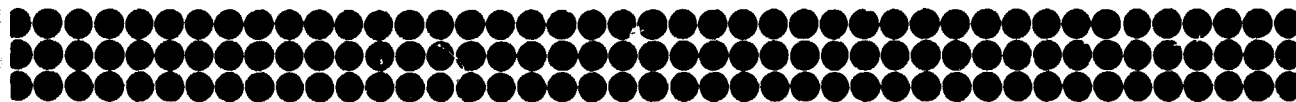


Comitato Nazionale Energia Nucleare

I 770 00037

**MEMORIA DIGITALE
PER IMMAGINI TELEVISIVE**

C. PARETTI



RT/EL(75)1

Comitato Nazionale Energia Nucleare

**MEMORIA DIGITALE
PER IMMAGINI TELEVISIVE**

C. PARETTI

RT/EL(75)1

Testo perveruto nel gennaio 1975

INDICE

- Introduzione	pag.	1
- Caratteristiche dell'immagine da registrare e struttura del sistema	"	3
- Conversione del segnale analogico in segnale digitale	"	5
- Campo di analisi ed uso del monitor come display	"	9
- Logica di funzionamento della memoria	"	11
- Conclusioni	"	19
- Bibliografia	"	20

INTRODUZIONE

Il presente lavoro illustra le caratteristiche di un'unità di memoria che è stata realizzata presso il Laboratorio di Elettronica del CNEN allo scopo di registrare in forma digitale il segnale video fornito da una telecamera standard.

Il progetto di memoria è stato sviluppato nel contesto dello studio di apparato per l'analisi automatica dei films dosimetrici (1)(2). Le esigenze del particolare problema hanno definito il set di specifiche che caratterizzano il sistema di registrazione dei dati. Tuttavia le soluzioni che sono state scelte conferiscono al sistema una flessibilità tale da renderlo adatto a molteplici applicazioni.

Caratteristiche dell'immagine da registrare e struttura del sistema

Uno dei metodi usati nella dosimetria dei neutroni veloci è basato sul conteggio delle tracce prodotte dalla radiazione nei films dosimetrici. L'emulsione viene posta sul piano di un microscopio che fornisce all'operatore una immagine del tipo mostrato in figura 1.

Lo schema a blocchi del sistema automatico di conteggio è mostrato in figura 2.

Il microscopio e la telecamera sono stati scelti nell'ambito dei prodotti commerciali con caratteristiche tali da soddisfare le esigenze di impiego scientifico.

In particolare si è scelta la telecamera Siemens tipo M703 A1 con tubo VIDICON, scansione standard di 625 righe interallacciate e frequenze di quadro di 50 HZ. Questa telecamera garantisce oltre alla stabilità ed affidabilità necessaria una banda passante dall'amplificatore video di almeno 10MHz.

Un microscopio ZEISS tipo STANDARD proietta sul Vidicon l'immagine ingrandita di una porzione dell'emulsione.

L'ingrandimento che fornisce la risoluzione definita dalle specifiche del problema impone una profondità di campo che non è sufficiente a focalizzare tutto lo

spessore dell'emulsione. L'unità di memoria ha lo scopo di realizzare un'immagine elettronica corrispondente a quella che si avrebbe se la profondità di campo coprisse tutto lo spessore del film.

Per l'unità di analisi è stata scelta una tecnica di calcolo numerico condizionata essenzialmente dalle specifiche del problema. L'algoritmo di riconoscimento (1) si basa principalmente sulle caratteristiche di rettilineità e continuità che definiscono la struttura della traccia. L'unità di controllo svolge le seguenti funzioni:

- Seleziona la porzione di segnale ottimale interna ad un campo di scansione;
- Comanda il motore passo-passo che sposta il tavolino del microscopio nella dimensione dell'asse ottico, per la messa a fuoco dei diversi piani dell'emulsione.
- Sincronizza la memoria con segnale video per la sovrapposizione in memoria dei diversi piani di lettura.
- Controlla il circuito di miscelamento per la visualizzazione sul monitor del contenuto della memoria.
- Comanda i motori per il posizionamento dei successivi campi di analisi dello stesso film.

Conversione del segnale analogico in segnale digitale

Il segnale video viene convertito in forma numerica a due livelli, ciò in quanto l'unità di analisi è in grado di individuare le caratteristiche strutturali della traccia allorchè l'immagine elettronica che le viene fornita è codificata con solo due livelli logici corrispondenti ad una discriminazione fra bianco e nero. Quindi la unità di memoria deve registrare per ogni punto dell'immagine un solo bit di informazione.

Il segnale video prelevato dalla telecamera entra in un discriminatore a soglia controllata, il cui schema a blocchi è riportato in figura 3.

I circuiti che costituiscono il discriminatore hanno il compito di correggere il segnale video eliminando il rumore ad alta (3) e bassa frequenza, e di consentire quindi la classificazione del segnale nei due livelli "bianco-nero" in modo uniforme su tutta l'immagine. In particolare si osservi che, per quanto riguarda il , segnale a bassa frequenza, il segnale di riga può essere descritto come la somma del segnale corrispondente all'immagine

da memorizzare e di un segnale di rumore che altera il livello di bianco.

