



||
Consiglio Nazionale delle Ricerche

||
ISTITUTO DI ELABORAZIONE
DELLA INFORMAZIONE

Pisa

MICROFOTOMETRO MFA/36
Manuale d'uso

*L.Azzarelli, M.Ballati, E.Fantini
A.Moretto*

Nota Tecnica B4-14-1989

MICROFOTOMETRO MFA136

Manuale d'uso

A cura di:

L. Azzarelli

M. Ballati

E. Fantini

A. Moretto

Istituto di Elaborazione della Informazione del C.N.R.

Via S. Maria, 46 - 56100 PISA

MICROFOTOMETRO MFA/36

Sommario

Descrizione generale	pag. 2
Modo d'impiego	pag. 8
Descrizione della componente hardware	pag.12
Descrizione della componente software	pag.15

Sez.1 Descrizione Generale

1.1 Principio di funzionamento

I dispositivi della serie MFA sono digitalizzatori xy a controllo numerico, in grado di acquisire immagini su supporto di tipo fotografico, mediante la misura della luce trasmessa dal supporto.

Il dispositivo MFA comunica con il calcolatore di controllo attraverso una porta di tipo parallelo, per lo scambio di: comandi di scansione, informazioni di stato della macchina, dati di acquisizione e impulsi di sincronismo.

Il software di gestione, residente nel calcolatore ospite, provvede a inviare all'MFA i comandi per lo spostamento del carrello meccanico e per la lettura dei dati; l'MFA, in base ai comandi di scansione, trasmette i dati di campionamento relativi ai pixel contenuti nell'area di lettura.

Nel calcolatore ospite è inserita l'interfaccia parallela di collegamento.

L'MFA/36 è specializzato per l'acquisizione d'immagini su pellicole formato 35 mm.

La figura 1.2 mostra il principio di funzionamento dell'apparecchiatura: una sorgente luminosa illumina attraverso una fessura una striscia del fotogramma da digitalizzare; la striscia luminosa è orientata secondo l'asse x del sistema di riferimento della macchina. La luce trasmessa dalla pellicola, attenuata in funzione della trasparenza del supporto, viene raccolta dall'obiettivo e focalizzata sul trasduttore opto-elettronico, posto anch'esso parallelamente all'asse x del sistema di riferimento. Il trasduttore è costituito da un vettore di 1024/2048 fotodiodi di area quadrata con 15 μm di lato: ciascuno di essi riceve la luce emessa da un pixel sul fotogramma, di area quadrata e di lato 15 $\mu\text{m}/M$, dove M è l'ingrandimento ottico dell'obiettivo.

Ricevuto il comando di lettura, il traduttore invia al calcolatore attraverso un convertitore Analogico/Digitale la sequenza temporale di 1024/2048 segnali di campionamento;

successivamente, in base ad un comando di traslazione la pellicola viene spostata lungo l'asse y del sistema di un passo $p=15 \mu\text{m}/\text{M}$: viene così inquadrata una nuova striscia di pixel, adiacenti a quelli acquisiti in precedenza, e si compie una nuova operazione di lettura. Le operazioni di avanzamento e lettura vengono ripetute fino a ricoprire l'area definita dal programma di acquisizione.

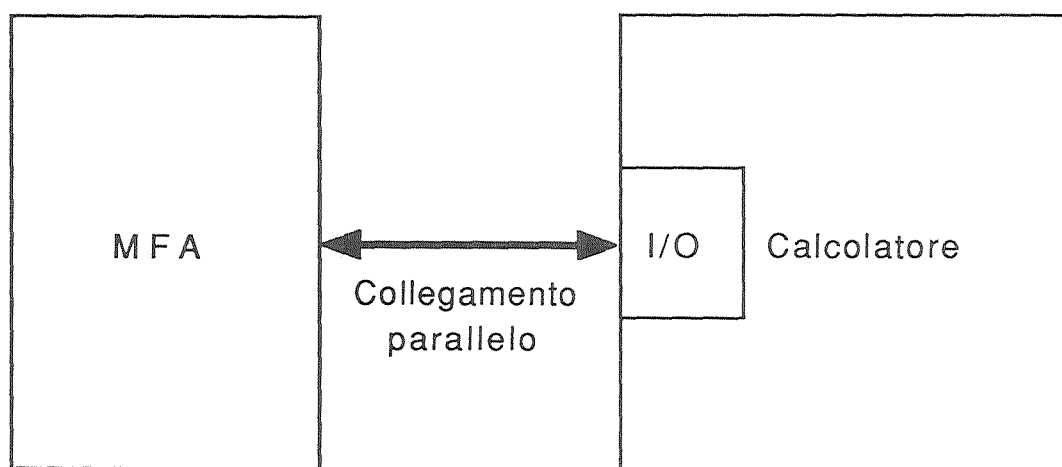


Fig. 1.1 - Collegamento al calcolatore e trasmissione dati

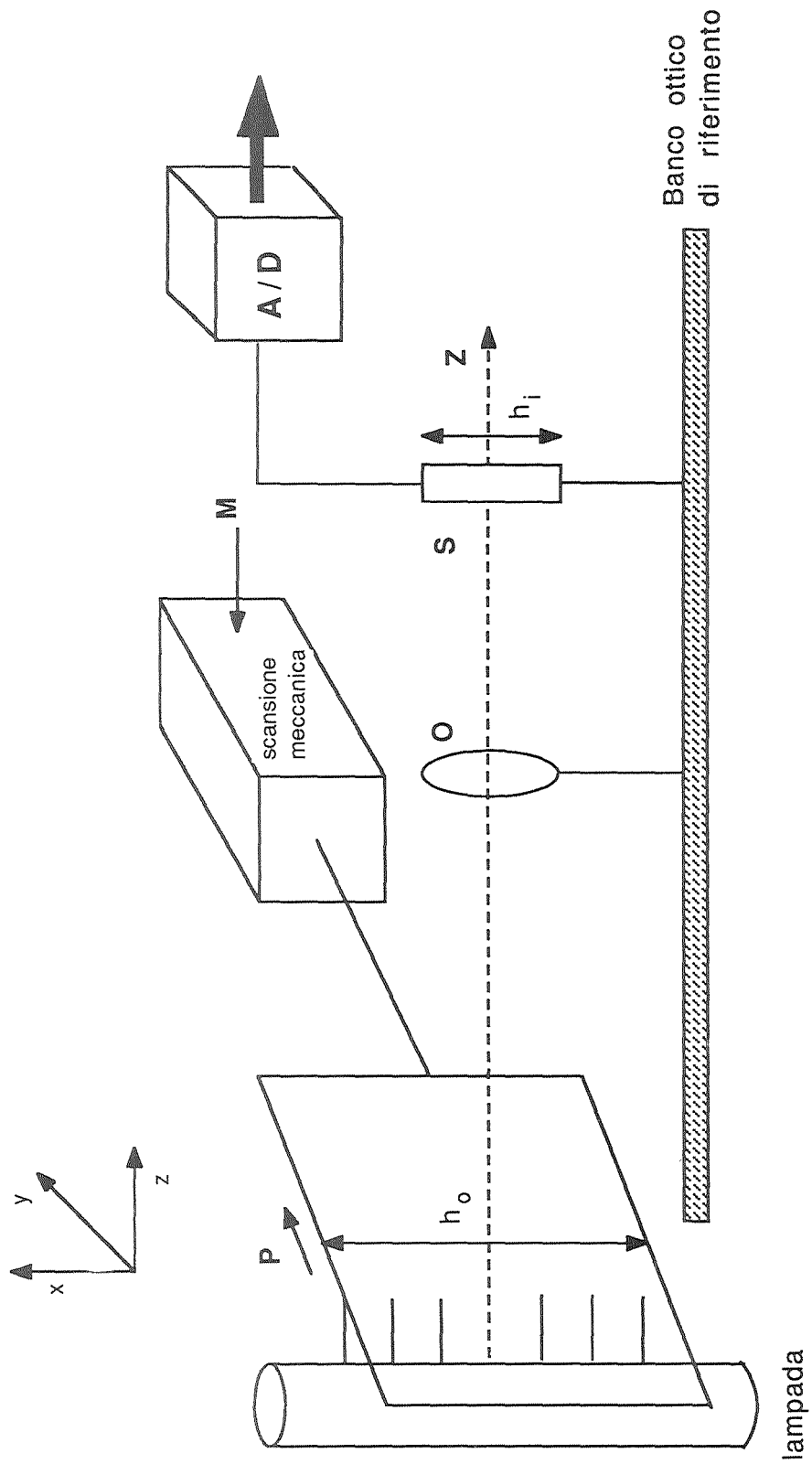


Fig.1.2 Principio di funzionamento

1.2 Flusso delle operazioni

Tramite l'interfaccia parallela l'MFA riceve dal calcolatore i comandi decodificati:

- C1: Lettura del trasduttore
- C2: Abilitazione al movimento del traslatore
- C3: Verso di spostamento Avanti/Indietro

I comandi vengono eseguiti in corrispondenza dell' impulso di Device Command (DC) proveniente dal calcolatore.

