

APPLICAZIONI SCIENTIFICHE e COMPUTER GRAPHICS

P. Palamidese

R. Scopigno

P. Coltelli

G. Berti

F. Marchetti

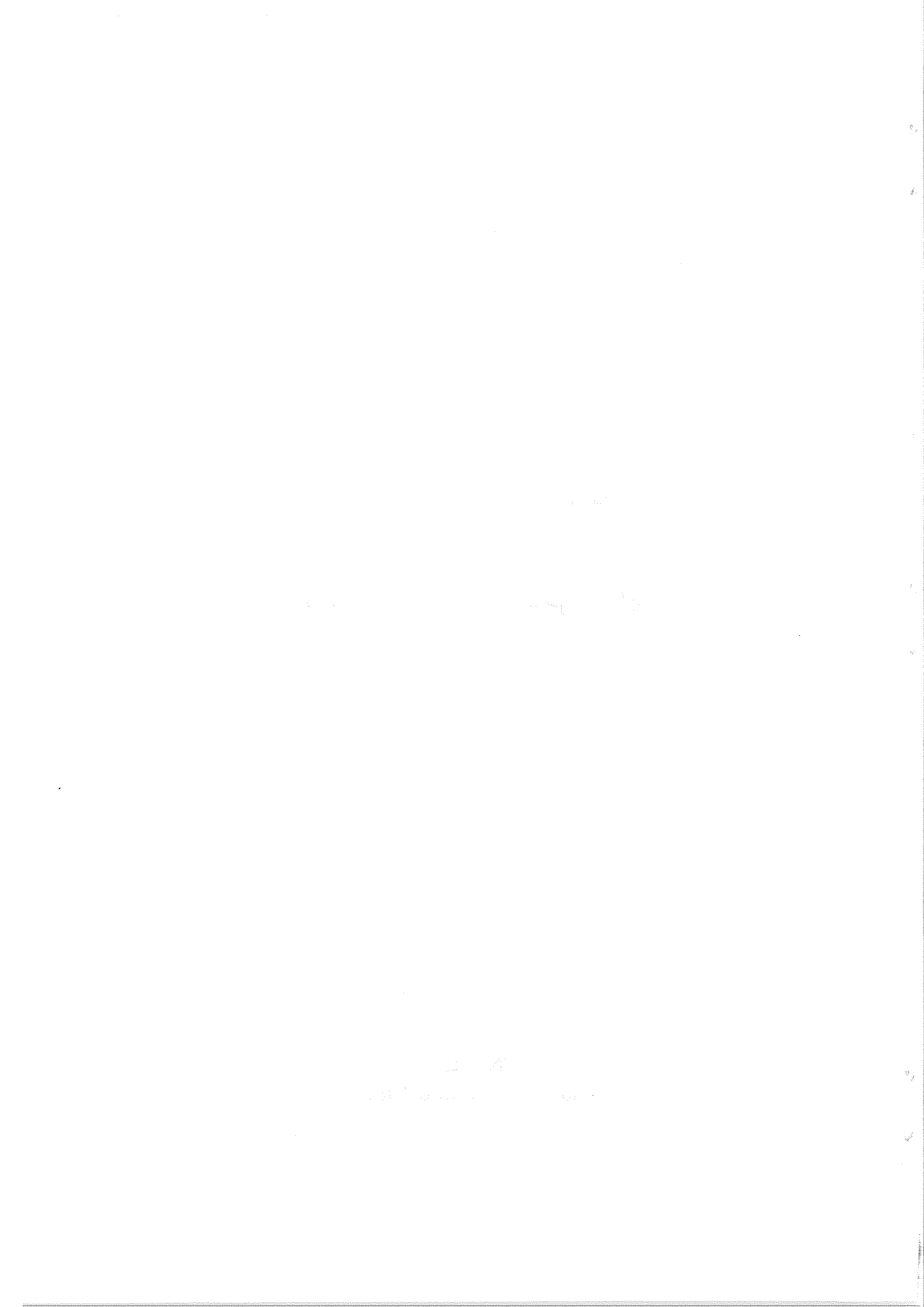
Rapporto interno C87-34



Giornata di studio
su

Applicazioni Scientifiche
e
Computer Grafica

CNUCE
Pisa 26 Novembre 1987



Applicazioni Scientifiche e Computer Grafica

Pisa 26 novembre 1987

9:30 - 12:30

- Introduzione
Linguaggi grafici per sviluppo applicazioni:
GDDM, graPHIGS, PLOT10/IGL
(*P. Palamidese - CNUCE*)
- Computer grafica e colore: grafica raster e vettoriale,
dispositivi di restituzione (plotter, hardcopy, slides,
animazione)
(*R. Scopigno - CNUCE*)
- Esempio di uso di sistemi di computer grafica:
 - analisi dei campi anomali in geofisica
(*G. Berti - Dip. Scienze della terra - Univ. Pisa*)
 - rappresentazione di strutture cristalline
(*F. Marchetti - Dip. Chimica e Chimica Industriale - Univ. Pisa*)

14:00 - 17:00

- Presentazione dei pacchetti grafici UNIRAS indipendenti
dall'hardware e orientati a problemi di contouring, mapping,
applicazioni sismiche e geologiche
(*B. Chapon - UNIRAS - Parigi*)
- Dimostrazione software UNIRAS

CNUCE



Linguaggi grafici di base e applicazioni scientifiche

Patrizia Palamidese
CNUCE

Introduzione: Visualizzazione di dati scientifici

L'uso del calcolatore per svolgere ricerca in campo scientifico viene definito **computational science** ; la creazione di immagini tramite computer necessita l'uso di tecniche di **computer graphics** e **image processing** che sono proprie della **computer science**.

L'applicazione di queste tecniche alla computational science rappresenta un settore di sperimentazione emergente che ha già una sua definizione ed un acronimo: si parla di **Visualization in Scientific Computing (VISC)**.

Il calcolo scientifico insieme allo studio teorico ed all'uso di strumentazioni sperimentali rappresenta un modo di perseguire l'indagine nelle varie branche della scienza; la visualizzazione dei risultati diventa non solo una necessità ovvia per la comprensione dei dati ma uno strumento ulteriore di indagine che integra quelli tradizionali.

Il problema della visualizzazione emerge in modo più drammatico quando il ricercatore ha grosse masse di dati da esaminare, come per esempio quando usa supercomputers. Sorgenti tipiche di dati scientifici sono le seguenti:

- **Supercomputers**
- **Satelliti in orbita che restituiscono dati di risorse terrestri, militari, metereologici e astronomici**
- **Navicelle spaziali che mandano dati planetari e interplanetari**

- **Strumentazioni per registrazioni di entità geofisiche**
- **Scanners in campo medico (TAC, NMR)**

Gli strumenti hardware e software disponibili sul mercato sono abbastanza in grado di soddisfare molte delle esigenze del ricercatore anche se diventano ben presto più che soluzioni a problemi, dei problemi essi stessi:

workstations incompatibili fra di loro con interfacce non sempre adatte al ricercatore e softwares poco portabili.

connessione tra mezzi di calcolo incompatibili con protocolli di rete non pensati per attività di visualizzazione.

Una ragione va individuata nel fatto che l'hardware e il software grafico è stato progettato soprattutto per rispondere alle esigenze di settori spesso estranei alla ricerca quali la

progettazione industriale.

la pubblicità.

la cinematografia.

l'in house publishing.

Un altro motivo risiede nel fatto che le attività gestionali/progettuali non hanno pesanti esigenze di visualizzazione in ambiente di rete e quindi è mancata una forte pressione alla messa a punto di collegamenti adatti.

Le necessità più tipiche del ricercatore che dovranno essere analizzate e portate a soluzione possono essere individuate tra quelle elencate di seguito:

- **simulazioni e calcoli guidati interattivamente**
- **uso di calcolatori (soprattutto supercomputers) tramite workstations**
- **strutture di calcolo maggiormente orientate alla grafica**

- protocolli di rete per la trasmissione di immagini
- memorizzazione e gestione di grosse masse di dati
- parallelizzazione e/o vettorializzazione di algoritmi per grafica e immagini
- architetture specializzate per la grafica e le immagini

In riferimento al primo punto bisogna notare che, quando i dati scientifici sono elaborati su computers, i ricercatori non desiderano solo la visualizzazione dei risultati ma richiedono l'analisi dei risultati intermedi e la possibilità di poter cambiare parametri e vederne l'effetto. Richiedono cioè di poter interagire con i loro dati invece di operare nel tradizionale modo batch:

calcola.

genera l'immagine e visualizza.

stampa su carta.

Il ricercatore adotta alcune tra le soluzioni proposte dalla tecnologia attuale e avanza molte proposte di miglioramento dei sistemi hw/sw di visualizzazione soprattutto in termini di interfacce utente e di standardizzazione.

La produzione di strumenti di visualizzazione per la ricerca richiede competenze appartenenti a vari settori:

scientifico specifico.

software di visualizzazione.

linguaggi.

sistemi operativi.

basi di dati.

reti.

device drivers.

hardwares di workstations e softwares.

interfacce uomo-macchina.

Per quanto riguarda più specificamente le tecniche grafiche, il ricercatore scientifico si avvale dei risultati conseguiti in diversi settori quali:

Computer Graphics

Image processing

Computer Vision

Computer Aided Design

Signal Processing

User Interface Studies

Introduzione al GDDM/graPHIGS

Il GDDM (Graphical Data Device Manager) è il sistema per calcolatori IBM che gestisce tutti i dispositivi sia grafici che alfanumerici di casa IBM: stampanti, plotters, scanners e terminali.

La più recente versione per il sistema operativo VM è : GDDM/VM Version 2.1.

Le funzioni fornite dal GDDM sono

primitive grafiche 2D di tipo vettoriale.

primitive per definire immagini di pixels.

segmenti.

memorizzazione di immagini in un file indipendente dal device per il trasporto dell'immagine anche su devices non supportati.

gestione dei devices di input.

gestione di campi alfanumerici (fullscreen)

I drivers sono disponibili per tutti i terminali della famiglia 3270, le printers e le stampanti ad alta risoluzione come la laser IBM 3820 e la IBM 4250 a elettroerosione.

Oltre al prodotto base sono disponibili alcune applicazioni di livello più elevato come il pacchetto PGF (Presentation Graphics Features) per la rappresentazione di dati come funzioni o istogrammi. Altri pacchetti sono per la definizione di simboli sia in modo raster che vettoriale (Image Symbol Editor e Vector Symbol Editor). Tutto ciò sembra comunque abbastanza orientato ad applicazioni di tipo business graphics.

Negli ultimi anni l'IBM ha cercato di allineare il suo prodotto a quelle che sono le proposte internazionali di standardizzazione presentando in particolare:

GDDM/GKS
GDDM/graPHIGS

Il graPHIGS è basato sulla proposta ANSI per il Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System (PHIGS) le cui routines vogliono agevolare la realizzazione di programmi grafici, particolarmente quelli orientati al CAD.

Le routines graPHIGS possono essere chiamate da programmi scritti in FORTRAN, PL/I, PASCAL, ASSEMBLER per la implementazione di applicazioni *device independent* (così dice il manuale IBM I).

Infatti sono disponibili i drivers per l'IBM 5080 Graphics System, l'IBM 3250 Graphics Display System e i devices IBM della famiglia 3270. Più esattamente per la gestione dei dispositivi 3270 c'è un'interfaccia con il GDDM.

Le potenzialità del graPHIGS sono poco evidenti quando è usato sui terminali della serie 3270 (3279, 3179, 3270 PC/GX...) dato che tutte le operazioni sono eseguite a software sull'host.

Il graPHIGS è invece particolarmente adatto alla stazione intelligente 5080 (o alla sua versione "personal" cioè il sistema 6150) che comprende il processore grafico 5085 in grado di eseguire diverse operazioni che non vengono quindi caricate sull'host.

Caratteristiche del display IBM 5081:

risoluzione	1024x1024
dim. schermo	19 inch.
colori	256
tavolozza	4096

Caratteristiche del processore grafico IBM 5085:

- sistema e display list 128KB
- 4 tipi di linea
- 4 sets di caratteri ad alta velocità
- generatore di caratteri programmabile (fino a 16 sets)
- generatori di cerchi

frame buffer doppio

connettibile a varie periferiche: tastiera, dials, tablet, tasti funzionali

visualizzazione di immagini raster da host

conversione veloce vettoriale-raster

filling di aree (panels predefiniti)

trasformazioni e clipping 2D e 3D

calcolo di funzioni matematiche (seno, coseno...)

Lo schermo del 5080 ha una risoluzione di 1024x1024 pixels con 128 colori disponibili contemporaneamente su una tavolozza di 4096. Mentre sui terminali di tipo GDDM c'è una risoluzione di 720x384 pixels con una tabella di soli 7 colori contemporanei su 128.

Il 5080 è molto adatto ad una programmazione altamente interattiva dato che tutti i dispositivi di input sono fisicamente disponibili e le operazioni di input sono gestite dal processore grafico. I devices di input sono: 1 LOCATOR, 2 STROKE, 8 VALUATOR, 2 CHOICE, 1 PICK, 1 STRING. Possono essere agevolmente usati in modo asincrono (EVENT).

La funzione PICK è essenziale nella implementazione di una interfaccia in cui l'utente deve selezionare strutture o semplicemente un comando in un menu. Il PICK non è implementato sui terminali 3270.

Anche i VALUATORS (DIALS) sono utilissimi per introdurre valori di rotazione o traslazione degli oggetti sullo schermo. Non sono presenti sui terminali 3270.

La mancanza più significativa del graPHIGS rispetto alla proposta di standard PHIGS è l'assenza della funzione di archiviazione dei disegni.

Dal punto di vista dell'utilizzatore le prestazioni più interessanti e utili del graPHIGS sono la gestione della **coda di input (EVENT mode)**, le **strutture** e le **viste**.

Event	GPINCH	(Initialize Choice) per stabilire alcune condizioni iniziali: es. solo i tasti funzionali selezionabili sono illuminati
	GPCHMO	(Set Choice Mode) per stabilire che i dispositivi di CHOICE sono per esempio in EVENT mode
	GPAWEV	(Await Event) trasferisce un item della coda di eventi in buffer di lettura e restituisce al programma l'indicazione del tipo di evento (es: CHOICE)
	GPGTCH	(Get Choice) per leggere il numero di CHOICE selezionato dall'utente
Structure	GPOPST (5)	Open Structure 5
	GPINLB (1)	Insert Label
	GPTX2	TEXT 2D
	GPINLB (2)	Insert Label
	GPCLST	Close Structure
Editing	GPOPST (5)	Open Structure
	GPDL (1,2)	Delete Elements Between Labels 1 e 2
	GPTX2	insert new text
	GPCLST	Close Structure
Viste	GPVCH (v2)	Set View Characteristics (es: view 2; associa il colore del fondo, l'attributo di visibilità, la trasparenza)
	GPVMP2(v2,W,V)	associa alla vista 2 la trasformazione window-viewport
	GPARV (v2,5)	Associate Root 5 to View 2 (cioè associa la struttura 5 alla vista 2)
	GPVP(v2,v0,H)	Change View Priority (View2 Higher than View0). Es: per avere in ritorno dal LOCATOR le coordinate della vista 5 invece che della vista 0

Introduzione al PLOT10/IGL

Il software Tektronix PLOT 10 Interactive Graphics Library (IGL) è una libreria di routines grafiche disponibili per diversi computers e dedicate agli implementatori di applicazioni grafiche su stazioni grafiche Tektronix.

Il PLOT 10 è nato, nella sua prima versione, parecchi anni fa ed è basato sui concetti definiti nella proposta di standard grafico CORE dell'ACM SIGGRAPH. Questa proposta è stata ufficialmente superata dal GKS e probabilmente dal PHIGS ma la ricchezza di funzioni che offre è tale da consentire comunque applicazioni di una certa complessità.

L'IGL è costituito da un codice FORTRAN adatto ad essere usato con il FORTRAN 66 e 77 e la versione attuale è la 6.2.

L'IGL comprende un pacchetto di base che contiene:

**Primary Command Set
Panels Emulation and Support
Graphics Text Emulation and Support
insieme di device drivers**

Due moduli superiori e opzionali contengono invece queste funzioni avanzate:

**Line Smoothing Emulation and Support
4110 Series Special Feature Escapes
Graphics Segments Support
3D Graphics Support**

Questa versione oltre a tutti i drivers per i terminali della Tektronix comprende anche drivers per terminali in ambiente IBM che sono gestiti dal GDDM Release 4.0. In questo caso le routines IGLINI, IGLSTR, NEWDEV possono avere queste chiamate:

3179,1	standard	3179
3279,1	standard	5279
5279,1	standard	5279

5279,5	5279 ADMGDF file
5379,1	5379 display a 32 righe
5377,5	5379 ADMGDF file display a 32 righe
5379,2	5379 display a 43 righe
5379,6	5379 ADMGDF file display a 43 righe

Quando il device richiesto è di tipo ADMGDF l'IGL dirige l'output su un file il cui nome dipende dall'installazione (in genere è IGLPLT).

Un'altra interessante possibilità è quella di creare un TCADPLOT OUTPUT FILE invocando il driver:

1001,1 TCADPLOT output file

Questo driver crea un file ASCII TekniCAD che può essere letto da PLOT10 TCADPLOT, un software che interpreta tale formato e invia l'output ad una grande varietà di plotters.

Primary Command Set

Le routines contenute nel Primary Command Set sono tutte quelle che consentono di disegnare primitive bidimensionali vettoriali con trasformazioni, attributi, input sincro da LOCATOR e STRING, archiviazione (CAPTURE/REPLAY file).

Panel Emulation and Support

Questo modulo che fa parte del pacchetto di base, aggiunge una nuova primitiva grafica: il panel.

Con panel si intende una area piana chiusa il cui interno è riempito.

Il modulo PANEL SUPPORT serve da interfaccia a quei terminali che supportano panels via hardware (es: serie 410X terminali raster).

Il modulo PANEL EMULATION fa sì che i panels possano essere rappresentati anche su terminali vettoriali (es: serie 4010).

Le principali routines fornite sono:

FILPAN	specifica il tipo di panel
PANEL	definisce l'area da riempire in 2D
PANL3D	definisce l'area da riempire in 3D
PATERN	per definire patterns non default di tipo vettoriale

Graphics Text Emulation and Support

Fornisce diverse funzioni per la composizione di testi che non sono presenti nel Primary Command Set: es. gli attributi di precisione, la dimensione dei caratteri e degli spazi, l'uso di markers.

Senza questo emulatore i testi sono rappresentati solo mediante le fonti disponibili su un dato hardware. L'emulatore permette di usare fonti definite come strokes e le carica nella memoria locale per le fonti. E' possibile editare le fonti cancellando caratteri o costruendone di nuovi.

La gestione delle fonti è particolarmente utile nel caso si vogliano caratteri speciali. Sono fornite alcune fonti opzionali:

Astronomia
Cartografia
Elettronica
Lingua e Letteratura
Markers
Matematica
Metereologia
Musica

Line Smoothing Emulation and Support

Queste routines rendono agevole il disegno di linee curve sia nel caso di spezzate che di linee chiuse con tecniche spline e polinomiale.

Special Features Escapes

Il concetto di Escapes viene qui usato nello stesso senso delle proposte di standard: per utilizzare quelle funzioni che sono dipendenti dall'hardware. Queste routines si intende vengano usate per i terminali intelligenti della serie 410X forniti di particolari possibilità avanzate:

- fino a 64 viste o viewports possono essere definite e si può passare dall'una all'altra; la display memory può essere usata in modo tale che il terminale si comporta come se avesse diverse superfici su cui disegnare
- i segmenti possono essere visualizzati in modo stored o rinfrescati
- ZOOM di una porzione rettangolare della vista attiva

- funzioni di input avanzate: gridding, inking, rubberbanding, digitalizzazione continua e automatica da tavoletta in funzione di un parametro distanza o tempo
- controllo di quando le modifiche grafiche devono essere visualizzate (deferral conditions)
- le fonti possono essere caricate nella memoria locale e usate con grande efficienza come se fossero definite ad hardware
- immagini raster memorizzate sull'host possono essere visualizzate e un disegno sullo schermo può essere memorizzato sull'host come un file raster
- operazioni analoghe al punto precedente possono essere eseguite su insiemi di dati pixels
- definizione di patterns di tipo raster

Graphics Segment Support

Senza questo supporto l'IGL crea solo primitive grafiche e non retained segments. Ovviamente questo è un livello di software piuttosto utile per qualsiasi applicazione.

Si ritiene qui che siano note le caratteristiche e le possibilità dei segmenti.

Si fa notare che la funzione PICK per l'input è disponibile a partire da questo livello e non è presente insieme alle funzioni di input definite precedentemente.

3D Graphics Support

La grafica tridimensionale appartiene all'ultimissimo livello. Si presumono note tutte le problematiche connesse alla rappresentazione di oggetti 3D ed alla definizione dei parametri di viewing.

Alcune osservazioni sulle Special Features Escapes

Viste multiple

E' possibile definire fino a 64 viste (viewport) distinte e solo una tra queste è quella attiva (vista corrente). Ciò consente di mantenere in memoria locale diverse scene o più versioni della stessa scena.

I comandi essenziali sono:

definisci le caratteristiche della vista
seleziona la vista corrente

Se si cancella una vista scompaiono dallo schermo i segmenti presenti su di essa ma non vengono ovviamente cancellati dalla display list.

Superfici multiple

Per capire come è possibile gestire superfici di disegno logicamente diverse bisogna considerare alcune caratteristiche dei terminali raster.

Il pennello elettronico che spazzola lo schermo illumina ogni pixels secondo le indicazioni di un **raster memory buffer**. Questo buffer non contiene direttamente il colore ma un indice che punta ad una **color map**.

Il numero di colori che un terminale può rappresentare contemporaneamente dipende dalla lunghezza dell'indice contenuto nel memory buffer. I 4 bits per pixel di un 4111 rappresentano gli indici da 0 a 15 cioè indirizzano una tabella con 16 entrate (colori).

Le dimensioni del memory buffer sono date in termini di **bit planes** cioè numero di bits per pixels. Con le funzioni Special Purpose Escape è possibile definire delle **superfici** di disegno astratte in cui sono contenuti oggetti che possono essere trattati separatamente da quelli contenuti in altre superfici.

Per default tutti i bit planes sono assegnati alla superficie 1. Con il comando

SETSRF

a cui è assegnato per esempio il parametro (2,2,0,0) è possibile assegnare 2 bit planes alla superficie 1, 2 bit planes alla superficie 2, 0 bit planes alle superfici 3 e 4. Le superfici 1 e 2 che hanno due bit planes ciascuno possono rappresentare 4 colori. Bisogna sempre ricordare che la dialog

area è sulla superficie 1 e ci deve sempre essere un bit plane disponibile per questa area.

Ogni superficie può avere la sua propria color map.

Le superfici sono caratterizzate dagli attributi di **visibilità e priorità**. La superficie con più alta priorità cioè la superficie 1 viene rappresentata per ultimo e copre tutte le altre. La priorità può essere modificata.

Segment Display Mode

E' un attributo dinamico dei segmenti.

Storage Mode: il pennello elettronico descrive l'immagine con sufficiente intensità sullo schermo in modo che l'immagine rimane visibile senza altri interventi fino a che non viene cancellata.

Refresh mode: il pennello traccia l'immagine con minore intensità ma la rinfresca diverse volte al secondo (60) in modo che appaia persistente. Questa rappresentazione può essere sfruttata per cambiare dinamicamente degli attributi del segmento e ottenere animazioni.

Inking .Rubberbanding.Gridding.Dragging

Sono delle operazioni che influiscono sul cursore cioè quando si invoca il LOCATOR. L'effetto inking si ottiene invocando

SETINK

e permette di connettere punti che vengono selezionati successivamente con il cursore.

L'effetto rubberbanding si ottiene invocando

SETRUB

e consente di disegnare una linea in modo refresh tra l'ultimo punto introdotto e la posizione corrente del cursore.

L'effetto gridding si ottiene invocando

SETGRD

e fa in modo che i punti individuati dal cursore siano in realtà confinati a

quelli di una griglia predefinita.

L'effetto dragging attivato dalla chiamata **DRGSEG** (drag a segment) consente di traslare un segmento spostando il cursore.

Pixel Access Routines

I **grafici vettoriali** sono creati da chiamate tipo MOVE e DRAW e possono subire trasformazioni geometriche ed essere inclusi in segmenti. Questi grafici non sono presenti solo sullo schermo come immagine ma esistono come coordinate memorizzate su cui varie routines IGL possono agire.

Le **immagini PIXELS** invece non possono essere manipolate da comandi IGL di traslazione, rotazione ecc. e sono memorizzati sostanzialmente come indici.

Comunque ogni immagine, una volta che è sullo schermo, è una immagine di pixels e come tale può essere salvata in un **IGL pixel data file** (IGL PDF).

Le routines per la gestione di immagini pixels consentono in particolare di visualizzare un file pixel su host e di memorizzare su host una immagine che è sullo schermo.

**DISPOSITIVI DI INPUT/OUTPUT
IN AMBIENTE GRAFICO**

P. Coltelli, R. Scopigno

Handwritten text, possibly a signature or name, located in the upper right quadrant of the page.

Indice

1.	INTRODUZIONE	1
2.	DISPOSITIVI DI OUTPUT	5
2.1	DISPLAY	5
2.1.1	Refresh catode tube	5
2.1.2	Altre tecnologie	9
2.2	DISPOSITIVI HARD COPY	12
2.2.1	Pen plotters	12
2.2.2	Tecnologia elettrostatica	13
2.2.3	Stampanti a matrice di punti	13
2.2.4	Stampanti laser	14
2.2.5	Stampanti a getto di inchiostro	15
2.2.6	Stampanti a trasferimento termico	15
2.2.7	Output su supporto fotografico	16
2.3	DISPOSITIVI ORIENTATI ALL'ANIMAZIONE	19
3.	DISPOSITIVI DI INPUT	22
3.1	INPUT GRAFICO	22
3.1.1	Tastiera	23
3.1.2	Tavoletta grafica (tablet)	23
3.1.3	Joystick	23
3.1.4	Trackball	24
3.1.5	Mouse	24
3.1.6	Ligth pen	24
3.1.7	Touch panel	24
3.1.8	Voice system	25
3.1.9	Evoluzione di sistemi ed interfacce nella gestione dell'input	26

3.2	INPUT DI IMMAGINI	28
3.2.1	Fototubo e fotomoltiplicatore	31
3.2.2	Fotodiodo e fototransistor	32
3.2.3	Telecamera	33
3.2.4	Array di fotodiodi e CCD	36
3.2.5	Meccanismi di scansione	37
3.2.6	Convertitore analogico-digitale	40
3.2.7	Scanner	40
3.2.8	Sistemi di digitalizzazione a telecamera	41
3.2.9	Sistemi flying spot	42
3.3	DISPOSITIVI DI MEMORIZZAZIONE DI IMMAGINI	43
	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI	45

1. INTRODUZIONE

L'evoluzione e l'ampia diffusione della computer graphics è stata caratterizzata da una notevole trasformazione delle tecniche e della tecnologia per la gestione dell'input/output. Dall'unica possibilità di colloquio con l'ambiente esterno gestibile con l'uso di comandi READ/WRITE, operanti su dati alfa-numeriche e tipica dei linguaggi di programmazione, si è passati ad ambienti caratterizzati da una molteplicità di possibilità di interazione con l'esterno; molteplicità dipendente sia dall'insieme di modalità diverse messe a disposizione dagli attuali ambienti grafici che dal proliferare di dispositivi periferici che rendono possibile tale interazione. Questa sensibile evoluzione è resa immediatamente evidente dal confronto delle fig.1 e 2, la prima raffigurante l'uscita di un vecchio sistema per la gestione di dati cartografici realizzata con stampante a catena di caratteri e la seconda l'immagine restituita da un moderna stampante a getto di inchiostro. Il divario tra queste due immagini è analizzabile non solo in termini di qualità della stampa ma anche e soprattutto come quantità di informazione rappresentabile.

VECTOR GRAPHICS versus RASTER GRAPHICS

Le immagini generate da computer possono essere divise in due classi:

vector graphics (line drawing)

raster graphics (continuous tone images)

Oltre ad essere diverse nell'aspetto le due classi di immagini richiedono anche tecniche ed algoritmi di generazione molto diversi. Esempio classico di immagini vettoriali sono i disegni tecnici costituiti da una serie di linee sul piano bidimensionale. Esempi di immagini raster sono invece sia un'immagine da satellite che una vista di un oggetto tridimensionale (es. pezzo meccanico) generata da un modellatore solido e costituita di superfici colorate ed illuminate.

Tecnica vettoriale: le immagini sono costituite da un insieme di linee. Gli oggetti sono quindi definiti e visualizzati per mezzo delle loro linee di contorno (rappresentazione "wire frame"). Le superfici sono rappresentate dalla loro frontiera, o eventualmente rese più direttamente visibili con la sovrapposizione di grigliati.

Tecnica raster: le immagini sono costituite da array rettangolari di punti; ogni cella dell'array e' detta picture element (pixel) ed ad essa e' associata un livello di colore (o di grigio). Sia le linee che le superfici sono quindi rappresentate individuando tutti i pixel contenenti punti a loro appartenenti ed assegnando loro l'associato valore colore.

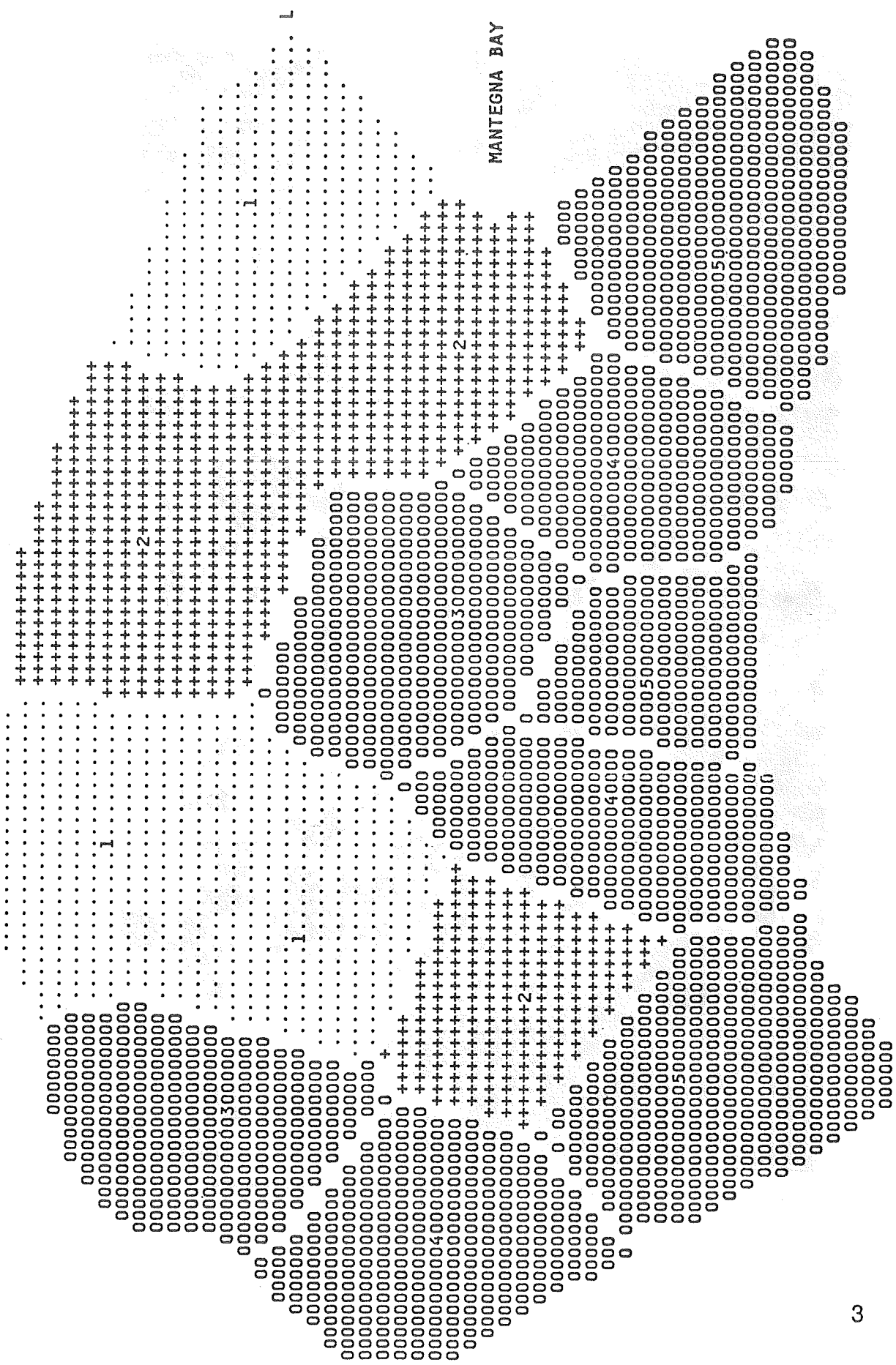
Vantaggi della grafica raster:

- a) possibilita' di gestire output costituiti non di sole linee (es. immagini pittoriche);
- b) è in genere possibile utilizzare un ampio spettro di colori, superando le limitazioni tipiche dell'ambiente vettoriale quali la limitazione nel numero di penne e quindi di colori per i plotter o il numero massimo di 3/4 colori per la tecnologia "beam penetration" (display a colori vettoriali).
- c) difficoltà nell'ambiente vettoriale a simulare la variazione di colore su una superficie (shading).

