

LNF-67/62

5 Settembre '67

G. Sette e G. Verri: RELAZIONI TRA LE INFORMAZIONI REGI  
STRATE E LE COORDINATE DI LABORATORIO IN ESPERIMEN  
TI CON CAMERE A SCINTILLE.

(Nota interna: n. 380)

Nota interna: n. 380  
5 Settembre 1967

G. Sette<sup>(x)</sup> e G. Verri: RELAZIONI TRA LE INFORMAZIONI REGISTRA-  
TE E LE COORDINATE DI LABORATORIO IN ESPERIMENTI DEL TIPO  
CON CAMERE A SCINTILLE.

1. - INTRODUZIONE. -

In tecniche sperimentali che usano rivelare il passaggio di par-  
ticelle (cariche) visualizzandone i percorsi, generalmente gli eventi ven-  
gono registrati fotografandone le tracce e successivamente analizzati.  
Per di più, se l'esperimento è del tipo con camere a scintille, spesso è  
necessaria la registrazione di altri dati per caratterizzare completamen-  
te l'evento. In definitiva questo viene congelato in uno o più fotogrammi,  
ove compaiono: due (almeno) viste per ciascuna traccia; i punti di riferi-  
mento (fiducial marks) per stabilirne la posizione spaziale nel laborato-  
rio; eventuali informazioni in codice binario o in cifre decimali (odosco-  
pio di contatori, ampiezze di impulsi, ecc.). I fotogrammi inoltre vengo-  
no numerati progressivamente per essere posti in relazione con le carat-  
teristiche di lavoro degli altri strumenti, con effetti rivelabili statistica-  
mente tramite conteggi di scale, ecc. L'analisi successiva dei fotogram-  
mi risulta piuttosto complessa e viene eseguita generalmente con l'aiuto  
di un calcolatore elettronico.

---

(x) - Istituto di Fisica dell'Università di Genova.

2.

In questa nota si espongono alcuni sottoprogrammi per calcolatore (in linguaggio FORTRAN IV) aventi l'utilità di risolvere esattamente problemi geometrici che si presentano frequentemente in programmi speciali, connessi con i vari tipi di esperimenti. Vengono infine brevemente discusse le possibilità offerte da una elaborazione a posteriori delle informazioni sussidiarie registrate (in codice binario ecc.), elaborazione tendente a sopperire ad alcune deficienze strumentali presenti nel corso della misura.

Abbiamo avuto modo di trattare questi argomenti essendoci interessati ad alcuni problemi di analisi relativi all'esperimento " $2\pi$ GE" di fotoproduzione doppia di  $\pi$  carichi su idrogeno, condotto dal gruppo Alta Energia B della sezione INFN di Genova<sup>(1)</sup>. A questo esperimento ed al relativo programma per calcolatore ci riferiamo esplicitamente per illustrare concretamente le varie considerazioni, del resto generali.

Diamo alcuni chiarimenti sull'uso delle subroutines e delle functions.

Subroutines. - In generale la richiesta necessaria per usare una subroutine è costituita dalla parola CALL seguita dal nome della subroutine e da un certo numero di argomenti, separati da virgole e chiusi in parentesi. Questi argomenti sono in parte i dati di ingresso ed in parte le variabili nelle quali si vogliono ottenere i risultati. Supponiamo ad esempio di disporre di una subroutine chiamata EQUA2 che risolva le equazioni algebriche di 2° grado. Questa subroutine cioè è un sottoprogramma al quale vengono forniti i coefficienti della equazione (ad es. A, B, C), e fornisce parte reale e parte immaginaria delle due soluzioni (ad es. X1R, X1IM, X2R, X2IM). Se la si vuole usare in un dato punto di un programma, l'unica richiesta da inserire in quel punto del programma è la seguente:

CALL EQUA2 (A, B, C, X1R, X1IM, X2R, X2IM)

e immediatamente dopo questa richiesta si possono usare le variabili X1R, X1IM, X2R, X2IM, nelle quali sono collocate le soluzioni cercate.

Functions. - Se una grandezza u dipende da alcuni parametri a, b, c... secondo una funzione g (cioè  $u = g(a, b, c, \dots)$ ), si può definire una function G(A, B, C, ...) ed usarla nel corso di un programma nella seguente maniera

$$U = G(A, B, C, \dots)$$

Le functions differiscono dalle subroutines sostanzialmente perché forniscono come risultato una sola grandezza (la variabile U nell'esempio): inoltre nella parentesi figurano solo i parametri da cui U dipende.

E' evidente il vantaggio di simili mezzi quando un calcolo di una certa lunghezza debba essere ripetuto numerose volte nel corso di un programma con diversi valori dei coefficienti.

I nomi delle variabili in parentesi riportate in questi esempi e in seguito sono del tutto arbitrari. Il programmatore può quindi definire ogni variabile con il nome che ritiene opportuno. Deve invece essere rigorosamente seguito l'ordine di successione delle variabili stesse.