In risposta l'MFA fornisce i segnali di:

- S1: Stato di fine corsa meccanica avanti
- S2: Stato di fine corsa meccanica indietro
- D0-D7: Bit dei dati di lettura

L'esecuzione di un comando viene segnalata dall'MFA mediante un impulso di Device Flag (DF).

Il driver di pilotaggio dell'MFA esegue i due cicli di operazione illustrati nelle fig.1.3 e 1.4.

Quando il programma di gestione attiva un'operazione di moto (v.fig.1.4) il traslatore meccanico viene fatto avanzare di un passo, nel verso positivo o negativo, dopo aver controllato lo stato di fine corsa; l'MFA risponde al comando di moto, attivato da un impulso DC, con un impulso DF a passo avvenuto.

Quando il programma attiva un'operazione di lettura dati (v. fig. 1.2.2) l'MFA risponde con un treno di 1024/2048 impulsi DF (in base al tipo di sensore impiegato), per il trasferimento dei livelli logici presenti sulle linee di dati D0-D7. Dopo un ritardo iniziale variabile, minore di 20 ms, i dati si susseguono in maniera sincrona a intervalli di 10 μ s.

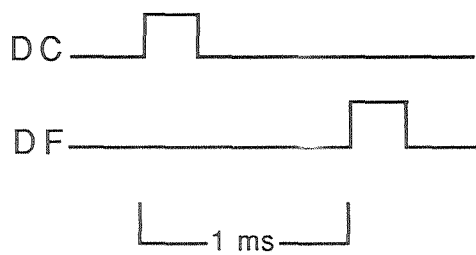
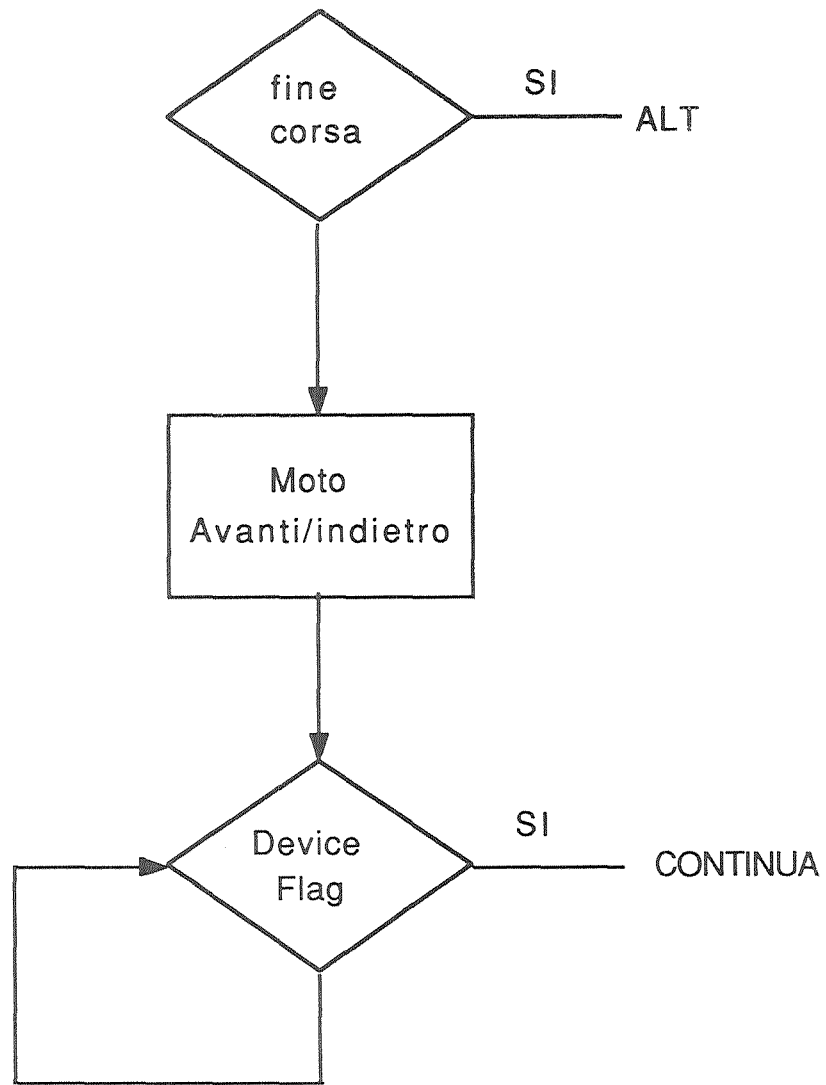


Fig.1.3 Operazione di avanzamento del carrello

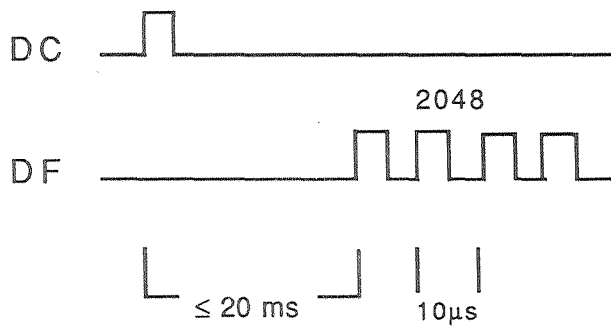
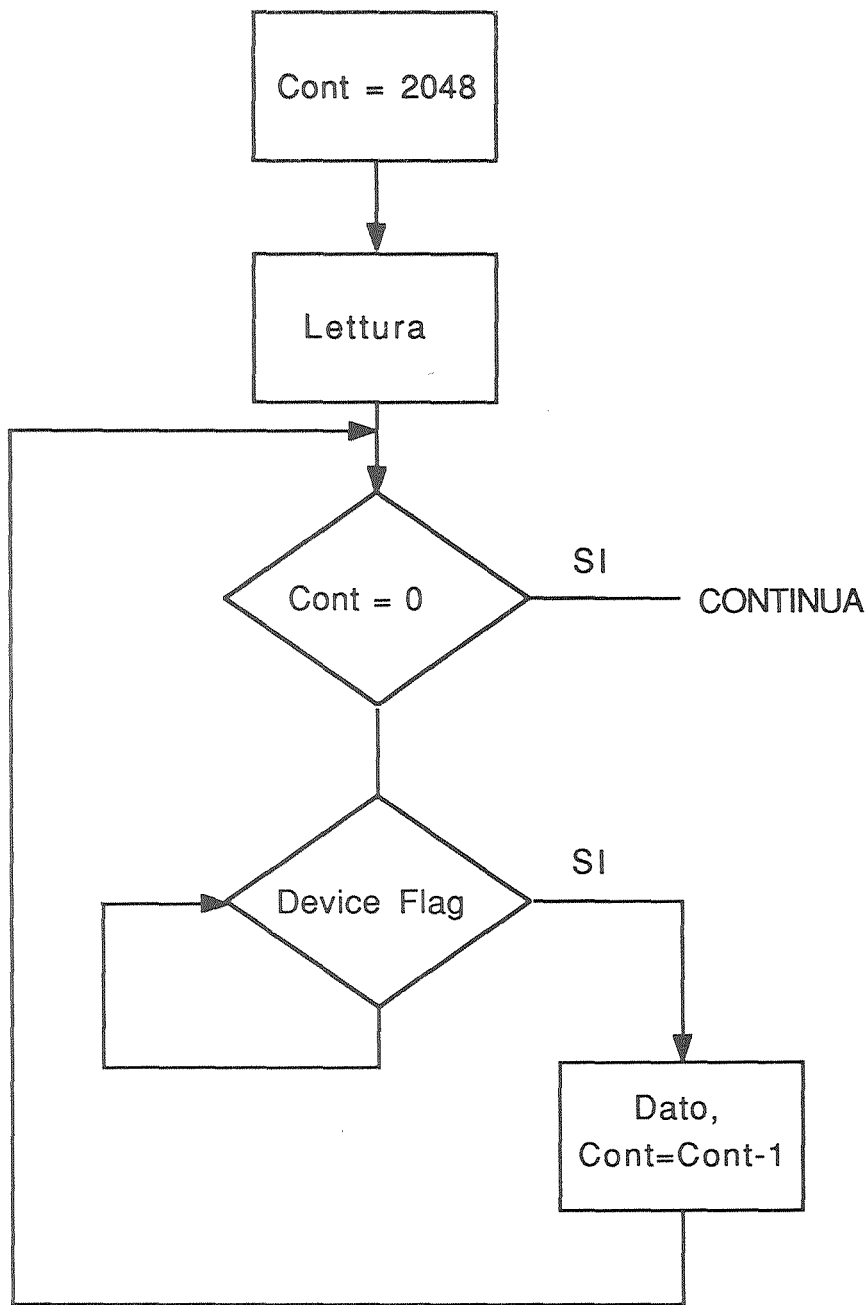