Tale rumore è dovuto fra l'altro alla non uniforme sensibilità del VIDICON, alla non uniforme trasparenza del film ed allo shading introdotto dall'ottica.

La figura 4 mostra che questo tipo di rumore non è trascurabile se confrontato con l'ampiezza del segnale.

Il segnale video, privato degli impulsi di sincronismo, viene corretto inviandolo ad un circuito di sottrazione insieme con il suo integrale.

L'integrazione è realizzata mediante un circuito a due costanti di tempo che vengono inserite alternativamente nella linea di integrazione sotto il controllo del circuito di "Maschera".

Il segnale di controllo inserisce la costante breve quando il segnale è dovuto solo al rumore; in tal modo il discriminatore vede in entrata un livello pressochè costante. Se invece il circuito di maschera rileva la presenza del segnale da registrare il controllo inserisce la costante di tempo più lunga e il discriminatore vede un segnale che è la differenza fra il segnale video e la tensione assunta dallo integratore al momento della commutazione della costante di tempo.

Il circuito di maschera considera come segnale appartenente all'immagine quel segnale che per tempo di salita ed ampiezza è in grado di commutare il FLIP-FLOP che controlla l'integratore. Gli impulsi di comando vengono generati da due circuiti discriminatore-formatore; ad essi giungono gli impulsi che individuano i fronti di salita e discesa dei segnali dovuti all'immagine ottenuti per differenza fra il segnale video e lo stesso segnale ritardato di circa 200 (4)

Si osservi che il segnale di controllo è di per se stesso l'immagine digitalizzata; tuttavia le esigenze del particolare problema non ne permettono l'utilizzazione diretta. Infatti si è verificato sperimentalmente che nelle condizioni più critiche (piccola ampiezza del segnale, "forma" di salita e di discesa e rumore) l'immagine maschera prodotta dal segnale di controllo poteva presentare delle righe di "sbavatura" rispetto all'immagine originale per disturbi che non permettevano il reset del flip flop di memoria in modo corretto. A causa di questo effetto talvolta un punto poteva dar luogo ad un segmento orizzontale e quindi l'unità di analisi avrebbe interpretato il tratto orizzontale come una traccia. Questi errori, benchè rari, sarebbero stati inaccettabili data la specifica sull'errore percentuale massimo ammesso nella misura delle dosi neutroniche basse. Nello schema realizzato, invece, l'errore sul segnale di controllo non è critico; infatti la correzione anche se realizzata con costante di tempo lunga è praticamente sempre sufficiente ad eliminare l'effetto del rumore a bassa frequenza in intervalli di tempo brevi.

Campo di analisi ed uso del monitor come display

L'analisi di un film viene realizzata inquadrando successivamente, mediante opportuni movimenti del tavolino del microscopio, diverse zone dell'emulsione e contando il numero delle tracce totali presenti nella area da esaminare. Le dimensioni lineari di ciascuna delle zone dipendono dalla risoluzione richiesta dal problema e sono fissate nel sistema microscopio-telecamera. Si è tuttavia introdotta una ulteriore limitazione alle zone di analisi per evitare gli effetti dovuti non uniformati del segnale ai Lordi del vidicon. In figura 5 è riportato lo schema a blocchi del circuito che presiede alla definizione del campo di analisi.

Gli impulsi di quadro azzerano le scale di conteggio e si inizia così l'operazione di delimitazione del campo di analisi che si verifica per ogni quadro.

Le due scale contano rispettivamente gli impulsi di riga e gli impulsi generati da un clock sincrono con gli impulsi di riga. Due circuiti di decodifica controllano il conteggio delle scale e forniscono gli impulsi di comando ai due flip flop le cui uscite permettono di individuare rispettivamente le righe che si vogliono interessare all'analisi e l'intervallo di tempo che per ciascuna delle righe delimita lateralmente il campo di analisi.

La AND fra le uscite del flip flop fornisce un segnale in corrispondenza del campo di analisi (controllo di campo) e comanda l'apertura di una porta lineare (5) con la quale si sostituisce la porzione di segnale video analogico corrispondente al campo di lettura con il segnale video campionato. Ciò permette di avere sul monitor la immagine del segnale digitale.

Un circuito di sincronismo con la memoria permette di utilizzare lo stesso dispositivo per visualizzare l'immagine memorizzata.

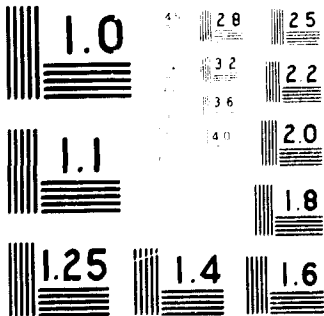
Logica di funzionamento della memoria

Il diagramma a blocchi di fig. 6^a e 6^b rappresenta nelle sue linee principali, l'organizzazione dell'unità di memoria. Il corpo centrale è costituito da 12 linee di memoria ciascuna delle quali impiega degli shift registers per un totale di 1800 bits.