## 2. - SUBROUTINES RELATIVE A PROBLEMI GEOMETRICI NELLA CORRELAZIONE TRA FOTOGRAMMA E COORDINATE SPAZIALI DI LABORATORIO. -

Prima di esporre dettagliatamente le subroutines, discutiamo brevemente i vantaggi di usare una o più macchine fotografiche per il rilevamento delle tracce.

Usando diverse macchine fotografiche opportunamente disposte è possibile avere migliori ingrandimenti, minori distorsioni, ma si complica la correlazione tra i fotogrammi, aumenta la possibilità di guasti, si richiede lo spazio necessario al piazzamento delle macchine.

Nell'esperimento<sup>(1)</sup> è stata invece usata una sola macchina fotografica e, con un sistema di specchi, si sono proiettate su un solo fotogramma sei viste di tre camere a scintille (vedi fig. 1 e 2). In questa maniera tra i vari vantaggi si son potuti tra l'altro eliminare gli effetti residui derivanti da scariche indotte da una camera sull'altra, possedendo una visione panoramica della situazione.

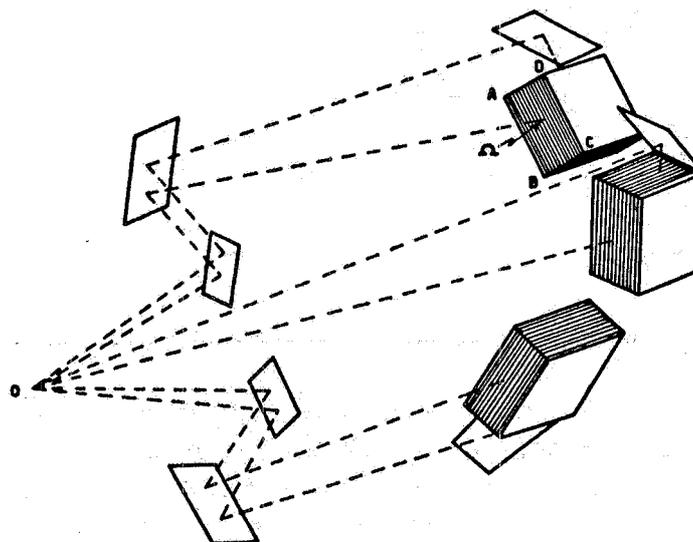


FIG. 1 - Schema della disposizione dell'apparato sperimentale nell'esperienza<sup>(1)</sup>.