Fig.1.4 Operazione di lettura del sensore

Sez.2) Modo di impiego

2.1 Componente hardware

La componente hardware del dispositivo di acquisizione MFA/36 è costituita da (v. fig.2.1):

- A) Un alloggiamento per la sorgente luminosa
- B) Un banco di acquisizione, comprendente il sistema di traslazione B1, l'obiettivo B2 e il modulo trasduttore-elettronica B3
- C) Un cassetto contenente la circuiteria di controllo e di alimentazione.

2.2 Caricamento della pellicola

La pellicola da digitalizzare viene alloggiata nel portarullino e agganciata alla bobina di raccolta; ruotando il pomello di questa bobina si può sovrapporre l'inizio del fotogramma da acquisire alla fenditura luminosa (v. fig.2.2).

Il lato corto del fotogramma (di altezza 24 mm) viene esplorato dal trasduttore optoelettronico; secondo il tipo di sensore impiegato si hanno 1024 o 2048 valori di campionamento lungo la colonna di scansione (asse x del sistema); gli spostamenti del carrello elettromeccanico, lungo l'asse x del sistema, determinano la coordinata della riga di scansione. Il carrello effettua una corsa di 36 mm, corrispondente al lato lungo del fotogramma da acquisire.

L'immagine digitalizzata riprodotta sul monitor TV senza elaborazioni appare come in fig.2.3; a causa della disposizione dei componenti ottici dell'MFA, rispetto all'immagine osservabile direttamente sul fotogramma si ha una rotazione di 90° rispetto all'asse z ed un ribaltamento speculare; l'immagine sullo schermo può essere resa sovrapponibile a quella originale mediante elaborazioni via software.

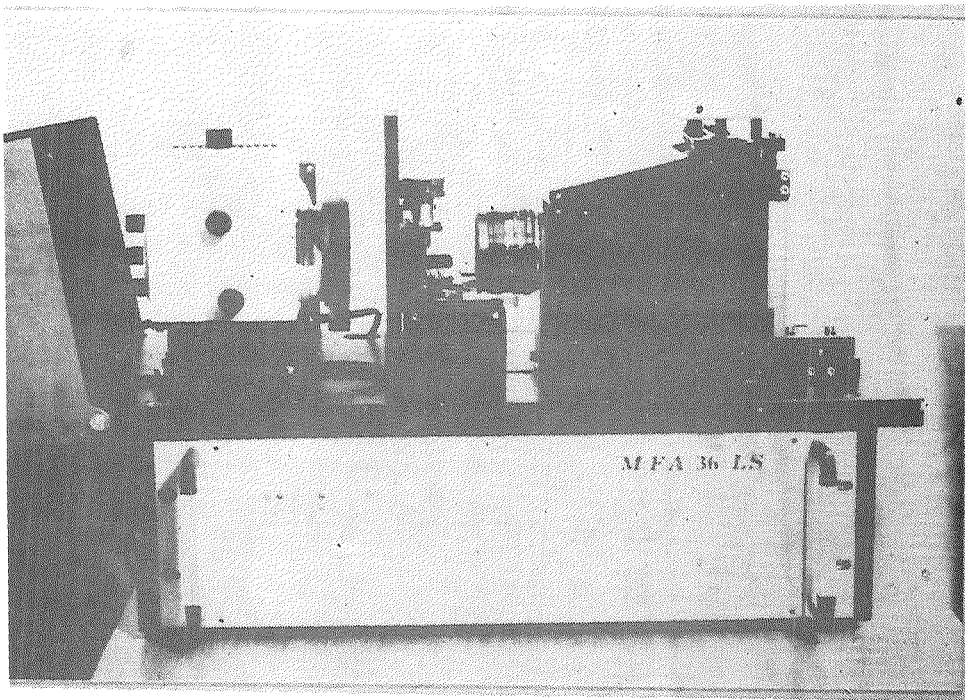
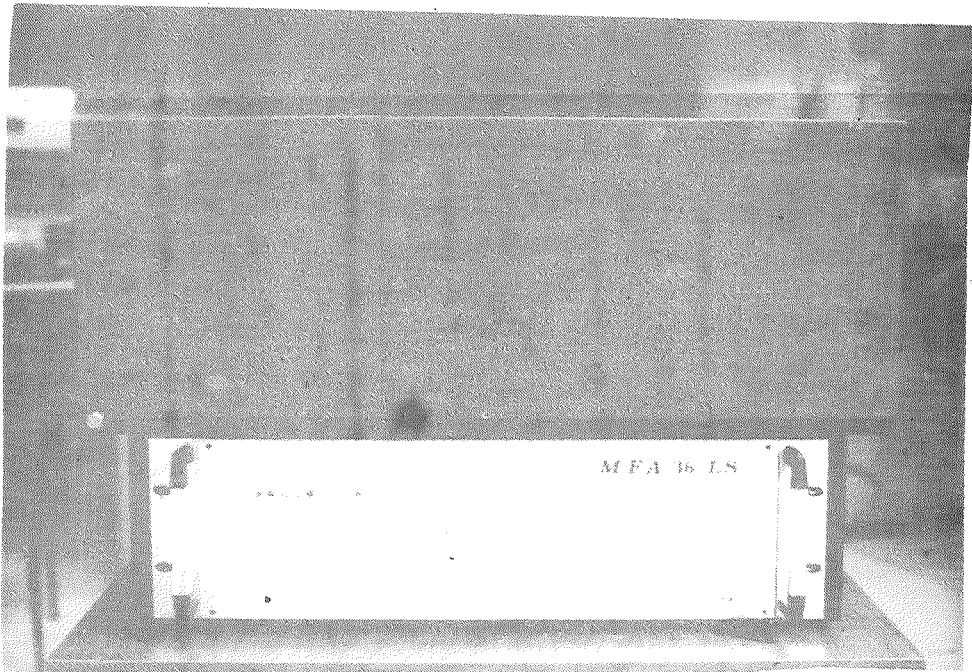