I dati corrispondenti all'immagine da memorizzare si presentano sotto forma di sequenza binaria. L'unità di "smistamento" li raggruppa in parole di 12 bit e li trasmette in parallelo alle 12 linee di memoria. L'unità di "posizionamento" controlla la posizione dei dati all'interno delle linee di memoria e fornisce i segnali di shift necessari per sincronizzare le uscite della memoria con il segnale di ingresso quando si vuole effettuare la sovrapposizione elettronica delle immagini risultanti dalla messa a fuoco dei diversi piani dell'emulsione. In fine l'unità di decodifica ricostruisce la sequenza binaria nello stesso ordine di quella di ingresso, essendo questo l'ordine necessario all'unità di analisi.

La memoria nel suo complesso funziona come uno shift register sincrono ad entrata ed uscita serie. Ha comandi indipendenti per la lettura e scrittura e può funzionare fino ad una frequenza di 10 MHz pur utilizzando shift a MOS garantiti fino ad una frequenza massima di 1,2 MHz.

Si descrivono in seguito alcuni dettagli funzionali delle unità che costituiscono la memoria.



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS - 1963

a- Scrittura

Un segnale di scrittura nella memoria abilita gli ingressi dell'unità di "smistamento" che con il fronte di salita dell'impulso "pacchetto riga" viene predisposta per dar luogo alla scrittura.

Il segnale "controllo di campo" permette l'ingresso dei dati provenienti dal convertitore A/D contenuti nel campo di analisi. I dati sono smistati ad uno dei due shift di ingresso che sotto il controllo del flip flop di "smistamento" è pronto ad operare come shift. Analogamente il segnale di clock proveniente dal selettore di campo viene inviato allo shift che opera in modo serie. Gli impulsi di clock sono contati da una scala che provvede a commutare lo stato del flip flop di smistamento ogni volta che un gruppo di 12 dati è entrato in uno degli shift di ingresso.

Il nuovo stato del flip flop smista il successivo treno di 12 impulsi sull'altro dei due shift di ingresso e fornisce un comando di parallel-out allo shift testè riempito. I 12 bit di uscita vengono scritti in parallelo nelle linee di MOS utilizzando come clock per i MOS lo stesso comando di commutazione del flip flop opportunamente formato.

Al termine della lettura della seconda parola l'unità di smistamento abilita nuovamente il primo shift alla lettura seriale, mentre il secondo procede al trasferimento in parallelo della parola registrata alla linea di memoria.

L'operazione descritta si ripete ciclicamente fino a quando si giunge all'ultima colonna della prima riga. A questo punto il controllo di campo inibisce gli ingressi della memoria e congela lo stato dei registri. L'inibizione verrà tolta in corrispondenza alla prima colonna della riga successiva quando avrà nuovamente inizio la "operazione di scrittura dei dati di memoria". La procedura è identica a quella già descritta per la prima riga, ma in questo caso i registri partono dallo stato in cui si trovano al momento dell'inibizione. L'informazione contenuta nella immagine viene trasferita in memoria ripetendo la procedura utilizzata per le prime due righe.

b - Messa a fuoco elettronica

L'unità di posizionamento controlla la posizione dei dati memorizzati negli shift a MOS. In fase di scrittura la scala conta gli impulsi di clock forniti ai MOS e determina il numero di impulsi necessari a spostare i dati, in modo da riportare la prima parola memorizzata fino alle dodici uscite della memoria a MOS. Tale spostamento è necessario quando il numero di bits contenuto nel campo da memorizzare è inferiore alla capacità della memoria. Infatti, posizionando la prima parola alla uscita degli shift è molto semplice sincronizzare i dati registrati con quelli provenienti da una nuova lettura ed operare in parallelo su di essi. In particolare volendone eseguire la somma logica, al fine di ottenere la sovrapposizione dei differenti campi di messa a fuoco, è sufficiente inviare al circuito "OR" di ingresso ai MOS, le uscite degli shift.

Il circuito di sincronismo permette di sommare bit a bit l'immagine di due o più campi di analisi quando vengono forniti i comandi di scrittura e di somma. Infatti l'unità di smistamento suddivide il campo di analisi in sottoinsiemi di 12 bit seguendo una procedura fissata sincrona con il controllo di campo. Mentre l'unità di posizionamento garantisce che la sequenza ordinata in uscita ai MOS sia sincrona con la

sequenza corrispondente al nuovo campo di lettura.

Come si è detto, utilizzando la tecnica descritta si è potuto risolvere il problema della profondità di campo del microscopio. L'emulsione, una volta messa a fuoco, viene letta e l'immagine del campo d'analisi risulta memorizzata. Uno spostamento parallelo all'asse ottico (asse Z) mette a fuoco un nuovo strato di emulsione ed ogni punto della nuova immagine che ha (sul piano di messa a fuoco) la stessa posizione di un punto dell'immagine precedente, rappresenta un punto dell'emulsione che giace sulla retta parallela dell'asse ottico e passante per il punto sorgente della precedente messa a fuoco. Quindi l'informazione risultante dalla somma dei diversi piani corrisponde alla proiezione su un piano ortogonale all'asse ottico dell'immagine tridimensionale. In altre parole il sistema si comporta come se la profondità di campo dell'obiettivo comprendesse tutto lo spessore della emulsione.

