui rispettivi interruttori.

N) Far pervenire una scheda nella perforatrice premendo tre volte il pulsante "Rel." della tastiera della perforatrice.

O) Assicurarsi che, se si stanno stampando le coordinate X e Y della traccia (commutatore della sequenza di lettura come nel punto I), 1), la perforatrice perfori effettivamente due serie di quattro fori, ogni volta che si preme la pedaliera; se ciò non dovesse accadere, agire sul potenziometro semifisso "Intervallo X, Y" e regolarlo in modo che le due serie di fori vengano stampati nel più breve tempo possibile. Ciò corrisponde ad un ritardo pari a circa 2, 5 sec. che è il tempo impiegato dal voltmetro a fare una lettura.

Il tempo totale per la perforazione di una coppia di coordinate dopo il comando della pedaliera è di poco superiore a 5 secondi.

A questo punto si può iniziare l'operazione di rilevamento delle coordinate delle tracce di camera a scintilla.

Le operazioni da eseguirsi vengono descritte nello schema seguente:

- a) Inquadrare il fotogramma sullo schermo.
- b) Formare il numero d'ordine del fotogramma agendo sui tasti a blocco meccanico della tastiera. Con ciò si perfora sulla scheda anche un simbolo di inizio analisi. Il numero d'ordine del fotogramma deve essere di tre cifre, e si agisce sulle prime tre colonne di tasti, se si stanno perforando tre cifre del voltmetro; deve essere di quattro cifre, se si stanno perforando quattro cifre del voltmetro. Le prime cifre del numero d'ordine possono essere eventualmente degli zeri.
- c) Portare la crocettina incisa sul vetrino a

coincidere con il primo punto della traccia (o eventualmente su di un punto convenzionale scelto come origine).

d) Premere la pedaliera ed attendere che la perforatrice abbia perforato le due serie di fori.

e) Rilevare in modo analogo gli altri punti della traccia.

f) Terminata l'analisi del fotogramma premere da tastiera il tasto "R" (fine analisi). (Ed eventualmente il tasto "RL" per cambiare la scheda).

g) Se durante il rilevamento delle coordinate della traccia, si è perforato fino a colonna 76 se si stanno perforando 4 cifre o a colonna 75 se si perforano 3 cifre, agisce un dispositivo di allarme che avverte che la scheda sta per terminare. A questo punto si deve decidere:

- 1) se l'esame del fotogramma o dell'evento è finito premere la "R", e predisporre per leggere un nuovo fotogramma;
- 2) se non è finito premere il tasto "RL", cambiando così la scheda, e continuare a perforare sulla nuova scheda.

IV) Il circuito della tastiera e della pedaliera, ed i collegamenti del voltmetro numerico alla perforatrice di schede.

La perforatrice IBM 625, è una macchina che legge in serie le istruzioni impartitele in parallelo.

Un contatto strisciante sull'emitter di colonna (vedi IBM Wiring diagram. no. 315911G E, C 202246A pos. 6B) a cui si accede mediante 80 terminali, uno per ogni colonna della scheda, provvede ad esplorare successivamente le 80 entrate, abilitando la perforazione delle corrispondenti colonne della scheda.

L'inizio della perforazione avviene conseguentemente ad un comando stampa, proveniente dal voltmetro una volta terminata la lettura.

E' possibile far perforare le colonne della scheda a gruppi di n, inserendo nella perforatrice un'apposita scheda programma.

Inserendo ad esempio la scheda programma di fig. 3), la perforatrice perfora (dopo aver ricevuto il comando di stampa), a colonna 1, 2, 3, 4, e si ferma a colonna 5, successivamente perfora le colonne 5, 6, 7, 8, e si ferma a colonna 9, e così di seguito, cioè la macchina perfora le colonne a gruppi di quattro.

Il voltmetro numerico NLS V35A, è un voltmetro che legge il rapporto di due tensioni, di cui una di riferimento, e lo presenta su quattro decadi sotto forma di contatti che si chiudono.

Ogni decade ha un comune e 10 terminali, dei quali si chiude sul comune quello corrispondente alla cifra letta dal voltmetro.