Fig.2.1 MFA 36/LS

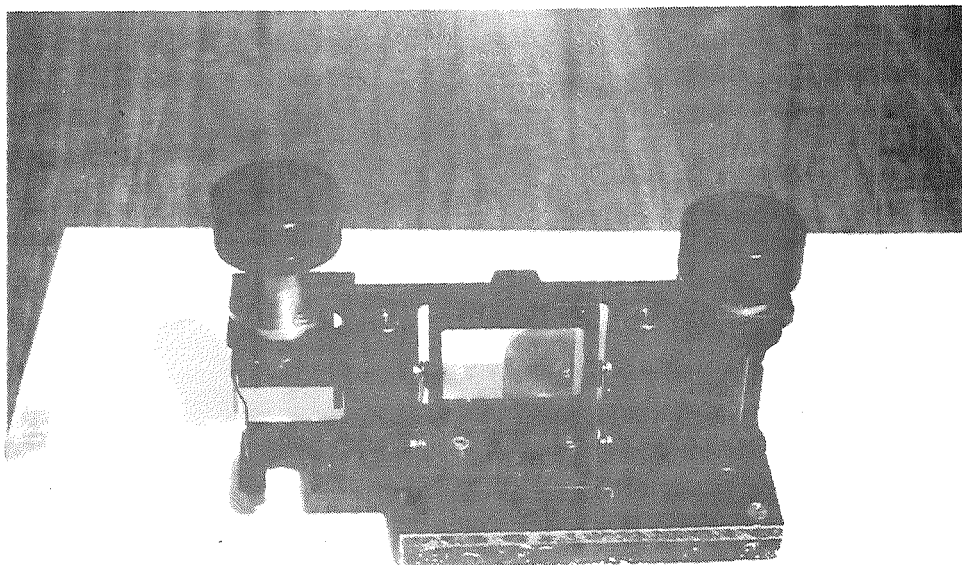


Fig. 2.2 Alloggiamento della pellicola

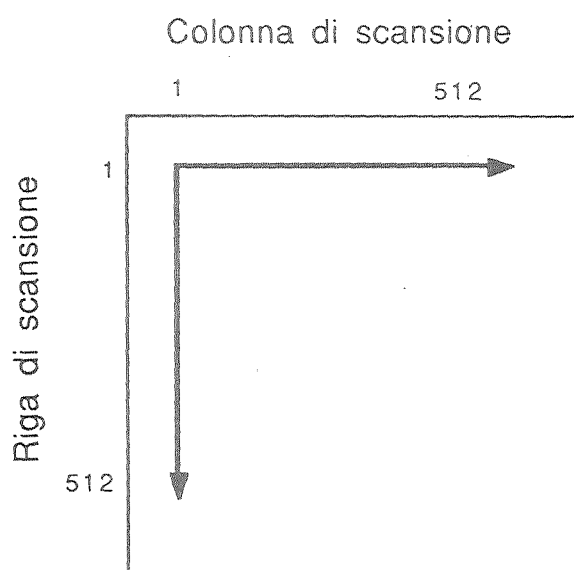


Fig.2.3 Rappresentazione delle immagini digitali sullo schermo TV

2.3 Regolazione del diaframma

L'obiettivo di ripresa è dotato di un diaframma che deve essere regolato in funzione della trasparenza del fotogramma da acquisire in modo da non mandare in saturazione il sensore optoelettronico.

Per determinare il corretto valore di apertura si deve eseguire un'acquisizione di prova e si devono controllare i valori di misura ottenuti, aprendo o chiudendo il diaframma di conseguenza.

Sez.3 Descrizione della componente hardware

3.1 Schema a blocchi

La fig. 3.1 mostra lo schema a blocchi dell'MFA/36.

I comandi forniti dal calcolatore sono inviati attraverso il connettore di I/O alla scheda di controllo E; la scheda decodifica i comandi e invia:

- i comandi di moto alla scheda attuatore G che pilota il motore M
- i comandi di lettura al sensore C, attraverso la scheda D; la scheda D provvede a sincronizzare il comando di lettura col ciclo intero della circuiteria del sensore optoelettronico, a convertire in forma digitale su 8 bit i valori analogici dei segnali di campionamento e inviarli al calcolatore ospite tramite il connettore di I/O J4.

Nello schema sono indicati anche gli alimentatori P1, P2 e T che forniscono le tensioni necessarie per i vari componenti.

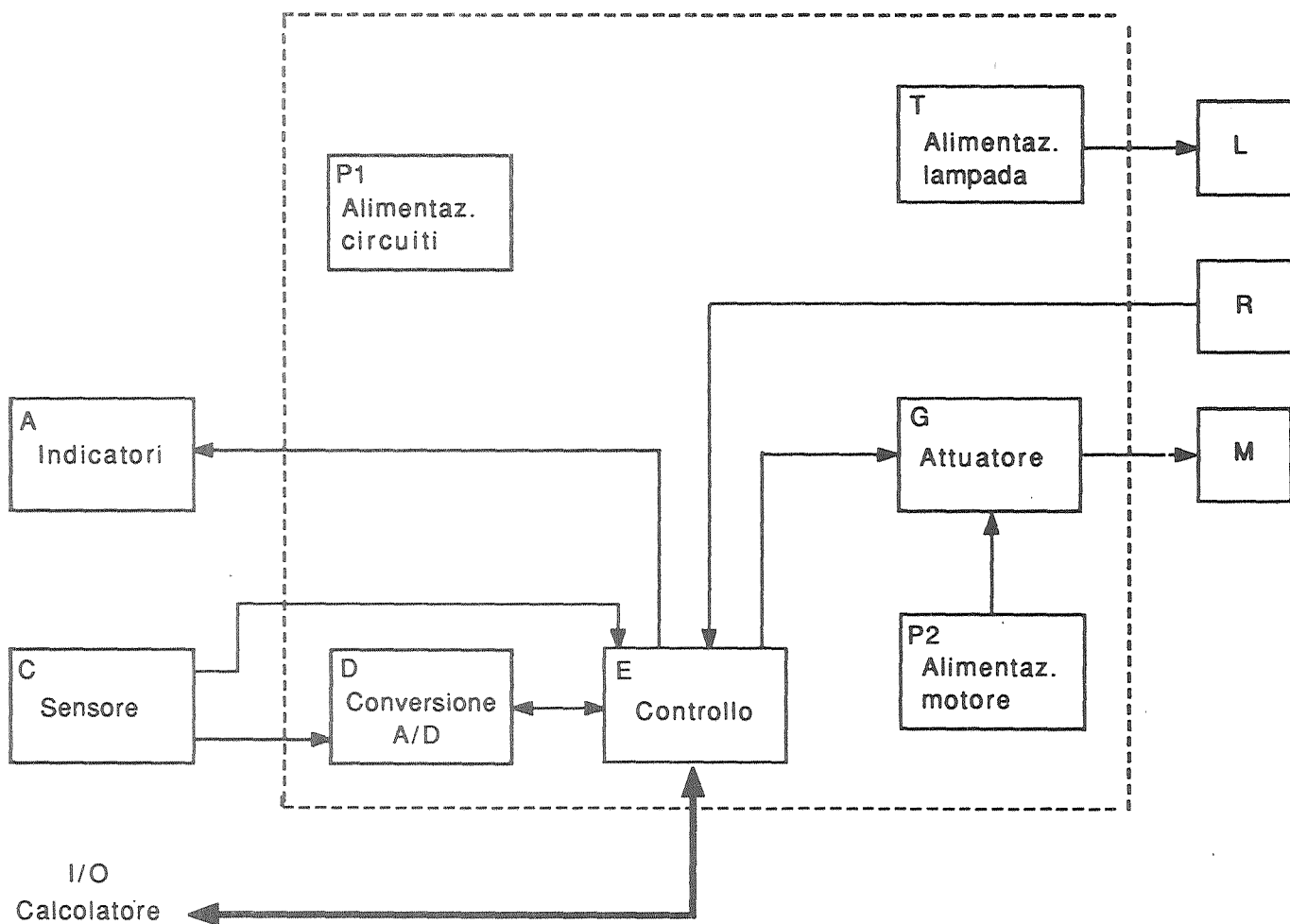


Fig.3.1 Schema a blocchi

Componenti dello schema a blocchi

- A - Scheda MFA B4: indicatori di stato
- C - Sensore optoelettronico RC1024H/RC2048H e schede di pilotaggio RC100B + RC107 / RC100B + RC108
- D - Scheda MFA B1: conversione segnale video/segnale digitale su 8 bit
- E - Scheda MFA B2: circuiti di controllo
- G - Attuatore per il pilotaggio motore p.p.
- L - Sorgente luminosa, lampada alogena 12V, 50/100W
- M - Motore per la scansione meccanica sull'asse y: Crouzet 89903001, 4 fasi 200 passi/giro
- R - Rivelatori di fine corsa
- P1- Alimentatore stabilizzato per circuiteria (5V, $\pm 15V$) Power-one HTAA-16W
- P2- Alimentatore per motore/attuatore
- T - Trasformatore 12V 8A per lampada 50/100W