Svantaggi della grafica raster:

- a) in genere, l'utilizzazione di tecniche raster richiede l'utilizzazione di algoritmi di complessità più alta degli analoghi algoritmi adatti all'ambiente vettoriale. La maggiore complessità è però quasi sempre compensata dalla superiore qualità e dal realismo dell'immagine generata.

Fig. 1 : Uscita di un vecchio sistema per gestione di mappe tematiche.

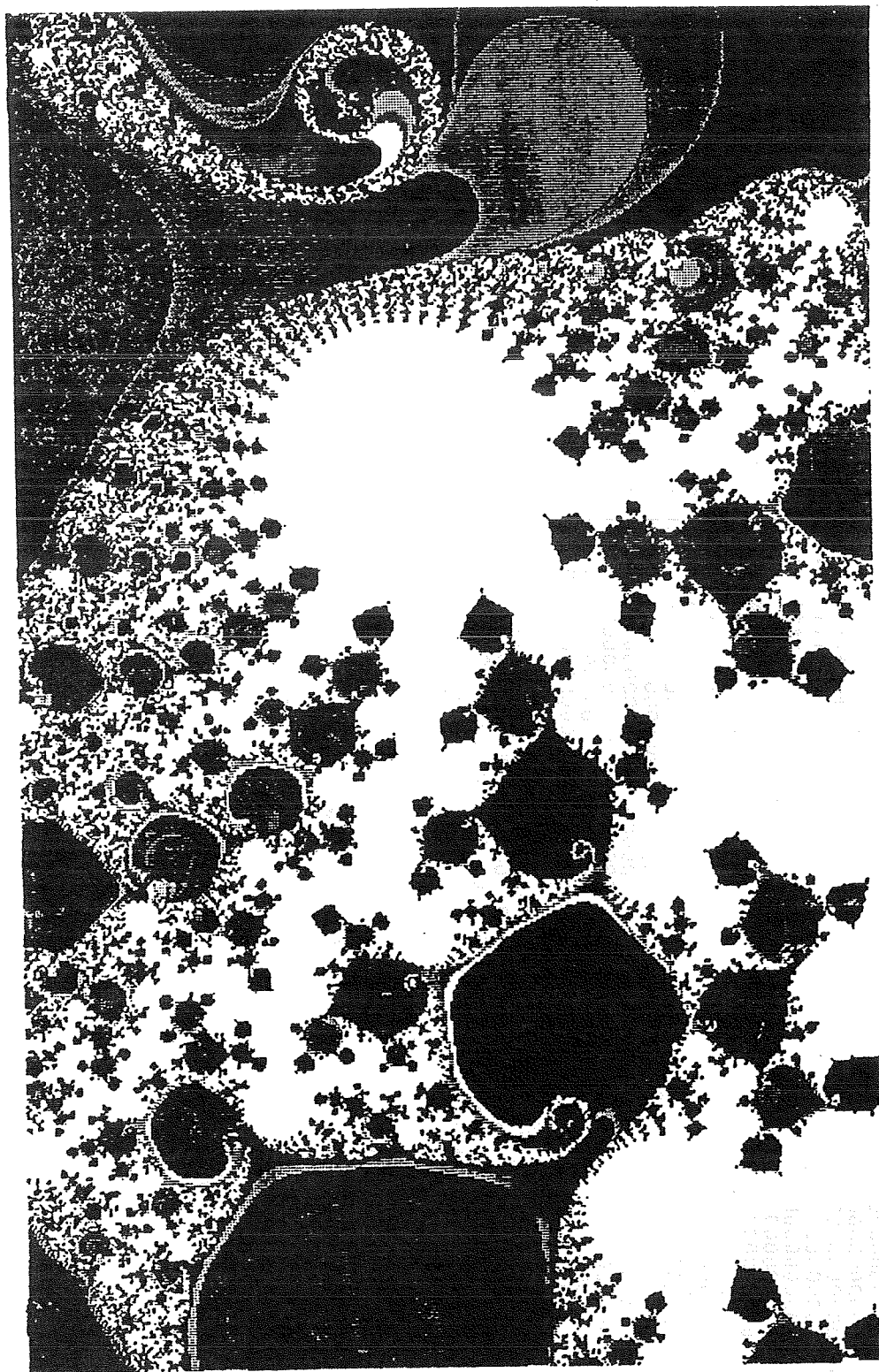


MANTEGNA BAY

L = LIGHTHOUSE

-----3-----4-----5-----6-----7-----8-----9-----I-----+-----2-----

Fig. 2 : Stampa realizzata con stampante a getto di inchiostro.



2. DISPOSITIVI DI OUTPUT

2.1 DISPLAY

Utilizzato in genere come principale dispositivo di output di una stazione grafica. La tecnologia elettronica piu' frequentemente usata per la realizzazione di display e' la C.R.T. (catode ray tube, tubi catodici), usata anche per i TV domestici. Caratteristica dell'attuale evoluzione dei display e' il fatto che le loro prestazioni non si misurano al giorno d'oggi solo in termini di resa ottica (risoluzione o resa cromatica ad esempio) ma anche in funzione delle capacita' grafiche che mettono a disposizione. Accanto al tubo catodico ed alle sue caratteristiche va infatti valutata la quantita' di intelligenza cablata nel dispositivo intesa come caratteristiche della memoria di quadro (per i raster) e come capacita' di generare localmente e visualizzare pattern diversi (caratteri, icone o tessiture) o linee e curve.

2.1.1 REFRESH CATODE TUBE

Un fascio di elettroni passa attraverso i sistemi di messa a fuoco e di deviazione per poi colpire la superficie interna dello schermo, su cui gli elementi di fosforo eccitati dal fascio di elettroni emettono luce per un quanto di tempo (Fig. 3). Poiche' il fosforo perde luminosita' velocemente il punto da visualizzare deve essere continuamente colpito dal fascio (refresh) per mantenere luminosita' quasi costante.

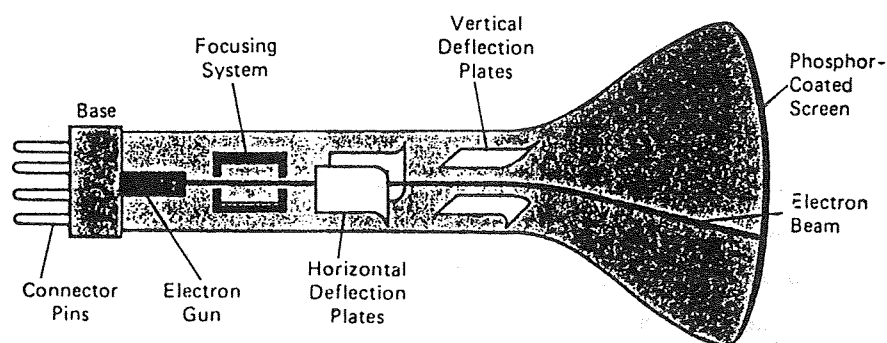


Fig. 3 : Schema di funzionamento di un display C.R.T.

Display Random-Scan e Raster-Scan

Un tubo catodico puo' in linea teorica essere utilizzato in entrambe le modalita' (Fig. 4, 5).

Random scan:

il fascio e' puntato direttamente sulle parti da illuminare e l'immagine è creata visualizzandone una linea alla volta. Per tale ragione sono detti anche **vettoriali** (vector).

Raster scan:

il fascio percorre tutto lo schermo, riga per riga, e l'intensita' del fascio e' modulata definendo l'immagine come un insieme di punti. L'immagine e' quindi rappresentata in questo caso da un set di punti e non da un insieme di linee. La capacita' di un raster di memorizzare e visualizzare l'intensita' luminosa associata ad ogni punto dello schermo lo rende adatto alla visualizzazione di immagini costituite da aree a colorazione costante o degradante. La raster scan e' inoltre la tecnica utilizzata nei TV domestici, da cui deriva il basso costo delle unita' di questo tipo e il loro veloce e costante progresso tecnologico.

Vediamo le principali variabili di valutazione delle caratteristiche di un display (alcune delle quali proprie dei soli display raster):

Persistenza (persistence):

quanto di tempo per cui il fosforo continua ad emettere luce dopo essere stato colpito dal fascio. Definita come tempo necessario affinché la luminosita' decada ad 1/10 di quella originaria.

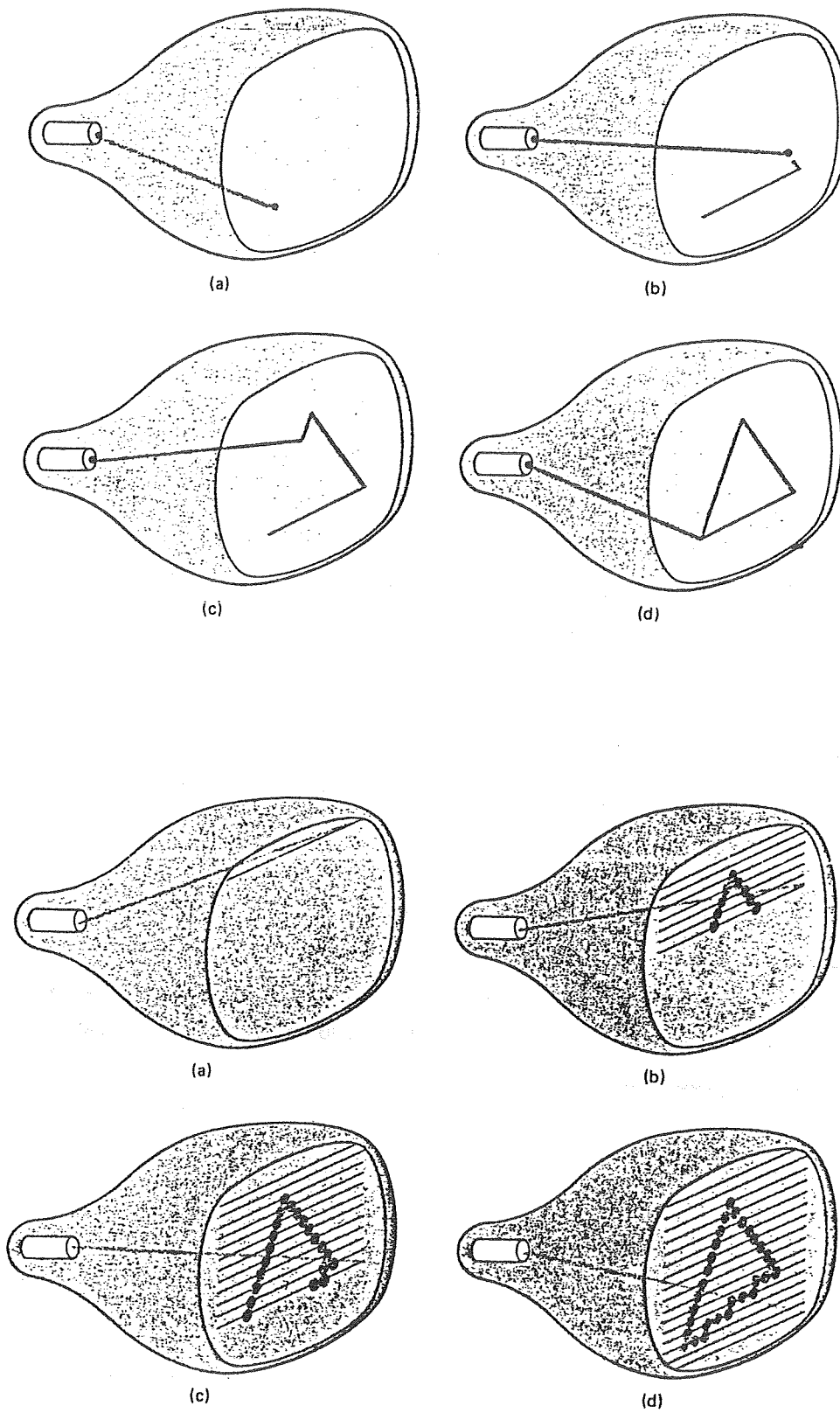
Tubi catodici con fosfori ad bassa persistenza richiedono chiaramente alta frequenza di refresh per visualizzare un'immagine sullo schermo senza effetto di sfarfallamento (flicker). Fosfori a bassa persistenza sono utili ad esempio in computer animation mentre quelli ad alta persistenza sono piu' indicati per la visualizzazione di immagini molto complesse e statiche.

La lucentezza (brightness) di un display e' in genere variabile a piacere e dipende dall'intensita' del fascio di elettroni.

Risoluzione (resolution):

in genere si intende per risoluzione il massimo numero di punti (pixel, picture element) che possono essere visualizzati sulla superficie dello schermo. Una

Fig. 4 e 5 : Visualizzazione di un disegno (un triangolo) su display vettoriale (in alto) e raster (in basso).



definizione piu' rigorosa del termine indica il numero di punti per centimetro (o pollice) che possono essere visualizzati orizzontalmente e verticalmente. La risoluzione di un C.R.T. dipende dal tipo dei fosfori usati, dal sistema di focalizzazione e da quello di deviazione del fascio.

Il numero di punti su ogni lato dello schermo fornito dai display attuali va da 512*512, ormai considerata la risoluzione minimale, a 1024*1280 o 1024*1024 di molti display di buon livello fino ai grandi schermi 4K*4K utilizzati per applicazioni particolari.

Aspect ratio:

caratteristica importante che indica il rapporto tra numero di punti in verticale e numero di punti in orizzontale necessari per visualizzare linee di uguale lunghezza in entrambe le direzioni dello schermo. In pratica definisce il rapporto tra i lati del pixel.

Piani di memoria (bit planes):

ha significato per i soli display raster, indicando l'ampiezza della memoria di quadro associata allo schermo. Ogni display raster è dotato di una memoria di quadro utilizzata per il refresh, composta da tante celle quanti sono i pixel dello schermo e su cui vengono memorizzate le informazioni relative ad ogni pixel. Il numero di piani di memoria indica il numero di bit associati ad ogni pixel e da tale numero dipende quindi il numero di colori o di livelli di grigio visualizzabili. Per la realizzazione delle memorie di quadro cominciano ad essere ampiamente utilizzate le Video-RAM, memorie che permettono un accesso parallelo per la scrittura dall'host e per la lettura per il refresh del display.

Il refresh in un raster scan e' effettuato in genere con frequenze che vanno dalle 30 alle 60 volte al sec.

I display vettoriali hanno in genere risoluzione piu' alta di quella dei raster, non essendo per essi necessario il refresh di tutto lo schermo ma solo dei vettori effettivamente visualizzati.

Monitor CRT a colori

Sono in genere basati sull'utilizzazione di fosfori emittenti luminosità di colore diverso.

Tecnica Beam-penetration:

utilizza due strati di fosforo sovrapposti, il fascio viene modulato in intensità in modo che raggiunga solo il primo strato o che penetri anche nel sottostante. E' usata per i soli display vettoriali, da' la possibilità di gestire solo quattro colori e fornisce immagini di bassa qualità.

Tecnica Shadow-mask:

metodo universalmente usato per i raster (anche tv color). Lo schermo presenta una serie di aree ognuna composta da tre punti luminosi realizzati con fosfori a luminosità di diverso colore. Il tubo catodico genera tre fasci di elettroni, ognuno diretto ad uno dei tre punti e la sovrapposizione delle tre luminosità genera un'ampia banda di colori visualizzabili.

Nei sistemi a basso costo il cannone può essere settato solo on/off e non in intensità, generando solo 8 colori. Il numero di colori visualizzabili contemporaneamente su video va quindi dai 16 colori (fascia bassa) ai 256 e più, selezionabili in genere su palette di tonalità ben più estese.

2.1.2 ALTRE TECNOLOGIE

Pannelli al plasma

Realizzati interponendo una regione riempita di gas neon tra due lastre di vetro (Fig. 6), su ognuna delle quali e' posta una serie di elettrodi verticali o orizzontali. Il passaggio di corrente in due elettrodi illumina il volume di neon corrispondente al loro punto di incrocio. Per illuminare un singolo punto e' necessario far passare nei relativi elettrodi un voltaggio superiore a quello sufficiente a tenerlo acceso (principio di funzionamento del neon). Con voltaggio costante di base applicato a tutti gli elettrodi rimangono invece accese le sole celle già eccitate. Caratteristica importante di questa tecnologia è quindi il non necessitare di refresh.

Hanno in genere risoluzione limitata e costo per ora piu' alto dei CRT. Vantaggi sono l'essere piatti, meno ingombranti dei CRT, trasparenti (possibilita' di inserire sul retro immagini in trasparenza), e non richiedere refresh.

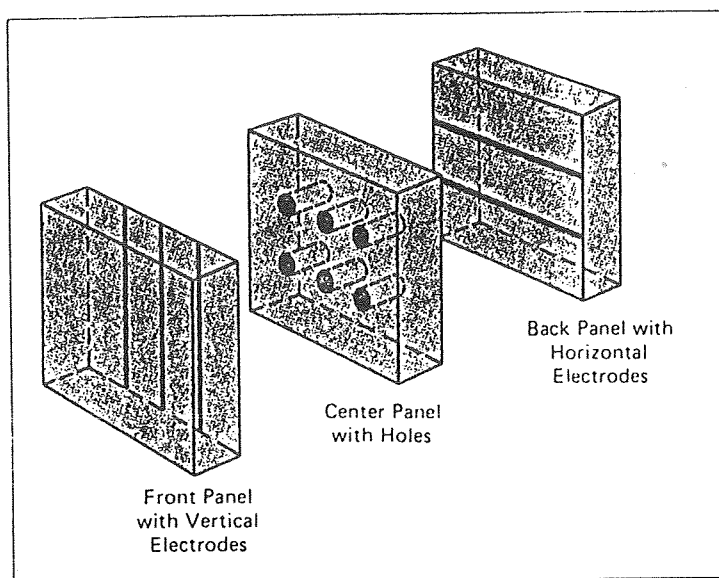


Fig. 6 : Pannello al plasma (sezioni costituenti).

LED e LDC

Utilizzano luce emessa da LED (diodi) o riflessa da LDC (cristalli liquidi) e sono per ora utilizzati solo per la realizzazione di minischermi molto economici.

Monitor tridimensionali

In genere forniscono viste stereoscopiche create con l'uso di lenti e filtri polarizzanti, non sono molto diffusi. L'effetto tridimensionale è in genere creato presentando a ciascun occhio dell'utente una vista diversa. Ve ne sono alcuni che visualizzano sulle due metà dello schermo due immagini dello stesso oggetto riprese da due punti di vista diversi il cui posizionamento simula la vista dai due occhi. Le due metà dello schermo sono schermate da due filtri a polarizzazione inversa ed uno schermo parzialmente riflettente permette all'utente, dotato di occhiali con lenti polarizzate in modo ortogonale, la vista contemporanea di entrambe le immagini (Fig. 7). Un effetto stereoscopico può anche essere creato visualizzando alternativamente le due viste sull'intero schermo, una ogni ciclo di refresh. In questo caso gli occhiali devono essere muniti di lenti che alternativamente, in modo sincronizzato al refresh dello schermo, bloccano la visione all'uno o all'altro occhio.

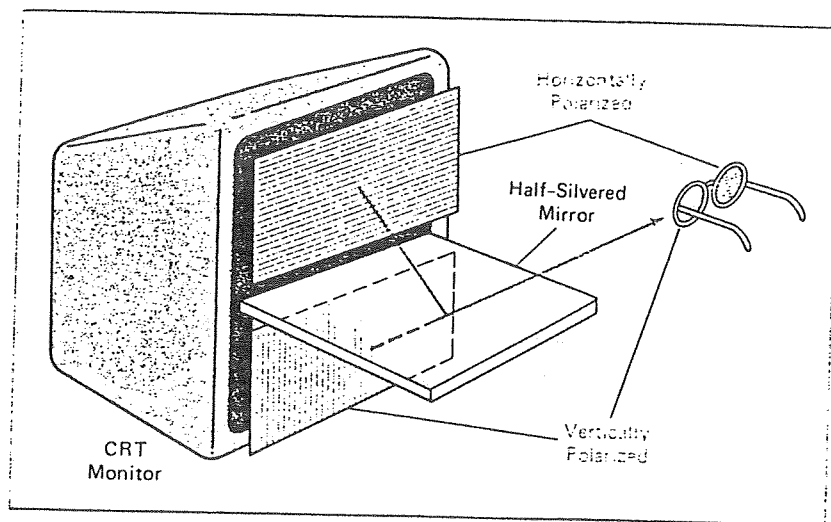


Fig. 7 : Sistema per la visione stereoscopica.

2.2 DISPOSITIVI "HARD COPY"

La necessità di dispositivi "hard copy" di buona qualità è sempre più sentita dagli utenti, spesso in modo molto più pressante rispetto alla richiesta di display sofisticati. La qualità dell'uscita grafica, su carta o su altro supporto fisico, è infatti di capitale importanza per la comunicazione di informazioni, per la documentazione di progetto, per l'archiviazione etc.

I criteri di valutazione di un dispositivo hard copy, utili per definirne il rapporto qualità/prezzo, sono essenzialmente i seguenti:

- risoluzione dell'immagine : è misurata quantitativamente in punti per pollice (dots per inch, dpi) e caratterizza la maggiore o minore sgranatura dell'immagine;
- accuratezza nella gestione del colore: caratteristica non misurabile in termini oggettivi, ma in genere valutabile in termini di numero di colori utilizzabili, della qualità nel riempimento di zone a colorazione uniforme (assenza di righe bianche e uniformità del colore) e dalla resa nella stampa di parti a colore sfumato;
- costo del dispositivo e costo per copia;
- velocità di stampa.

Descriviamo quindi i principali dispositivi hard copy. In figura 8 e 9 sono riprodotte due tabelle tratte da "Computer Graphics Today", Aug.'86, che elencano caratteristiche e prezzi di alcuni dispositivi disponibili sul mercato.

2.2.1 Pen plotters

I plotter a penna producono copie sia su carta che su lucidi; sono tra i dispositivi più diffusi ed economici, soprattutto in ambiente tecnico per la precisione

che li caratterizza. Possono essere dotati di penne di svariati tipi ed in genere danno la possibilità di usare più penne in modo alternato (in genere otto).

Caratteristiche negative dei plotter a penna sono la gestione del colore (numero fisso di colori dipendente dal set di penne disponibili) e la lentezza. La velocità di un plotter è infatti limitata dal dover riprodurre il disegno vettore per vettore; lentissima e di non buona qualità è in genere la riproduzione di aree colorate. La scelta di un plotter come dispositivo di hard copy è quindi valida quando si lavora su output di tipo vettoriale e con colorazione non sfumata.

Vantaggi:

- alta risoluzione
- basso costo
- affidabilità
- disegna su trasparenti

Svantaggi:

- bassa velocità
- difficoltà nel riempimento di aree
- limitato numero di colori

2.2.2 Tecnologia elettrostatica

La tecnologia elettrostatica costituisce una delle tecniche più avanzate in termini di resa sia nel campo delle immagini a livelli di grigio che nel colore, seppure una delle più costose. I plotter elettrostatici, solo da pochi anni estesi al trattamento del colore, danno la possibilità di generare immagini su carta di grande formato con tempi dell'ordine di alcuni minuti e con risoluzione che va dai 200 dpi ai 400. La stampa a colori è in genere realizzata tramite più passate delle testine sul foglio, una per componente di colore.

Vantaggi:

- velocità di stampa
- alta risoluzione
- affidabilità

Svantaggi:

- alto prezzo
- non perfetta uniformità di colore nel riempimento di ampie aree
- usano carta speciale

2.2.3 Stampanti a matrice di punti

Diretta evoluzione delle tradizionali stampanti a caratteri, si sono ampiamente affermate nel campo grafico come uno dei più economici dispositivi per la stampa, sia in bianco/nero che a colori. Utilizzano una testina a matrice di punti

che permette di stampare con buona qualità sia caratteri che immagini raster. Punto debole di questa tecnologia è l'uso di nastri inchiostriati, che con l'uso generano immagini con qualità del colore non sempre costante e con intensità di colore e brillantezza sensibilmente inferiore a quella di altre tecniche. Inoltre la necessità di più passate sulla stessa riga di stampa per la generazione di stampe a colori rallenta in modo direttamente proporzionale la già non ottima velocità. Essendo basate su tecnologia ad impatto un loro ovvio limite è dato dalla rumorosità. La risoluzione è in genere sui 100-150 dpi mentre i colori sono dati dalla sovrapposizione della traccia di quattro nastri.

Vantaggi:

- affidabilità
- basso costo

Svantaggi:

- rumorosità
- qualità del colore
- bassa velocità
- limitata risoluzione

2.2.4 Stampanti laser

Generalmente sono limitate alla generazione di immagini non a colori e hanno raggiunto diffusione molto ampia soprattutto nelle versioni a basso costo orientate all'uso in ambiente personal computer (limitate in genere al formato di stampa A4/A3). Producono stampe di tipo raster realizzate attraverso l'esposizione di un tamburo fotosensibile alla scansione di un raggio laser, che rasterizza l'immagine sul tamburo in modo simile a quanto avviene in un display raster. Caratteristiche delle stampanti laser sono quindi la dimensione fissa del formato di stampa e la notevole velocità di stampa. Le versioni a colori sono basate su più scansioni successive, una per ogni colore primario. Le macchine presenti sul mercato garantiscono prestazioni dell'ordine dei 200-300 dpi di risoluzione e velocità di stampa dipendenti generalmente dalla complessità dell'immagine da riprodurre (presenza nel testo di più fonti di caratteri diverse e/o di disegni). Per pagine contenenti solo testo si hanno velocità, nella fascia economica, di 10-20 pagine al minuto, mentre per la stampa di pagine ad alta intensità di contenuto grafico si può raggiungere l'ordine del minuto .

Vantaggi:

- basso costo per copia
- velocità

Svantaggi:

- alto costo d'acquisto
- dimensioni limitate del foglio
- tecnologia del colore da sviluppare

2.2.5 Stampanti a getto di inchiostro

Nuova tecnologia divenuta lo standard di mercato nel campo della stampa a colori su carta di immagini raster, avendo superato le iniziali difficoltà relative alla fedeltà di stampa dei dettagli fini e del colore.

Con il termine "ink jet" si fa riferimento ad un ampio spettro di dispositivi che stampano immagini per mezzo di gocce di inchiostro proiettate sul supporto di stampa. Esistono varie tecniche per la generazione del flusso di inchiostro.

Continuos jet printing:

gocce di inchiostro carico elettricamente sono sparate in continuazione da un ugello; la testina scorre sul foglio e la traiettoria delle gocce è sottoposta ad un campo elettrico: se un dato punto non deve essere stampato il campo elettrico è attivato e distorce la traiettoria della goccia, impedendone l'impatto con il foglio.

Drop on demand printing:

Le gocce di inchiostro sono generate solo in corrispondenza a punti effettivamente da stampare, per mezzo della compressione di piccoli serbatoi di inchiostro dotati di ugelli. Ogni testina in genere prevede più ugelli, divisi in insiemi di tre ognuno dei quali relativo ad un colore primario.

Le caratteristiche delle stampanti inkjet prevedono risoluzioni che vanno da 150 a 300 dpi.

Vantaggi:

- buona risoluzione
- buona resa cromatica
- basso costo
- veloci e silenziose

Svantaggi:

2.2.6 Stampanti a trasferimento termico

In queste stampanti l'inchiostro viene trasferito con procedimento termico dal supporto su cui è distribuito (delle stesse dimensioni del foglio) al foglio da stampare. Le risoluzioni disponibili vanno da 200 a 400 dpi. E' una tecnica abbastanza nuova, di potenziale sviluppo.

2.2.7 Output su supporto fotografico

Fotografare il contenuto dello schermo con un apparecchio fotografico è stato fino a pochi anni fa uno dei metodi più diffusi per la creazione di hard copy di basso costo caratterizzate da un'ottima riproduzione del colore. E' infatti sufficiente munirsi di un cono per la schermatura della luce ambiente e di un apparecchio fotografico per realizzare delle buone stampe o diapositive le cui uniche pecche risultano la risoluzione logicamente vincolata a quella propria del display e un effetto di distorsione maggiormente sensibile sui bordi esterni del negativo. Una delle realizzazioni più economiche in questo campo è basata su un apparecchio per foto istantanee collegato in modo fisso ad un cono di schermatura. L'utilizzazione di pellicole istantanee permette di superare uno degli svantaggi maggiori di tali dispositivi, l'esistenza dei tempi di sviluppo che ne rendono impossibile un uso interattivo o immediato.

Da qualche anno le possibilità di creazione di output su materiale fotografico sono sensibilmente migliorate con la messa a punto di dispositivi che lavorano direttamente connessi al computer, nello stesso modo di una stampante. La risoluzione di tali dispositivi può quindi prescindere da quella del display e va in genere dai 2048x1366 pixel dei dispositivi più economici, caratterizzati da tempi di esposizione dell'intero fotogramma (35 mm.) dell'ordine del minuto, ai 4096x4096 di quelli più sofisticati, con tempi di lavoro dell'ordine dei 3 minuti. Sono stati annunciati anche dispositivi che utilizzano per l'esposizione del negativo tecniche vettoriali e sono quindi maggiormente adeguati all'accoppiamento con display vettoriali.