Naturalmente questa procedura implica una perdita di informazione per tracce dirette lungo l'asse Z, ma ai fini del problema è sufficiente allargare la statistica per tenere conto dell'errore introdotto. D'altra parte un'analisi tridimensionale complicherebbe eccessivamente la procedura di analisi e quindi il sistema elettronico.

Si osservi inoltre che, se si garantisce la necessaria escursione degli spostamenti Z del tavolino, non è nemmeno necessario un controllo assiduo della messa a fuoco da parte di un operatore.

c- Unità di decodifica

L'unità di decodifica è costituita essenzialmente da uno shift che opera come parallel in serial-out e serve per fornire i dati all'unità di analisi.

Quando è presente il comando di lettura della memoria si abilita l'ingresso del clock di lettura che sotto il controllo di un contatore a modulo 12, fornisce gli impulsi all'ingresso del clock dello shift. Questo comando va anche ai MOS sotto il controllo dell'unità di smistamento che funziona per la lettura in modo analogo a quello descritto per la scrittura.

CONCLUSIONI

Il sistema descritto è stato provato ed utilizzato per comandare un perforatore di nastro con il quale sono state realizzate le tabelle di prova per simulare l'unità di analisi su calcolatore. I risultati ottenuti in questo ed altri esperimenti come ad esempio la registrazione della traiettoria di punti in movimento, sono stati molto soddisfacenti.

Il sistema è interessante anche per alcune sue caratteristiche:

- facile estensione della memoria, la cui capacità può essere variata con l'inserimento di shift che prolungano le linee a MOS e predeterminano in corrispondenza il conteggio della scala dell'unità di posizionamento.
- possibilità di utilizzare elementi di memoria lenti con il vantaggio della compattezza e del costo pur conservando il complesso una notevole velocità di lettura e scrittura.
- possibilità di correlare i dati in ingresso con quelli in uscita.
- funzionamento sincrono che rendono la memoria adatta all'impiego come periferica di un calcolatore.

Bibliografia

- 1) A. Cavallini, F. Fioroni, C. Paretti, V. Prodi, A. Ricci
"Un metodo numerico di analisi dei film-badges"
Ingegneria nucleare Luglio 1969
- 2) C. Paretti, A. Ricci - "Progetto di una unità di riconoscimento
per il conteggio automatico di tracce in film-badges per neutro-
ni veloci" in corso di pubblicazione
- 3) W. E. Thomson - "The synthesis of a network to have a sine-
squared impulse response - Proc. IEE (London) 99, part. III
(1952) 373
- 4) F. Marciano - CERN REPORT DD/DA/65/18(1965)
- 5) A. Serra, Elettronica Numerica - Edizioni Veschi Roma
I. G. LINVILL, W. WUNDEKLIN - JEEE TRANS C. T. 10
(1963)