Sez.4 Descrizione della componente software

4.1 Stazione di acquisizione MFA-PC

Nel calcolatore di gestione risiede la componente software dell'MFA, che provvede al controllo delle operazioni elementari di scansione e alla manipolazione dei dati.

La componente software è inserita in un sistema di gestione, che presenta un menù per la selezione delle operazioni da eseguire.

La fig. 4.1 mostra le operazioni relative all'acquisizione, eseguibili in una stazione di lavoro costituita da:

- un microfotometro a controllo numerico MFA
- un calcolatore tipo personal con bus IBM e memoria di almeno 640 KB
- una scheda video Matrox PIP-1024, con monitor pittorico.

I dati di acquisizione prodotti dal microfotometro sono archiviati sul disco del calcolatore in forma di matrici con dimensione massima di 2048^2 elementi; le matrici con dimensioni fino a 1024^2 elementi possono essere caricate sulla memoria video; sul monitor pittorico si possono osservare immagini digitali definite da matrici di 512^2 elementi.

I comandi di Reset e Panning agiscono sulla scheda video e sono utilizzati per la rappresentazione delle immagini acquisite; i comandi di scrittura e lettura trasferiscono i dati tra la memoria video e l'archivio sul disco; il comando di acquisizione richiama la procedura che fornisce le misure di densità o di trasparenza ottica di supporti trasparenti acquisiti mediante un digitalizzatore di tipo MFA.

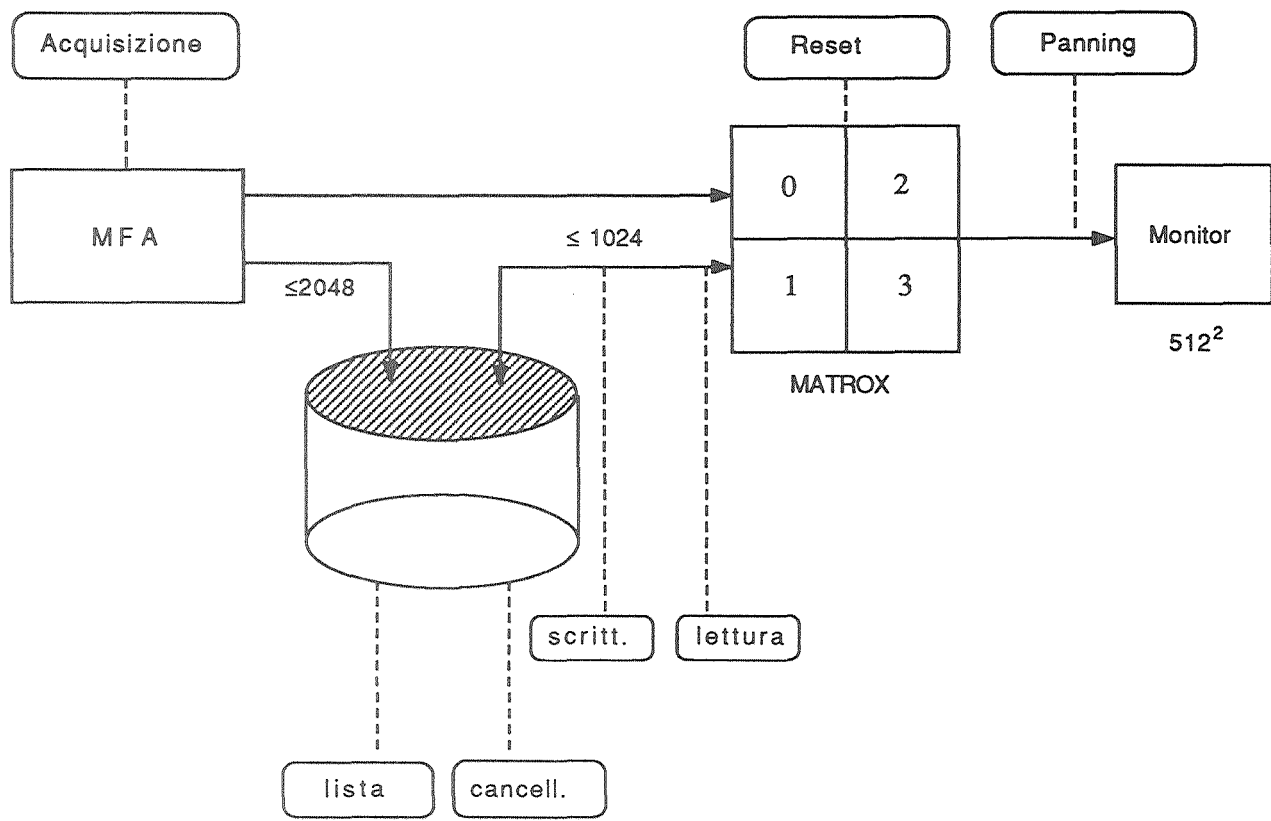


Fig. 4.1. - Operazioni sui dati

4.2 Descrizione della procedura di acquisizione

La procedura invia al digitalizzatore MFA i parametri di acquisizione selezionati dall'utente ed elabora i dati ricavati dal trasduttore optoelettronico del digitalizzatore: ad es. le misure di trasparenza ottica vengono ottenute dividendo il segnale di scansione prodotto da ciascuna cella del trasduttore per il segnale di riferimento determinato in precedenza. Le matrici ricavate da un'acquisizione sono costituite da $N \times M$ elementi di 1 byte ciascuno.