Il voltmetro legge su comando ed al termine della lettura dà un segnale in uscita, sotto la forma di un contatto di scambio: questo costituisce il comando di stampa per la perforatrice.

La tastiera si presenta come nella fig. 4.

Le quattro colonne di tasti neri su cui sono incisi i numeri da zero a nove sono a blocco meccanico, e servono ad impostare il numero d'ordine dell'evento.

Premendo un tasto della prima colonna, si imposta la cifra delle migliaia, e si eccita il relais A (vedi schema allegato), che commutando gli scambi A-1-2-3-4-5-6 predispone la perforatrice a leggere la tastiera.

Successivamente si impostano le cifre delle centinaia, decine, unità.

Appena premuto il tasto delle unità si eccita il relais a tempo B (che si mantiene per circa 1,5 sec).

Sul contatto B-1 di questo relais si eccita il relais D, che si automantiene attraverso D-1.

Il relais D commuta i contatti di lavoro D-3, D-4, dando attraverso questi il comando di stampa alla perforatrice: inoltre il contatto D-2 predispone il relais C ad eccitarsi.

Dopo il rilassamento di B, attraverso lo scambio D-1 si eccita il relais C, che con il contatto C-1 eccita i relais EFGH, che agiscono sul blocco meccanico dei tasti, i quali scattano nella posizione di riposo.

Il relais A rilassandosi predispone la perforatrice a leggere da voltmetro attraverso i contatti di scambio A-1-2-3-4-5-6.

I contatti dei pulsanti "Skip", "Relaise", "R" come i contatti D-3, D-4 del comando stampa, agiscono

sulla perforatrice in serie ai contatti X-1, X-2, I-3, del relais I di blocco (interlock).

La funzione del relais di blocco è quella di isolare la perforatrice, una volta che i comandi dati siano stati eseguiti una sola volta.

Ad es. tenendo premuta la "R", se non vi fosse il relais di blocco, la perforatrice continuerebbe a perforare tante R.

Il relais I si eccita non appena la perforatrice ha eseguito l'ordine, mediante un impulso positivo di 45 volt, che proviene dalla perforatrice stessa attraverso i terminali 5B, e 7B.

Per quel che riguarda i collegamenti del voltmetro NLS V35A, i terminali delle cifre delle diverse decadi vengono parallelati tra di loro, e con le cifre delle decadi della tastiera, vengono indi connessi attraverso il connettore della perforatrice, ai relais di perforazione delle cifre stesse (vedi IBM Wiring diagram etc.).

I comuni delle quattro decadi vanno connessi con i terminali 1, 2, 3, 4, dell'emitter di colonna della perforatrice.

Gli ottanta terminali dell'emitter di colonna vanno parallelati il primo con il quinto, con il nono, e con gli altri dati dalla formula $4n+1$.

Analogamente vanno parallelati i terminali $4n+2$, $4n+3$, $4n+4$ ($n = 1, 2, 3, 4, \dots$).

Questi collegamenti vengono realizzati su apposito pannello-programma.

A colonna 76 della scheda programma (fig. 2) è previsto un foro sulla riga del 2, che agisce sul microswitch di lettura del programma della perforatrice, che dà tensione ai terminali 7B e 4A eccitando il relais 0, che attraverso il contatto di lavoro agisce sul dispositivo di allarme (campanello e lampadina).

Il comando di lettura al voltmetro viene ottenuto azionando una pedaliera.

Abbassando la pedaliera, si eccita il relais a tempo M, (che fornisce un ritardo di circa 2,5 sec) che eccitandosi chiude il contatto M-1 che fa eccitare il relais L. Questo, con lo scambio L-1 toglie tensione al relais M, e si automantiene per tutto il tempo per il quale la pedaliera è abbassata.

Il relais M predispone con lo scambio M-4 il voltmetro a leggere la tensione dell'helipot dell'asse X ed agisce con gli scambi M-2, M-3 sul relais N.

Il relais N si eccita e subito si rilassa, e fornisce ai capi dello scambio N-1 il comando di lettura al voltmetro.

Quando il relais M si rilassa, predispone il voltmetro attraverso lo scambio M-4 a leggere la tensione dell'helipot dell'asse Y, mentre il relais N, (in modo analogo a quanto prima avvenuto) provvede ad inviare al voltmetro il comando di lettura.