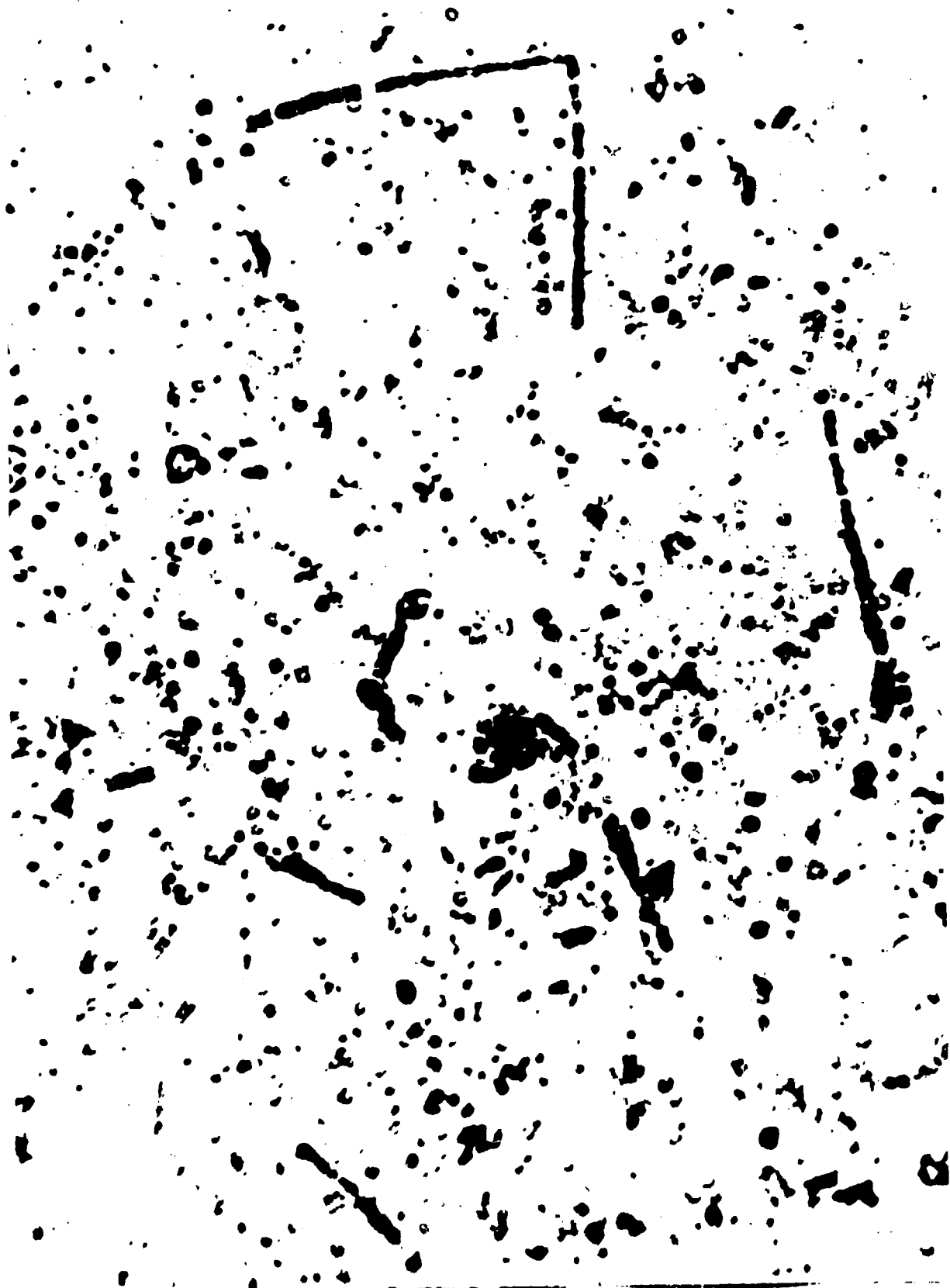


Fig. 1

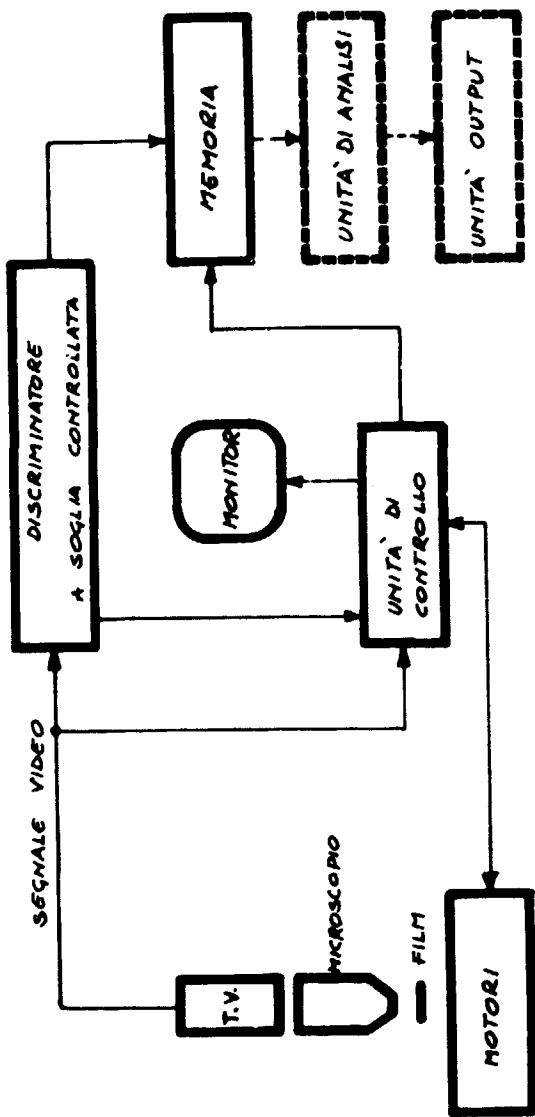
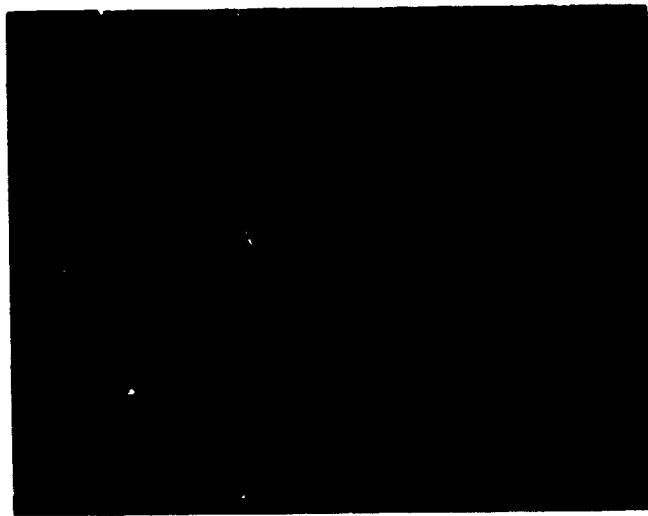