Vantaggi:

- alta risoluzione
- ampia gamma di tonalità di colore

Svantaggi:

- alto costo per copia
- costo medio-alto dei dispositivi a ripresa non ottica (non dal display)

Fig. 8

Pen Plotters							
Manufacturer	Model	Technology	Accuracy	Plot Size	Number of Pens	Approximate Equipment Cost	Remarks
Benson	1625S	sheet mover	0.004 in	A-E	8	11,900	auto capping
	1645R	roll mover	0.004 in	A-E	8	16,900	
CalComp	1024GT	drum roll	0.0010 in	E	8	11,900	dual mode, grit wheel
	1043GT	sheet mover	0.0010 in	E	8	8,905	cut sheet only
	1044GT	drum roll	0.0010 in	E	8	13,900	dual mode, 120 ft.
	1076C	drum roll	0.0005 in	E	4	16,500	cut sheet only
	1075A	drum roll	0.0010 in	E	4	20,500	dual mode, roll-fed
	1077	drum roll	0.0005 in	E	4	24,800	and cut-sheet
Digital	LVP16	paper mover	0.001 in	A-B	6	1,995	single sheet
Enter Computer	100	paper mover	0.004 in	A	1	1,295	single sheet
	600	paper mover	0.004 in	A-B	6	1,095	HP-GL
	1200	roll mover	0.004 in	37 x 80 max	1	4,995	DMPL
Hewlett-Packard	7440A	paper mover	0.001 in	A	8	1,295	single sheet
	7470A	paper mover	0.001 in	A	2	1,095	single sheet
	7475A	paper mover	0.001 in	A-B	6	1,985	single sheet
	7550A	paper mover	0.001 in	A-B	8	3,900	continuous feed
	7580B	paper mover	0.001 in	A-D	8	9,900	single sheet
	7585B	paper mover	0.0001 in	A-E	8	12,900	cut sheet only
	7586B	paper mover	0.0001 in	A-E	8	18,900	sheets or rolls
IBM	7371	paper mover	0.004 in	A	2	—	single sheet
	7372	paper mover	0.001 in	A-B	6	—	single sheet
	7374	paper mover	0.002 in	A-D	8	10,000	single sheet
	7375-1	paper mover	0.002 in	A-E	8	13,100	cut sheet only
	7375-2	paper mover	0.002 in	A-E	8	17,200	sheets or rolls
Nicolet	ZETA 8	drum roll	0.001 in	A-B	8	5,950	11 in. wide roll
	ZETA 887	drum roll	0.001 in	A-B	8	7,950	11 in., IBM SNA/SDLC
	ZETA 824	drum roll	0.001 in	A-D	8	9,900	24 in. wide roll
	ZETA 824CS	drum roll	0.001 in	A-D	8	11,900	24 in., roll and sheet
	ZETA 836	drum roll	0.001 in	A-E	8	12,900	36 in. wide roll
	ZETA 836CS	drum roll	0.001 in	A-E	8	14,900	36 in., roll and sheet

Electrostatic Plotters							
Manufacturer	Model	Technology	Resolution	Copy Speed	Cost per Copy	Approximate Equipment Cost	Remarks
Benson	CES-30	electrostatic	254 dpi	0.3 ips	—	\$112,000	36 in. single-pass
CalComp	5825	electrostatic	400 dpi	0.7 ips	—	68,000	24 in. wide
	5835	electrostatic	400 dpi	0.5 ips	—	91,000	36 in. wide
	5845	electrostatic	400 dpi	0.4 ips	—	112,000	44 in. wide
C. Itoh	2400	electrostatic	400	1.1 ips	—	50,000	22 x 34 in
	3600	electrostatic	400	0.93 ips	—	65,000	34 x 44 in
Versatec	Spectrum C2552	electrostatic	200 dpi	2.5 ips	6-9¢	11,950	A- and B-size
	CE 3224	electrostatic	200 dpi	1 ips	14¢/sq. ft.	44,500	24 in. wide
	CE 3236	electrostatic	200 dpi	1 ips	14¢/sq. ft.	59,500	36 in. wide
	ECP-42	electrostatic	200 dpi	1 ips	14¢/sq. ft.	85,000	42 in. wide

Fig. 9

Thermal Transfer

Manufacturer	Model	Technology	Resolution	Copy Speed	Cost per Copy	Approximate Equipment Cost	Remarks
Benson	CTP-10	thermal transfer	300	60-120 sec	—	\$8,950	A- and B-size
CalComp	ColorMaster 5902	thermal transfer	200	105 sec	25¢	4,495	copies PC only
Gulton	CP-80C	thermal transfer	100	160 sec	—	—	requires rasterizer
Lasergraphics	CPS200	thermal transfer	200	80 sec	—	14,950	includes rasterizer
Matrix	TT-200	thermal transfer	200	60-140 sec	35¢	5,975	8 or 256 colors
Mitsubishi	G-500	thermal transfer	240	180 sec	—	7,495	requires rasterizer
	G650	thermal transfer	300	60 sec	25¢	—	
Panasonic	EMP T-801	thermal transfer	200	60 sec	25¢	2,300	OEM only
Seiko	CH-5201B	thermal transfer	150	60 sec	25¢	12,600	requires rasterizer
	CH-5301	thermal transfer	150	60 sec	—	5,995	requires rasterizer
	CH-5312	thermal transfer	200	120 sec	—	9,995	requires rasterizer
Shinko	CHC-30	thermal transfer	100	60 sec	—	5,000	requires rasterizer
	CHC-65	thermal transfer	200	135 sec	—	6,995	A- and B-size
Toshiba	TN-5400	thermal transfer	200	60 sec	—	5,000	not widely available

Ink-Jet

Manufacturer	Model	Technology	Resolution	Copy Speed	Cost per Copy	Approximate Equipment Cost	Remarks
Advanced Color Technology	ACT II	ink-jet	140 x 85	1.5 min	18¢	6,400	requires rasterizer
Benson	Colorscan 800	ink-jet	203	3.5 min	25¢	14,850	A- and B-size
Digital	LCP01	ink-jet	154	2 min	25¢	14,595	includes rasterizer
Hitachi	HJP-1610	ink-jet	400 dpi	16.5 min	—	148,000	24 x 36 in.
Tektronix	4691	ink-jet	150	2-3 min	25¢	12,950	A- and B-size
	4692	ink-jet	128-154	1-2 min	25¢	5,995	fast plot preview
	4695	ink-jet	120	2.5 min	15¢	1,595	copies CRT screens

2.3 DISPOSITIVI ORIENTATI ALL'ANIMAZIONE

I sistemi di computer animation possono essere classificati sulla base dell'effettivo ruolo svolto dal computer nella generazione dell'animazione; si può ad esempio distinguere fra "animazione assistita dal calcolatore", in cui l'elaboratore è utilizzato come uno degli strumenti disponibili in un ambiente di animazione tradizionale, e fra "modellazione in animazione", ove il computer venga utilizzato per definire e manipolare modelli tridimensionali. Un'altra possibile classificazione dei sistemi di animazione può essere basata sulle modalità di produzione dell'animazione stessa. Essa può infatti essere prodotta dal computer immagine per immagine, immagazzinando tali risultati intermedi che solo in un secondo tempo daranno luogo alla vera e propria animazione, o creata e visualizzata in tempo reale direttamente sul dispositivo di output del computer. Tale differenziazione ci permette di classificare in modo diverso il filmato generato da una complessa simulazione di un fenomeno fisico (ad esempio di dinamica stellare o molecolare) e l'animazione prodotta come uscita di un videogioco. Nel primo caso le immagini sono memorizzate su supporto fotografico o magnetico e poi visualizzate in un secondo tempo proiettandole con la classica frequenza di 24 al secondo; si parlerà in questo caso di animazione "frame by frame" (fotogramma per fotogramma). Nel secondo esempio fondamentale è la generazione in tempo reale dell'animazione, per rispondere con l'evoluzione dell'immagine ai comandi dell'utente, e si parlerà di animazione "real time" (in tempo reale).

L'animazione real time può naturalmente non richiedere dispositivi di output particolari, essendo i risultati direttamente riproducibili sul display del computer. La realizzabilità di animazione di questo tipo dipende essenzialmente dalla potenza del computer: si deve poter disporre di un sistema dotato di performance sufficiente alla creazione ed alla visualizzazione di immagini con frequenza dell'ordine delle 20 al secondo. Chiaramente non è possibile produrre animazione real time su sistemi multi-user. Per quanto riguarda la performance richiesta, ove si vogliano generare animazione real time di buona qualità (con output di tipo raster generato da sistemi di modellazione 3D che prevedano l'uso di tecniche sofisticate di illuminazione e resa realistica) si va ampiamente al di là delle possibilità offerte dagli attuali supercomputers. Per tale ragione l'animazione è per ora, almeno in ambienti in cui sia richiesto realismo visivo, generalmente realizzata con tecniche frame by frame.

Una workstation adatta ad un sistema di animazione si differenzia in termini di dispositivi di output collegati da un sistema grafico standard nell'insieme di device

dedicati all'acquisizione di immagini e alla loro memorizzazione o riproduzione su supporto fotografico o magnetico. Una delle possibili soluzioni per la riproduzione è, come già visto precedentemente, la visualizzazione su display ad alta qualità e la ripresa dell'immagine con telecamera adatta alla ripresa a fotogramma singolo. La qualità del risultato finale è però in questo caso molto bassa. Per migliorare la qualità delle riprese a colori effettuate con questa tecnica vengono in genere usati display bianco/nero ad alta risoluzione (raggiungono risoluzioni molto più alte degli analoghi a colori) accoppiati a tre filtri relativi alle tre componenti di colore. Ogni fotogramma della pellicola è impressionato con tre passate successive, in ognuna delle quali è visualizzata sul display, ed opportunamente colorata dal filtro, l'immagine data dall'intensità di colore relativa ad una delle componenti.

Un'altra possibilità è quella di riversare, dopo la necessaria trasformazione digitale-analogica (D-A), l'immagine video direttamente su nastro magnetico video, utilizzando videoregistratori che permettano la registrazione a passo singolo. I sistemi che adottano tale tecnica sono in genere basati su personal computer di fascia medio-alta, che normalmente non generano localmente le immagini ma le ricevono da un host a cui sono collegati e sono dotati di apposite schede per la gestione delle immagini. Tali schede sono in genere in grado di gestire sia la fase di acquisizione e digitalizzazione di immagini analogiche RGB (intensità di colore definita sulle tre componenti Red Green Blue) che il processo inverso di trasformazione digitale-analogico con uscita anche in questo caso RGB. I prodotti attualmente sul mercato permettono di gestire immagini 512 X 512 con 24/32 bit per pixel e sono dotati di porte RGB di ingresso e di uscita realizzando direttamente su scheda la codifica D-A e A-D ed alcune operazioni di elaborazione delle immagini stesse. E' quindi necessario oltre a tali schede il solo decodificatore da sistema RGB al sistema proprio del video registratore (PAL, NTSC, etc.). In fig.10 è schematizzata l'architettura di un sistema di animazione di questo tipo.

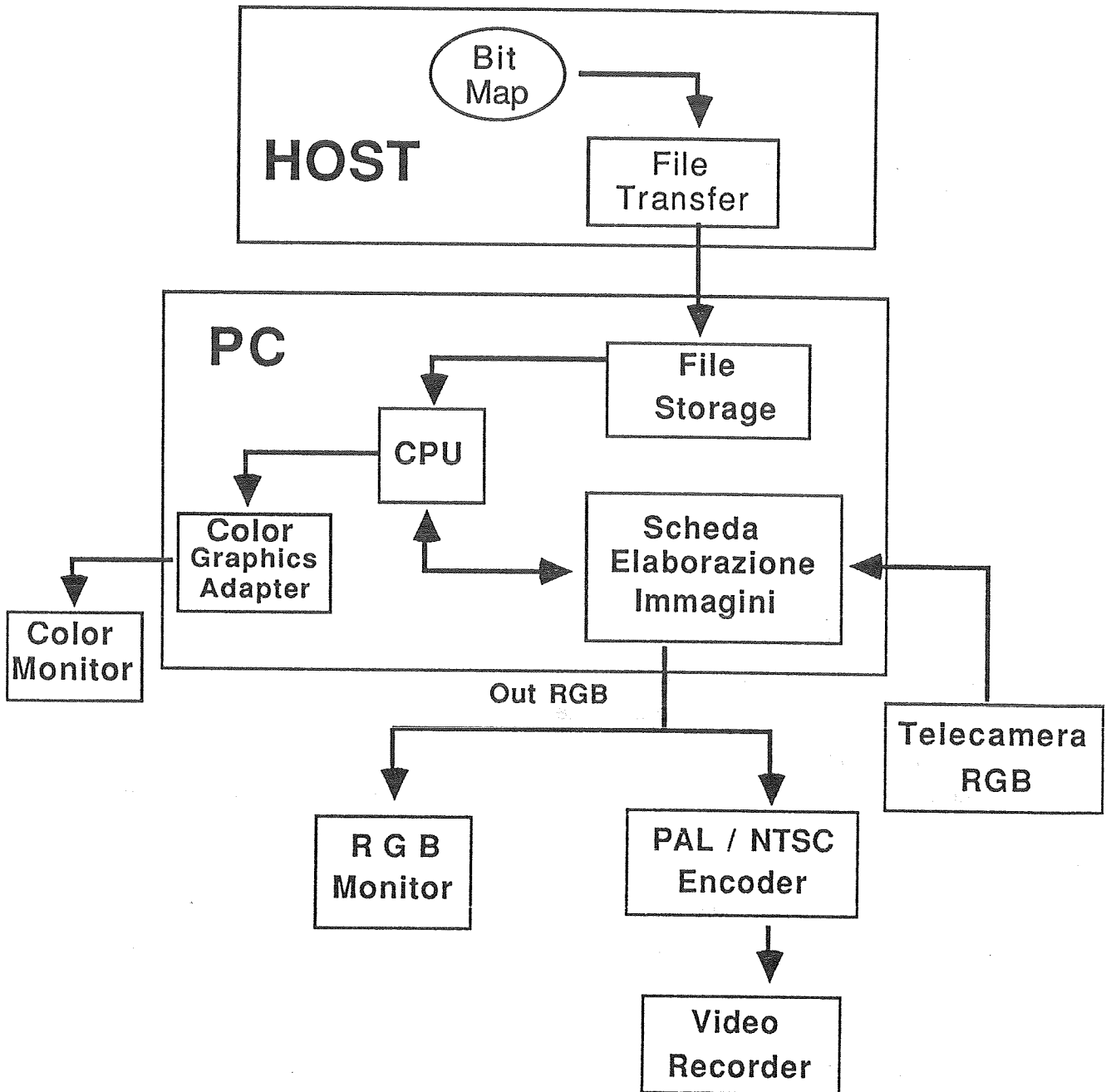


Fig. 10: Architettura di un sistema per animazione frame by frame.

3. DISPOSITIVI DI INPUT

3.1 INPUT GRAFICO

Gli standard grafici più avanzati prevedono che l'utente possa dare in input al sistema dati appartenenti a sei classi diverse e quindi supportano analogamente sei classi di device logici. I device logici e le sei associate classi di input sono:

- locator: restituisce una posizione, una coppia di valori (x,y);
- pick: identifica un oggetto visualizzato sullo schermo;
- choiche: sceglie tra una serie di alternative;
- valuator: restituisce un valore all'interno di un range;
- string: genera stringhe di caratteri;
- stroke: fornisce una sequenza di posizioni, intese come coppie di valori (x,y).

Ogni dispositivo reale può essere ricondotto ad una particolare delle suddette classi o a più classi contemporaneamente, nel caso che dia la possibilità di generare dati di input appartenenti a classi diverse. Tipici device fisici che vengono utilizzati per realizzare device logici sono ad esempio una penna ottica utilizzata come device di pick, un tastierino funzionale usato come device di choiche, un dispositivo costituito da potenziometri per la realizzazione di un valuator, una tablet usata come locator o come device di tipo stroke. Nei prossimi paragrafi descriviamo brevemente i più diffusi dispositivi di input, lasciando all'ultimo paragrafo il compito di descrivere il modo in cui le interfacce dei sistemi SW stanno evolvendo rispetto a concetti quali le classi di input ed alle modalità di interazione dell'utente con i dispositivi fisici.

3.1.1 Tastiera

Permette di generare input di tipo alfa-numerico, arricchito dall'uscita di tasti speciali quali cursori, tasti funzionali, etc.

Possono inoltre essere posti direttamente sulla tastiera dispositivi di input aggiuntivi quali dial o joydisk, in genere limitati alla gestione del movimento del cursore. Questi ultimi tendono però in genere a sparire dalle tastiere ed ad essere disponibili come dispositivi indipendenti.

3.1.2 Tavoleta grafica (tablet)

Dette anche digitalizzatori se di dimensioni maggiori di un A3, sono costituite da un piano (la vera e propria tablet) e da un cursore o una penna utilizzati per selezionare posizioni sulla tablet. La posizione del cursore sulla tavoletta viene visualizzata sullo schermo per mezzo di un marker o di un cross hairs.

Forniscono uno dei metodi piu' accurati per selezionare una posizione su un piano 2D. Un'altro vantaggio e' che il movimento del cursore sulla tavoletta, a differenza delle penne ottiche, non copre parti dello schermo. Inoltre sul cursore possono essere presenti vari bottoni che permettono di selezionare varie opzioni. Un'altra importante caratteristica è la possibilità di funzionare anche se si inseriscono tra il piano della tablet ed il cursore materiali leggeri, ad esempio fogli di carta; in tale modo vengono usate come dispositivo principale per la digitalizzazione di mappe, schizzi e in genere di disegni vettoriali di qualsiasi tipo.

Molte tavolette sono costituite da un grigliato di fili conduttori immersi o sottostanti al piano di lavoro, ognuno sottoposto a differente voltaggio. Il cursore è in questo caso sensibile alla differenza di voltaggio.

3.1.3 Joystick

Dispositivo utilizzato per governare lo spostamento del cursore sullo schermo. Costituito da una leva verticale e da potenziometri che leggono il movimento della leva (generando spostamenti in direzioni qualsiasi) o da interruttori (in numero di 4 o 8, danno la possibilità di muovere il cursore solo in 4 / 8 direzioni).

3.1.4 Trackball

Fornisce gli stessi dati di input di un joystick, regolando il movimento del cursore tramite la rotazione di una sfera invece che spostando una leva. Tende quasi completamente a sparire dal mercato.

3.1.5 Mouse

E' di gran lunga il meccanismo di input piu' diffuso dopo la tastiera. Dà la possibilità di generare input costituito da coppie di coordinate e/o di azionare i tasti (1 o piu') posti sul dorso. Può essere quindi usato direttamente sia come locator che come meccanismo di choice o pick.

Ne esistono di più economici, basati sul movimento di una sfera di gomma posta nella parte inferiore ed a contatto con il piano di lavoro (in pratica un trackball rovesciato con dei tasti sulla superficie superiore). Quelli più sofisticati sono invece basati su tecnologia ottica: producono un fascio di luce per mezzo di un led e ne leggono la riflessione su una apposita tavoletta. Sono più precisi dei precedenti ma sono legati all'uso della tavoletta.

3.1.6 Light pen

Dispositivi strettamente collegati allo schermo, permettono di selezionare posizioni del video analizzandone la luminosità ed individuando l'istante esatto in cui il fascio del CRT passa per la posizione puntata.

Sono sempre meno diffuse, lasciando ampio spazio a dispositivi più economici ed affidabili quali mouse e tavolette.

3.1.7 Touch panel

Permettono di scegliere una posizione del video toccando direttamente la posizione richiesta sullo schermo. Generalmente appaiono come un pannello di vetro posto davanti al video e utilizzano tecniche ottiche, elettriche o acustiche per il riconoscimento della posizione toccata. Quelli basati su tecnologia ottica utilizzano una doppia fila di LED e di cellule fotoelettriche situate sui lati opposti dello schermo. L'interruzione di due fasci luminosi (in genere a luce infrarossa) individua la posizione scelta.

Tali dispositivi risultano particolarmente utili per la gestione dell'input di interfacce grafiche destinate ad utenti inesperti.

3.1.8 Voice system

Riconoscitori di voce cominciano ad essere utilizzati da workstation grafiche per realizzare meccanismi di input che accettino comandi dati dall'utente in modo naturale. I piu' economici in genere riconoscono solo un set finito di parole, ed hanno bisogno di una fase iniziale di istruzione in cui imparano a riconoscere il modo in cui il singolo utente pronuncia il limitato set di parole. Vantaggi dei sistemi di riconoscimento della voce rispetto ad altri sistemi per l'input sono la velocita' e la naturalezza con cui l'utente riesce a fornire input al sistema (in genere comandi) ed il fatto che l'attenzione dell'utente non debba ripartirsi tra i vari dispositivi di input/output. L'attuale limitazione di questi sistemi e' per ora il limitato dimensionamento del vocabolario riconoscibile e l'impossibilita' di essere utilizzati da un utente qualsiasi evitando la noiosa fase di apprendimento.

3.1.9 Evoluzione di sistemi ed interfacce nella gestione dell'input

Illustriamo succintamente in questo paragrafo l'evoluzione avvenuta nei sistemi grafici riguardo alle modalità di gestione dell'input.

Nei primi sistemi grafici i dispositivi di input erano gestiti in modo non generalizzato: il programma di governo (driver) associato ad ogni dispositivo permetteva la generazione di dati di tipo e con modalità di input direttamente dipendenti dalle caratteristiche fisiche del device e dal modo in cui era realizzato il driver stesso. Un grosso passo in avanti si è avuto con la definizione degli standard grafici (GKS, PHIGS) in cui una classificazione dei tipi di dati di input è stata definitivamente formalizzata. In tale contesto sono state definite le sei classi illustrate all'inizio del paragrafo 3.1 e, cosa ancora più importante, è stato introdotto il concetto di "device logico". L'idea che ha portato alla definizione del concetto di device logico è molto simile a quella che nel campo dei sistemi operativi ha originato il "file logico". In un sistema operativo classico, un file logico di input è letto dall'utente tramite normali comandi di lettura, mentre rimane completamente trasparente a quest'ultimo la provenienza dei dati (da lettore di schede, da tastiera, da disco, etc.). Il sistema operativo fa sì che tutti i suddetti device si comportino, se visti al livello di astrazione dell'utente, in maniera funzionalmente equivalente, mascherando i loro differenti modi di funzionamento. Con la definizione delle classi di input grafico e degli associati device logici la stessa filosofia è stata riportata nei sistemi grafici. La necessità di un dato di un certo tipo è svincolata quindi dalla necessità di dover utilizzare e gestire un dispositivo di tipo analogo, ma è il sistema grafico stesso che gestisce la richiesta utilizzando uno dei device disponibili nella maniera più adeguata. Viene così infranto l'originale rapporto 1:1 tra tipi di dati e device fisici adeguati alla loro generazione. Per ogni device logico può essere disponibile un device reale che, col minimo supporto SW, permetta la generazione dei relativi dati; alternativamente, e come generalmente accade, un solo device fisico opportunamente gestito viene utilizzato per simulare le funzionalità di altri dispositivi, generando dati di classi diverse.

Tale approccio ha reso possibile la notevole diminuzione del numero di dispositivi necessari ad una workstation grafica: si è passati in pochi anni da un ambiente in cui quasi tutti i dispositivi precedentemente descritti potevano essere necessari ad un'applicazione, ad un ambiente in cui sofisticate interfacce permettono la generazione di dati di ingresso di tipo qualsiasi con l'uso, generalmente, di un unico dispositivo reale. Mouse e tablet hanno così fagocitato l'intero campo dei dispositivi di input.

Un'ottimo esempio della sofisticatezza raggiunta dalle interfacce grafiche è fornito dall'analisi dell'interfaccia Macintosh che mette in piena luce tutti i concetti descritti, applicandoli persino al settore dei dispositivi di output ove con la gestione del video a finestre si rende in genere superflua la presenza di più display. Analizzando la fig. 11 è possibile notare come con il solo uso del mouse sia possibile fornire al sistema input di classe pick, choiche, valuator e stroke.

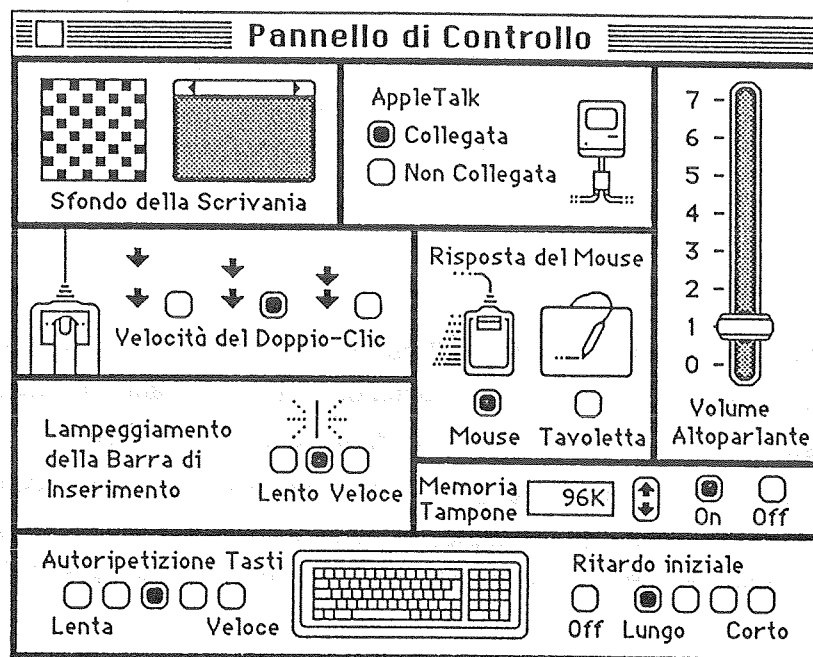


Fig. 11 : Pannello di controllo del Macintosh:

si possono generare con l'uso del solo mouse dati di classe Valuator (spostando il cursore virtuale "volume altoparlante"), Choiche (cliccando sui campi "autoripetizione tasti"), Pick (cliccando sulla scritta "Pannello di controllo" viene "piccata" la finestra relativa).

3.2 INPUT DI IMMAGINI

Un'immagine e' una qualsiasi riproduzione di un oggetto ottenuta mediante la focalizzazione di luce, suono, emissione elettronica o di qualsiasi altro tipo generati, riflessi e/o trasmessi dall'oggetto stesso. Normalmente un'immagine ha un contenuto informativo minore dell'oggetto originale, ma in qualche modo ne e' una rappresentazione adeguata.

Un'immagine reale quindi e', generalmente, rappresentabile in forma analogica, cioe' mediante una funzione continua $g(P)$. P rappresenta una coppia (immagini bidimensionali) o una terna (immagini tridimensionali) di coordinate spaziali che individuano un punto dell'immagine. Il valore di g caratterizza le proprieta' fisiche dell'emissione, di qualunque tipo essa sia, proveniente dal punto corrispondente dell'oggetto.

Limitandoci al campo delle immagini bidimensionali ottenute per focalizzazione di radiazione luminosa, che comunque rappresentano la categoria di maggior interesse nel campo dell'elaborazione di immagine, g e' espressa o da un singolo valore numerico (livello di grigio) o da una terna di valori (colore). Il colore puo' essere espresso, ad esempio, in termini di colori fondamentali $g = (g_r, g_g, g_b)$ o in termini di intensita' luminosa, saturazione e tonalita' $g = (I, S, T)$.

Il processo di acquisizione di un'immagine reale $g(x,y)$ da parte di un sistema di elaborazione avviene quindi secondo due fasi distinte (fig 12):

- 1) conversione dei parametri fisici dell'immagine $g(x,y)$ in segnale elettrico analogico $f(x,y)$;
- 2) codifica digitale del segnale elettrico $f(x,y)$ ottenuto nella fase 1) (digitalizzazione).

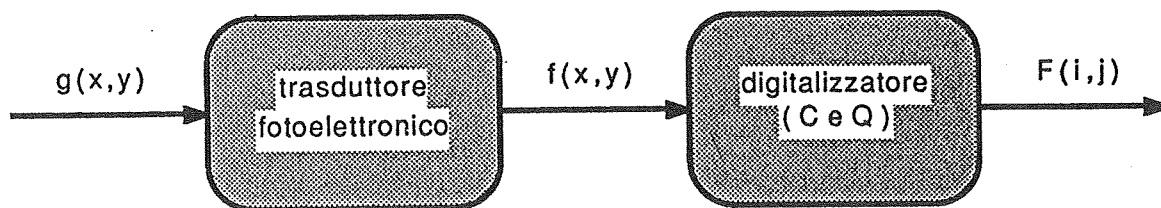


Fig 12 : Processo di acquisizione di un'immagine

La distinzione tra le due fasi e' di tipo puramente logico e funzionale e non corrisponde necessariamente ad una distinzione dei dispositivi hardware, che spesso integrano parzialmente o completamente i due processi.

La digitalizzazione puo' essere schematizzata, dal punto di vista matematico, come l'applicazione di due operatori, il campionamento C e la quantizzazione Q:

$$F(i,j) = Q[C[f(x,y)]]$$

Il processo di campionamento consiste nel dividere la funzione $f(x,y)$ in piccole areole adiacenti e nel misurare il valore integrato della f su ognuna di esse (discretizzazione del dominio spaziale). Il processo di quantizzazione converte i valori ottenuti nel campionamento in numeri interi (discretizzazione del codominio della f). Al termine si ottiene una matrice $F(i,j)$ di numeri interi (o di vettori di numeri interi nel caso di immagini multispettrali). Le areole si definiscono pixel (picture element).

Il campionamento spaziale puo' essere effettuato secondo due diverse modalita': **scan in** e **scan out**.

La prima (**scan in**) consiste nel muovere un punto luminoso sull'oggetto secondo un percorso prestabilito (scansione) e misurare la quantita' totale di intensita' luminosa per ogni areola. In questo metodo il meccanismo di scansione e' associato con la sorgente luminosa (flying spot).

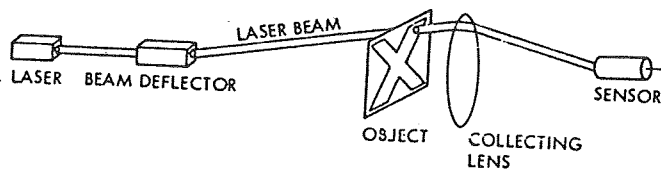


Fig 13 : Metodo scan in

Il secondo metodo (**scan out**) consiste nell'illuminare l'intero oggetto e misurare la luce proveniente da una sola areola alla volta. In questo caso il dispositivo di scansione fa parte del sensore ottico (telecamera, photoarray).

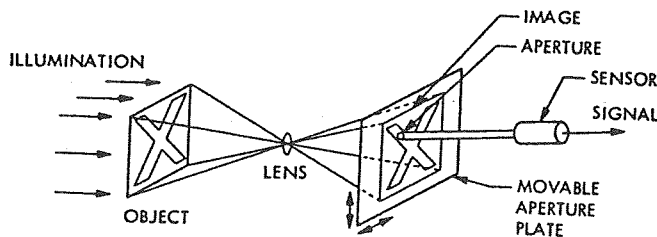


Fig 14 : Metodo scan out

Esiste anche il metodo combinato scan in - scan out, in cui, mentre il punto luminoso esplora l'oggetto, un sensore ottico misura la luce emessa dal solo punto illuminato.

Da un punto di vista matematico questi metodi sono equivalenti, ma da un punto di vista fisico esistono delle differenze. I metodi di tipo scan-in, in cui si fa uso di scansioni di tipo meccanico, sono caratterizzati da un alto rapporto segnale rumore (SNR) e una bassa velocità. Nelle procedure di tipo scan-out, in cui si può utilizzare una scansione di tipo elettronico, si ottiene un'alta velocità di acquisizione, ma si ha l'inconveniente della disomogeneità nella sensibilità del sensore ottico. I metodi combinati, infine, risultano sicuramente i migliori per ragioni ottiche.