Mediante i commutatori Z-1 e Z-2, che si azionano con una manopola sul pannello della tastiera, è possibile far leggere al voltmetro solo la tensione dell'helipot X o quella dell'helipot Y, escludendo i relais L, M, N, e dando al voltmetro il comando di lettura, invece che con lo scambio N-1, direttamente con i contatti di scambio della pedaliera.

Attraverso i contatti del commutatore P è possibile escludere l'ultima decade della tastiera e del voltmetro, in modo da perforare sulla scheda soltanto 3 cifre.

Per perforare solo tre cifre occorre inoltre cambiare la scheda programma sulla perforatrice, ed il pannello programma, (vedi par.III).

Riconoscimento.

Gli autori ringraziano vivamente tutti coloro che con i loro consigli, e con il loro operato hanno preso parte alla realizzazione dell'apparecchiatura, ed in particolare i Sigg.: Buccetti, Dr. Corazza, Ferrazza, Di Stefano, Lupoli, Molinari della IBM, Pasquini, Pecchi, Pentimalli.

Tabella I

Numero d'ordine = 0001

X	Y	WIX	WIY
2120	1340	6,115	4,5
2234	1401	2,115	2,5
2352	1464	-7,884	3,5
2473	1526	-6,884	-3,5
2600	1595	5,115	5,5
2715	1655	-7,884	-40,5
2836	1731	-13,884	1,5
2970	1795	7,115	-2,5
3083	1863	1,115	1,5
3202	1927	2,115	-7,5
3320	2000	6,115	2,5
3434	2063	-2,884	6,5
3557	2122	2,115	1,5
3675	2186	-8,884	0,5
3804	2251	-7,884	-3,5
3925	2320	-1,884	3,5
4047	2382	4,115	4,5
4163	2443	7,115	-5,5
4283	2514	-2,884	3,5
4406	2576	4,115	-0,5
4522	2642	1,115	-4,5
4641	2712	1,115	3,5
4760	2774	-4,884	-3,5
4885	2843	-7,884	-5,5
5013	2914	6,115	-2,5
5127	2982	4,115	4,5

DX = 120,11538 unità /cm
 DY = 65,4999 unità /cm
 Fattore di merito in X = 4,35679 /10 mm
 Fattore di merito in Y = 6,817438/10 mm

Tabella II

Numero d'ordine = 0002

X	Y	WIX	WIY
1839	0,484	1,4	-7,24
2066	0,712	-1,6	-3,24
2296	0,943	4,4	-2,24
2520	1175	0,4	4,76
2748	1396	0,4	7,76
2976	1623	-3,6	-8,24
3208	1859	2,4	2,76
3434	2084	3,4	1,76
3659	2310	-4,6	1,76
3892	2536	0,4	-5,24
4120	2769	4,6	-2,24
4353	2999	7,4	-0,24
4574	3227	3,4	2,76
4799	3452	-4,6	-2,24
5032	3682	-5,6	3,76
5266	3906	3,1	-0,24
5492	4134	4,4	3,75
5716	4358	-1,6	-3,24
5946	4589	-2,6	-2,24
6177	4819	2,4	1,76
6403	5045	1,4	3,75
6630	5269	-0,6	2,76
6859	5494	-0,6	-4,24
7088	5726	-2,6	-3,24
7319	5957	-1,6	6,76

DX = 228,4 unità /cm
 DY = 227,76 unità /cm
 Fattore di merito in X = 1,463/10 mm
 Fattore di merito in Y = 1,5743/10 mm

NB. - Le tabelle I e II sono state compilate con l'ausilio della calcolatrice elettronica IBM 1620.

Le colonne X ed Y indicano le cifre lette dal voltmetro nel tracciamento di una retta a 45°, di cui sono stati rilevati i punti ad intervalli di 1 cm.

Le colonne WIX e WIY indicano gli scarti delle differenze prime dalla media delle differenze prime stesse.

DX e DY rappresentano la sensibilità dello strumento in unità/cm.

I fattori di merito rappresentano in decimi di millimetro lo scarto quadratico medio delle WIX e WIY.