Fig. 2

a

b



a 2V/cm μ 10 s
b 100 mv/cm μ 10 s

Fig. 3

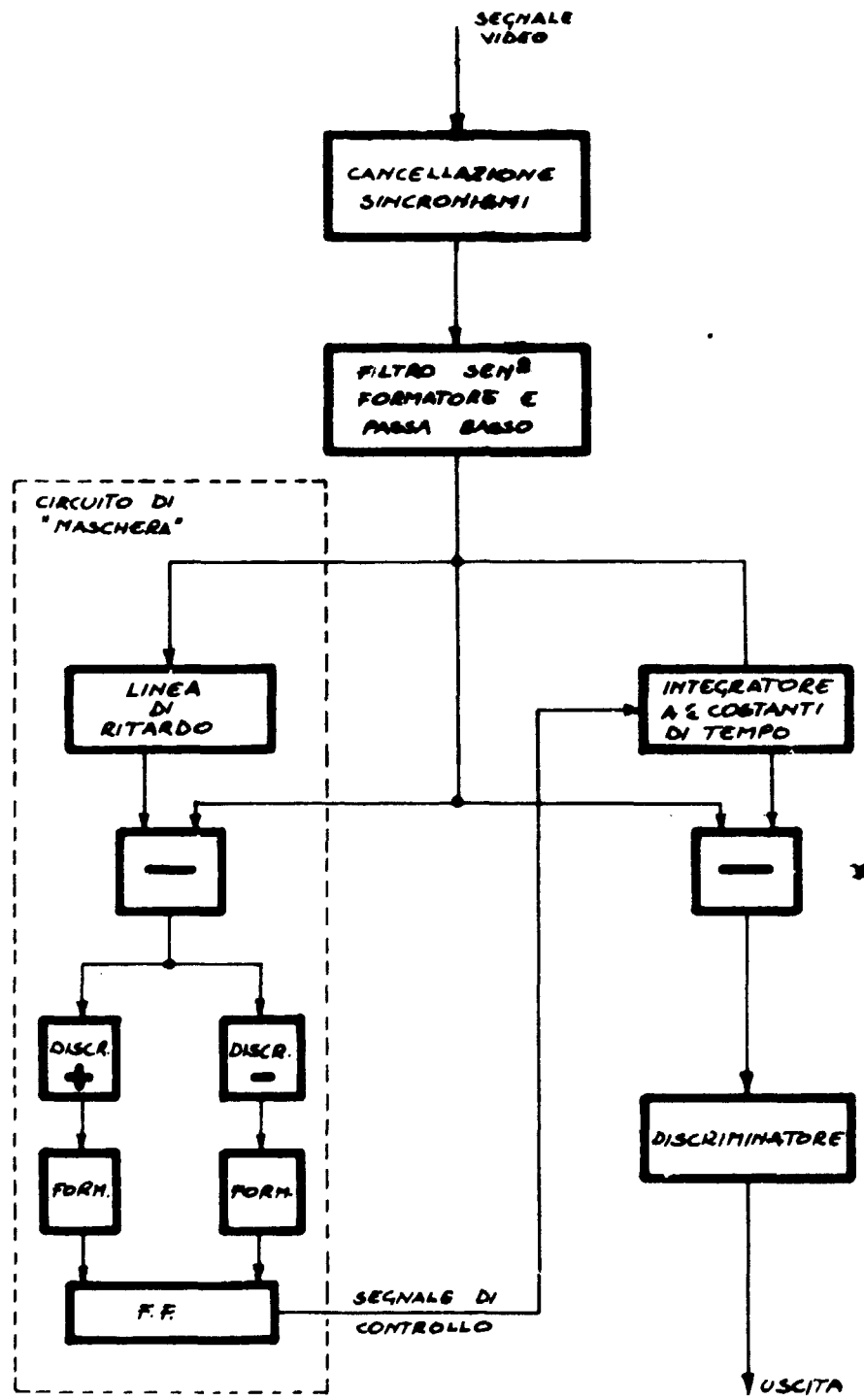