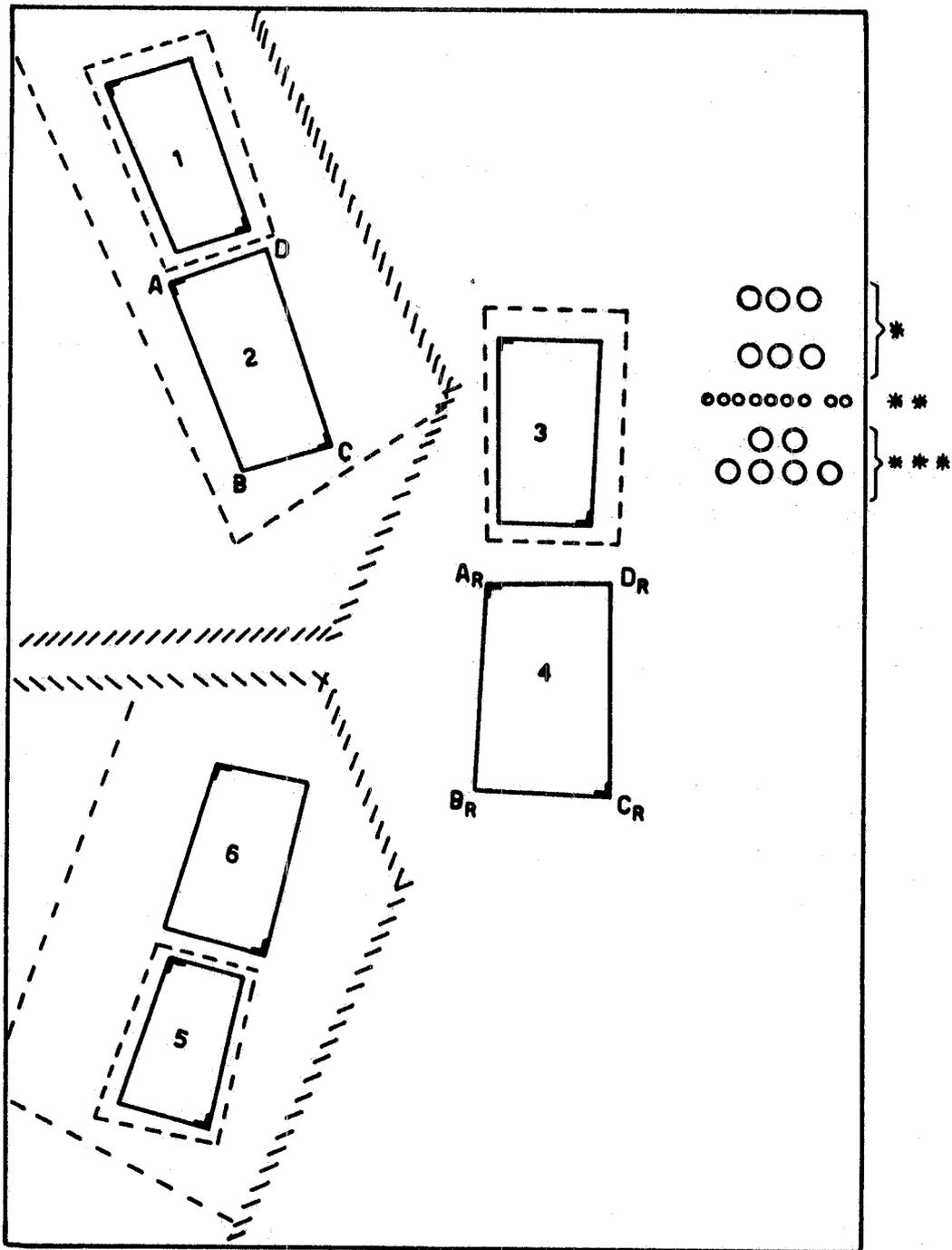


FIG. 2 - Fac-simile del fotogramma nell'esperimento 2 GE<sup>(1)</sup>. I bordi degli specchi sono tratteggiati (i due più vicini all'obbiettivo risultano sfuocati). Delle 6 viste (relative a tre camere a scintille) solo la 4 non è riflessa ed è presa perciò come base per il calcolo delle distanze  $v_i$  sta-obbiettivo. I fiducial marks sono nei vertici A e C. Si sono mantenute in figura le distorsioni per proiettività dei quadrilateri ( 10% per le viste 1 e 5).

(x) - Nixies per analisi in ampiezza degli impulsi

(xx) - Odoscopio canale magnetico e camera a scintille.

(xxx) - Nixies per numero film e fotogramma.

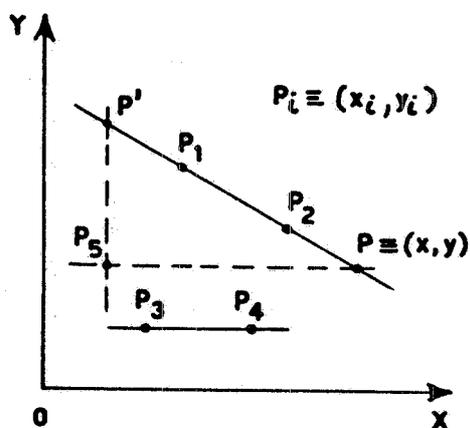
Quando però le viste su un unico fotogramma sono più di una, e si vogliono eliminare effetti di ombra (della camera stessa o di altri ostacoli sui percorsi luminosi verso l'obbiettivo), si presentano distorsioni per effetti di proiezione. Cioè non è sempre possibile o conveniente che il piano dei fiducial marks risulti parallelo al piano della pellicola fotografica. Nel caso dell'esperimento<sup>(1)</sup> le distorsioni arrivano fino al 10%. La subroutine BIRAP, esposta tra breve, corregge, coi metodi della geometria proiettiva, completamente le distorsioni, qualunque ne sia la causa (pur di natura proiettiva). Per esempio esone<sup>ra</sup> dalla necessità di piazzare con cura la macchina fotografica, il proiet<sup>to</sup>re di scanning, ecc.

Notiamo infine che il fotogramma con più viste può comporta<sup>re</sup> delle difficoltà se si richiede uno scanning automatico.

Esponiamo ora le subroutines, delle quali i relativi program<sup>mi</sup> sono riportati in allegato.

#### A) SUBROUTINE GENE (X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4, X5, Y5, D, X, Y)

Questo sottoprogramma può essere utile per correggere effet<sup>ti</sup> di parallasse, ricercare intersezioni di rette, ecc. Risolve il seguen<sup>te</sup> problema: (vedi fig. 3)



"Date due coppie distinte di punti ( $P_1, P_2$ ) e ( $P_3, P_4$ ) ed un quinto punto  $P_5$ , non necessariamente distinto dai precedenti, in un piano riferito ad un sistema di assi cartesiani ortogonali  $O(x, y)$ , trovare il punto  $P$  (o  $y$  vero  $P'$ ) comune alla retta  $P_1P_2$  ed alla retta passante per  $P_5$  e parallela (I) o perpendicolare (II) a  $P_3P_4$ ."