I trasduttori fotoelettronici possono essere classificati in base al fenomeno fisico sfruttato per la conversione intensità luminosa - segnale elettrico.

Dispositivi fotoemissivi

Sono costruiti utilizzando sostanze che emettono elettroni quando sono colpite da radiazione luminosa (fotoemissione).

Dispositivi fotoconduttori

Sfruttano il cambiamento della resistenza elettrica di particolari sostanze quando vengono esposte alla luce (fotoconduzione).

Un'ulteriore classificazione può essere effettuata in base al numero di elementi sensibili indipendenti presenti nel trasduttore e in base alla loro disposizione spaziale.

Dispositivi spazialmente aspecifici (fototubi, fotomoltiplicatori, fotodiodi, fototransistor)

Sono in grado di misurare l'intensità luminosa totale presente sull'elemento fotosensibile. Non hanno nessun meccanismo di scansione incorporato. Sono utilizzabili per tecniche scan-in o combinate.

Dispositivi spazialmente aspecifici in una dimensione (array di fotodiodi)

Sono costituiti da diversi elementi fotosensibili indipendenti distribuiti linearmente. Hanno meccanismi interni per la scansione lungo una sola direzione dello spazio. Sono utilizzabili con tecniche miste.

Dispositivi spazialmente specifici (telecamere, matrici di fotodiodi)

Hanno la possibilita' di effettuare misure di intensita' luminosa su areole indipendenti distribuite su un piano (sensore di immagine). Hanno meccanismi interni di scansione nelle due direzioni ortogonali del piano. Sono utilizzabili per tecniche scan out.

3.2.1 Fototubo e fotomoltiplicatore

Il **fototubo** e' il dispositivo piu' semplice basato sulla fotoemissione. E' costituito da un catodo di materiale fotoemissivo e da un anodo per la raccolta degli elettroni emessi, racchiusi all'interno di un tubo a vuoto. La corrente che si produce nel dispositivo e' proporzionale all'intensita' luminosa incidente sul fotocatodo e deve essere generalmente amplificata prima di essere digitalizzata. Non e' un dispositivo molto utilizzato oggi.

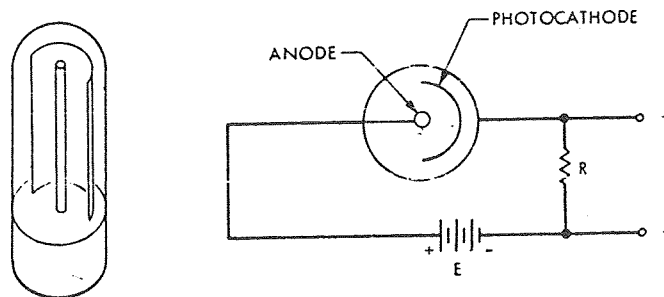


Fig 15 : Struttura del fototubo

Il **fotomoltiplicatore** e' un dispositivo basato sulla fotoemissione e sulla moltiplicazione secondaria. E' costituito da un tubo a vuoto contenente un fotocatodo, un certo numero di elettrodi, chiamati dinodi, mantenuti a potenziali progressivamente piu' alti, e da un anodo per la raccolta degli elettroni generati. La geometria del tubo e' tale per cui i fotoelettroni, emessi dal catodo a causa della luce incidente, colpiscono il primo dinodo. L'impatto libera gli elettroni secondari producendo un effetto di moltiplicazione. Gli elettroni emessi vengono accelerati verso il secondo dinodo e il processo continua attraverso il tubo, finche' gli elettroni

liberati dall'ultimo dinodo sono raccolti dall'anodo. Il meccanismo descritto permette di ottenere guadagni interni molto elevati e di limitare gli effetti di rumore dovuti ai successivi stadi di amplificazione. L'alta sensibilità e l'alta immunità al rumore lo rendono un dispositivo molto popolare e particolarmente indicato per la digitalizzazione di segnali luminosi molto deboli.

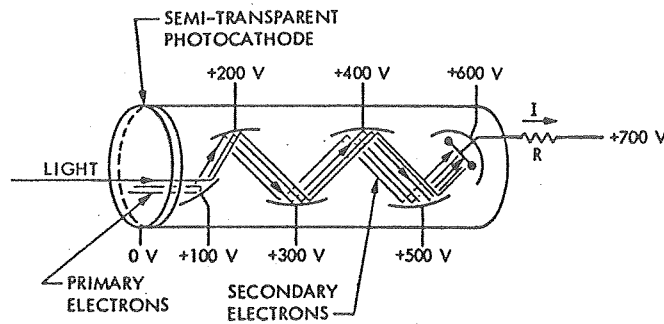


Fig 16 : Struttura del fotomoltiplicatore

3.2.2 Fotodiode e fototransistor

Il fotodiode è un dispositivo a stato solido costituito da una giunzione p-n che funziona per effetto fotoconduttivo. Nel funzionamento la giunzione è polarizzata inversamente e mostra un'alta impedenza. Quando la luce incidente colpisce la giunzione, genera coppie elettrone-lacuna, aumentando la concentrazione dei portatori di carica e diminuendo l'impedenza del dispositivo. La corrente nel circuito esterno è quindi controllata dall'intensità della luce incidente e risulta ad essa proporzionale.

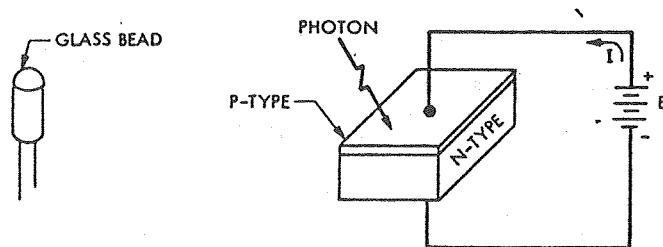


Fig 17 : Principio di funzionamento del fotodiode

L'effetto capacitivo della giunzione limita la risposta in frequenza di questi dispositivi. Tale limitazione puo' essere superata interponendo uno strato semiconduttore non drogato (intrinseco) tra le regioni n e p, ottenendo i cosiddetti fotodiodi p-i-n, capaci di lavorare a frequenze superiori a 10^9 Hz.

Il fotodiodo a valanga raggiunge una maggiore sensibilita' del fotodiodo ordinario attraverso un effetto di moltiplicazione elettronica. Nel funzionamento il fotodiodo viene polarizzato inversamente in prossimita' della tensione di breakdown. Gli elettroni liberati dai fotoni incidenti raggiungono velocita' tali da liberare ulteriori elettroni per collisione. Questo fenomeno puo' produrre guadagni molto elevati, aumentando notevolmente la sensibilita' del dispositivo.

Nel fototransistor la luce incidente libera coppie elettrone-lacuna nella giunzione base-collettore. Questi portatori costituiscono la corrente di base che risulta proporzionale all'intensita' luminosa incidente. La corrente di collettore, a sua volta, e' proporzionale alla corrente di base, ma amplificata del fattore di guadagno del transistor. Il fototransistor, quindi, si comporta in modo simile al fotodiodo, ma raggiunge una piu' alta sensibilita'.

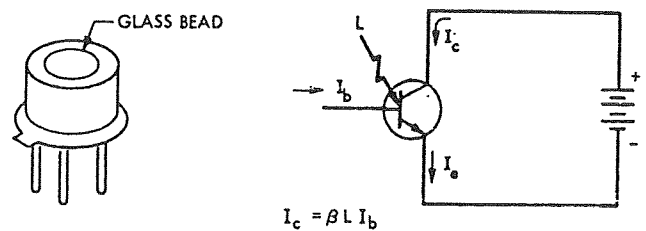


Fig 18 : Principio di funzionamento del fototransistor

Sia il fotodiodo che il fototransistor sono dispositivi robusti e compatti e caratterizzati da un'alta stabilita' e velocita' di risposta alle variazioni di intensita' luminosa. Sono quindi degli eccellenti sensori di luce per la digitalizzazione di immagini.

3.2.3 Telecamera

La diffusione delle trasmissioni televisive ha dato un forte impulso allo studio e allo sviluppo di questi dispositivi e alle tecnologie ad essi connesse. I progressi nel settore sono stati molto rapidi e la varieta' delle telecamere oggi disponibili e' molto

ampia (fig. 21). Per una trattazione dettagliata delle singole tecnologie si rimanda alla letteratura specializzata [7].

La telecamera e' caratterizzata da quattro componenti fondamentali: il trasduttore fotoelettrico (fotocatodo), il mezzo di integrazione e memorizzazione, il metodo di lettura del segnale (readout), gli stadi di amplificazione.

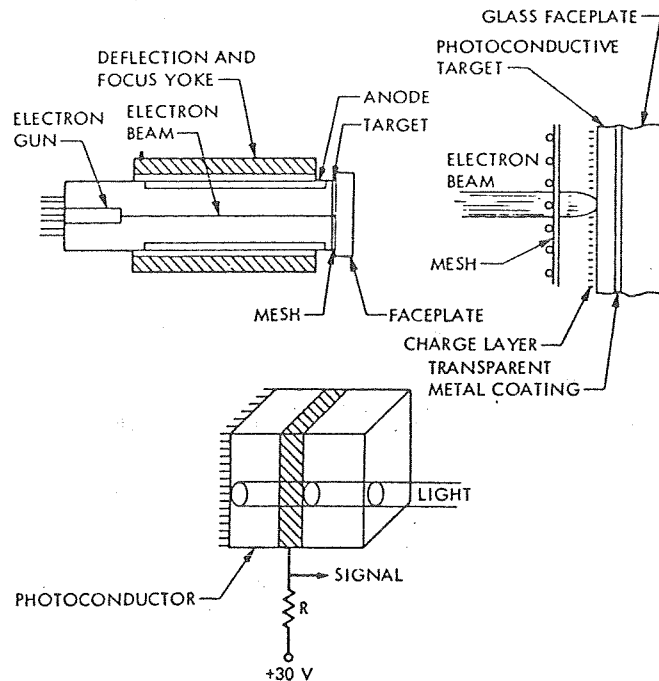


Fig 19 : Struttura di una telecamera Vidicon

Fotocatodo

Converte l'immagine ottica in una equivalente immagine di cariche elettriche. In ogni areola del fotocatodo viene generata una quantita' di carica proporzionale alla densita' di flusso luminoso che la colpisce. Puo' operare per fotoconduttivita' o per fotoemissione.

Integrazione e memorizzazione

L'immagine elettronica sviluppata dal fotocatodo e' generalmente integrata per l'intero periodo di esposizione e conservata su un opportuno supporto fisico, che puo' essere il fotocatodo stesso o un ulteriore elettrodo presente all'interno del tubo.

Letture dell'immagine

L'immagine elettronica memorizzata viene "letta" mediante un pennello elettronico che effettua la scansione dell'intera superficie del supporto di memorizzazione secondo un opportuno percorso (fig. 20). Il pennello deposita su ogni elemento una quantità di carica proporzionale alla densità di flusso luminoso sull'elemento, generando il segnale video. Per un sistema ad alta risoluzione e' richiesta una lettura ad alta velocità, per un sistema ad alta sensibilità e' necessaria una lettura a bassa velocità. Valori tipici del tempo di scansione dell'intera immagine sono 1/25 sec (standard PAL) e 1/30 sec (standard TV EIA NTSC).

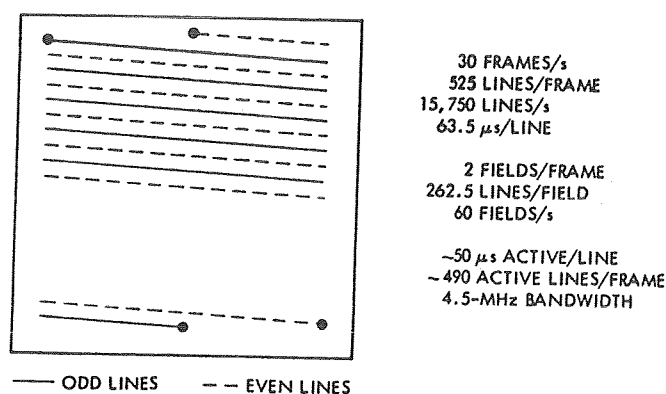


Fig 20 : Scansione del pennello elettronico (NTSC)

Stadi di amplificazione

E' possibile la presenza di stadi di amplificazione all'interno della telecamera, che possono operare sia sul segnale ottico in ingresso (intensificatori d'immagine), sia sulla carica elettrica da questo generata.

Per ottenere una risoluzione di 500 punti/linea, il segnale video generato da una telecamera conforme agli standard PAL o NTSC (625 o 525 linee/frame rispettivamente) deve essere campionato ad una frequenza di circa 10 MHz. Tuttavia il trasferimento dei dati digitali su memoria di massa puo' avvenire a tale velocità solo disponendo di sistemi tecnologicamente molto avanzati o di dispositivi hardware specializzati. In alternativa si possono adottare le seguenti soluzioni:

- diminuire la velocità di scansione, con conseguente presenza di flicker sull'immagine;
- digitalizzare una sola linea per quadro e memorizzare i dati ad essa relativi in una memoria veloce a stato solido, quindi effettuare il trasferimento su

memoria di massa durante il tempo di scansione dell'intero frame, ad ogni quadro successivo viene acquisita con lo stesso procedimento la linea seguente (≈ 8 sec per acquisire l'intera immagine); digitalizzare e trasferire in memoria un solo pixel per linea (digitalizzazione di colonna), durante l'intero frame viene campionata una linea verticale di pixel, la colonna digitalizzata si sposta da sinistra verso destra ad ogni quadro successivo (≈ 16 sec per l'acquisizione dell'intera immagine).

Camera tube	Transducer	Storage	Gain stages ^a	Readout	
				Beam velocity	Mode
Image orthicon	Photoemissive	Insulating membrane	SE-T, E-M	Low	Reflected return
Image isocon	Photoemissive	Insulating membrane	SE-T, SC-G, E-M	Low	Scattered return
Image-intensifier	Photoemissive	Insulating membrane	O-G, SE-T, E-M	Low	Reflected return
Orthicon	Photoemissive	Insulating membrane	O-G, SE-T, SC-G, E-M	Low	Scattered return
Image-intensifier					
Isocon	Photoemissive	In second-stage transducer	OG	Low	Direct
Intensifier Vidicon					
SEC Tube	Photoemissive	In gain medium	SEC	Low	Direct
Ebicon	Photoemissive	In gain medium	EBIC	Low	Direct
Silicon Intensifier	Photoemissive	In gain medium	EBIR in silicon diode matrix ^b	Low	
Target Tube	Photoconductive	In transducer medium	—	Low	Direct
Vidicon					
Return-beam Vidicon	Photoconductive	In transducer medium	E-M	Low	Reflected return
Photoconductive	Photoconductive	In transducer medium	SC-G, E-M	Low	Scattered return
Isocon	Photoconductive	In insulating film contacting photo-conductor	E-M	High-velocity redistribution-less	
Dielectric-Tape (including single-frame tube version)					

^a SE-T: Secondary emission gain at the target of the image orthicon type. E-M: Electron multiplier. SC-G: Scatter gain at the target of the isocon type. O-G: Optical gain of the image-intensifier type. SEC: Secondary-emission conductivity. EBIC: Electron-bombardment-induced conductivity
^b EBIR: Electron bombardment induced response.

Fig 21 : Alcuni tipi di telecamere

3.2.4 Array di fotodiodi e CCD

Sono dispositivi di realizzazione relativamente recente. I **photoarray** sono costituiti da matrici lineari o rettangolari di fotodiodi su un singolo circuito integrato, completo di clock e dei circuiti logici che realizzano la scansione. La carica, accumulata sui fotodiodi e proporzionale alla densità di flusso luminoso incidente, viene trasferita ai circuiti esterni mediante la chiusura di opportuni

interruttori elettronici. Un circuito di controllo chiude un interruttore alla volta, realizzando così il meccanismo di scansione interna.

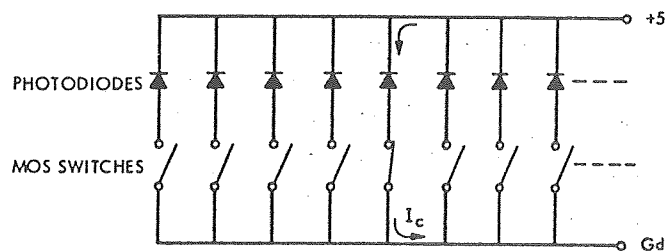


Fig 22 : Struttura interna di un photoarray

Anche i CCD (Charge Coupled Device) sono costituiti da array lineari (1000+5000 elementi) o da matrici (fino a circa 500 x 500 elementi) di fotosensori. La carica generata in ogni sensore è spostata come un "pacchetto" attraverso una serie di capacità interne fino a raggiungere il circuito esterno.

Questi dispositivi sono affetti da mancanza di uniformità nella sensibilità spettrale e dei vari fotosensori, che può essere comunque ridotta o eliminata con operazioni di correzione sull'immagine in forma digitale. Inoltre la robustezza, le dimensioni ridotte e la necessità di una bassa tensione di alimentazione li rendono molto interessanti per la realizzazione di camere da ripresa TV a stato solido e per la digitalizzazione di immagini.

3.2.5 Meccanismi di scansione (campionamento)

Esaminiamo alcune delle più utilizzate tecniche di scansione.

Specchio oscillante e prisma rotante

Nei sistemi scan-in il pennello luminoso può essere deflesso in una direzione mediante uno specchio piano rotante montato su un motore elettrico, come mostrato in fig. 23. Il movimento dello specchio fa sì che il pennello si muova attraverso l'immagine. Quando il pennello raggiunge il bordo dell'immagine, lo specchio viene riportato velocemente nella posizione iniziale e ricomincia la scansione. I continui cambiamenti di direzione nel movimento dello specchio limitano la velocità massima di scansione a cui il sistema può operare. Per superare tali limiti può essere utilizzato un prisma rotante con le facce riflettenti (fig. 23). In questo caso il ritorno alla posizione di partenza del pennello luminoso viene ottenuta col passaggio

da una faccia laterale del prisma alla successiva. Questi meccanismi possono essere usati in abbinamento ad array lineari di fotosensori per ottenere l'acquisizione di un'immagine bidimensionale, sfruttando la scansione interna del fotosensore per un'asse e quella dello specchio per l'altro asse (tecniche miste).

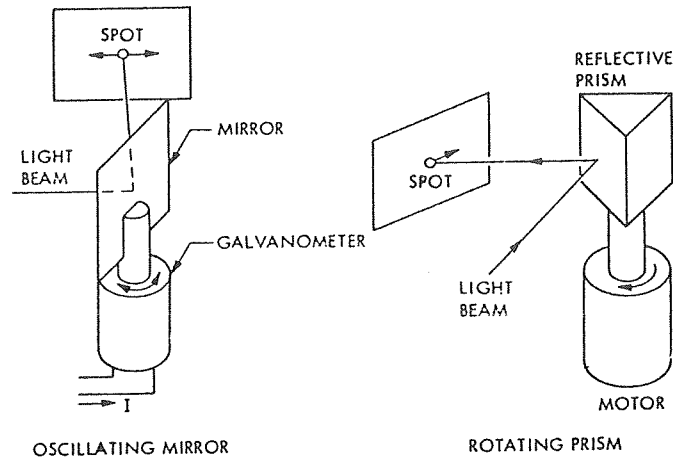


Fig 23 : Scansione con lo specchio oscillante o con il prisma rotante

Doppio specchio rotante

Con l'utilizzazione di due specchi oscillanti in due direzioni perpendicolari si puo' ottenere la scansione di un'immagine bidimensionale. Sono possibili applicazioni di tipo scan-in e di tipo scan-out. La fig. 24 mostra un'esempio di tipo scan-out basato sull'uso dei due specchi oscillanti e di un fotomoltiplicatore. Svantaggi di questa tecnica sono la bassa velocita' di scansione e la scarsa sensibilita'.

$$\text{MAGNIFICATION: } M = \frac{d_1 + d_2 + d_3}{d_0}$$

$$x = [d_2 + d_3] \tan 2\theta$$

$$y = d_3 \tan 2\phi$$

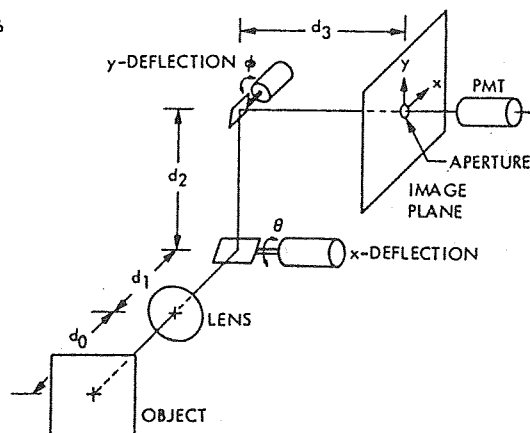


Fig 24 : Scansione con il doppio specchio

Meccanismi di scansione meccanica

Mediante opportuni movimenti relativi tra sorgente luminosa, immagine e fotosensore realizzati con mezzi meccanici, e' possibile ottenere la scansione di un'immagine bidimensionale. A puro titolo di esempio, si menziona il rullo rotante e la vite senza fine, che possono essere abbinati per ottenere la deflessione lungo due assi, come mostrato in fig. 24 (tecnica combinata scan-in scan-out). I meccanismi meccanici sono limitati in velocita', ma sono economicamente molto convenienti e molto utilizzati per apparecchi commerciali.

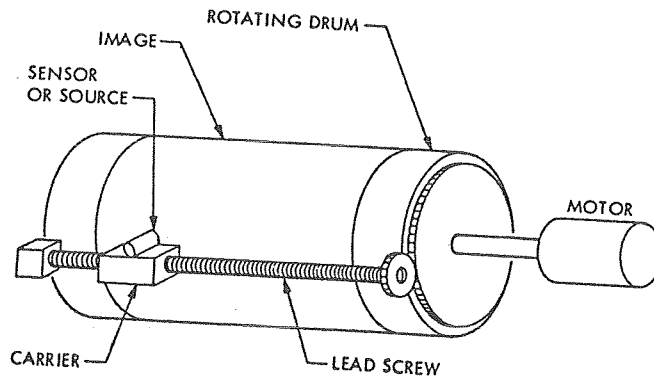


Fig 24 : Meccanismi di scansione meccanica

Scansione del pennello elettronico

Come abbiamo gia' visto, all'interno delle telecamere e' generalmente presente un sistema di deflessione del pennello elettronico lungo i due assi, che effettua la lettura dell'immagine elettronica (tecnica scan-out). Il pennello elettronico puo' essere deflesso (fig. 25) per mezzo di campi elettrici (deflessione elettrostatica) o per mezzo di campi magnetici (deflessione elettromagnetica).

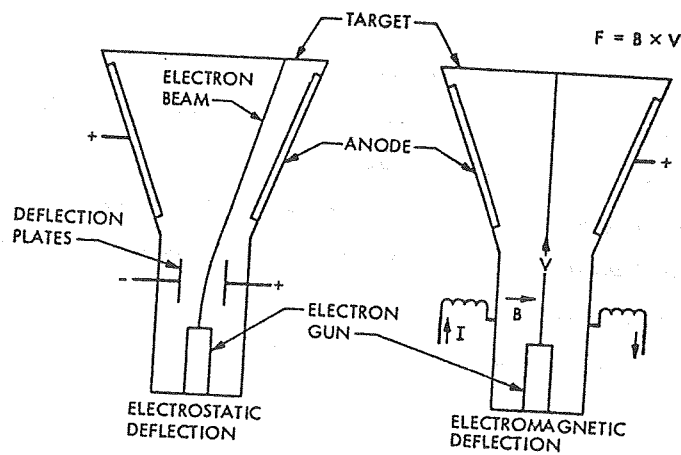


Fig 25 : Deflessione elettrostatica e elettromagnetica

Scansione interna nei photoarray

Come precedentemente descritto, i photoarray possiedono dei circuiti interni che realizzano la scansione di tutti gli elementi fotosensibili presenti sul chip (tecnica scan-out).

3.2.6 Convertitore analogico-digitale (quantizzatore)

La conversione del segnale analogico in forma digitale viene effettuata mediante apparati elettronici, comunemente chiamati **ADC** (Analog to Digital Converter). Sono caratterizzati dalla velocità di conversione di un campione e dal numero di bit generati (8+16 bit). Nei convertitori cosiddetti "flash" le velocità raggiunte sono molto elevate (oltre 10 milioni di conversioni al secondo). Facendo uso di tali dispositivi è possibile digitalizzare segnali molto veloci, come il segnale video, in tempo reale.

3.2.7 Scanner

Si tratta di un apparecchio in grado di leggere e digitalizzare un'immagine piana, generalmente su carta (lettere, documenti, testi, illustrazioni, fotografie, firme, timbri, simboli, etc.). Collegato ad un computer dotato di stampante, permette di riprodurre i documenti digitalizzati, con eventuale possibilità di ridurre o ingrandire l'immagine, variarne il contrasto, variare la risoluzione, etc. Il sistema ha quindi le caratteristiche di una piccola stazione di stampa elettronica.

Generalmente vengono utilizzati come sensori dispositivi a stato solido (CCD), per la loro compattezza. Nel caso di sensori lineari vengono sfruttati meccanismi meccanici (fig. 26) per la scansione dell'immagine (movimento della sorgente luminosa e/o del fotosensore, trascinamento del documento). I parametri caratterizzanti ed i loro valori tipici sono:

risoluzione verticale	200+400 dpi (dot per inch)
risoluzione orizzontale	200+400 dpi
livelli di grigio	16+64 (256 per immagini ad alta qualità)
tempo di scansione	5+15 sec (dipendente dalla risoluzione)
tipo di sensore	CCD
campo di scansione	formato A4

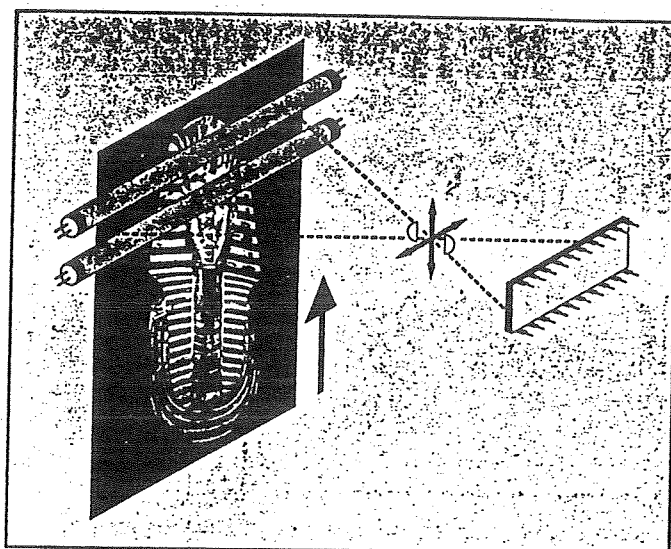


Fig 26 : Possibile struttura di uno scanner

In commercio esistono scanner in grado di digitalizzare immagini di formato anche molto grande (formati A+E), ma i loro prezzi sono proibitivi (decine di migliaia di dollari). E' possibile adottare una soluzione piu' economica se si dispone di un plotter di grandi dimensioni. Sono disponibili infatti delle teste di lettura dotate di sensore ottico, che possono essere applicate al supporto della penna del plotter. Una scheda di controllo aggiunta al computer provvede a gestire la scansione della testa di lettura. I tempi tipici per la digitalizzazione di un documento formato A sono di alcuni minuti, per un formato E di circa 30 minuti.

3.2.8 Sistemi di digitalizzazione a telecamera

E' il metodo che piu' si adatta all'acquisizione di immagini bidimensionali, eventualmente a colori, senza richiedere l'uso di sistemi di scansione meccanici esterni. Sono oggi disponibili telecamere dotate di alta sensibilita' (telecamere intensificate) o alta risoluzione (4000 x 4000 pixel), complete di apparati di digitalizzazione e in grado di riprodurre milioni di colori.

La limitazione della velocita' di acquisizione dell'intera immagine, puo' restringere l'uso di tali apparati solo a quelle applicazioni dove si hanno immagini o oggetti stazionari. Oggi pero' sono disponibili opportuni dispositivi elettronici (frame grabber) che sono in grado di "catturare" e digitalizzare un intero frame in tempo reale. L'immagine e' immagazzinata in una memoria a stato solido interna e

puo' essere sottoposta ad eventuali elaborazioni e/o trasferita in memoria centrale in un secondo tempo.

I sistemi di acquisizione mediante telecamera sono oggi molto utilizzati nei campi piu' svariati: medicina, biomedicina, biologia, fisica, intelligenza artificiale, CAD, grafica a colori, etc.

3.2.9 Sistemi flying spot

Sono apparati che utilizzano tecniche di tipo scan-in o combinate, in cui l'oggetto viene esplorato punto per punto da un fascio luminoso collimato. Tipiche applicazioni sono la digitalizzazione di diapositive o di fotogrammi di pellicole cinematografiche e l'acquisizione di immagini microscopiche. In ambedue i casi viene misurata, mediante un sensore spazialmente aspecifico, la luce trasmessa dall'oggetto per trasparenza. La scansione puo' essere realizzata col movimento della sorgente luminosa o dell'oggetto stesso, ad esempio con lo spostamento del tavolino portaoggetto nella microscopia.

3.3 DISPOSITIVI DI MEMORIZZAZIONE DI IMMAGINI

Un'immagine digitale contiene una quantità molto elevata di informazione. Per rappresentare un'immagine in bianco e nero (256 livelli di grigio) di media risoluzione (512 x 512 pixel) sono necessari 256 Kbyte, mentre per un'immagine a colori di alta qualità ed alta risoluzione sono necessari oltre 1.5 Mbyte. Nel caso in cui le immagini debbano essere archiviate si pone il problema della ricerca di un'opportuna memoria di massa, che abbia caratteristiche di alta capacità e di alta velocità di accesso.

Molto recentemente si è andata sviluppando la tecnologia dei **dischi ottici**, che tra quelle oggi esistenti è quella che maggiormente si adatta a questi requisiti. Nei dischi ottici la scrittura e la lettura avvengono mediante l'interazione ottica di un fascio laser con il supporto di memorizzazione e quindi senza contatto fisico. Le caratteristiche della luce laser consentono, inoltre, di raggiungere densità di registrazione più alte rispetto ai supporti di memoria usuali (dischi e nastri magnetici). Tali proprietà permettono di ottenere un costo per bit molto basso e un tempo di conservazione pressoché indefinito (decine di anni). I tempi di accesso sono paragonabili a quelli dei dischi magnetici (decine di ms) e la quantità di dati memorizzabili è superiore al Gbyte per disco. I dischi ottici possono essere a sola lettura (CD-ROM), ad unica scrittura (WRITE ONCE o DRAW) e cancellabili (ERASABLE).

I **CD-ROM** sono disponibili sul mercato da qualche anno e sono molto usati per la riproduzione di musica o film. Una recente applicazione è il sistema SFA (Still Frame Audio) che consente la riproduzione di immagini e suono. È possibile associare 1.3 sec di segnale audio ad ogni frame. L'immagine è mantenuta ferma durante la riproduzione sonora.

Nei dischi **DRAW** (Direct Read After Write) i dati possono essere registrati dall'utente una sola volta. Le case costruttrici garantiscono un tempo di conservazione dei dati superiore ai 30 anni. Le nuove tecnologie sviluppate hanno abbassato notevolmente il costo per bit di questi supporti. I dischi DRAW sono quindi molto indicati per la raccolta e l'archiviazione di immagini digitali.