Fig. 4

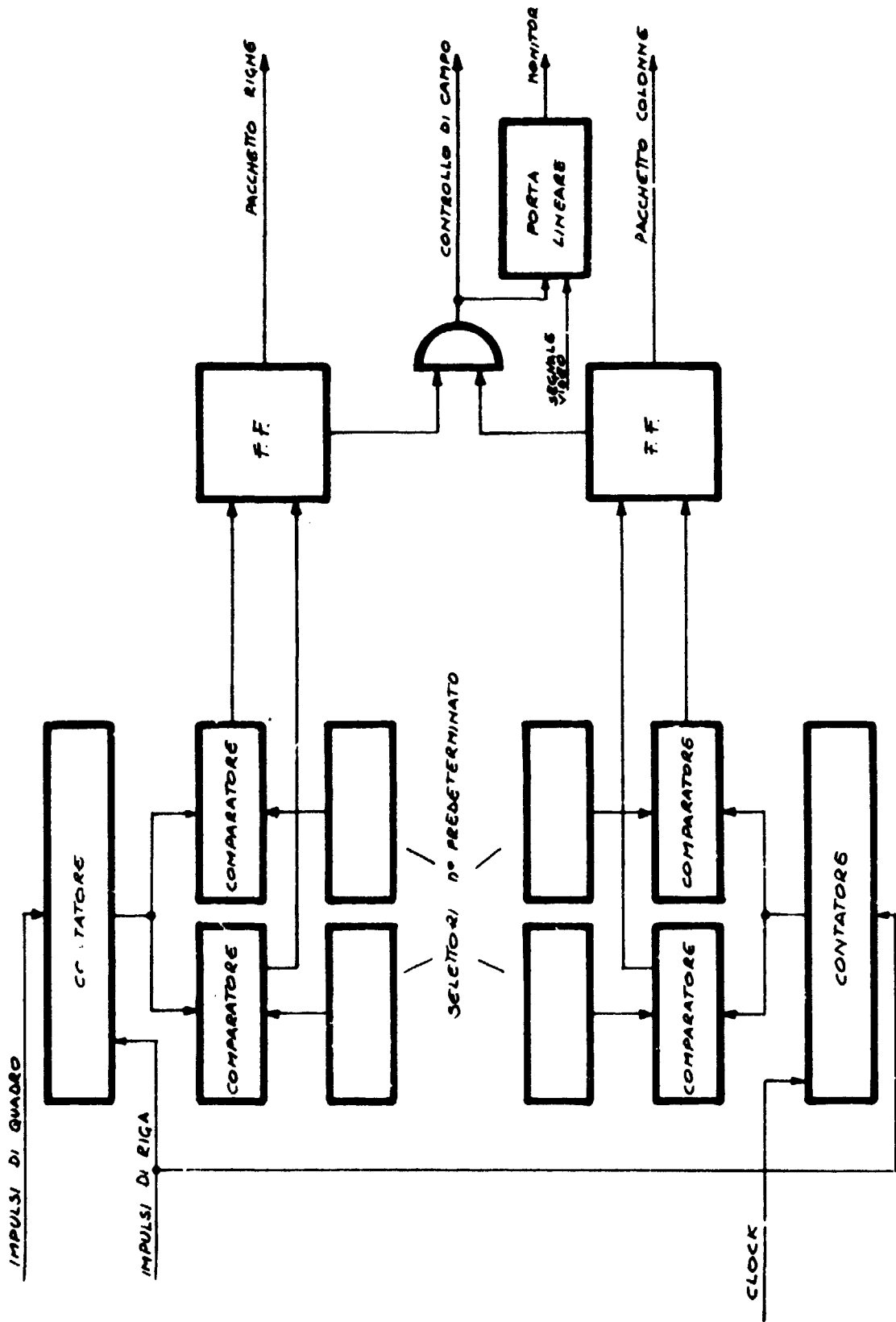


FIG. 1