FIG. 3

La formula risolutiva, che si ricava in maniera del tutto banale, è la seguente nel caso (I). Supposto

$$(1) \quad D = (y_1 - y_2)(x_4 - x_3) - (x_2 - x_1)(y_3 - y_4) \neq 0,$$

$$(2) \quad x = \left\{ (y_1 x_2 - x_1 y_2)(x_4 - x_3) - \left[ (y_3 - y_4)x_5 + (x_4 - x_3)y_5 \right] (x_2 - x_1) \right\} / D$$

$$y = \left\{ (y_1 x_2 - x_1 y_2)(y_4 - y_3) - \left[ (y_3 - y_4)x_5 + (x_4 - x_3)y_5 \right] (y_2 - y_1) \right\} / D$$

6.

Nel caso (II) la formula risolutiva è la stessa, basta porre per i punti  $P_3$  e  $P_4$  -  $y \rightarrow x$  e  $x \rightarrow y$  per simulare una rotazione di  $90^\circ$  del vettore  $\overrightarrow{P_3 P_4}$ .

La richiesta da formulare per questa subroutine è la seguente:

CALL GENE (X1, Y1, X2, Y2, X3, Y3, X4, Y4, X5, Y5, D, X, Y)

con ovvio significato degli argomenti in parentesi.

B) SUBROUTINE BIRAP (AVE, BVE, SUA, SVA, SUB, SVB, SUC, SVC, SUD, SVD, SUOM, SVOM, SUT, SVT, SF, SG)

Questo sottoprogramma risolve il problema delle distorsioni per proiettività della vista sul fotogramma. E' inoltre vantaggioso per quanto riguarda le unità di misura perché evita la possibilità di errori procedendo nei calcoli attraverso rapporti, indipendenti da coefficienti di ingrandimento, proporzionalità ecc.

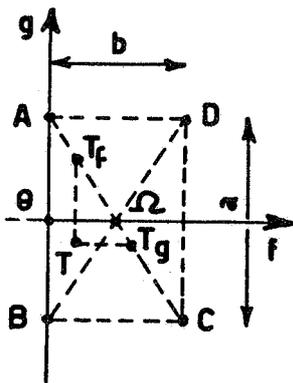


FIG. 4

Supponiamo infatti che la situazione reale sia quella della fig. 4; sia T il punto della traccia proiettato sul piano dei fiducial marks A, B, C, D (vedi anche fig. 1), e sia detto piano riferito al sistema di coordinate  $\theta(f, g)$ . Siano a e b le misure dei lati del rettangolo ABCD. Quando questa figura viene fotografata e proiettata sul piano di scanning, riferito a un sistema di coordinate  $Q(u, v)$ , si presenta come in fig. 5. Ora, comunque sia distorta proiettivamente la figura, qualunque siano inoltre le unità di misura sul piano  $u, v$ , è chiaro che i birapporti si devono conservare. Si hanno cioè le due relazioni:

$$(3) \quad \begin{aligned} (A \Omega C T_f) &= (A' \Omega' C' T'_f) \\ (A \Omega C T_g) &= (A' \Omega' C' T'_g) \end{aligned} \quad (x)$$

$\Omega'$  è l'intersezione delle diagonali del quadrilatero, calcolabile con la subroutine GENE.

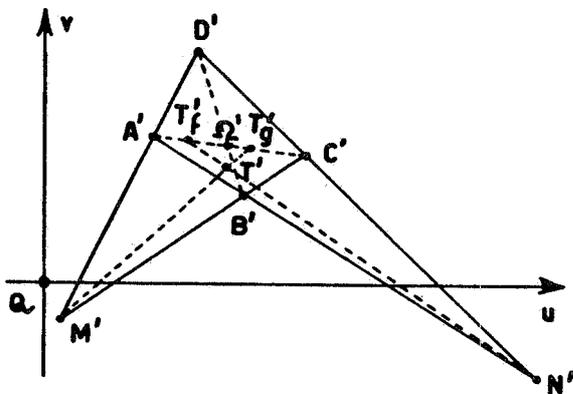


FIG. 5

(x) - Il birapporto di quattro punti  $P_1, P_2, P_3, P_4$  si definisce nella maniera seguente:

$$(P_1 P_2 P_3 P_4) = \frac{P_1 P_3 \cdot P_2 P_4}{P_2 P_3 \cdot P_1 P_4}$$

Calcolati i birapporti con l'apice si deducono immediatamente i punti  $T_f$  e  $T_g$ , l'ascissa e l'ordinata dei quali rispettivamente sono le coordinate del punto  $T \equiv (f, g)$ :

$$(4) \quad f = \frac{b}{2 - (A' \Omega' C' T'_f)} \quad g = \frac{a}{2} \frac{(A' \Omega' C' T'_g)}{(A' \Omega' C' T'_g) - 2} \quad \begin{cases} f = 0 & \text{se } T'_f = A' \\ g = \frac{a}{2} & \text{se } T'_g = A' \end{cases}$$

Per calcolare i birapporti con l'apice si applica ripetutamente la subroutine GENE, prima per la ricerca dei punti  $M'$  ed  $N'$  (corrispondenti ai punti impropri degli assi coordinati nella fig. 4), successivamente per la ricerca dei punti  $T'_f$  e  $T'_g$ . Qualche attenzione va posta se  $M'$  e  $(o) N'$  sono impropri.