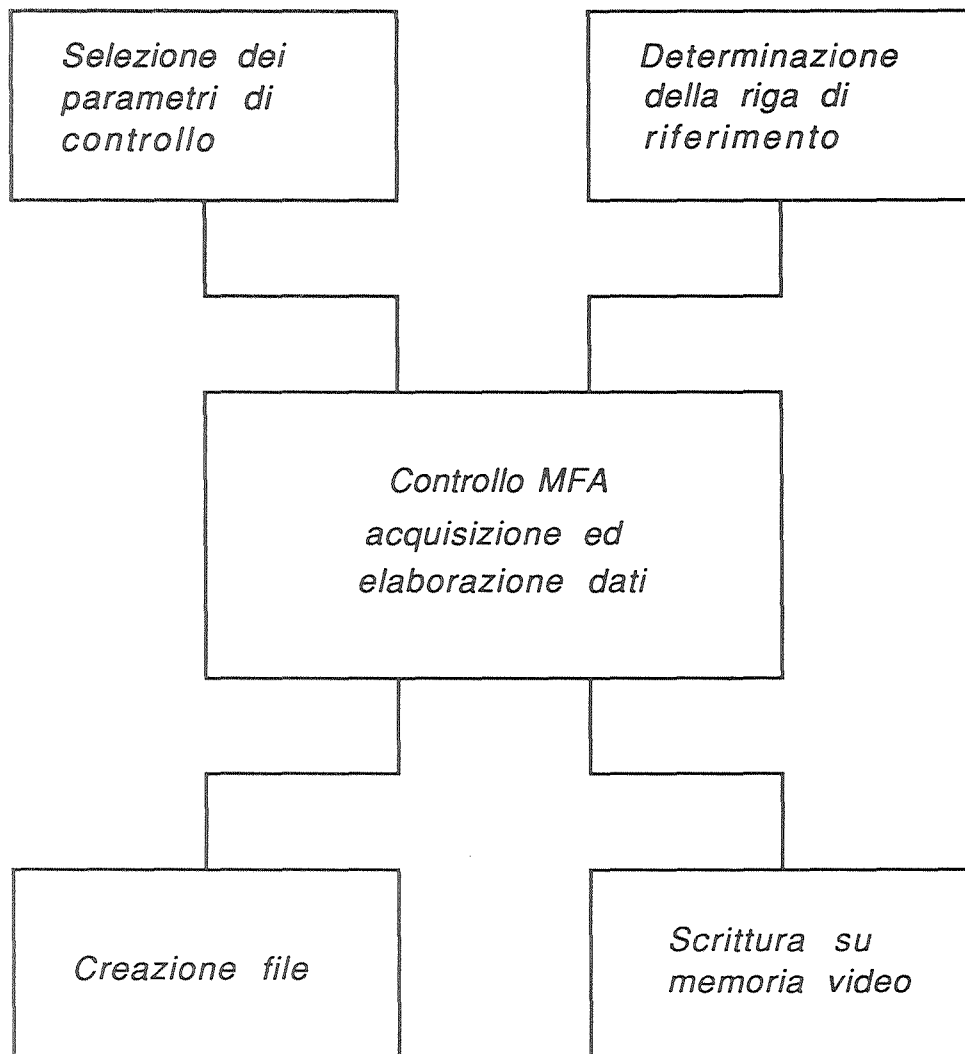
All'attivazione della procedura, nel caso in cui il digitalizzatore sia spento, sullo schermo del terminale compare il messaggio:

*** MFA NOT READY ***

con l'istruzione per continuare, altrimenti viene scritto il menù principale delle operazioni.

Le opzioni del menù sono selezionabili in ordine qualsiasi, scrivendo il codice numerico (senza CR), tranne che alla chiamata iniziale della procedura: in questo caso si deve scegliere per prima l'opzione 1, per fornire alla procedura i valori di riferimento utilizzati nelle fasi di elaborazione.

Al termine di ciascuna esecuzione viene ripresentato il menù principale; la procedura viene terminata con la selezione \emptyset , e può essere interrotta col comando $\langle \text{Ctrl} \rangle + \langle \text{C} \rangle$.



Schema a blocchi della procedura

- 1) Determinazione della riga di riferimento
- 2) Monitoraggio
- 3) Inserimento manuale coordinate di acquisizione
- 4) Acquisizione intero fotogramma
- 5) Inserimento funzione di trasformazione
- 6) Grafico della riga di riferimento

Menù di gestione della procedura di acquisizione

1) DETERMINAZIONE DELLA RIGA DI RIFERIMENTO

Questa operazione viene utilizzata per leggere i valori di riferimento utilizzati per le misure di trasparenza ottica (T) o di densità ottica (D) sul fotogramma da acquisire. A questo scopo si possono seguire due vie.

1) Riga di riferimento da MFA

Premendo il tasto <CR>, il programma chiede la coordinata di scansione Y in cui effettuare una lettura: se il supporto portalastra è vuoto viene acquisito il valore di riferimento corrispondente a T=1, e le misure fatte successivamente sono espresse in valori assoluti di trasparenza; se invece sul portalastra è alloggiata una pellicola neutra con trasparenza T≠1, le misure fatte esprimono la trasparenza relativa al valore della pellicola di riferimento. In generale, il valore T misurato per ciascun pixel T_i è:

$$T_i = \frac{L_i}{L_{rif_i}} \quad , 0 \leq T_i \leq 1$$

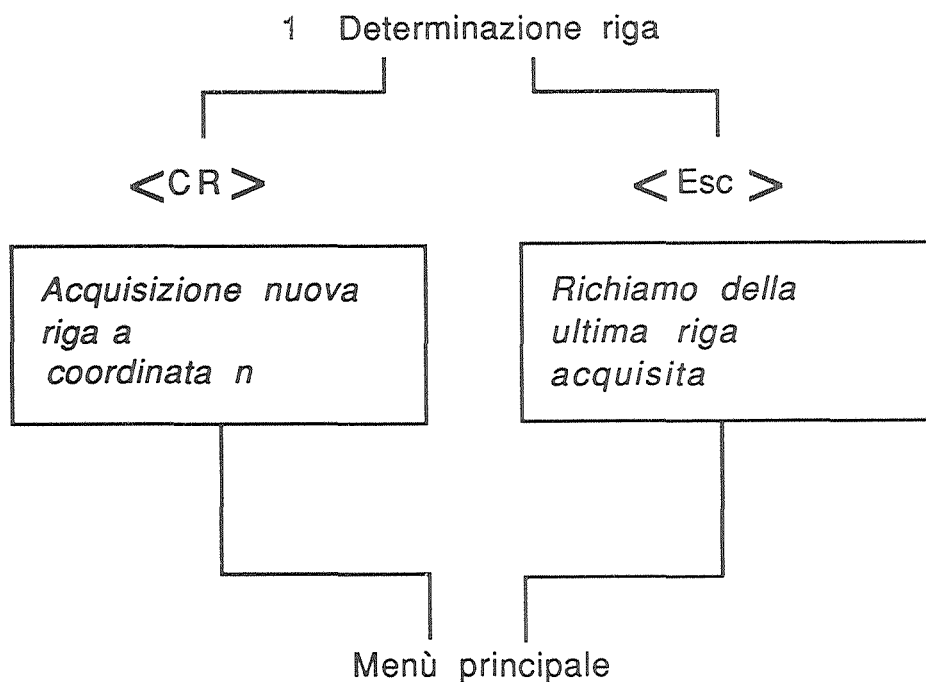
con L_i = livello di acquisizione dell'i-esimo pixel

L_{rif} = livello di riferimento dell'i-esimo pixel

Inizio acquisizione riga di riferimento (1-2651)

Inserendo il valore di coordinata $1 \leq n < 2651$, seguito da <CR>, il programma legge 50 righe successive al valore n, calcola il valore medio di riga e costruisce il vettore di riferimento; il vettore viene aggiornato automaticamente ogni volta che viene eseguita l'operazione.

Nel caso in cui non si voglia acquisire un nuovo vettore (ad esempio quando la procedura viene rieseguita a breve distanza di tempo), si può utilizzare il vettore determinato in precedenza premendo il tasto <ESC>.



Percorsi possibili dell'opzione 1

Per acquisire correttamente la riga di riferimento è necessario regolare il diaframma dell'MFA in modo da ottenere valori di lettura prossimi a 255, senza portare il trasduttore in saturazione. La corretta acquisizione della riga di riferimento viene controllata mediante l'opzione 6 che la disegna sul monitor di restituzione video pittorico (vedi descrizione).

2) MONITORAGGIO

L'opzione selezionata chiede la riga d'inizio scansione (rispondere con valore numerico + <CR>) e provvede ad eseguire la scansione di una finestra di 2048 righe x 2048 colonne, a partire dalla riga selezionata.

La scansione viene effettuata a passo 4 in x e y, producendo così una matrice di 512x512 elementi che viene rappresentata sul monitor pittorico utilizzando il quadro \emptyset della memoria video: il colore blu corrisponde al livello di acquisizione \emptyset , il colore rosso al livello 255, mentre la scala dei grigi è proporzionale al livello di lettura $1 \leq L \leq 254$: si può così regolare il diaframma dell'obiettivo dell'MFA, in modo da ottimizzare la lettura in funzione della trasparenza da acquisire.

Al termine dell'acquisizione si può selezionare:

<ESC>: Calcolo dell'istogramma

In questo caso, il programma calcola l'istogramma della matrice di 512^2 punti memorizzata sul quadro \emptyset e proietta i risultati sul quadro grafico. Il grafico ha come ascissa i livelli di acquisizione da \emptyset a 255, e in ordinata la popolazione dei livelli.