I dischi **ERASABLE** sfruttano tecniche magneto-ottiche per la scrittura e la lettura delle informazioni sul supporto fisico. Hanno caratteristiche analoghe a quelle dei dischi DRAW, ma la durata di conservazione dei dati è inferiore. I dischi

cancellabili non sono ancora disponibili commercialmente, ma date le loro caratteristiche sono destinati a soppiantare le attuali memorie magnetiche.

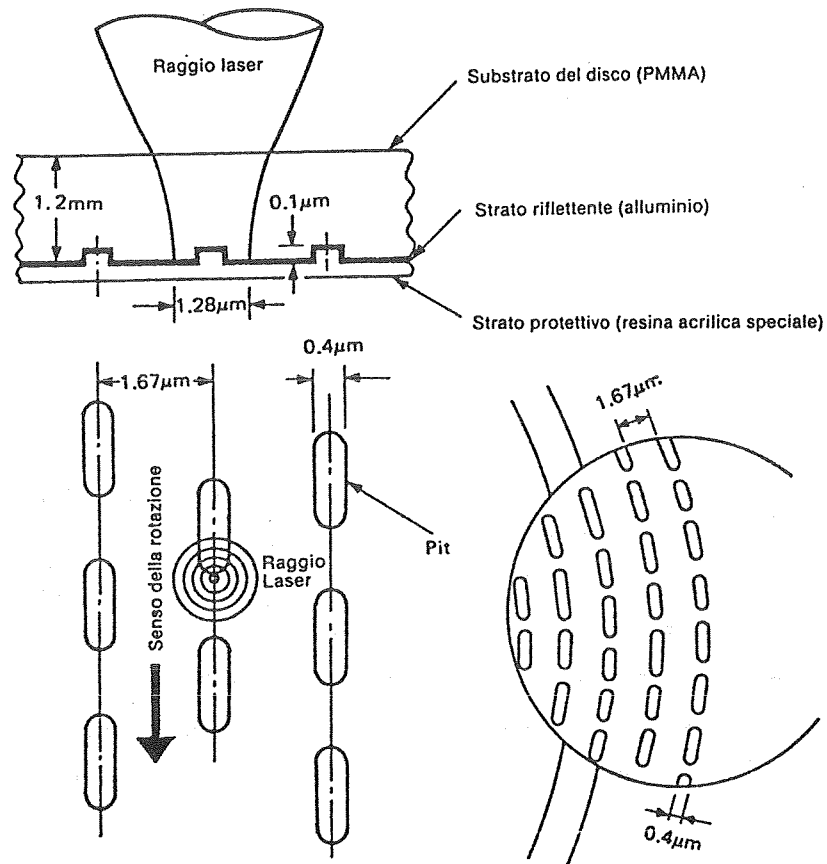


Fig 27 : Struttura di un disco ottico e lettura col fascio laser

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1] MAGNENAT-THALMANN N.M., THALMANN D., "Computer animation: theory and practice", Springer-XXXXX, Tokio 1985
- [2] FOX D., WAITE M., "Computer animation primer", McGraw-Hill, New York 1984
- [3] HEARN D., BAKER M.P., "Computer Graphics", Prentice-Hall, 1986
- [4] FOLEY J.D., VAN DAM A., "Fundamental of interactive computer graphics", Addison-Wesley, 1982
- [5] Special issue on "Printer Technologies", BYTE, September 1987
- [6] CASTLEMAN K.R., "Digital image processing", Prentice-Hall, 1979
- [7] BIBERMAN L.M., NUDELMAN S., "Photoelectronic imaging devices", vol. 2, Plenum Press, New York 1974
- [8] McGRATH R.A., "Budget scanning", Computer Graphics World, April 1987
- [9] TOMITA S., "The disk", Sony Corporation, 1985



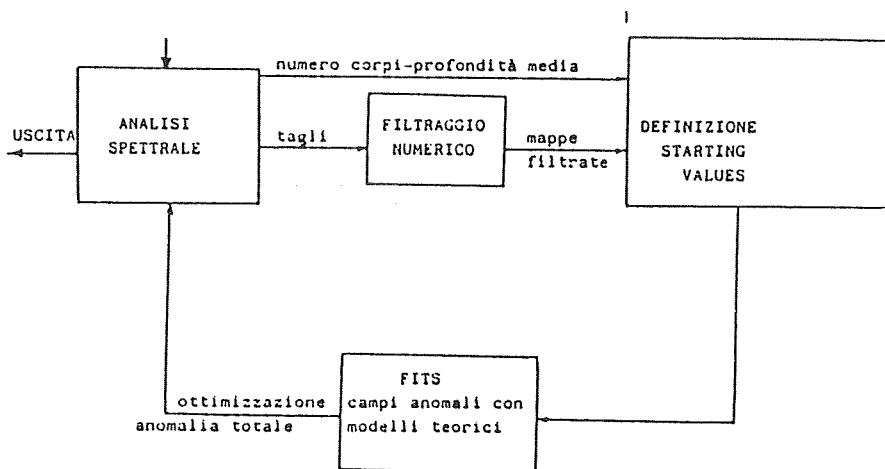
Dipartimento di Scienze della Terra - Universita' di Pisa

ANALISI DI ANOMALIE MAGNETICHE E GRAVITAZIONALI NEI CAMPI TERRSETRI

Introduzione

In geofisica il termine anomalia e' definito come la differenza tra i dati sperimentali ed il risultato previsto sulla base di un modello di campo di riferimento accettato. E' dunque importante dare una corretta definizione di quest'ultimo, sia nel caso interessino le anomalie magnetiche che quelle gravimetriche. Si veda ad esempio /1/.

Lo studio delle componenti anomale dei campi geofisici contribuisce, unitamente ai risultati ottenuti in altri settori della geologia (strutturale, regionale, sismica etc.) alla definizione di un insieme di parametri iniziali utili per modellare strutture crostali. La determinazione di questi modelli e' ottenuta con tecniche di modellazione vincolata ed ottimizzata come descritto nello schema seguente; nelle successive fasi dell'iterazione si ha come effetto retroattivo una migliore determinazione delle anomalie stesse./2/.

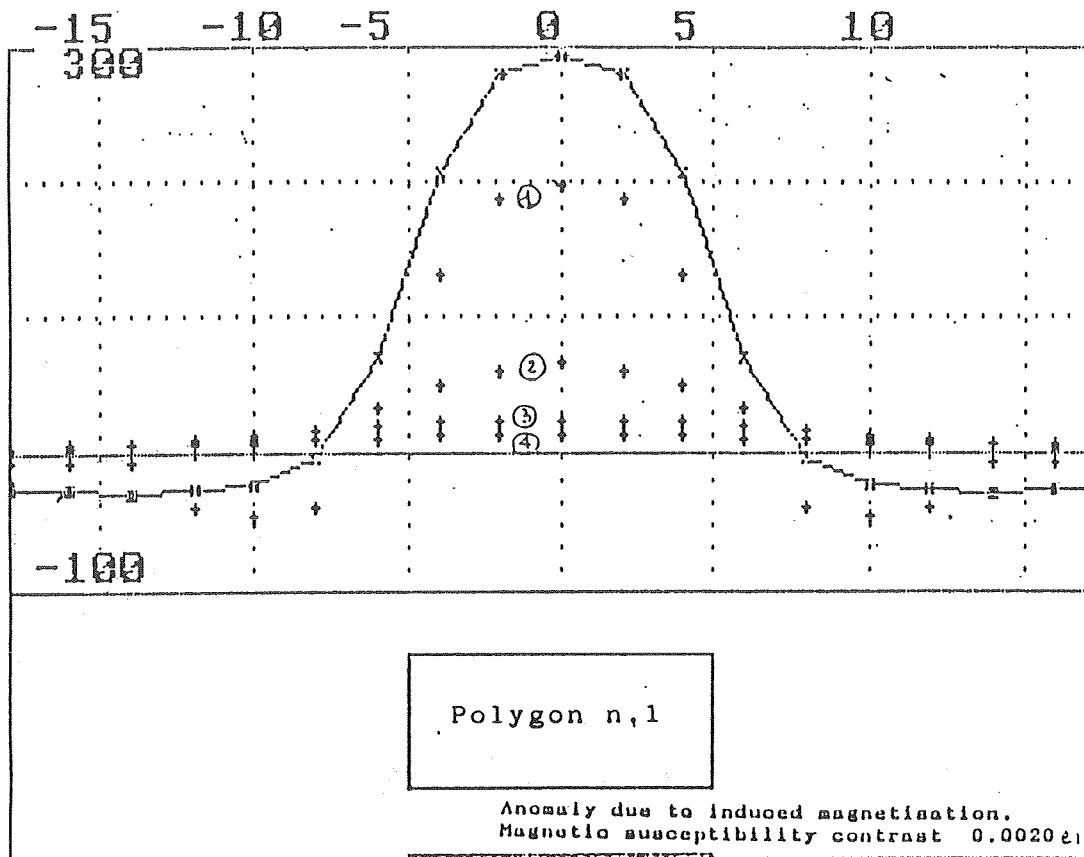


Lo scopo che qui' ci proponiamo e' far vedere alcuni esempi di restituzione grafica ed il loro uso in certi studi di geofisica inerenti gli effetti prodotti in superficie da strutture profonde.

Separazione delle componenti anomale mediante filtri numerici

Se ipotizziamo come modello ideale di struttura magnetizzata un poligono regolare, posto a profondita' media variabile (4,10,18,26 Km.), come in tabella 1 e fig. 1, e manteniamo

costante il contrasto di suscettivita', otteniamo i differenti contributi dei campi anomali indotti sulla superficie terrestre da corpi posti a differenti profondita (crocette in fig. 1). Nella stessa figura il campo anomalo totale e' riportato in linea continua. E' stato utilizzato il modello di Talwani per un corpo poligonale in sezione verticale e con strike infinito./3/.



Distance units are Kilometers
Total field

Magnetic inclination: 90 degrees
Magnetic declination: 0 degrees
Magnetic total field strength: 50000 nT
Traverse azimuth: 90 degrees

TABELLA N. 1

Polygon No. 1			Polygon No. 3		
Corner No.	x	z	Corner No.	x	z
1	-5.00	2.00	1	-5.00	16.00
2	5.00	2.00	2	5.00	16.00
3	5.00	6.00	3	5.00	20.00
4	-5.00	6.00	4	-5.00	20.00

Polygon No. 2			Polygon No. 4		
Corner No.	x	z	Corner No.	x	z
1	-5.00	8.00	1	-5.00	24.00
2	5.00	8.00	2	5.00	24.00
3	5.00	12.00	3	5.00	28.00
4	-5.00	12.00	4	-5.00	28.00

Ovviamente nei casi reali il procedimento e' opposto; si tratta di riconoscere e separare le componenti dovute ai differenti corpi che contribuiscono all'anomalia totale, dopo che questa e' stata residuata dal campo principale.

L'analisi spettrale ed il filtraggio numerico, con tutte le difficolta' legate alla produzione di artefatti e di rumore alle alte frequenze, sono strumenti essenziali per questo scopo.

Un metodo assai diffuso e' il filtro deconvolutivo. Quello da noi usato e' derivato dal pacchetto MAGSAT./4/.

I dati di ingresso sono costituiti dalle mappe di campi anomali residuati dal campo di riferimento ed i parametri (le frequenze di taglio, la scelta dei filtri, le dimensioni di griglia, sia in lunghezza d'onda che in frequenza) sono introdotte dall'utente sulla base dei dati sperimentali e dei risultati dell'analisi spettrale lungo i profili geologicamente significativi per i campi anomali.

Analisi delle anomalie a grande lunghezza d'onda del campo magnetico d'Italia

Con riferimento alla carta delle anomalie magnetiche nella regione italiana, residue rispetto al campo principale 1965.5, (G.Berti, E.Pinna 1986), sono riportate le figure qui' di seguito descritte.

FIG.2a: anomalia lungo il parallelo di latitudine $\varphi = 45^\circ$

FIG.2b: anomalia lungo il meridiano di longitudine $\lambda = 12^\circ 27' 08''$

FIG 3a e FIG. 3b :gli spettri di ampiezza relativi ai profili delle figure precedenti.

FIG.4: anomalia filtrata per lunghezze d'onda maggiori di 145 Km.

FIG.5: anomalie filtrate per lunghezze d'onda comprese tra 45 e 145 Km.

Dagli spettri di ampiezza ricaviamo le frequenze di taglio per il filtraggio bidimensionale. Esse corrispondono a lunghezze d'onda di 145 Km e 45 Km.

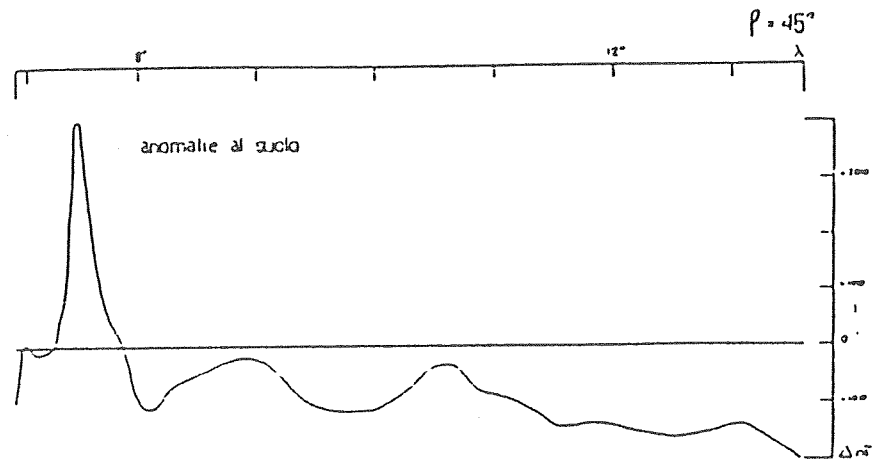
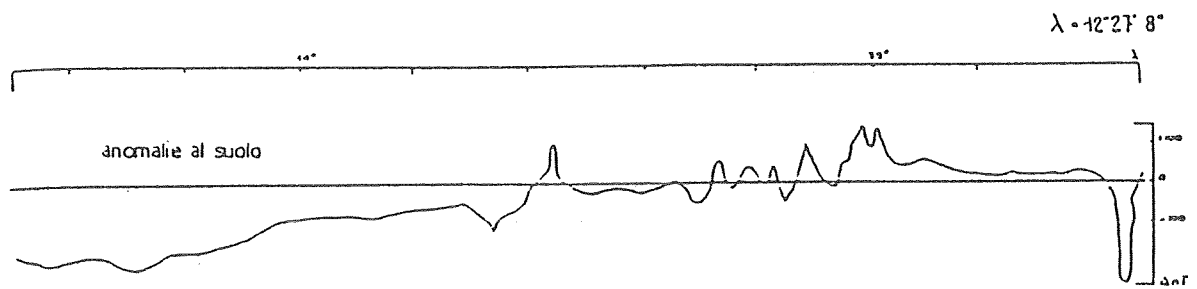


fig. 2a



fig; 2b

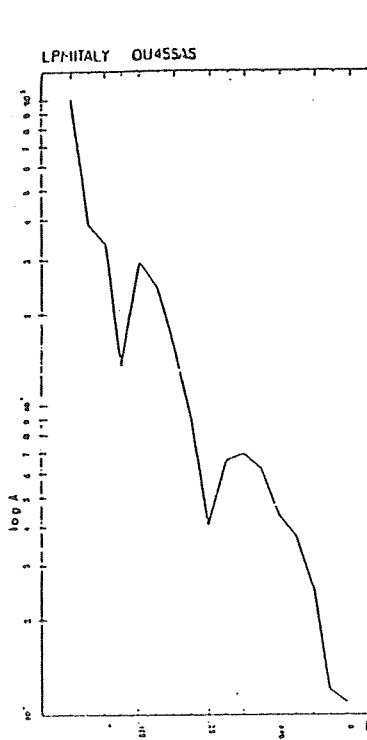


Figura 3a - Spettro di ampiezza del profilo lungo il parallelo $\phi = 45$

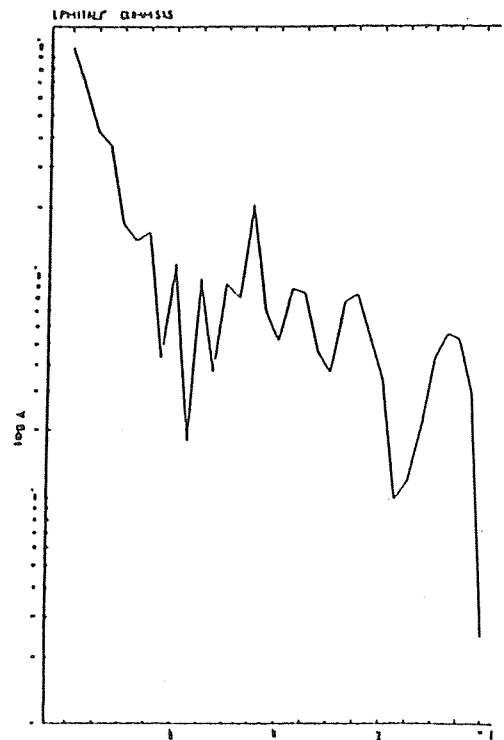
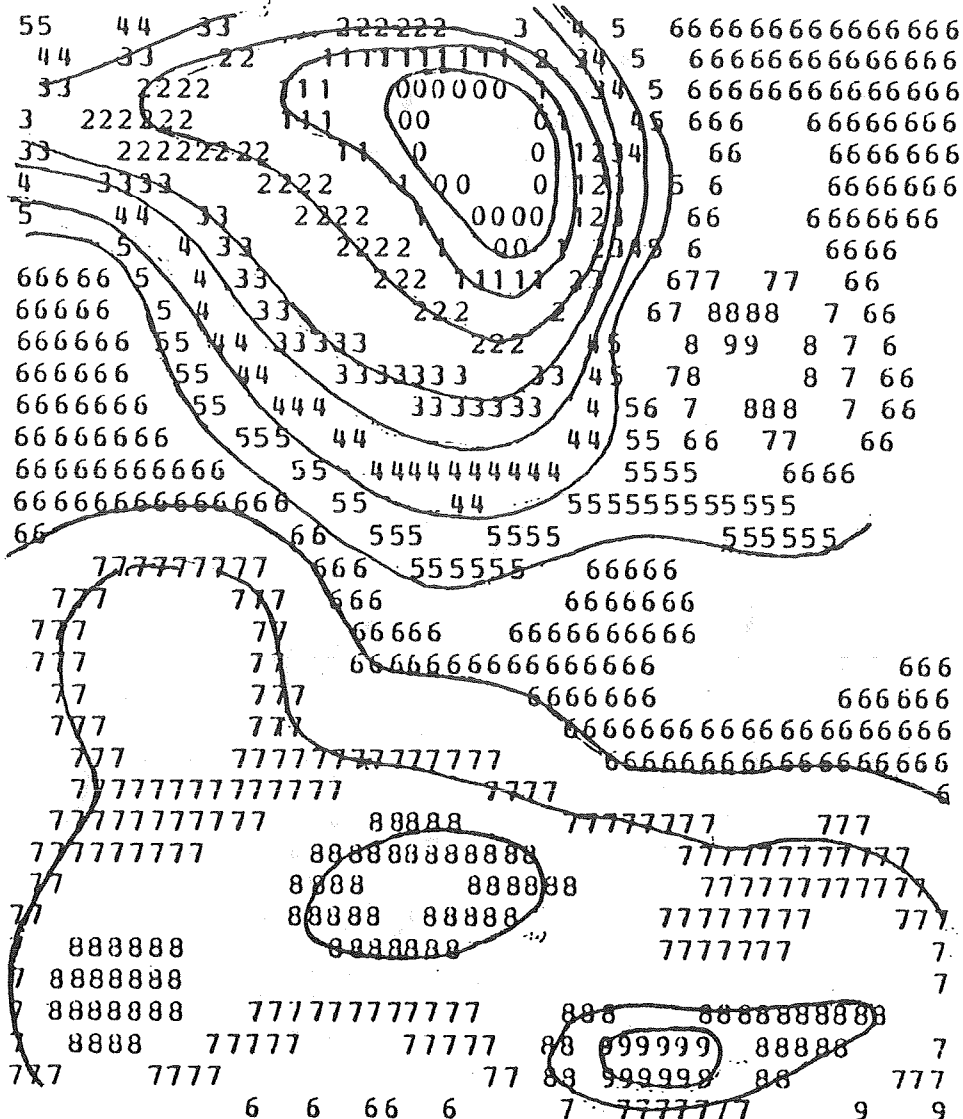


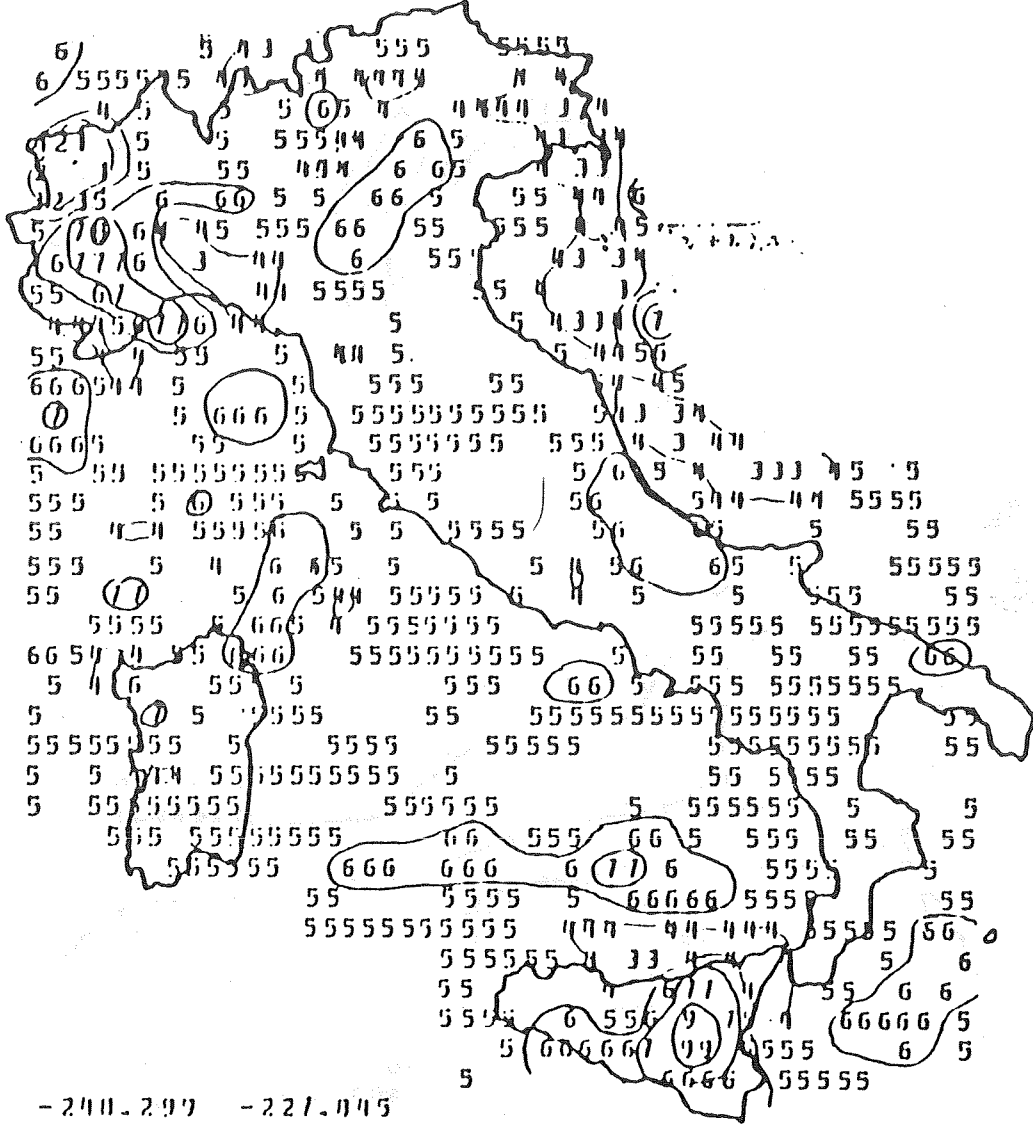
Figura 3b - Spettro di ampiezza del profilo lungo il meridiano $\lambda = 12^{\circ} 27' 0,8''$



-168.278	-156.131	
-156.131	-143.984	0
-143.984	-131.836	
-131.836	-119.689	1
-119.689	-107.542	
-107.542	-95.394	2
-95.394	-83.247	
-83.247	-71.100	3
-71.100	-58.952	
-58.952	-46.805	4 -40
-46.805	-34.658	
-34.658	-22.510	5 -20
-22.510	-10.363	
-10.363	1.784	6 0
1.784	13.932	
13.932	26.079	7 20
26.079	38.226	
38.226	50.374	8 40
50.374	62.521	
62.521	74.663	9

FIG. 4

FILE: LPHALAT 00105-45



-240.297	-227.045	0
-227.045	-207.392	1
-207.392	-106.930	2
-106.930	-166.405	3
-166.405	-146.031	4
-146.031	-125.570	5
-125.570	-105.125	6
-105.125	-04.671	7
-04.671	-64.210	8
-64.210	-43.764	9
-43.764	-23.311	10
-23.311	-2.057	11
-2.057	17.596	12
17.596	30.049	13
30.049	50.503	14
50.503	70.956	15
70.956	99.410	16
99.410	119.063	17
119.063	140.317	18
140.317	160.770	19

FIG. 5

Trasporto di anomalie in quota

Il trasporto in quota si basa sulla convoluzione del campo magnetico con un filtro la cui risposta in frequenza e'

in cui h e' l'elevazione di quota, u e v sono le coordinate in frequenza.

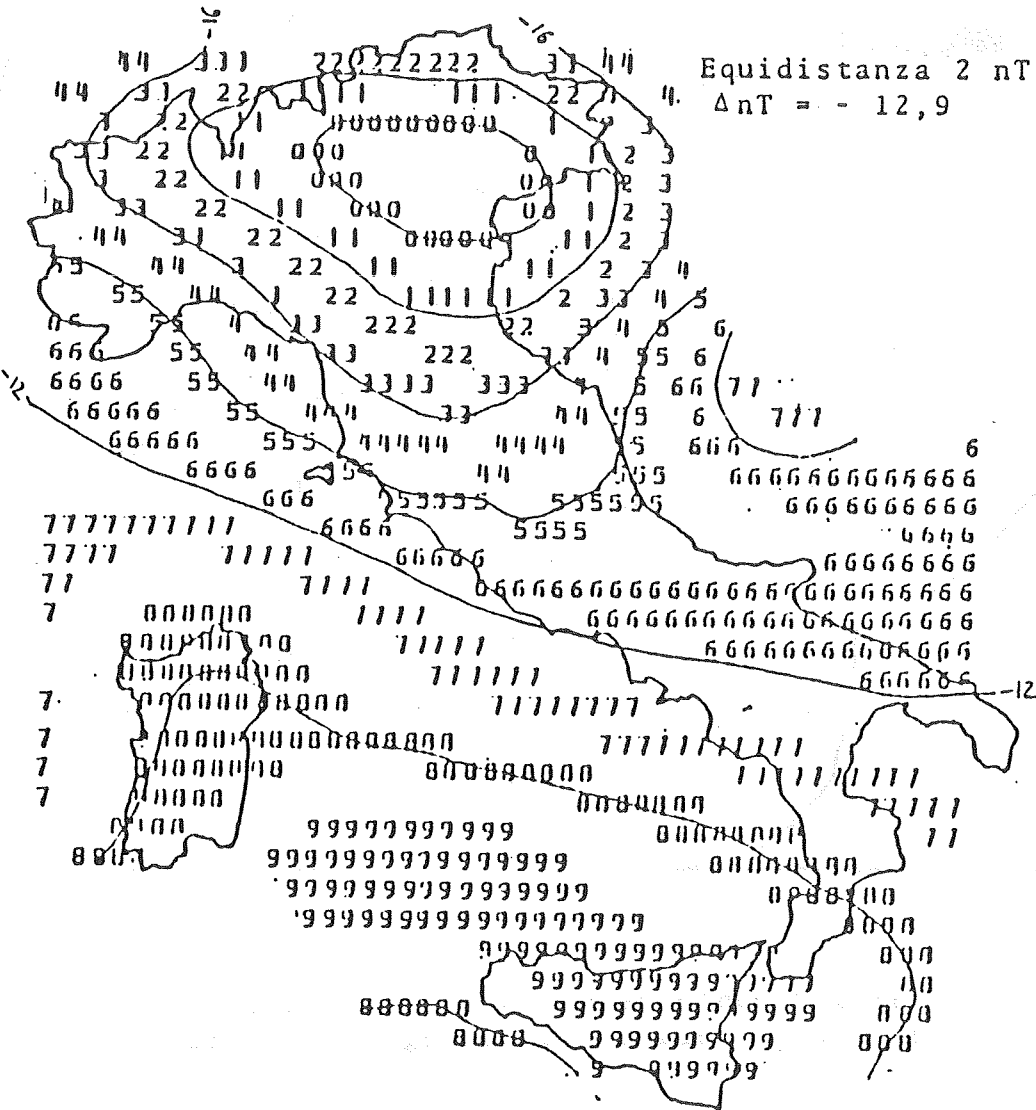
FIG. 6 trasporto del campo anomalo totale a 400 Km.

FIG. 7 campo anomalo ottenuto dai dati MAGSAT e relativo alla regione italiana.

FIG. 8 inserimento dei dati trasportati nel campo di anomalie MAGSAT.