Qualora invece di avere 4 punti di riferimento ABCD se ne hanno solo 2, per es. A e C, i punti B e D si possono calcolare con la successiva subroutine PUNTO.

La richiesta da formulare per la subroutine BIRAP è:

CALL BIRAP (AVE, BVE, SUA, SVA, SUB, SVB, SUC, SVC, SUD, SVD, SUOM, SVOM, SUT, SVT, SF, SG)

dove le variabili AVE e BVE rappresentano le grandezze a e b della figura 4; SUA, SVA, . . . . ., SVT sono le coordinate u e v dei 4 punti A'B'C'D', del punto  $\Omega'$  e del punto T'. SF e SG sono le variabili nelle quali si ottengono i risultati, cioè le coordinate f e g di T nella stessa unità di a e b che, come si vede dalle (4), compaiono alla fine dei calcoli e non interferiscono con le unità arbitrarie u, v.

La subroutine BIRAP fa uso anche della subroutine GENE.

C) SUBROUTINE PUNTO (PUA, PVA, PUC, PVC, PA, PB, PD, PF, PUP, PVP)

Questa subroutine può servire per calcolare la posizione di alcuni fiducial marks rispetto ad altri (qualora in alcuni fotogrammi non siano visibili, per controlli aggiuntivi, ecc.). Serve inoltre per passare da coordinate ellittiche (a, b), vedi fig. 6, a coordinate cartesiane (u, v); ciò è particolarmente utile quando si lavora con un tavolo di scanning del tipo "mangiaspago".

Risolve il seguente problema:

"Dati i punti A e C, cioè le coordinate, nell'ordine  $(u_a, v_a)$  di A e  $(u_c, v_c)$  di C, trovare il punto  $P = (u, v)$ , conoscendo i lati  $AC = d$ ,  $AP = a$ ,  $CP = b$  (nelle stesse unità arbitrarie) ed il semipiano (individuato dall'indice  $I = \pm 1$ ) in cui P deve trovarsi, semipiano avente per frontiera la retta AC".

Poniamo  $I = +1$  per il semipiano nel quale  $v \rightarrow +\infty$ ,  $I = -1$  per l'altro semipiano. La soluzione di questo problema è la seguente:

8.

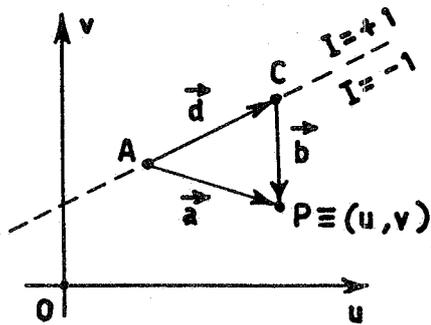


FIG. 6

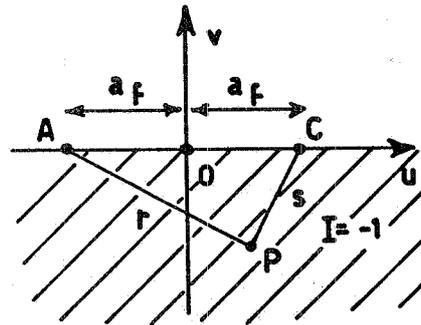


FIG. 7

Indichiamo con  $(a_u, a_v)$ ,  $(b_u, b_v)$ ,  $(d_u, d_v)$  le componenti dei vettori  $\vec{a}$ ,  $\vec{b}$ ,  $\vec{d}$ ; si ha subito:

$$a_u = b_u + d_u; a_v = b_v + d_v; d^2 + 2(d_u b_u + d_v b_v) + b^2 = a^2; a_v^2 + a_u^2 = a^2$$

e posto  $R = (a^2 + d^2 - b^2)/2d^2$ , purché sia  $a^2/d^2 - R^2 \geq 0$ , cioè  $a+b \geq d$ , si hanno le soluzioni

$$(5) \quad \begin{aligned} u &= u_A + a_u & a_u &= d_u R - I d_v (a^2/d^2 - R^2)^{1/2} \\ v &= v_A + a_v & a_v &= d_v R + I d_u (a^2/d^2 - R^2)^{1/2} \end{aligned} \quad \text{con} \quad I = \pm 1$$

Si noti che nelle (5) compaiono solo i rapporti delle grandezze  $a, b, d$  le cui unità possono quindi essere arbitrarie.

La richiesta per questa subroutine è:

CALL PUNTO (PUA, PVA, PUC, PVC, PA, PB, PD, PF, PUP, PVP)

dove PUA, PVA, PUC, PVC sono le coordinate di A e C; PA, PB, PD sono le grandezze  $a, b, d$ ; PF è l'indice  $I = \pm 1$ ; i risultati sono PUP e PVP, che rappresentano le coordinate del punto P cercato.