<CR>: Determinazione della finestra di acquisizione

In questo caso si utilizzano le quattro frecce della tastiera (o, indifferentemente, le frecce nord-sud del tastierino numerico) per selezionare l'area di interesse sull'immagine rappresentata sul monitor.

La finestra di acquisizione viene determinata mediante due vertici, stampati dal programma come coordinate punto iniziale e finale nel sistema di riferimento del portalastra: il programma indica anche le dimensioni della matrice corrispondente alla finestra selezionata.

Se si vuole modificare la finestra si hanno due possibilità:

<ESC> per modificare la posizione del secondo vertice della finestra

<Space> per modificare la posizione di entrambi i vertici. In entrambi i casi, spostando i vertici sullo schermo del terminale vengono scritte ed aggiornate le coordinate attuali espresse nel sistema di riferimento del portalastra.

Quando gli estremi di acquisizione sono corretti, si possono determinare altri due parametri:

<F1>: Fattore di compressione

Mediante il tasto funziona <F1> si può selezionare un fattore di compressione P compresa tra 1 e 4; se $P \neq 1$, l'acquisizione viene fatta con una media mobile di dimensioni $P \times P$ e la matrice prodotta è compressa P volte rispetto alla matrice corrispondente alla finestra determinata sul portalastra.

L'operazione di media mobile può essere esclusa mediante il comando <F2>: in questo caso l'acquisizione viene fatta leggendo un punto ogni P.

Al termine della selezione dei parametri sullo schermo alfanumerico si hanno le indicazioni di:

- coordinate degli estremi della finestra di acquisizione, nelle coordinate x,y del portalastra
- valore del fattore di compressione
- attivazione della memoria mobile
- dimensioni della matrice di acquisizione.

Premendo il tasto <CR> si ottiene la domanda relativa alla posizione del diaframma dell'obiettivo dell'MFA. Infatti, al fine di acquisire con precisione maggiore i valori di trasparenza bassa, se il diaframma dell'obiettivo è stato aperto rispetto alla condizione di acquisizione della riga di riferimento, i livelli di acquisizione così ottenuti vanno compensati per ottenere una corretta misura della trasparenza.

N.B.: aprendo il diaframma i livelli di acquisizione possono superare il valore contenuto nella riga di riferimento: in questo caso, la procedura assegna al pixel il valore zero.

Successivamente viene chiesto il tipo di misura da compiere. Si hanno tre possibilità:

<T> Misure di trasparenza

In questo caso la procedura fornisce per ogni pixel il valore di trasparenza T_i

$$T_i = \frac{L_i}{L_{rif}} \cdot K$$

dove K = fattore di correzione dipendente dall'apertura del diaframma

L_i = livello di acquisizione dell'i-esimo pixel

L_{rif} = livello di riferimento dell'i-esimo pixel

<D> Misura di densità

In questo caso la procedura fornisce per ogni pixel il valore di densità ottica D_i :

$$D_i = \log \frac{1}{T_i}$$

<F> Misura di grandezza arbitraria

In questo caso la procedura fornisce per ogni pixel il valore di G_i dato dalla relazione:

$$F = f(T)$$

definita in precedenza dall'utente mediante l'opzione 5 del menù principale; selezionando <F>, il programma chiede il nome del file che contiene la relazione $F = f(T)$.

In tutti i casi, i valori di misura vengono convertiti in interi su 256 livelli.

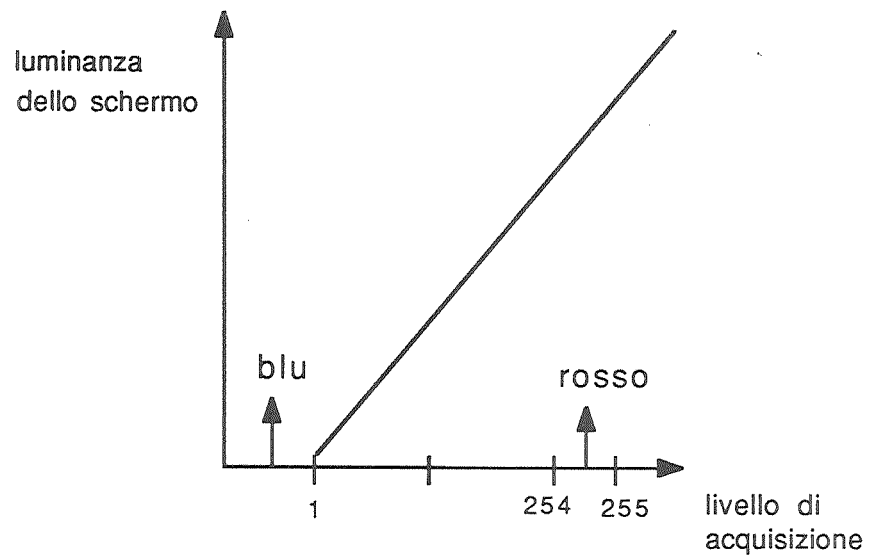
Dopo la selezione del tipo di misura, la procedura esegue il calcolo di una tabella di conversione, al termine del quale chiede il modo di uscita dei dati; si possono scegliere due possibilità:

<D> Uscita su disco

In questo caso, viene richiesto il nome del file e un eventuale commento, fino a 40 caratteri.

< V > Uscita su memoria video

In questo caso, se la dimensione della matrice è ≤ 512 , viene richiesto il quadro da selezionare.



Relazione luminanza-livelli di acquisizione nella fase di monitoraggio.

3) INSERIMENTO MANUALE COORDINATE DI ACQUISIZIONE

Se le coordinate di acquisizione nel sistema di riferimento del portalastra sono già note si può selezionare l'opzione 3 del menù principale; in questo caso la procedura consente, come descritto in precedenza, di variare il fattore di compressione, disattivare la media mobile e selezionare il tipo di misura e il modo d'uscita.

4) ACQUISIZIONE INTERO FOTOGRAMMA

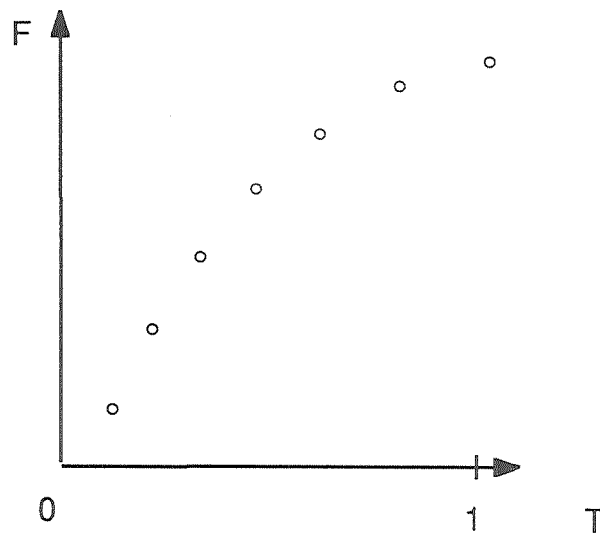
In questo caso, viene acquisita una matrice di 2048x2048 elementi con fattore di compressione 1, che può essere scritta soltanto su disco; la procedura richiede soltanto il tipo di misura da compiere.

5) INSERIMENTO FUNZIONE DI TRASFORMAZIONE

Questa opzione viene usata per costruire un file contenente una generica funzione di trasformazione $F=f(T)$, dove T è la trasparenza ottica definita nell'intervallo $(0,1)$.

Si devono fornire inizialmente i valori di F in corrispondenza degli estremi; successivamente si devono inserire le coppie (T_i, F_i) con $0 < T < 1$ fino ad un massimo di 256 coppie, comprese quelle relative a $T=0$ e $T=1$. Se il numero delle coppie inserite è minore di 256, la procedura provvede a interpolare linearmente i valori dati in modo da ottenere un vettore contenente 256 coppie.