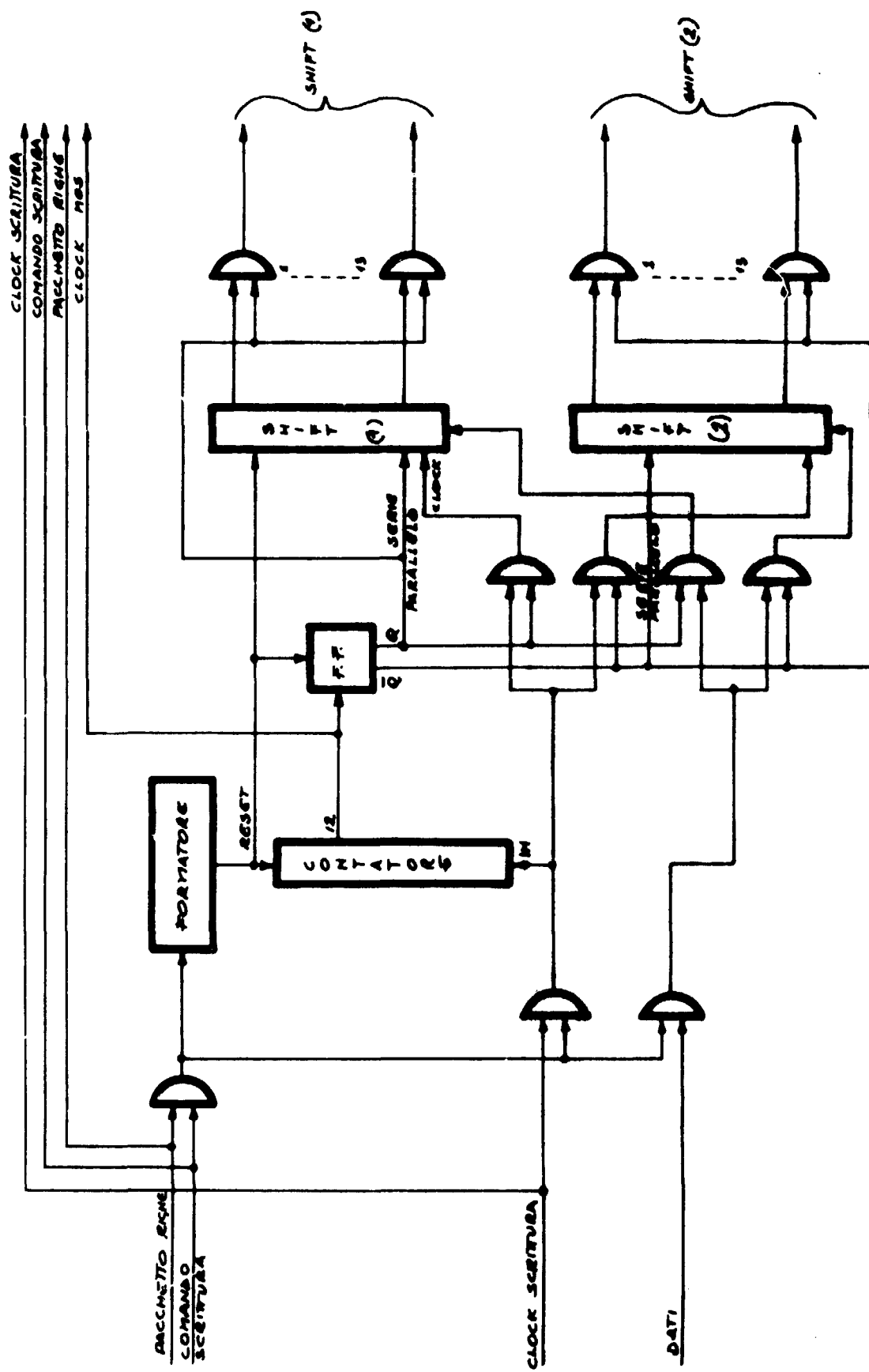


Fig. 6A

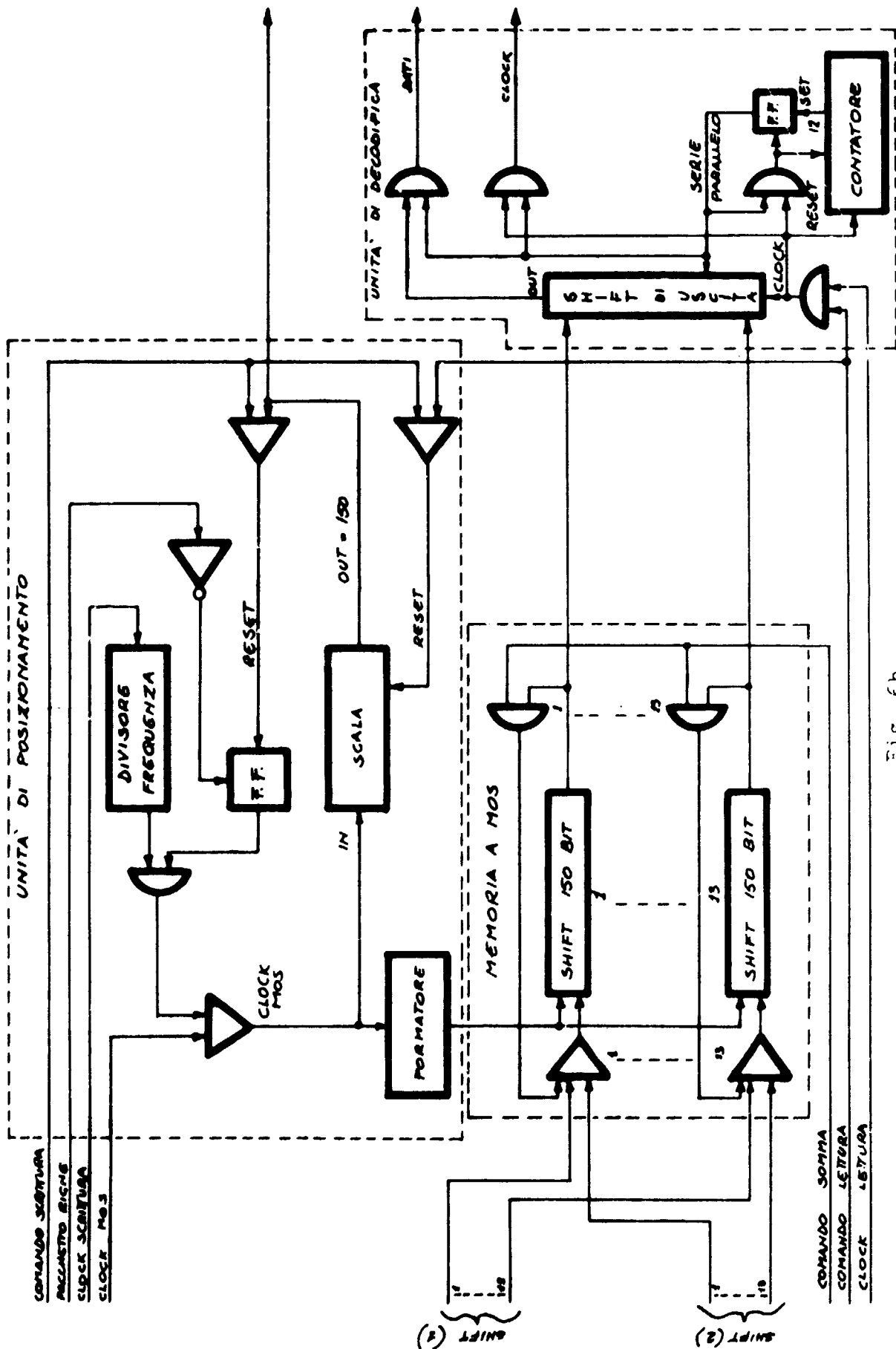


Fig. 6h