Per il passaggio da coordinate ellittiche da mangiaspago a coordinate cartesiane ortogonali abbiamo preferito programmare le formule (5) sotto forma di FUNCTION, orientando gli assi come in fig. 7. Si ottengono subito le formule relative dalle (5) con le seguenti posizioni (usate per convenienza):

$$(6) \quad \begin{cases} u_A = -a_f \\ v_A = 0 \\ d_u = 2a_f \\ d_v = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} I = -1 \\ a = r \\ b = s \\ d = 2a_f \end{cases}$$

onde

$$(7) \quad \begin{aligned} u &= (r^2 - s^2)/4a_f \\ v &= -\sqrt{4r^2 s^2 - (r^2 + s^2 - 4a_f^2)^2} / 4a_f \end{aligned}$$

Le richieste per queste functions sono del tipo:

$$U = \text{UCOR} (R1, S1, AF1)$$

$$V = \text{VCOR} (R1, S1, AF1)$$

con ovvio significato delle variabili.

Per le posizioni (6) nelle (7)  $a_f$  deve essere nelle stesse unità di  $r$  ed  $s$ . Opportuni programmi forniscono questa grandezza a seguito della taratura del tavolo da scanning.

### 3. - CALCOLO DELLE DISTANZE DEL PIANO DEI FIDUCIAL MARKS DALL'OBIETTIVO (necessarie alla correzione di parallasse) E PROGRAMMA RELATIVO.

Misurare la distanza di un'immagine, generata da parecchie riflessioni su diversi specchi, non è cosa facilmente realizzabile senza l'aiuto di qualche calcolo.

Se l'immagine è simile all'oggetto il calcolo è immediato, valutando l'ingrandimento dell'immagine. Se questa invece è distorta per proiettività il calcolo esatto è piuttosto involuto.

E' possibile comunque eseguirlo abbastanza speditamente se, come è d'uso, l'asse dell'immagine dei punti di fiducia passa per l'obbiettivo della macchina fotografica. Comunemente ci si pone in questa situazione per due motivi; sia perché è possibile posizionare gli specchi in maniera ripetibile con una operazione di autocollimazione (consistente nel ricevere sull'obbiettivo un raggio inviato da questo verso il piano dei punti di fiducia, reso speculare); sia perché si evitano in tal maniera effetti di ombra (per visioni oblique alcune zone possono risultare coperte).

In queste condizioni è possibile misurare la distanza ottica  $\delta$ , dell'obbiettivo  $O$  dal centro  $\Omega$  del rettangolo ABCD (o meglio della sua immagine, cfr. fig. 1), fotografando contemporaneamente a questa un altro rettangolo di riferimento  $R$  (di vertici  $A_R, B_R, C_R, D_R$  e centro  $\Omega_R$ ), la cui distanza  $\delta_R$  dall'obbiettivo, posto sull'asse di  $R$ , sia nota (vedi fig. 2). Ciò posto, cfr. fig. 8, sia  $\pi_1$  il piano per  $R$ ,  $\gamma$  il piano dell'immagine,  $\pi_2$  il piano parallelo a  $\pi_1$  passante per  $\Omega$ ; se  $H$  è un punto dell'intersezione  $i$  di  $\gamma$  e  $\pi_2$  si ha dal teorema delle tre perpendicolari che  $H\Omega$  è perpendicolare a  $\Omega\Omega_{R2}$ .

Restando così individuata la retta  $i$ , dalla figura si ha subito:



#### 4. - QUALCHE CONSIDERAZIONE SULLA ELABORAZIONE A POSTERIORI DI DATI GEOMETRICI E NON. -

L'elaborazione a posteriori presenta lo svantaggio di fornire i risultati dell'analisi dei dati quando non si può più influire sulla raccolta di questi. Ciò fa richiedere particolare cura nella messa a punto dell'apparato sperimentale.

Una elaborazione simultanea alla raccolta, con un calcolatore "on line" per esempio, richiede d'altra parte una notevole complicazione tecnica con un aumento delle possibilità di guasti, tempi morti, ecc. Mentre però l'elaborazione simultanea è sempre possibile in linea di principio, non lo è quella a posteriori. Nel primo caso, per esempio, notevoli difficoltà presenta il rilevamento di tracce di una particella; si può comunque pensare di attuarlo senza modificarne sostanzialmente la tecnica di rivelazione (vedi camera a fili) modificando invece il sistema di registrazione, con uno strumento tipo "fotodigit"<sup>(3)</sup>. Nel secondo caso si può immaginare una impossibilità di principio quando si richiede di intervenire sistematicamente sull'apparato sperimentale in base alle informazioni risultanti dai dati via via raccolti. Per interventi sporadici è comunque possibile l'elaborazione a posteriori. Questa presenta il vantaggio che, una volta congelati i dati, questi possono essere esaminati a diverse riprese nel tempo e si può ritornare su di essi una volta che si siano palesati alcuni fatti non previsti precedentemente.