L'inserimento dei dati viene terminato con la coppia di numeri n,m quando n è esterno all'intervallo $(0,1)$; la procedura domanda quindi il nome del file in cui archiviare i dati: il file può essere richiamato nelle opzioni 2, 3 e 4 col comando $\langle F \rangle$ all'atto della selezione del tipo di misura.



Funzione di trasformazione $F=f(T)$

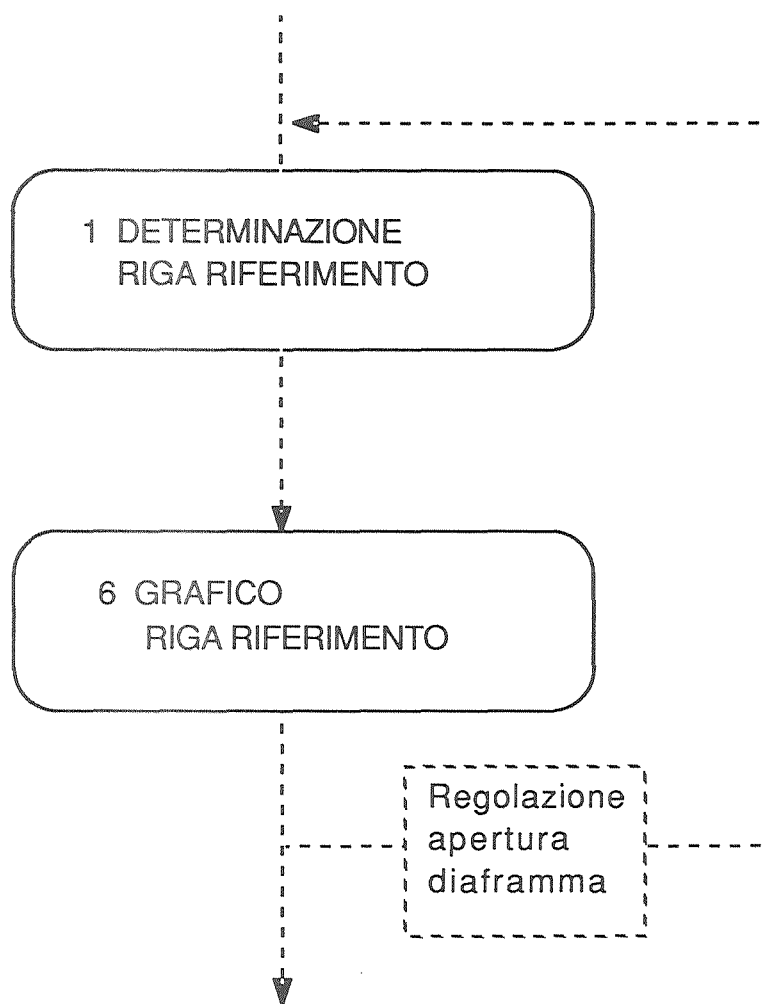
6) GRAFICO DELLA RIGA DI RIFERIMENTO

Selezionando il codice 6 sul menù principale, la procedura disegna il grafico della riga sul quadro 2 della memoria video; in ascissa è riportato l'indice i delle celle del trasduttore (fino a 1024 o 2048 a seconda del tipo di trasduttore impiegato), mentre in ordinata è riportato il valore di lettura compreso tra 0 e 255.

Le coordinate sul portalastra sono individuate da un asse x di colonna, parallelo al trasduttore, e da un asse y di riga, lungo la direzione di scansione meccanica: la coordinata x è compresa tra i valori 1 e 1024/2048, a seconda del tipo di trasduttore impiegato; la coordinata y è limitata dalla corsa del carrello.

La procedura richiede la coppia delle coordinate iniziali e la coppia delle coordinate finali di scansione: questi valori se sono già noti possono essere inseriti mediante l'opzione 3, altrimenti possono essere individuati mediante una scansione di monitoraggio.

I dati di acquisizione possono creare un file di dimensioni fino a 2048^2 ; nel caso di scrittura su memoria video si possono acquisire matrici fino a 1024^2 elementi.



Acquisizione della riga dei valori di riferimento per l'elaborazione dei dati di lettura.

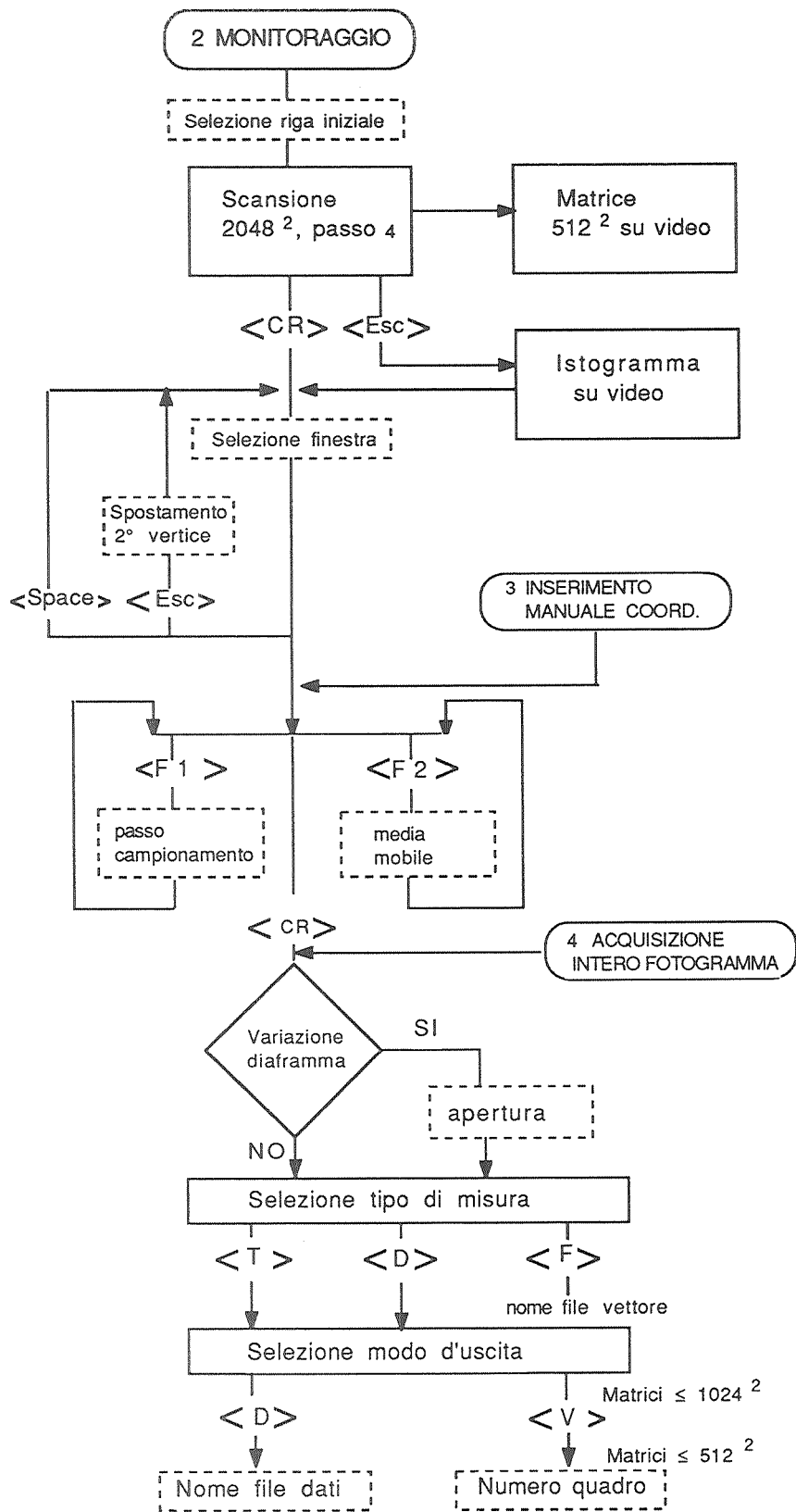


Fig. 4.2 - Diagramma di flusso