FILE: LPHITALY UP400

FIG.6



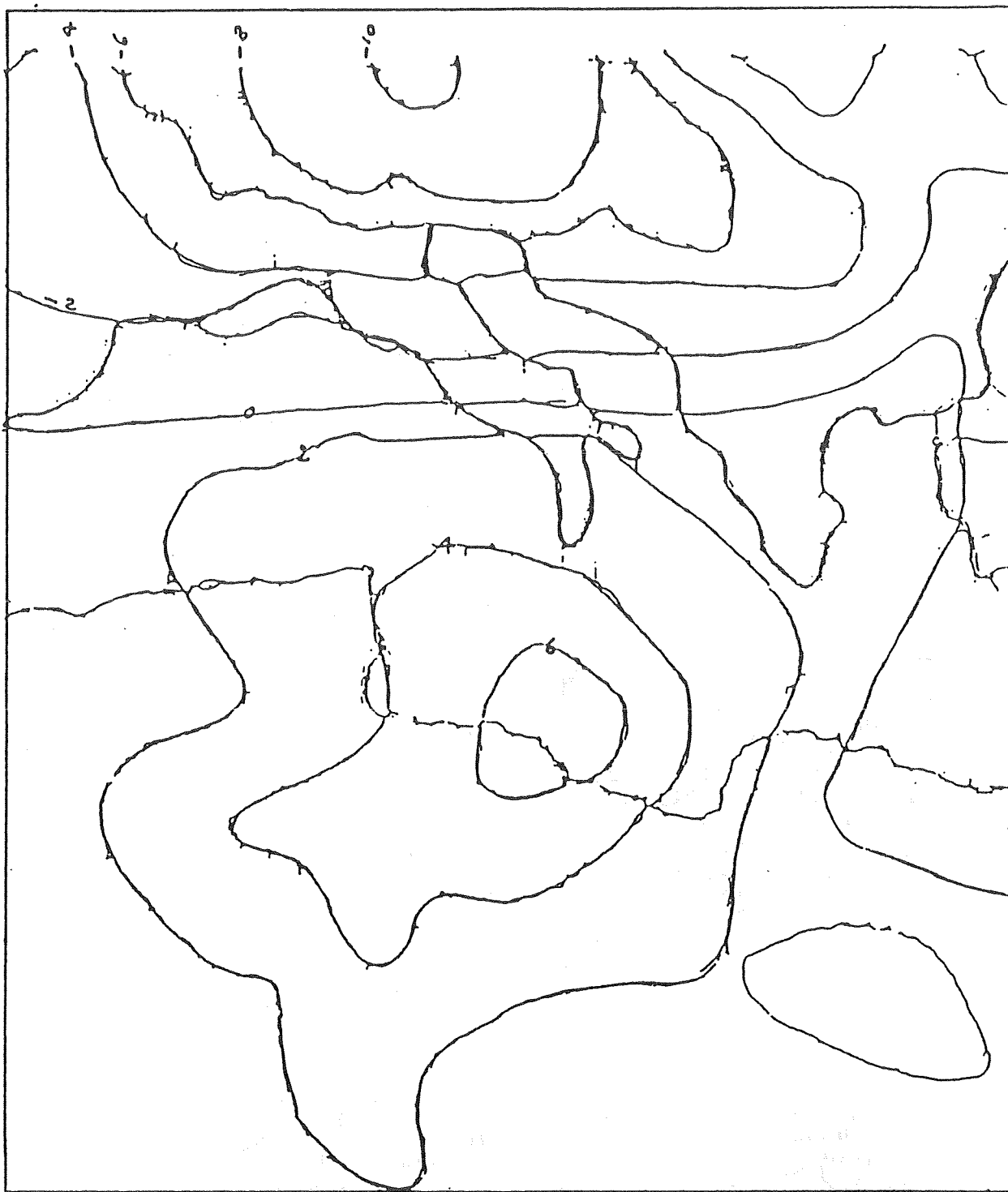


Figura 7 - Ingrandimento della carta delle anomalie scalari da Magsat relativo alla regione italiana

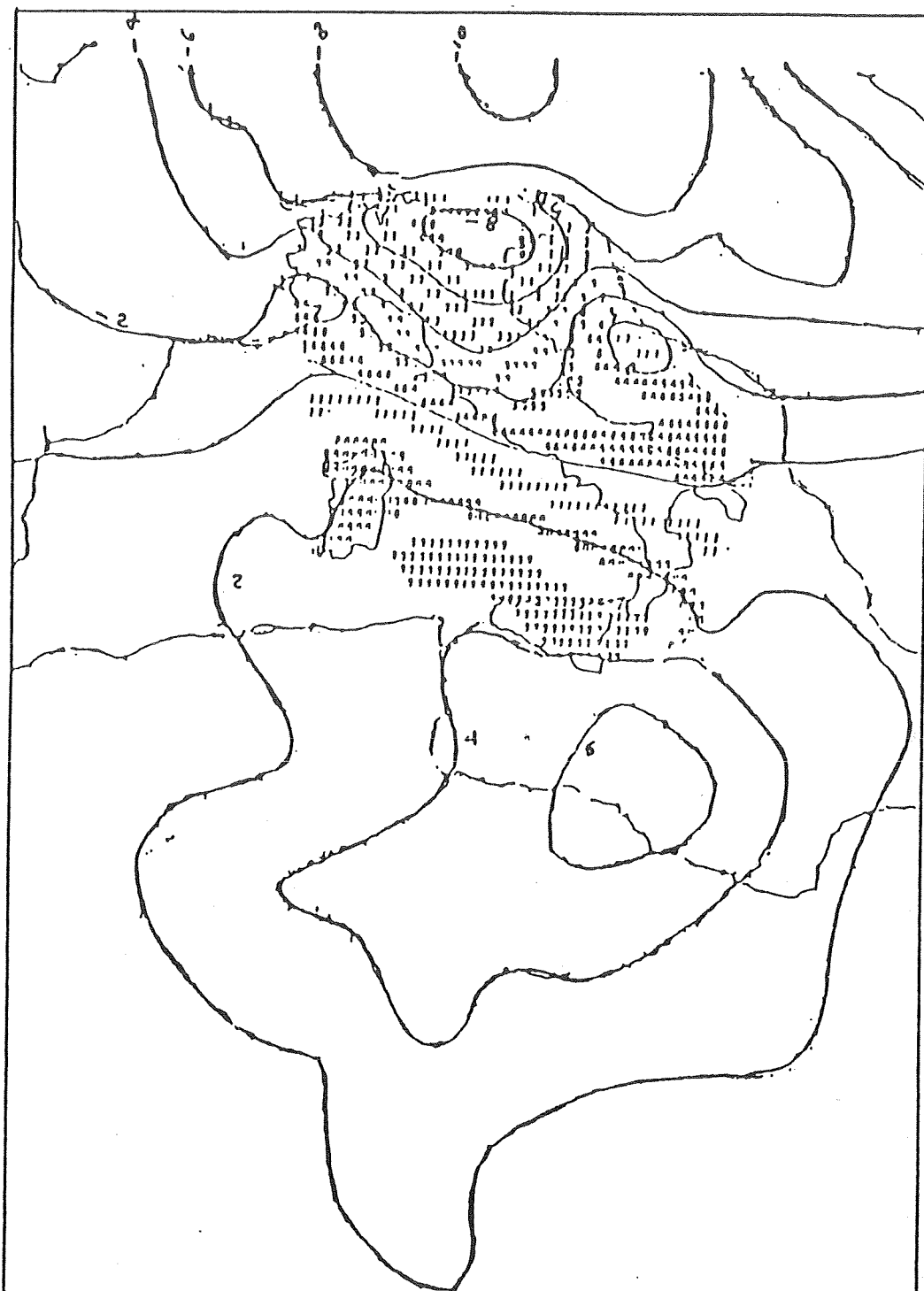


Figura 8 - Inserimento di LPM ITALY UP400 nella carta delle anomalie scalari Magsat

Con riferimento alle figure 4 e 7 riscontriamo:
- la presenza di anomalie positive che interessano l'area centro-mediterranea (Sardegna, Tirreno Meridionale, Sicilia);
- anomalia negativa della bassa Piana del Po;
- una soglia transizione relativa alle Alpi tra questo dominio negativo e quello piu' a nord centro europeo.

La fascia dei valori intermedi e' riferibile ad un valore nullo dell'anomalia totale in corrispondenza della fascia appenninica. Per maggiori evidenze si veda la carta delle anomalie magnetiche (Berti Pinna 1986 Atti V Convegno Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra Solida).

Le fasce di catene dell'Appennino e delle Alpi sembrano separare anomalie positive e negative a maggiore scala ed anche probabilmente ambienti tettonici diversi. /5/

Dai dati della distribuzione delle anomalie ottenute dal MAGSAT e dagli studi sullo spessore crostale, sembra esistere una relazione generale tra spessore e distribuzione di anomalie. Infatti le anomalie positive generalmente si verificano su regioni di crosta cristallina spessa e molte anomalie negative si riscontrano in regioni di crosta relativamente piu' sottile.

I confini tettonici tra blocchi distinti di carattere crostale differente appaiono essere i confini per anomalie magnetiche che rappresentano questi blocchi. /6/.

Analisi delle anomalie gravitazionali del Mediterraneo centrale

FIG. 9 Campo di anomalie di Bouguer

FIG. 10: Analisi spettrale lungo il profilo A B passante per il massimo di anomalia. Il primo taglio corrisponde ad una lunghezza d'onda di circa 240 Km.

FIG. 11: Analisi delle anomalie alle diverse lunghezze d'onda ed anomalia totale lungo il profilo A B.

FIG. 12: modelli di strutture crostali.

La scelta della lunghezza e del passo di campionamento del profilo sono vincolati dalle dimensioni dell'area campionata e della griglia dei valori sperimentali. Dallo studio del profilo mostrato in fig. 9 e dalla sua analisi spettrale deriva una scarsa risoluzione per i contributi a lunghezza d'onda maggiore di 480 Km. come mostra la fig. 13. L'elaborazione di un modello crostale ottimizzato, sebbene in fase di elaborazione (/7/) non e' ancora disponibile;

pertanto una piu' accurata determinazione delle anomalie come previsto dallo schema iniziale non e' possibile. Tuttavia analisi su profili tracciati in direzione di allineamenti geologici significativi rendono plausibile lo studio della regione spettrale a lunghezza d'onda maggiore di 240 Km. Maggiori dettagli sono riportati altrove, /7/; qui riportiamo alcune considerazioni riguardanti le correlazioni tra il campo anomalo e le strutture crostali dell'area ionica. Ad esempio l'intensa anomalia a breve lunghezza d'onda presente nell'area sud-est della Sicilia e lungo la scarpata di Malta ed i monti di Medina, sono da correlare con

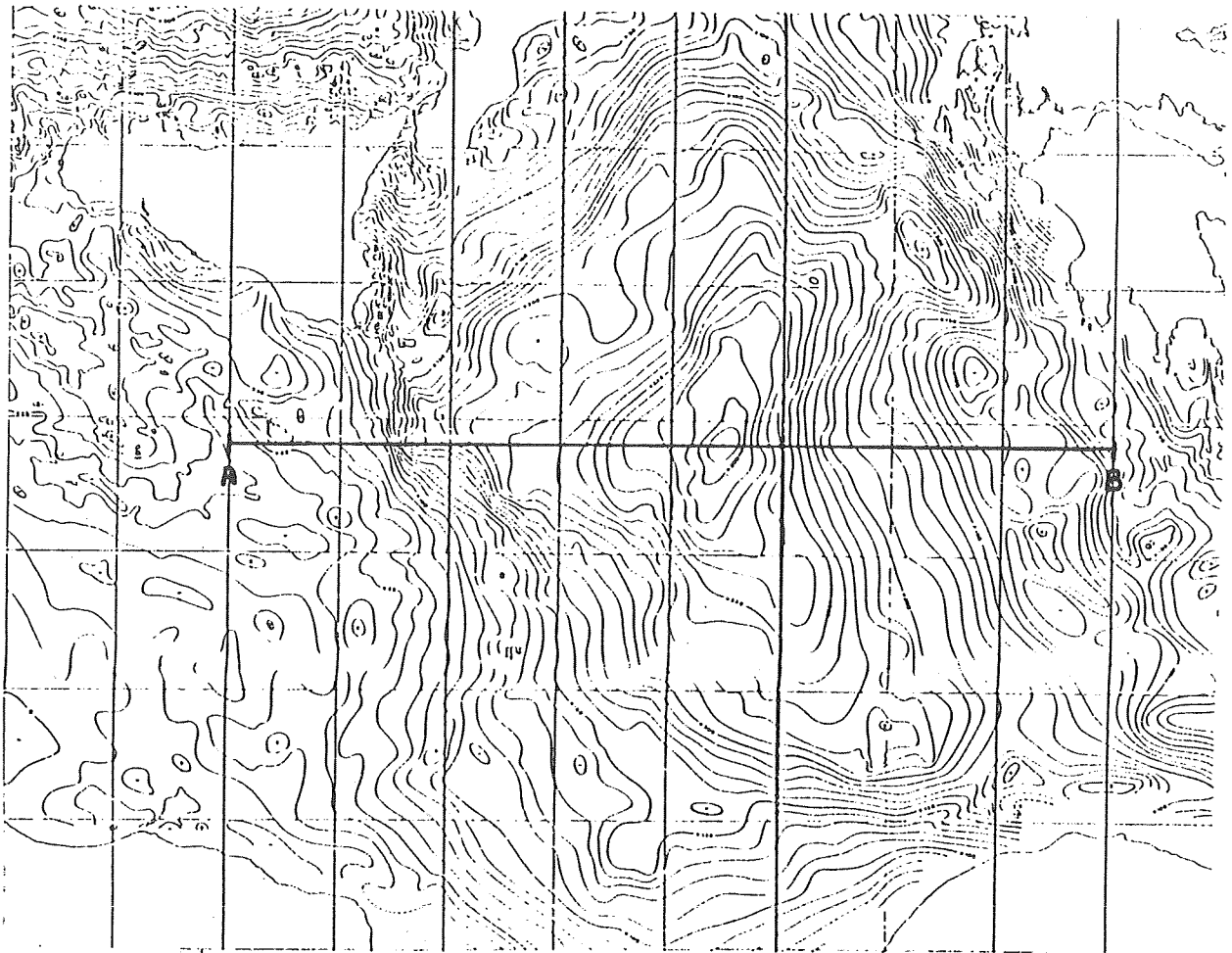


FIG. 9



FIG. 10

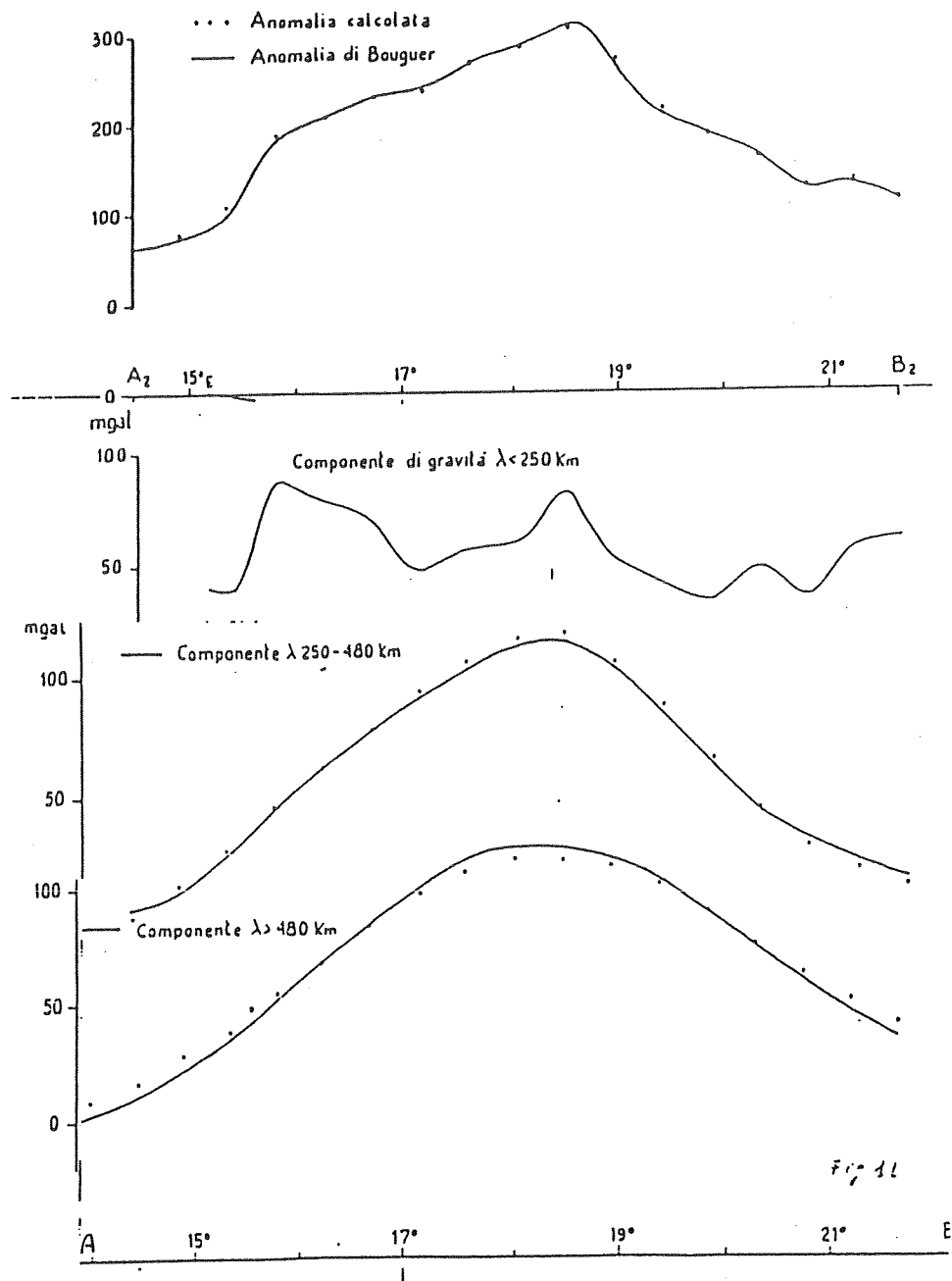


FIG. 11

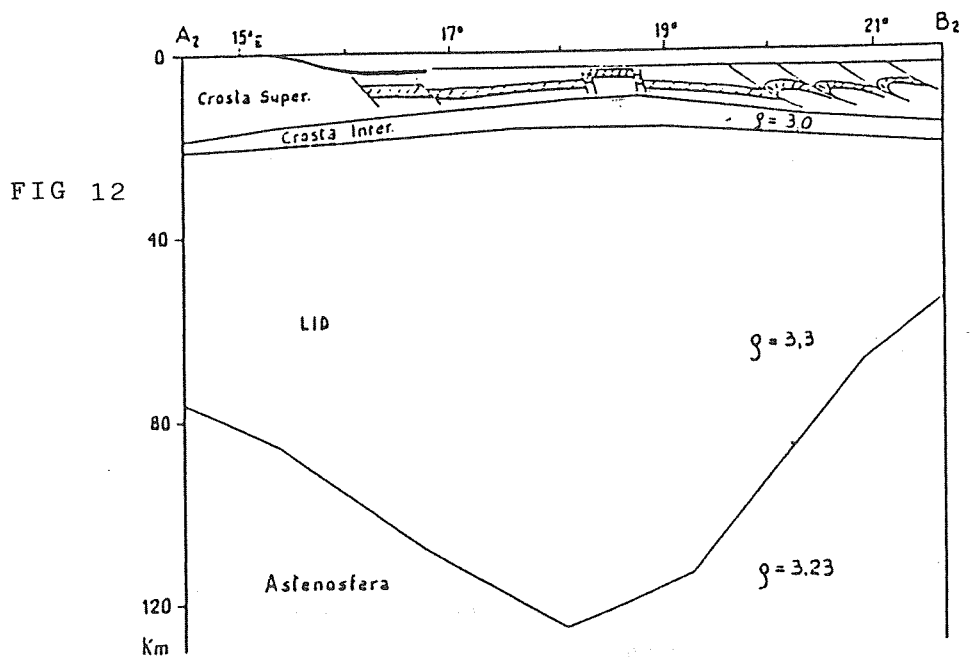


FIG 12

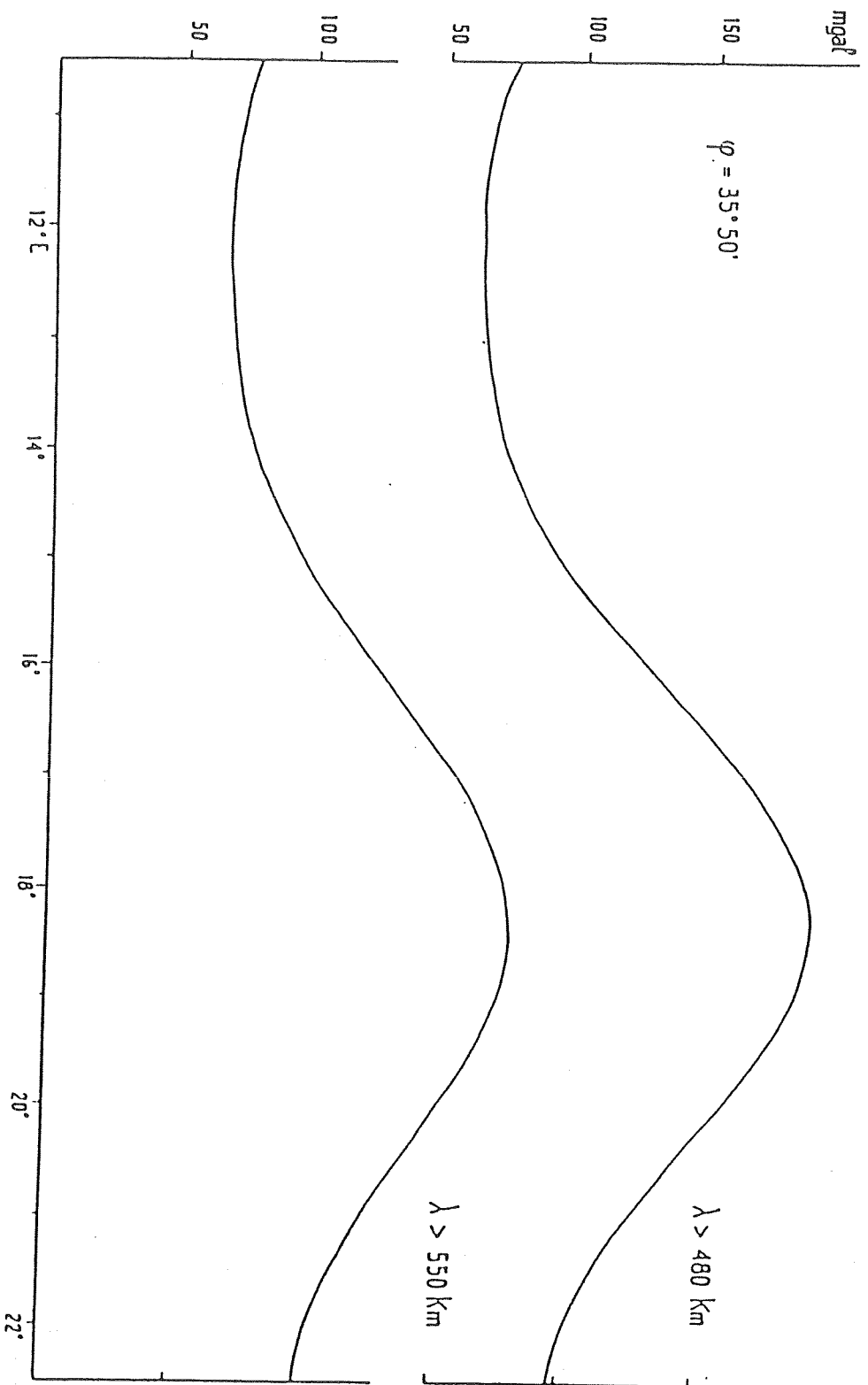


Fig. 13 - Profili W-E relativi alle mappe di grande periodo.

i fenomeni magmatici superficiali presenti in questa area. Inoltre il confronto tra anomalie lungo e medio periodo, concordemente a risultati ottenuti in altri settori di ricerca (sismica etc.) sembrano indicare un sollevamento della discontinuita' crosta - mantello (Moho) e dare al canale di Sicilia caratteristiche di rift con sprofondamento e continua rigenerazione della crosta.

Considerazioni conclusive

Riportiamo infine una sequenza di contouring automatici ricavati da dati dell' alto Adriatico. La presenza di artefatti ad alta frequenza introdotti dal sistema grafico computerizzato in fase di contouring risulta evidente anche se le possibilita' interpretative a grandi linee delle mappe restano inalterate. La presenza di questi artefatti e' facile da individuare su contorni ottenuti da dati di anomalie a grande lunghezza d'onda. Viceversa per anomalie a corto raggio, artefatti e dati reali si mascherano vicendevolmente.

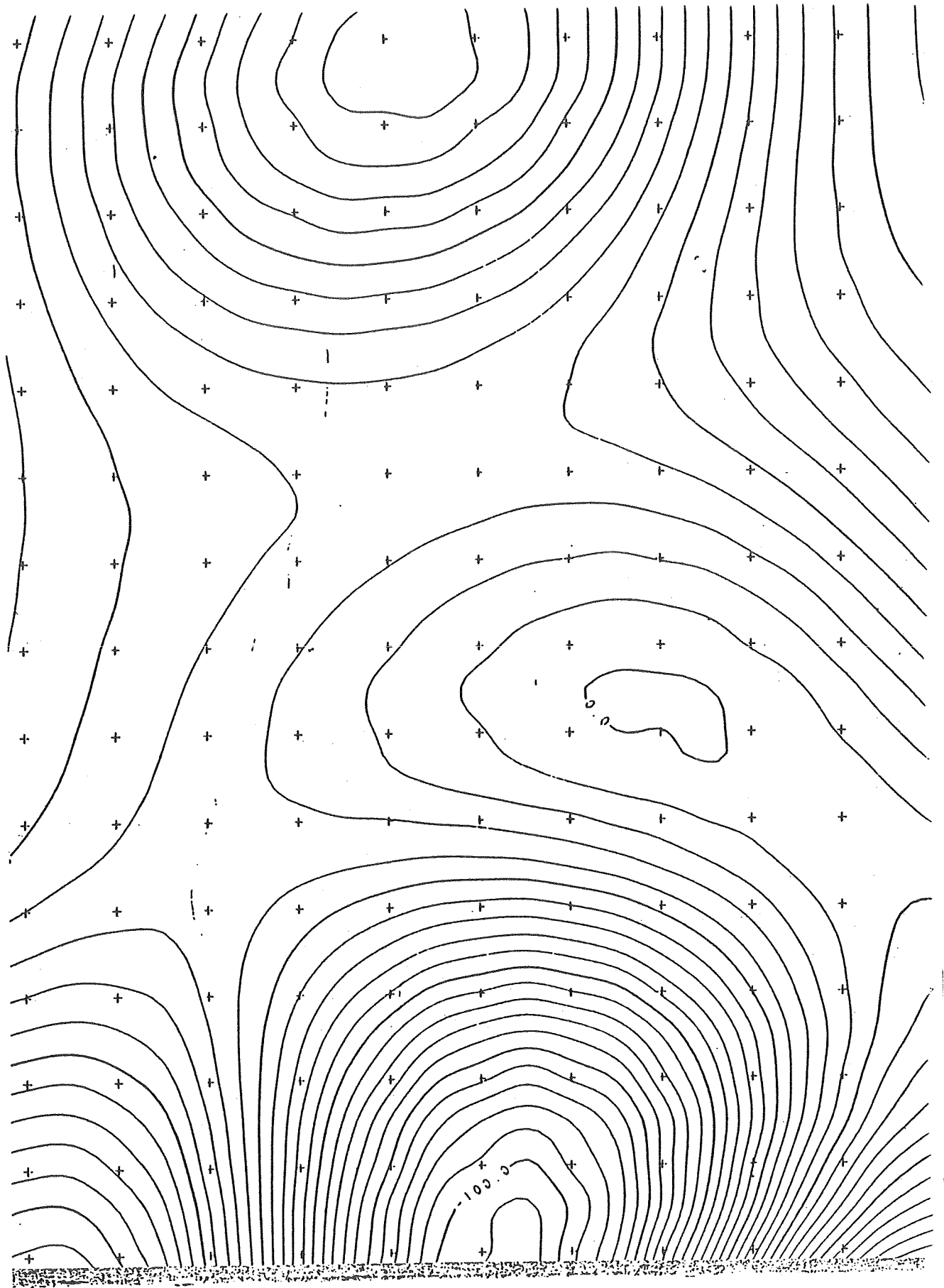
Tutto cio' e' legato alla bonta' e flessibilita' degli algoritmi di interpolazione e regolarizzazione dei dati introdotti al sistema grafico computerizzato. Gli algoritmi attualmente piu' affidabili calcolano i dati di interpolazione con il metodo del Best Linear Unbiased Estimator (Kriging), ma i dati di input al sistema grafico computerizzato sono considerati senza errore (o con un controllo a posteriori dello stesso) e completamente scorrelati. La presenza di errori sperimentali equivale ad un filtro passa basso; trascurare questi, oppure considerare tutti i dati equivalenti rende possibile il permanere di disturbi alle alte frequenze. L'uso di algoritmi ad hoc per la generazione di modelli sui dati da contornare puo' consentire un ulteriore raffinamento dello strumento grafico computerizzato.

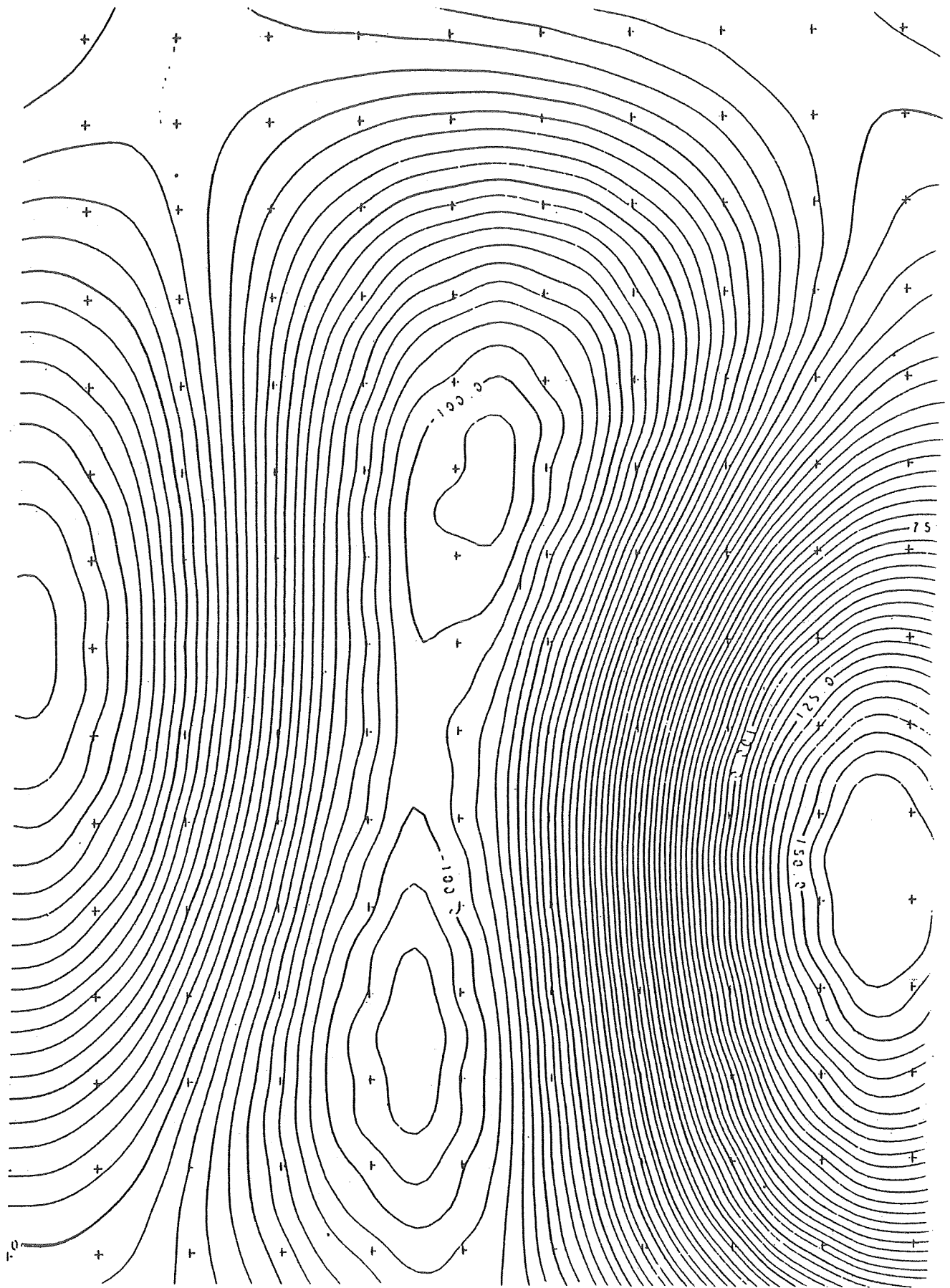
Tuttavia come e' ovvio, nella scelta del sistema grafico computerizzato il ruolo principale deve essere giocato dagli scopi, dalle necessita' e dall'uso che del dato grafico restituito vogliamo fare. Anche per questo gli esempi riportati, forse bonariamente provocatori, sono stati scelti per mettere in evidenza come in molti casi, le difficolta' nel risolvere i campi anomali terrestri siano intrinsecamente legati al dato sperimentale, piu' che al sistema, scelto per l'elaborazione grafica. Inoltre e come conseguenza, un aspetto non secondario nell'interpretazione del dato grafico e' la precisione necessaria e/o sufficiente a dare informazioni utili riguardo allo scopo per cui i campi anomali sono studiati.