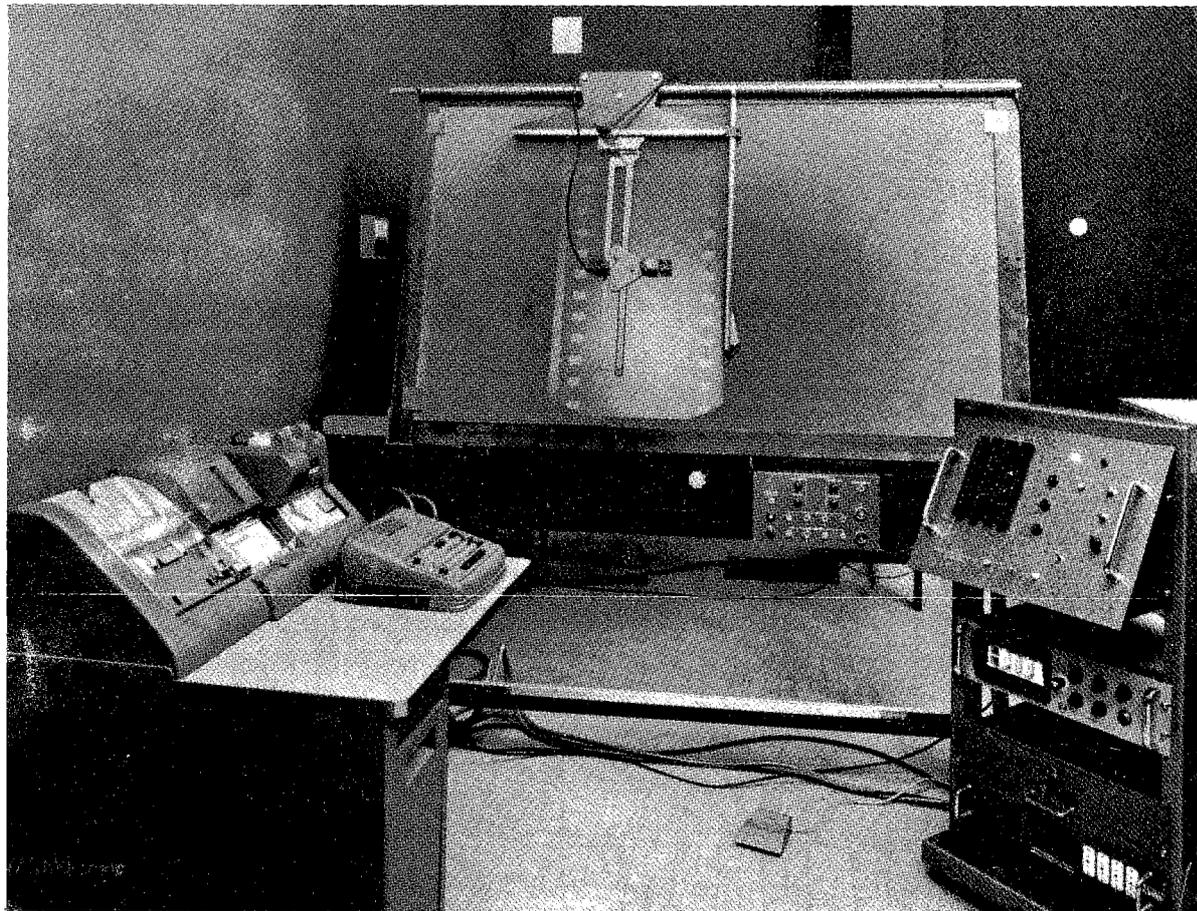


FIG. 1

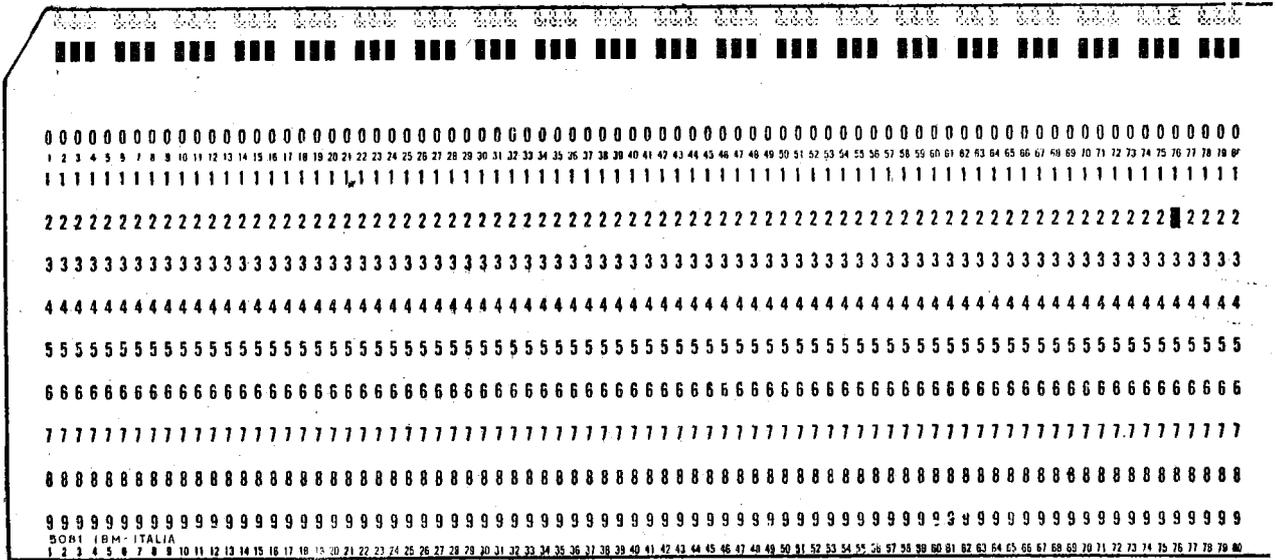