Diamo ora un esempio. Ci riferiamo al problema di selezionare particelle in base alla loro perdita di energia in un contatore a scintillazione. In casi ove la separazione, a motivo delle fluttuazioni statistiche, si presenta difficoltosa, è necessario assicurarsi della stabilità nelle tensioni, nella catena elettronica lineare ecc. Si può procedere col sistema simultaneo attraverso una regolazione automatica istante per istante, vedi per es. <sup>(2)</sup>; oppure a posteriori come nell'esperimento <sup>(1)</sup>. Nel programma di analisi relativo a questo esperimento, abbiamo proceduto a ritroso, ricavando dal dato registrato sul fotogramma sotto forma numerica <sup>(4)</sup>, la perdita di energia della particella, possedendo le tarature periodiche della catena elettronica (quindi non necessariamente del tutto lineare), del guadagno dei fototubi e calcolandoci i fattori di correzione dovuti alla disuniformità nella raccolta di luce del contatore (misurata precedentemente <sup>(1)</sup>) in base ai punti di attraversamento in questo, dedotti dalle tracce registrate delle particelle. Naturalmente ciò è stato possibile giacché le derivate temporali sono state piuttosto lente e brevi i tempi morti richiesti per le operazioni di taratura, in confronto ai tempi di raccolta dati. I risultati di separazione così ottenuti sono stati soddisfacenti. Se si fosse voluto attuare ciò con una elaborazione simultanea si sarebbe dovuto di molto complicare la tecnica e tentativi in questo senso non sono stati, nell'esempio specifico, ancora completamente realizzati.

12.

```
SUBROUTINE GENE(X1,Y1,X2,Y2,X3,Y3,X4,Y4,X5,Y5,D,X,Y)
```

C

```
D1=Y1-Y2
D2=X4-X3
D3=X2-X1
D4=Y3-Y4
D=D1*D2-D3*D4
T1=Y1*X2-X1*Y2
T2=X5*D4+Y5*D2
X=(T1*D2-T2*D3)/D
Y=(D1*T2-D4*T1)/D
RETURN
END
```

```
SUBROUTINE PUNTO(PUA,PVA,PUC,PVC,PA,PB,PD,PF,PUP,PVP)
```

C

```
PAQ=PA*PA
PBQ=PB*PB
PDQ=PD*PD
POS=PAQ+PDQ-PBQ
DIFU=PUC-PUA
DIFV=PVC-PVA
A=DIFU*.5*POS/PDQ
B=-DIFV*.5*SQRT(4.*PAQ*PDQ-POS*POS)/PDQ
AU=A+PF*B
GAM=(DIFU*DIFU+DIFV*DIFV)/PDQ
IF(PVC.NE.PVA) GO TO 1
AV=PF*SQRT(PAQ*GAM-AU*AU)
GO TO 2
1 AV=.5*GAM*POS/DIFV-AU*DIFU/DIFV
2 PUP=PUA+AU
PVP=PVA+AV
RETURN
END
```

```
FUNCTION UCOR(R1,S1,AF1)
```

```
RQ=R1*R1
SQ=S1*S1
UCOR=.25*(RQ-SQ)/AF1
RETURN
END
```

```
FUNCTION VCOR(R2,S2,AF2)
```

```
RQ=R2*R2
SQ=S2*S2
AQ=AF2*AF2
VCOR=-.25*SQRT(4.*RQ*SQ-(RQ+SQ-4.*AQ)*(RQ+SQ-4.*AQ))/AF2
RETURN
END
```

```

SUBROUTINE BIRAP(AVE,BVE,SUA,SVA,SUB,SVB,SUC,SVC,SUD,SVD,SUOM,SVOM
1,SUT,SVT,SF,SG)

```

C

```

DF1=SVA-SVB
DF2=SUD-SUC
DF3=SUB-SUA
DF4=SVC-SVD
DELTA=DF1*DF2-DF3*DF4
IF(DELTA) 9,10,9

```

C

```

10 CALL GENE(SUA,SVA,SUC,SVC,SUA,SVA,SUB,SVB,SUT,SVT,DA,UFGE,VFGE)
GO TO 12
9 CALL GENE(SUA,SVA,SUB,SVB,SUC,SVC,SUD,SVD,SUC,SVC,DA,UNGE,VNGE)
CALL GENE(SUA,SVA,SUC,SVC,UNGE,VNGE,SUT,SVT,SUT,SVT,DA,UFGE,VFGE)