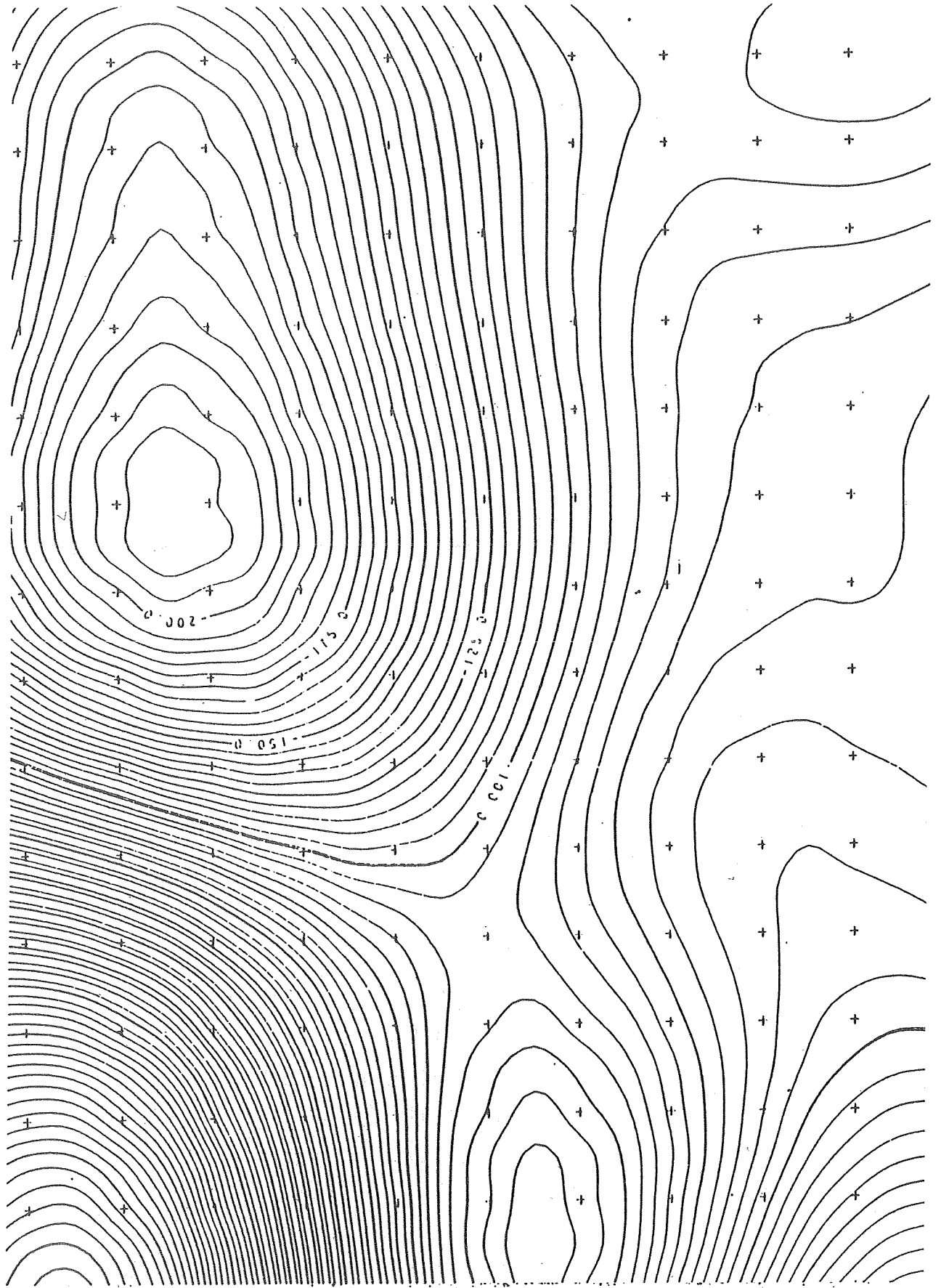
La tecnologia attuale ha sviluppato sistemi Hardware e Software tali da soddisfare ampiamente gran parte delle esigenze grafiche poste dallo studio delle strutture crosati per le quali anche aspetti puramente morfologici sono ancora sconosciuti.

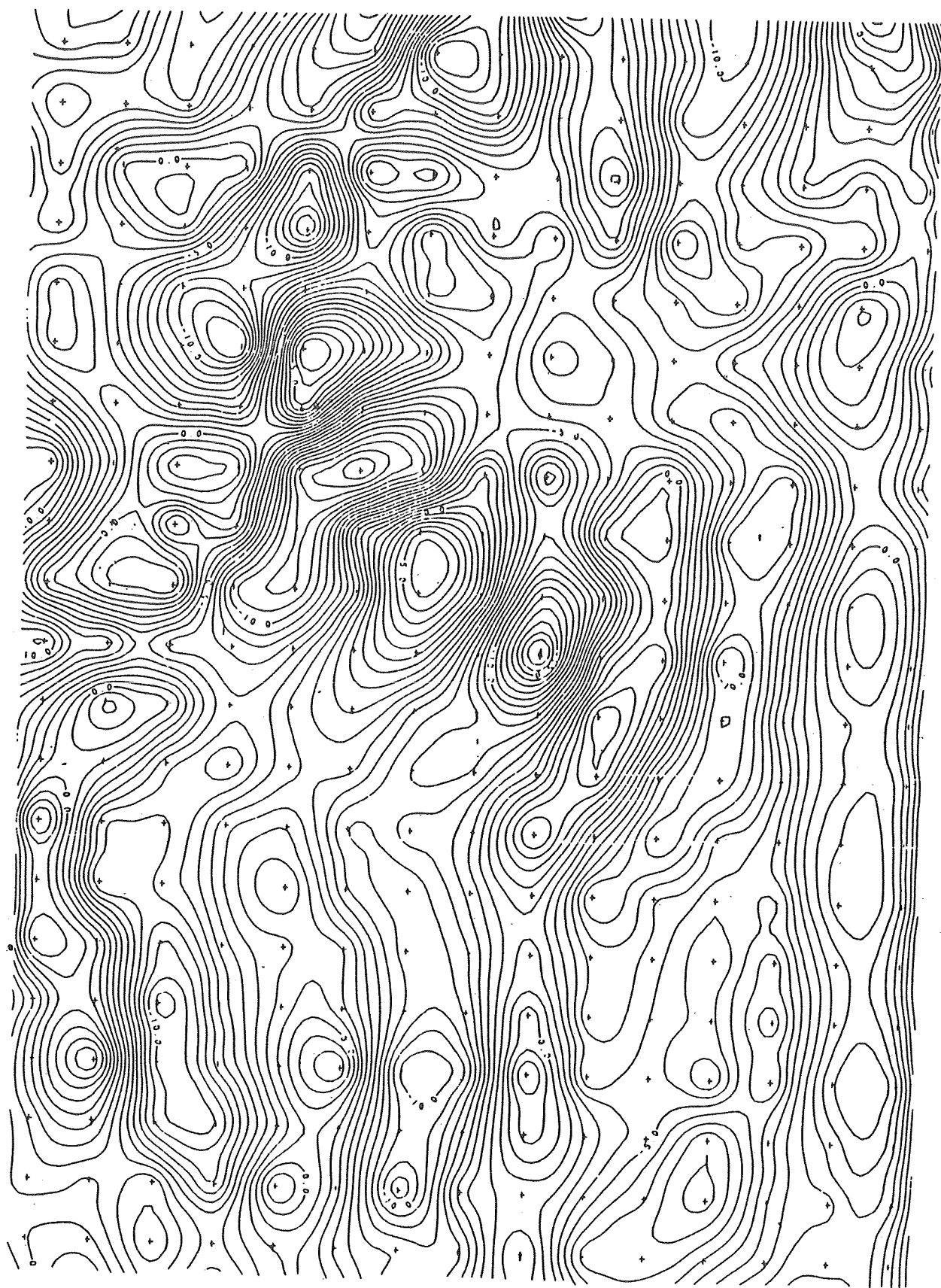
Bibliografia

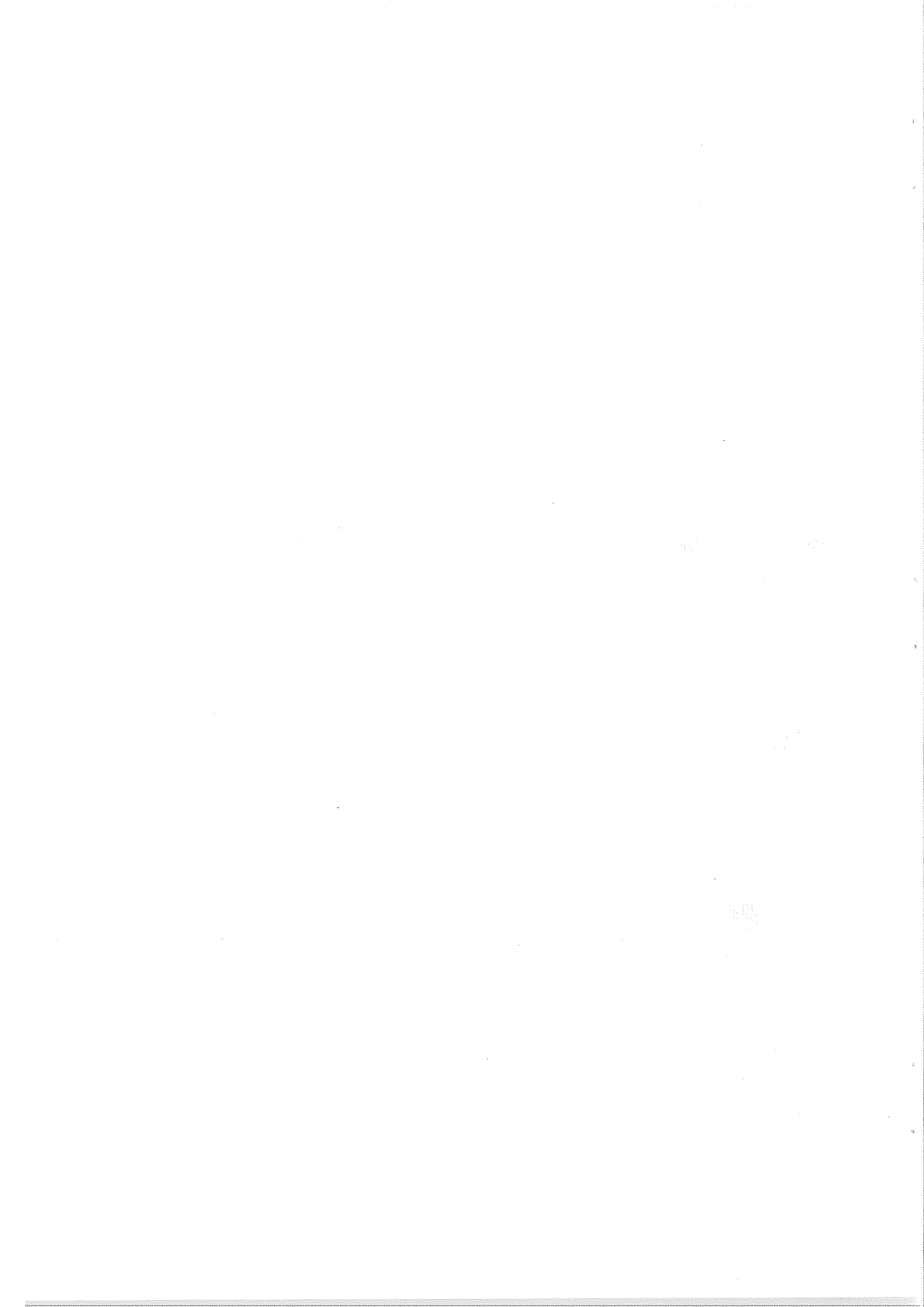
- /1/ F. Molina (1986): Il campo geomagnetico e le sue variazioni. Atti del I Convegno di Geomagnetismo .Ist.Naz. di Geofisica Roma 23-24 ottobre 1984.
- /2/ G.Berti, R.Carrara, E.Pinna (1987): Interpretazione delle anomalie di gravita' mediante un sistema di modellazione vincolata. Atti della Soc. Tosc. di Scienze Nat. (in stampa).
- /3/ M.Talwani, J.L.Worsel and M.Landisman (1959). Rapid gravity computations for two dimensional bodies with application to Mendocino submarine fracture zone. J. Geophys. Res. 64,1,49-59.
- /4/ G.Berti, M.Fanucchi, E. pinna (1986). CLABOT: Programmi per il filtraggio numerico di dati sperimentali derivati dal pacchetto MAGSAT. Quaderni di Software del Dip. di Sc. della Terra,2,pp.1-19. Pisa 7/11/87.
- /5/G. Loglio, T. Pugliesi : Il campo magnetico d'Italia e dei mari circostanti: definizione , analisi e significato delle anomalie (tesi di laurea in geologia 4/7/87).
- /6/ G.Berti, E.Pinna "Tentativo di definizione delle provincie magnetiche d'Italia". Contributo VI Convegno Naz. Geof. Terra Solida (Roma 14-18/12/87).
- /7/G.Berti, E. Pinna, S.Pinna, P.Scandone:LA struttura litosferica della crosta ionica. Contributo VI Convegno Gruppo Naz. Geof. della terra Solida(Roma 14-18/12/87).
- 73











Rappresentazione
di strutture cristalline

Fabio Marchetti
Dip. di Chimica e Chimica Ind.le
Università di Pisa
via Risorgimento, 35
56100 Pisa
tel. 050/587220



Gli atomi e le molecole che costituiscono l'universo, se messi in opportune condizioni di pressione, temperatura e concentrazione, possono aggregarsi in strutture ordinate e ripetitive, che vengono dette *cristalli*.

Molti settori della Chimica e della Fisica sono interessati alla conoscenza vuoi della morfologia esterna dei cristalli, vuoi alla struttura delle subunità che costituiscono il "motivo" che si ripete secondo le traslazioni del reticolo tridimensionale.

Lo studio delle forme esterne dei cristalli costituisce argomento della *cristallografia morfologica* ed è il settore più antico della cristallografia. Essa ricorre spesso alla rappresentazione grafica del poliedro costituito dalle facce del cristallo come sussidio alla descrizione della morfologia. Questa rappresentazione avveniva fino a non molto tempo fa attraverso l'uso di proiezioni "canoniche". Più di recente si ricorre spesso anche a rappresentazioni prospettiche tracciate da un plotter sotto la guida di un programma.

```

ottaedrale                                GROUP M3M
A,B,C:      1.0000      1.0000      1.0000
AL,BE,GA:   90.0000     90.0000     90.0000

CRYSTAL AXES: A -   .936   -.316   -.157
               B -   .311   .949   -.052
               C -   .165   .000   .986

TWINS:

ROTATION ON  1  1  .1  ANGLE:  180.0

FORMS:      INDICES      DISTANCE
1          1  1  1  1  1.0000

16 FACES,   30 CORNERS,   42 EDGES

```

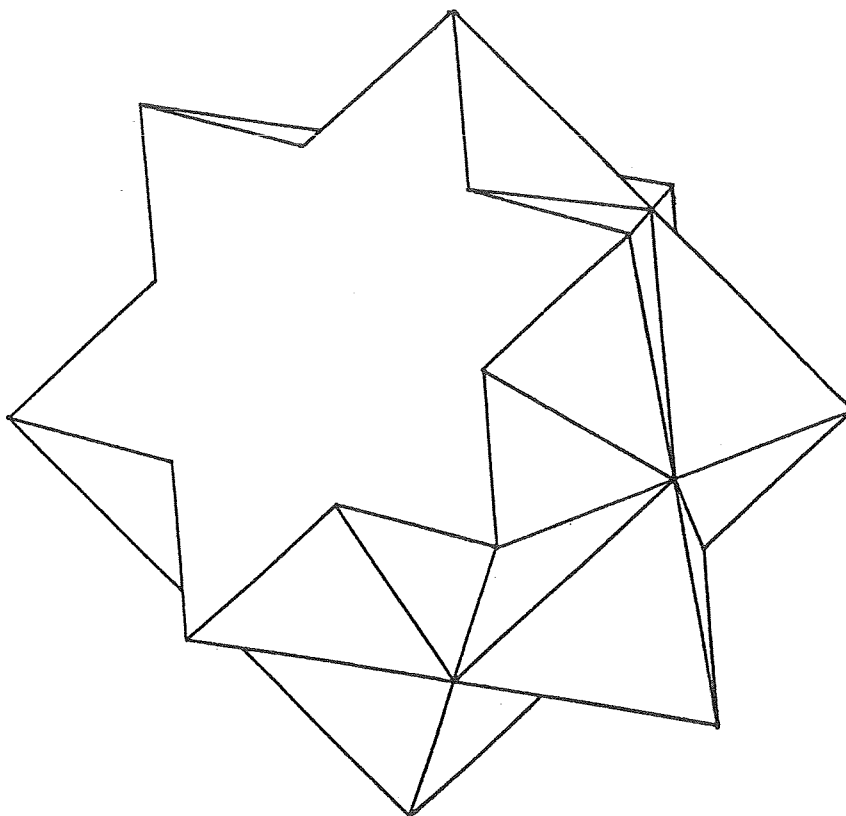


Figura 1. Esempio di rappresentazione di un ipotetico cristallo ottaedrico geminato per rotazione di 180° attorno alla direzione dell'asse ternario, ottenuto su M24 con il programma SHAPE. In alto sono stampati i dati d'ingresso.

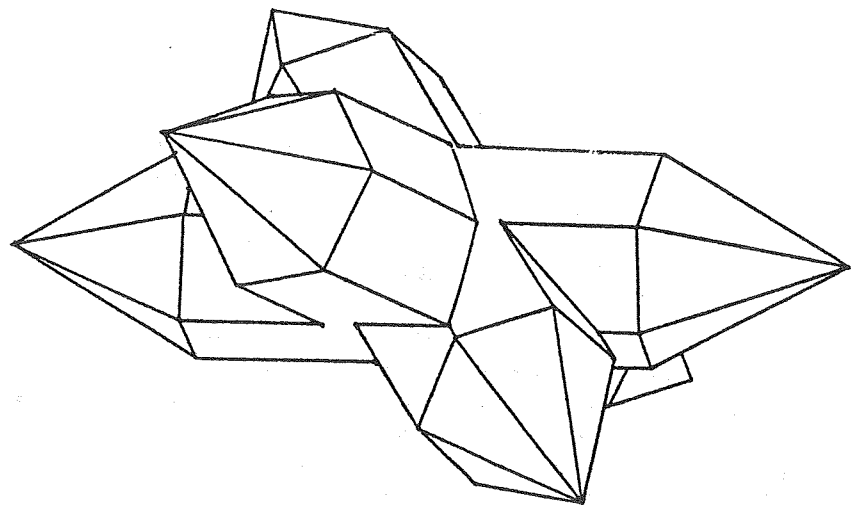
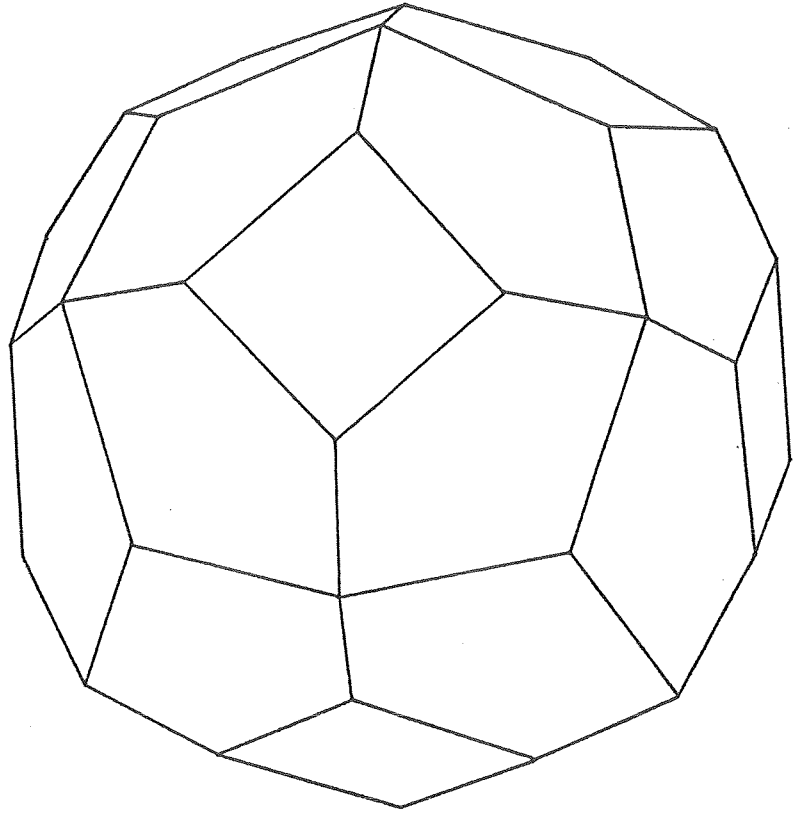


Figura 2. Altri due esempi di rappresentazione di cristalli.

Informazioni dettagliate sulla posizione di atomi e ioni, che costituiscono l'unità che si ripete nella struttura cristallina, sono oggetto di studio della *Cristallografia strutturale*. Quest'ultima utilizza le informazioni ricavabili dagli effetti di diffrazione del reticolo cristallino investito da un fascio monocromatico di raggi X o di neutroni, per risalire, attraverso un processo di "trial and error", al motivo di atomi che si ripete nel cristallo. Questa è a tutt'oggi l'unica tecnica che consenta di ricavare in maniera diretta e con elevata precisione la posizione degli atomi nello spazio e, in certi casi, anche l'andamento della densità elettronica attorno a ciascuno di essi.

Tra i tipi di cristalli che esistono in natura si possono distinguere due grosse classi: i *cristalli molecolari* ed i *cristalli ionici*.

Nei *cristalli molecolari* gli atomi che costituiscono il cristallo sono aggregati in gruppi, all'interno dei quali esistono delle interazioni (o legami) più forti di quelle presenti fra gruppi diversi. Questi gruppi si chiamano molecole ed i cristalli sono fatti da molecole impacchettate le une vicino alle altre.

A conclusione di uno studio cristallografico il risultato è costituito dalle coordinate dei baricentri di ciascun atomo della molecola e da un certo numero di parametri, che servono a descrivere la distribuzione spaziale della sua nuvola elettronica in relazione all'agitazione termica. Da queste tabelle numeriche si possono calcolare distanze ed angoli fra atomi, piani ed altre informazioni geometriche. Ma risulta comunque molto utile la rappresentazione grafica di un modello che ci permetta di "vedere" nello spazio la disposizione descritta da quei numeri.

Un primo livello di utilità di queste rappresentazioni è quello di aiutare l'immaginazione e la stessa descrizione della struttura, così come uno schema aiuta la deduzione e l'esposizione di un teorema geometrico. Tra l'altro l'effetto esplicativo può essere rafforzato dall'aggiunta di una terza dimensione attraverso l'impiego di immagini stereoscopiche. Un secondo livello è legato al fatto che, per associazione di immagini, è possibile vedere delle somiglianze o analogie di forme, che possono talora suggerire idee non facilmente deducibili da semplici tabelle numeriche. Un terzo livello è legato a certe discipline in cui la forma molecolare può determinare la reattività: in questo caso la grafica molecolare può svolgere un ruolo fondamentale e talora insostituibile. Si possono citare a questo proposito studi di interazione enzima-substrato, progettazione di farmaci ad elevata attività, studi sulla permeabilità delle zeoliti a determinati ioni.

Nella rappresentazione di modelli molecolari un ruolo fondamentale è stato svolto dal programma ORTEP scritto da Carrol K. Johnson verso la metà degli anni 60 all'Oak Ridge National Laboratory e poi aggiornato e corretto nella versione II nel 1976. Esso è disponibile presso il CNUCE dal 1978 e consente rappresentazioni di molecole mediante modelli a "stecchino" o a palle e bacchette. Gli atomi possono essere rappresentati come punti, come sfere ovvero come ellissoidi.

Table 1. Final fractional atomic co-ordinates with estimated standard deviations in parentheses

Atom	X/a	Y/b	Z/c
Ti	0.934 9(4)	-0.066 5(2)	0.429 2(6)
O(1)	0.918 4(15)	0.007 4(7)	0.571 2(17)
O(2)	1.028 3(14)	-0.134 5(8)	0.481 7(21)
N(1)	0.810 0(18)	-0.015 2(10)	0.306 2(24)
N(2)	0.829 0(19)	-0.147 7(10)	0.357 8(24)
C(1)	0.814 7(27)	0.029 9(13)	0.616 7(34)
C(2)	0.787 3(28)	0.030 7(12)	0.760 1(40)
C(3)	0.682 5(37)	0.054 3(19)	0.802 3(40)
C(4)	0.607 3(27)	0.077 7(19)	0.696 8(58)
C(5)	0.634 4(30)	0.075 8(17)	0.555 3(45)
C(6)	0.739 0(29)	0.052 9(14)	0.514 5(38)
C(7)	0.774 3(25)	0.051 8(12)	0.362 9(39)
C(8)	0.709 2(22)	-0.055 0(13)	0.274 4(31)
C(9)	0.744 7(24)	-0.127 9(13)	0.246 8(32)
C(10)	0.884 2(26)	-0.211 2(12)	0.306 9(29)
C(11)	0.969 9(24)	-0.241 2(14)	0.399 5(30)
C(12)	0.988 6(31)	-0.311 3(14)	0.403 6(32)
C(13)	1.072 6(33)	-0.338 0(16)	0.483 6(44)
C(14)	1.138 9(30)	-0.299 4(15)	0.570 1(41)
C(15)	1.126 9(24)	-0.229 3(13)	0.571 5(32)
C(16)	1.040 1(27)	-0.202 8(13)	0.482 9(35)
B(1)	0.899 2(31)	-0.019 3(16)	0.188 9(38)
B(2)	0.784 2(26)	-0.147 2(16)	0.515 8(37)

Figura 3. Tabella delle coordinate atomiche della struttura del TIBBID.

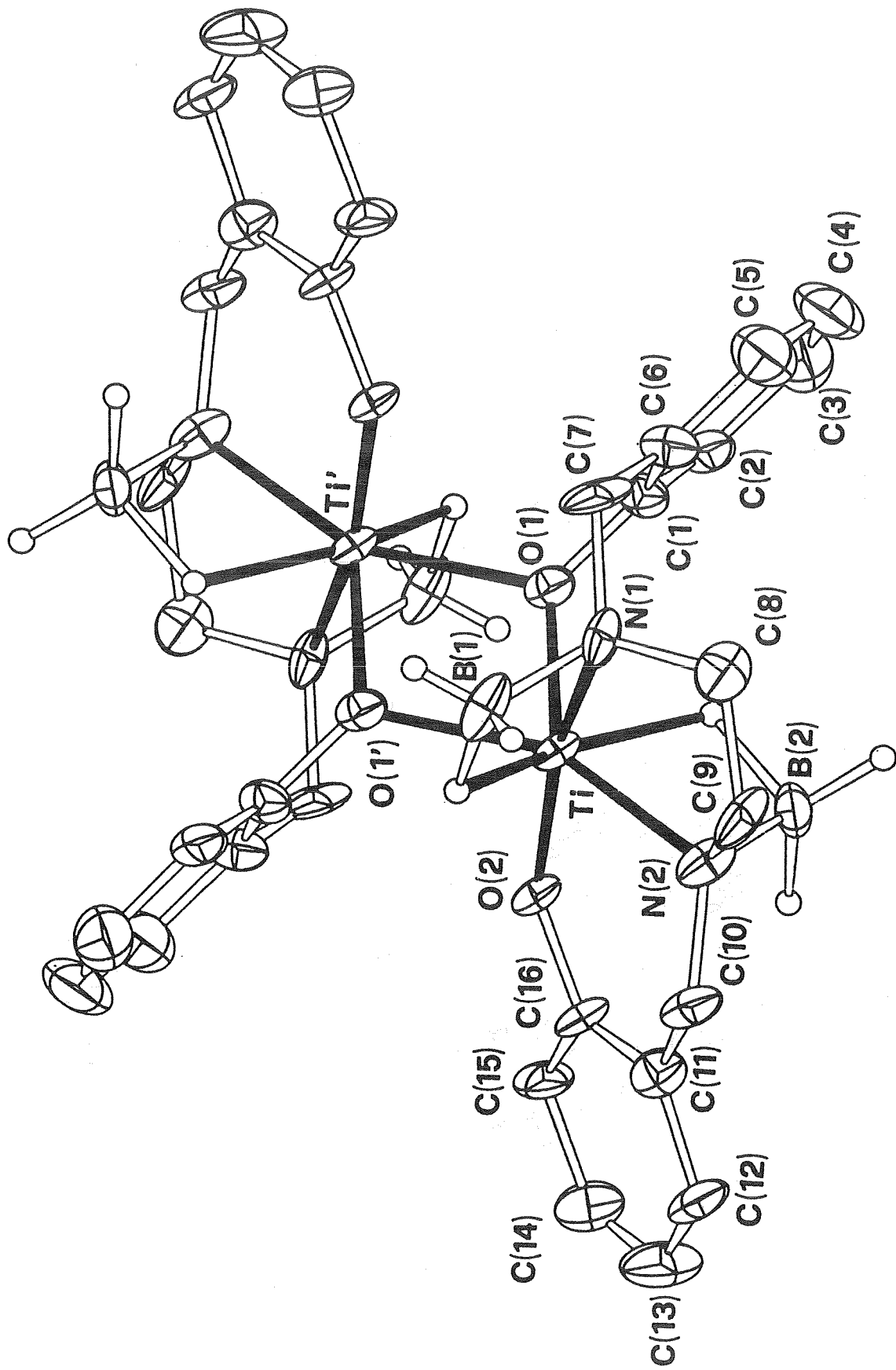


Figura 4. Rappresentazione mediante ORTEP della struttura del TIBBID.