FIG. 3

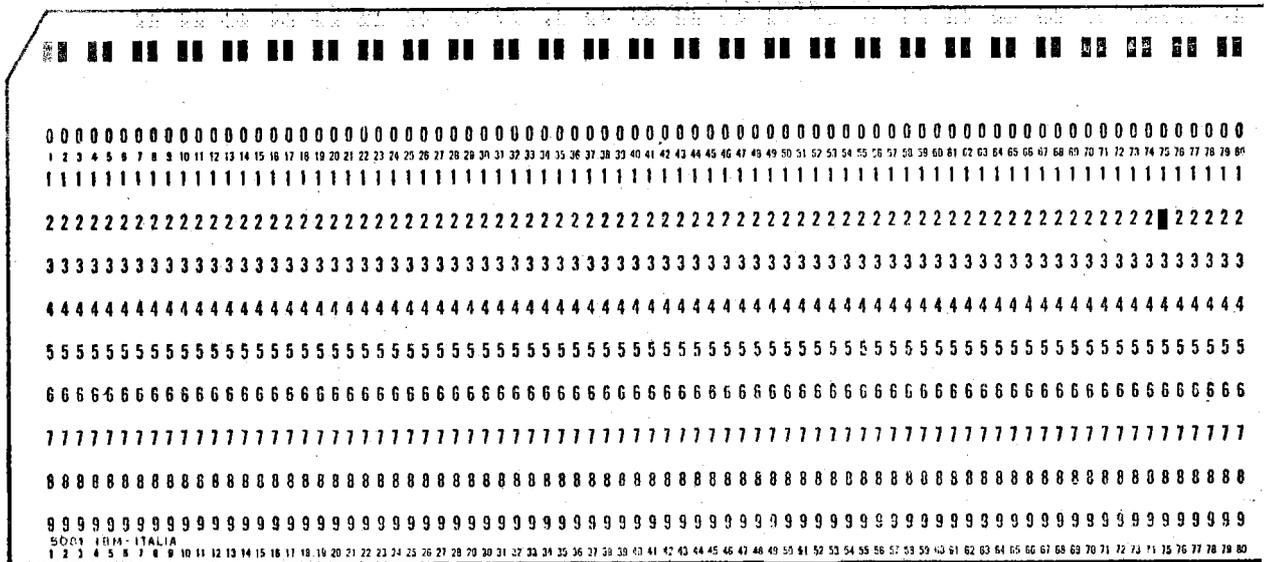


FIG. 4