```

C

```

12 DF1=SVD-SVA
DF2=SUB-SUC
DF3=SUA-SUD
DF4=SVC-SVB
DELTA=DF1*DF2-DF3*DF4
IF(DELTA) 14,15,14

```

C

```

15 CALL GENE(SUA,SVA,SUC,SVC,SUA,SVA,SUD,SVD,SUT,SVT,DA,UGGE,VGGE)
GO TO 17

```

C

```

14 CALL GENE(SUD,SVD,SUA,SVA,SUC,SVC,SUB,SVB,SUC,SVC,DA,UMGE,VMGE)
CALL GENE(SUA,SVA,SUC,SVC,UMGE,VMGE,SUT,SVT,SUT,SVT,DA,UGGE,VGGE)

```

C

```

17 IF((ABS(SVC-SVA)).LE.(SUC-SUA)) GO TO 19

```

C

```

IF(VFGE.EQ.SVA) GO TO 120
CAPF=(SVC-SVA)*(VFGE-SVOM)/((SVC-SVOM)*(VFGE-SVA))
SF=BVE/(2.-CAPF)
121 IF(VGGE.EQ.SVA) GO TO 122
CAPG=(SVC-SVA)*(VGGE-SVOM)/((SVC-SVOM)*(VGGE-SVA))
140 SG=.5*AVE*CAPG/(CAPG-2.)
RETURN
120 SF=0.
GO TO 121
122 SG=.5*AVE
RETURN
19 IF(UFGE.EQ.SUA) GO TO 130
CAPF=(SUC-SUA)*(UFGE-SUOM)/((SUC-SUOM)*(UFGE-SUA))
SF=BVE/(2.-CAPF)
131 IF(UGGE.EQ.SUA) GO TO 122
CAPG=(SUC-SUA)*(UGGE-SUOM)/((SUC-SUOM)*(UGGE-SUA))
GO TO 140
130 SF=0.
GO TO 131
END

```

14.

C  
C  
C

CALCOLO DELLA DISTANZA VISTA VIRTUALE OBBIETTIVO

```
1 READ 102,DELR
  READ 102,AVR,BVR
  READ 102,UAR,VAR,UBR,VBR
  READ 102,UCR,VCR,UDR,VDR
  READ 102,AV,BV
  READ 102,UA,VA,UB,VB
  READ 102,UC,VC,UD,VD
```

C  
C  
C

CALCOLO DEL CENTRO OMEGA

```
CALL GENE(UA,VA,UC,VC,UB,VB,UD,VD,UB,VB,DUM,UOM,VOM)
CALL GENE(UAR,VAR,UCR,VCR,UBR,VBR,UDR,VDR,UBR,VBR,DUM,UOMR,VOMR)
```

C  
C  
C

COORDINATE VERE DI OMEGA

```
CALL BIRAP(AVR,BVR,UAR,VAR,UBR,VBR,UCR,VCR,UDR,VDR,UOMR,VOMR,UOM,V
1OM,F4OM,G4OM)
```

C  
C  
C

CALCOLO DI UH E VH

```
CALL GENE(0.,.5*AVR,BVR,-.5*AVR,0.,.5*BVR,-G4OM,F4OM,F4OM,G4OM,DUM
1,FHPRV,GHPRV)
RO=BVR/FHPRV-1.
ROPR=(UOMR-UAR)/(RO*(UCR-UOMR)+(UOMR-UAR))
UH=UAR+ROPR*(UCR-UAR)
VH=VAR+ROPR*(VCR-VAR)
```

C  
C  
C

CALCOLO DEL PUNTO H VERO (FH,GH)

```
CALL BIRAP(AV,BV,UA,VA,UB,VB,UC,VC,UD,VD,UOM,VOM,UH,VH,FH,GH)
```

C  
C  
C

CALCOLO DELLA DISTANZA

```
TERM=DELR*DELR+(F4OM-.5*BVR)*(F4OM-.5*BVR)+G4OM*G4OM
SUP=(FH-.5*BV)*(FH-.5*BV)+GH*GH
DEN1=FHPRV-F4OM
DEN2=GHPRV-G4OM
DEN=DEN1*DEN1+DEN2*DEN2
DEL=SQRT(SUP*TERM/DEN)
PRINT 102,DEL
GO TO 1
102 FORMAT (5E16.7)
END
```

## BIBLIOGRAFIA. -

- (1) - G. Diambrini, I. Giannini, F. Grianti, A. Santroni, G. Sette, Esperimento di fotoproduzione doppia di  $\pi$  carichi su  $H_2$ : apparato sperimentale, INFN Sez. Genova 67/7 AEB-15.
- (2) - C. Bacci, R. Baldini-Celio, V. Bidoli, Un sistema di regolazione automatica del guadagno di un fotomoltiplicatore e della relativa catena elettronica lineare, LNF-67/11.
- (3) - G. Diambrini and I. Giannini, Photodigit: photoelectric digitalized method for spark chamber data extraction, Nucl. Instr. and Meth. 41, 55 (1966).
- (4) - F. Grianti, Metodo di conversione analogico numerica per la correlazione di  $dE/dx$  e range in esperimenti con camera a scintilla, INFN/TC-67/7.