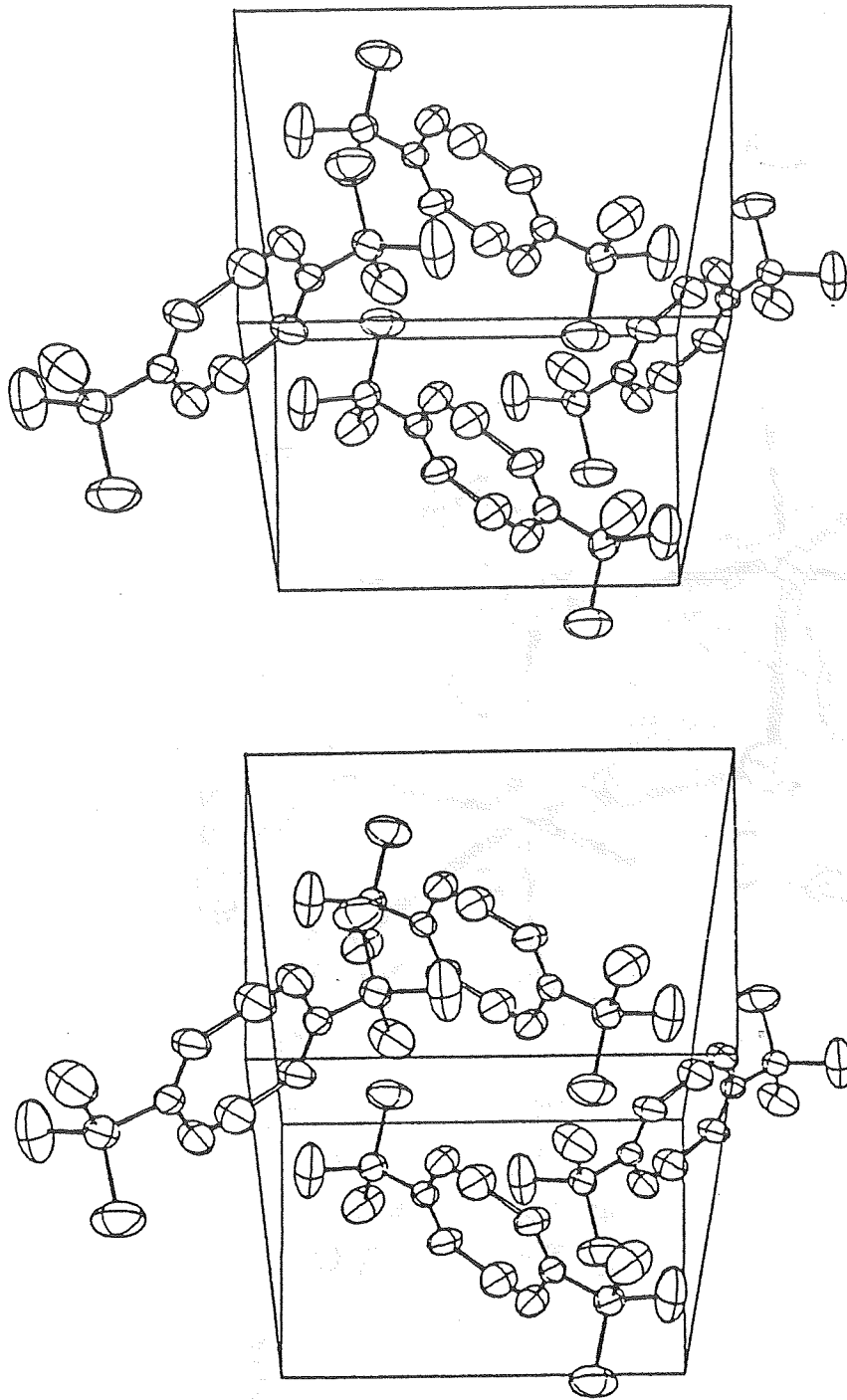


Figura 5. Esempio di rappresentazione di una struttura attraverso un'immagine stereoscopica. L'impacchettamento cristallino dell'acido tricloroacetico.

All'incirca in quegli anni (1978) compare anche il programma PLUTO scritto a Cambridge da S. Motherwell. Esso consente la rappresentazione di modelli molecolari del tipo a "stecchino" o a palle e bacchette, ma anche a riempimento totale dello spazio. Non consente di tracciare ellissoidi termici. Permette di disegnare in vari colori.



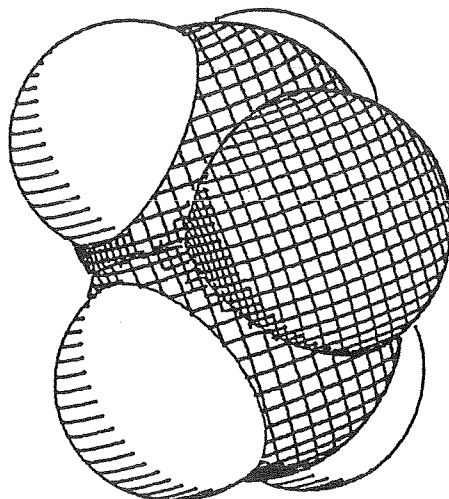
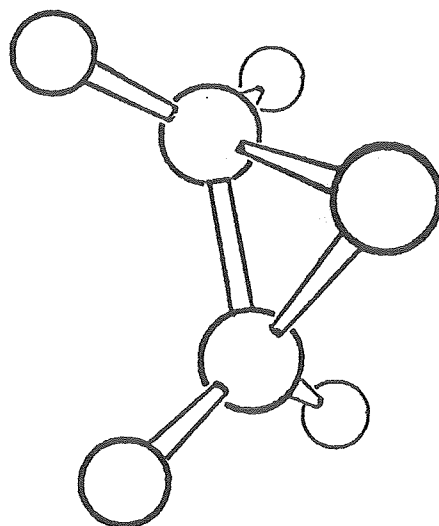
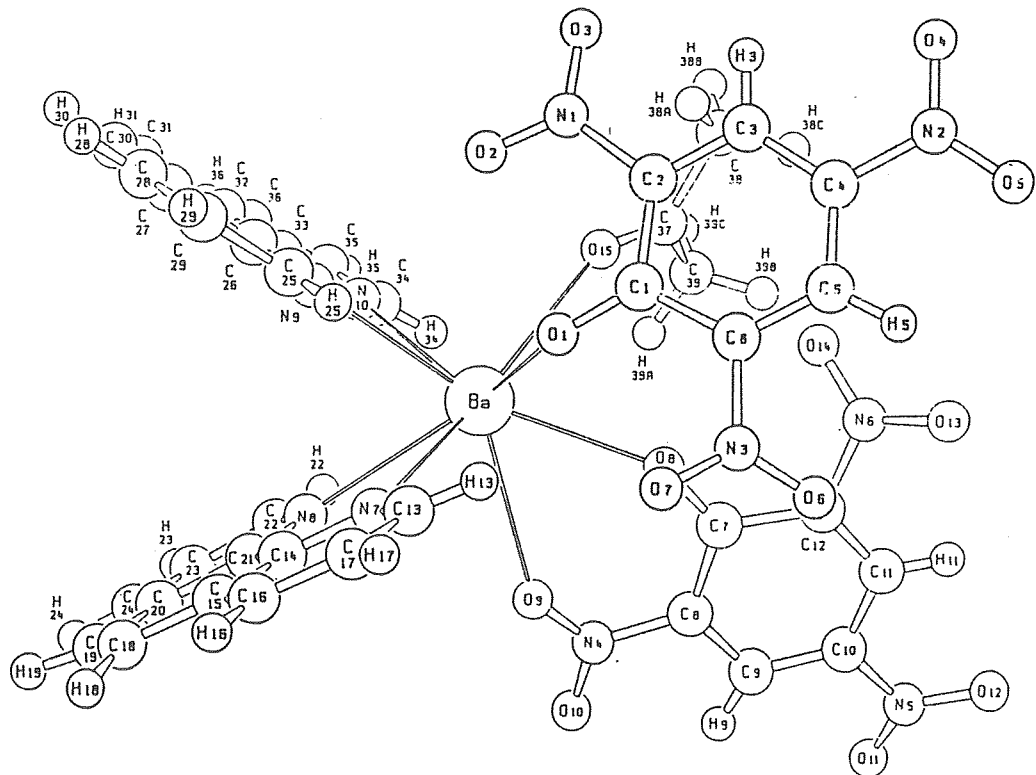
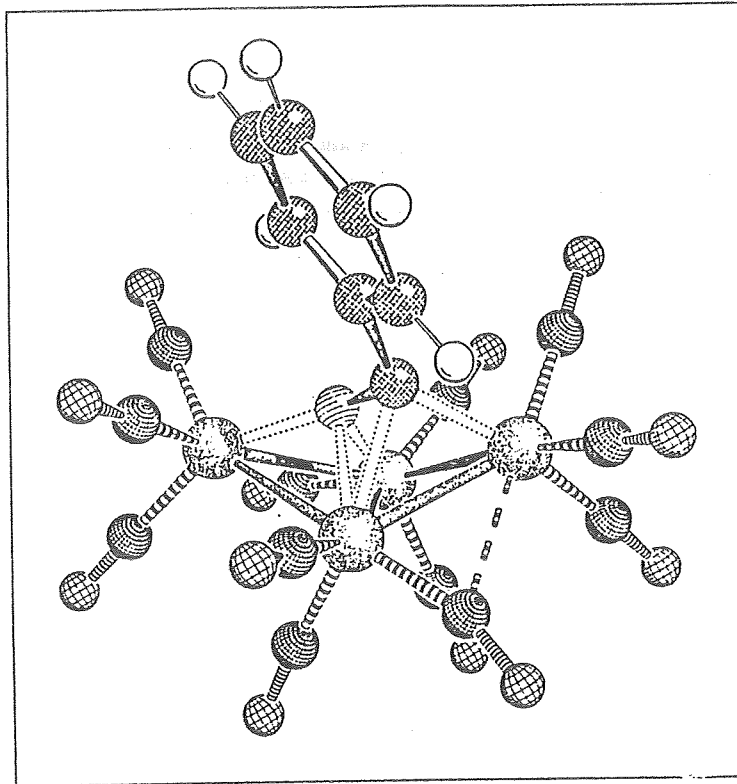


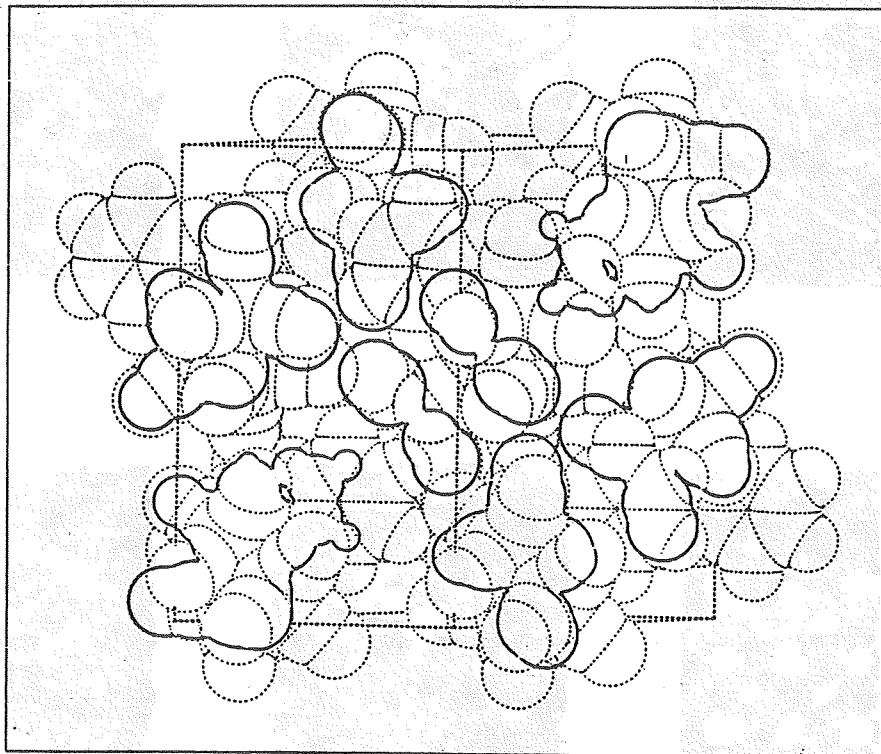
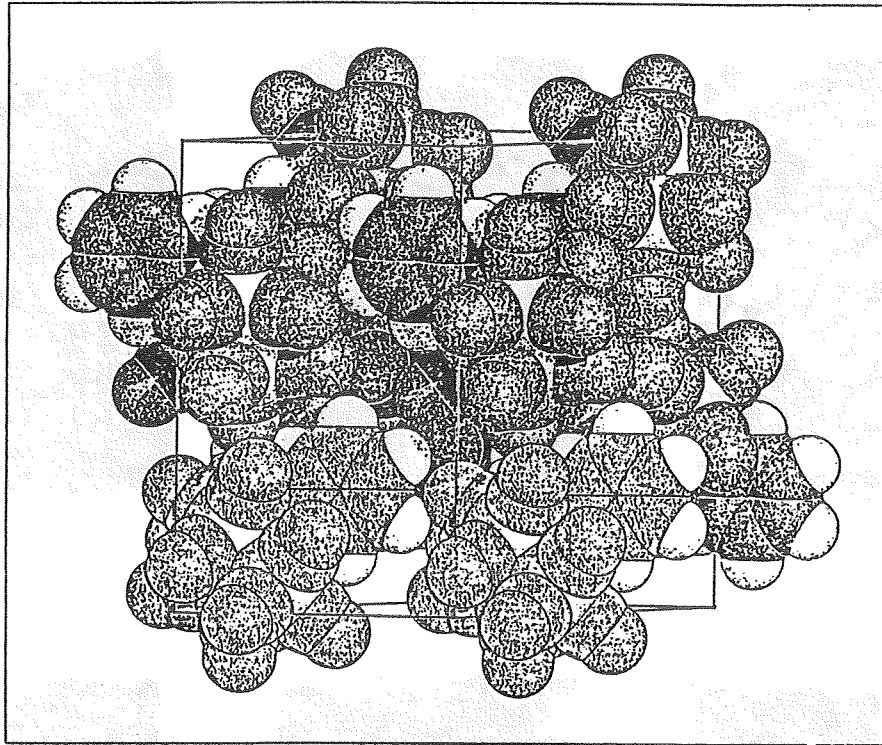
Figura 6. Esempio di una rappresentazione con la tecnica stick and ball e la stessa molecola disegnata come modello space-filling.

Nel 1985 è uscito il programma SHACKAL, scritto da E. Keller all'Università di Freiburg, che consente di fare le stesse cose di PLUTO, ma in maniera interattiva e con risorse grafiche estremamente superiori.



SCHAKAL

Figura 7. Esempi vari delle possibilità di SHACKAL.



SCHAKAL

Figura 8. Altri esempi.

Some SCHAKAL 85 B Drawings

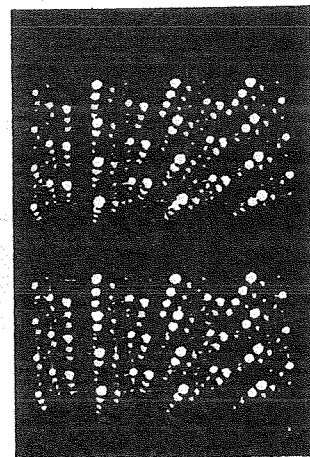
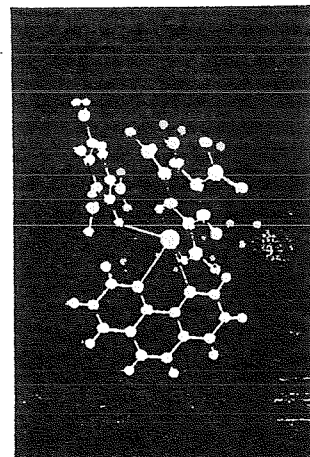
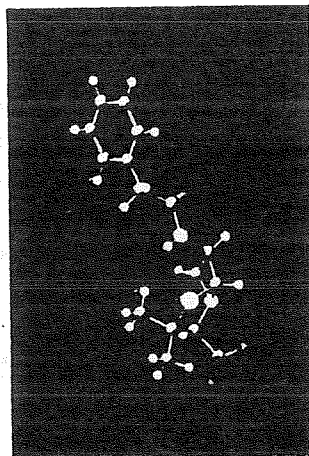
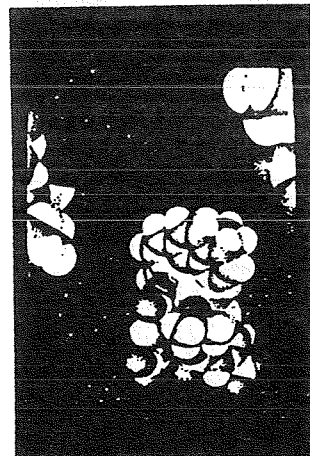
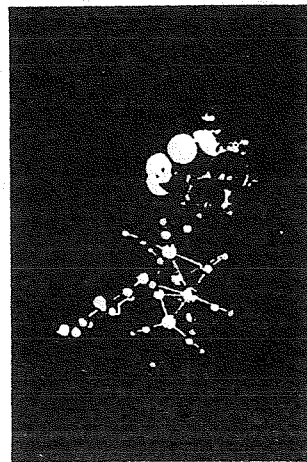
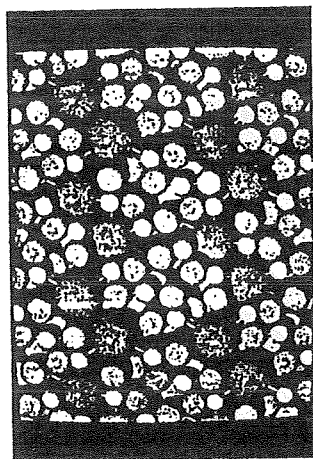
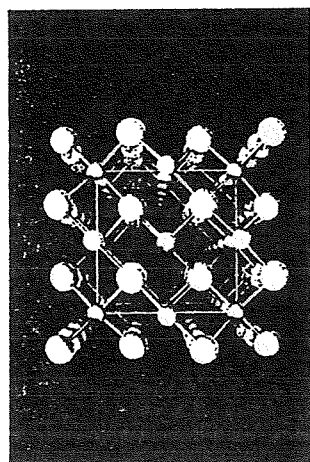


Figura 9. Esempi riprodotti da un originale a colori.

Accennerò infine brevemente al caso dei *cristalli ionici*. In essi i vari atomi o ioni della struttura interagiscono con tutti i vicini con forze paragonabili, tanto che non è possibile individuare delle subunità molecolari, ma si deve pensare al cristallo macroscopico come ad un'unica grande molecola.

In questo caso la rappresentazione del modello sarà sempre una rappresentazione di una frazione della struttura scelta con un certo grado di arbitrarietà. Si tratterà comunque in genere di un numero relativamente grande di atomi. La complessità di queste impalcature richiede in genere il ricorso a modelli di rappresentazione, più schematici del tipo a palle e bacchette, ma che in questo caso hanno un maggior valore esplicativo. La schematizzazione più largamente usata è quella a poliedri di coordinazione.

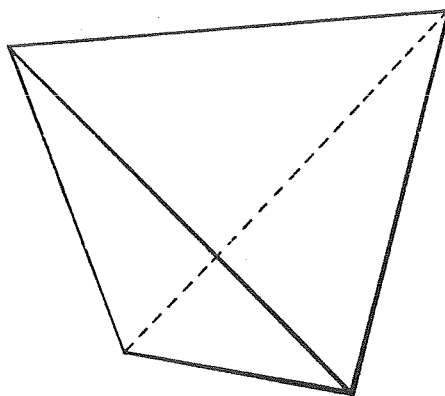
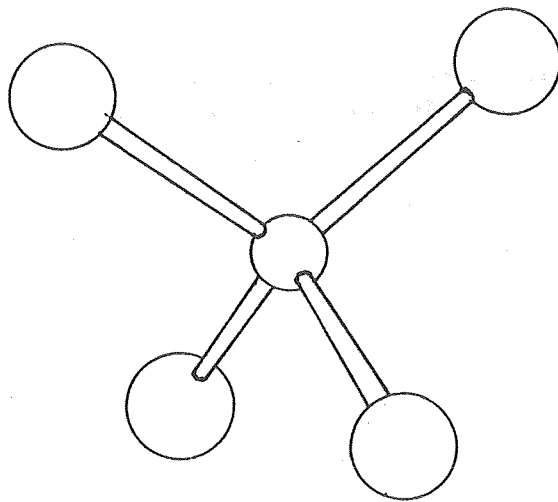
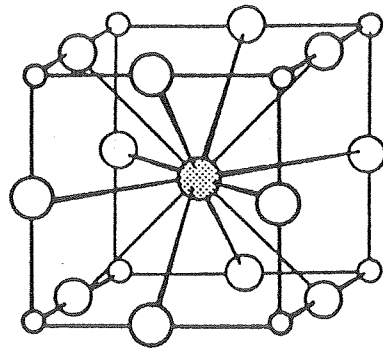
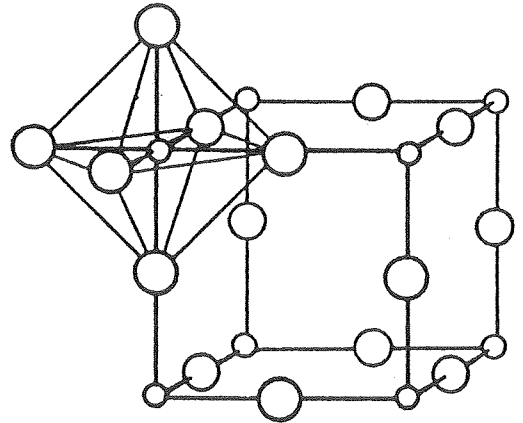


Figura 10. Rappresentazione dello ione SiO_4^{4-} col modello a palle e bacchette e attraverso il poliedro di coordinazione.

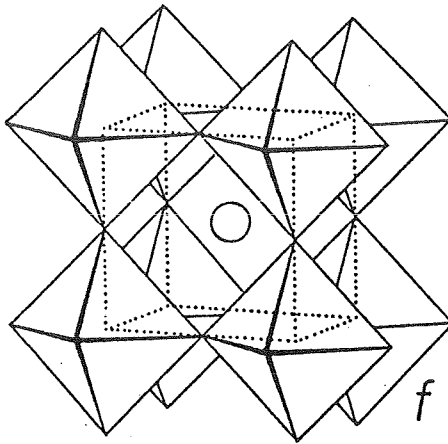
Impalcature molto complesse possono così essere rappresentate in maniera più conveniente di quanto non consentano i modelli "stick and ball".



(a)



(b)

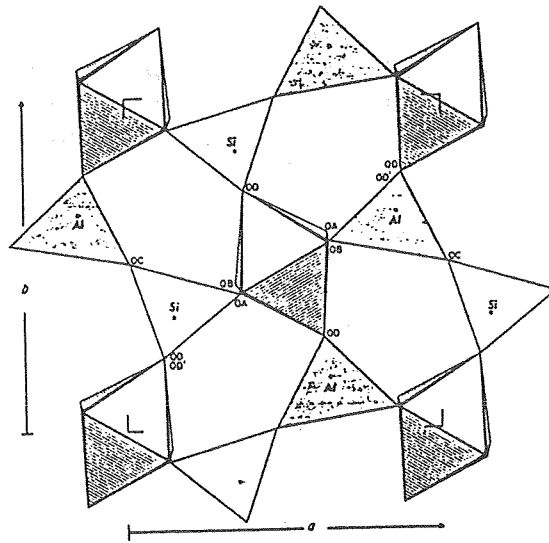


f

Figura 11. Struttura della Perovskite rappresentata a palle e bacchette ed a poliedri di coordinazione.

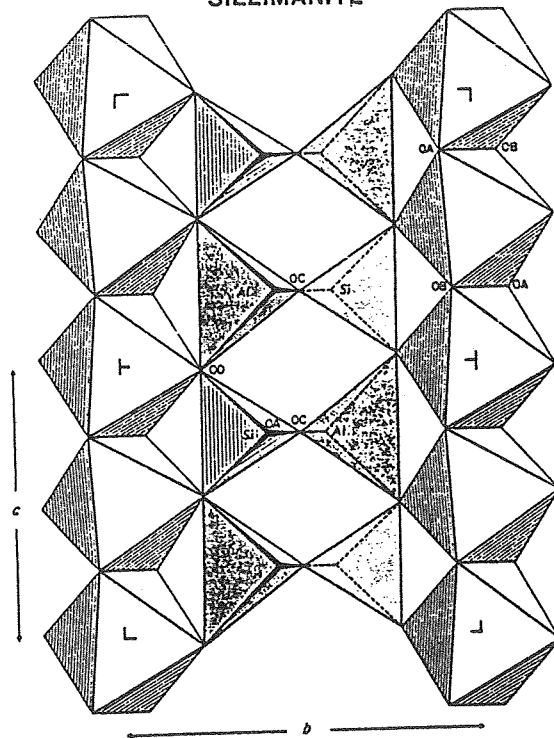
Mentre per la rappresentazione di poliedri singoli isolati è possibile utilizzare programmi come ORTEP, PLUTO o SHACKAL, quando si ha a che fare con impalcature di poliedri condensati si preferisce ancora ricorrere alla rappresentazione a mano, per mancanza di programmi versatili che consentano l'eliminazione automatica delle linee nascoste.

SILLIMANITE



Crystal structure of sillimanite projected down c [from Papike and Cameron, 1976].

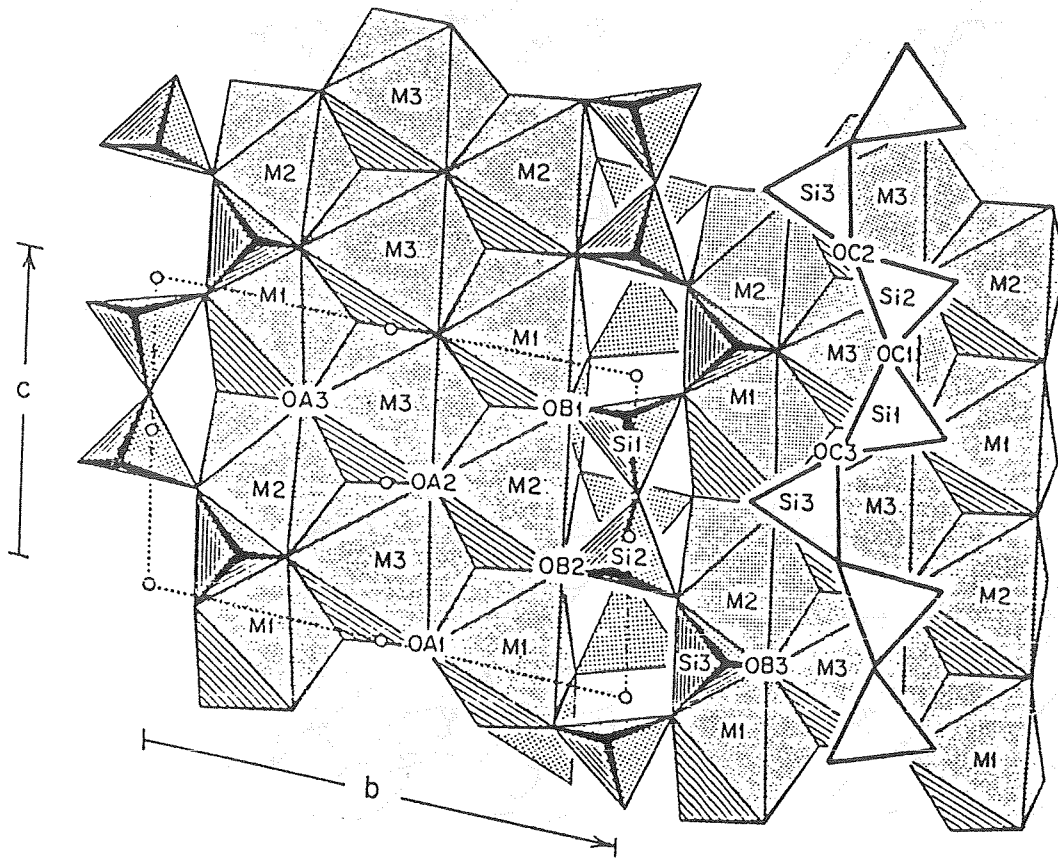
SILLIMANITE



Crystal structure of sillimanite projected down a [from Papike and Cameron, 1976].

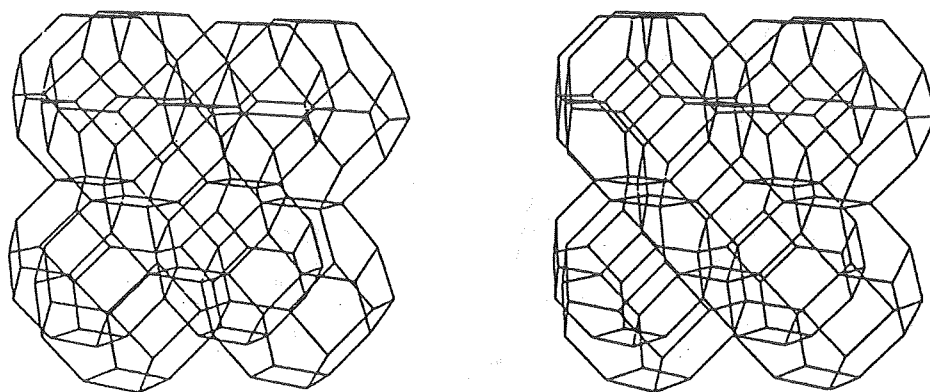
Figura 12. Struttura della sillimanite rappresentata mediante poliedri condensati.

WOLLASTONITE

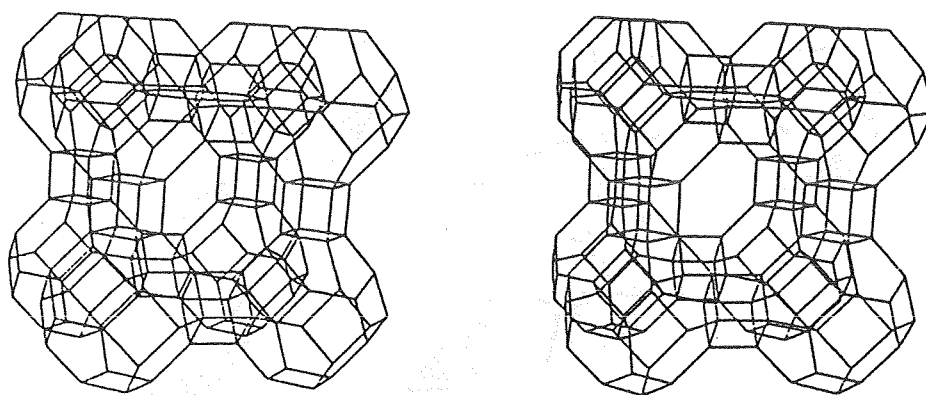


Crystal structure of wollastonite [after Ohashi and Finger, 1978].

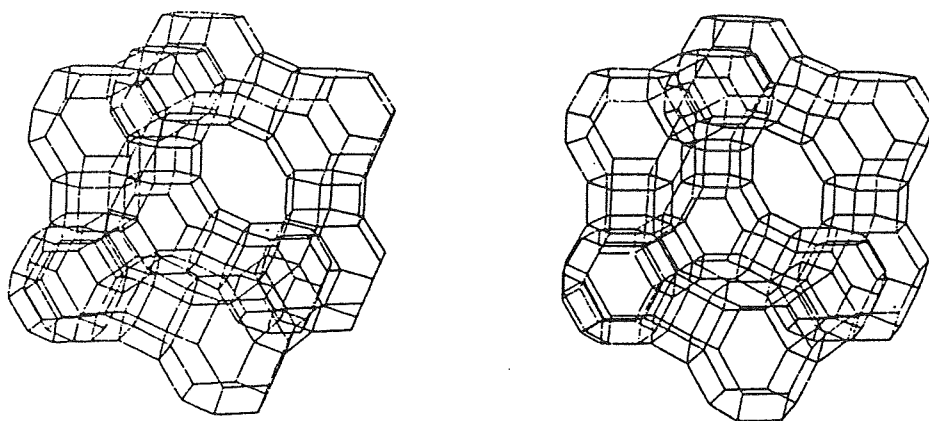
Figura 13. Struttura della wollastonite rappresentata con la stessa tecnica.



a SODALITE



b LINDE TYPE A



c FAUJASITE

Figura 14. Esempio di rappresentazioni stereoscopiche mediante calcolatore di impalcature di poliedri presenti nella struttura di alcune zeoliti.







