



LNF-00/011(IR)

24 Marzo 2000

**CALIBRAZIONE DEL ROBOT PER L'INSTALLAZIONE DEL
VERTICE DI FINUDA**

B. Dulach, S. Tomassini

Laboratori Nazionali di Frascati, Via E. Fermi 40, I-00044 Frascati, Italy

Abstract

È stata ottimizzata la meccanica del robot utilizzato nell'esperimento FINUDA per l'installazione dei rivelatori di vertice all'interno della Clessidra.

PACS.: 07.07.Tw

1 – INTRODUZIONE

Con il termine “robot” si fa riferimento ad un sistema meccanico robotizzato utilizzato nell’ambito dell’esperimento FINUDA per posizionare i rivelatori di vertice (Fig. 8, 9) all’interno della clessidra [1]. La scelta di un sistema robotizzato per assolvere a tale funzione è stata dettata da diversi fattori primo fra tutti evitare urti e vibrazioni durante la fase di installazione dei rivelatori al silicio (ISIM e OSIM) [2, 3] e per ridurre il rischio d’errore umano. Il robot è formato da due metà indipendenti dette manipolatori che devono chiudere in modo perfettamente sincrono due supporti meccanici (Fig. 3) su cui sono vincolati i rivelatori al silicio di cui sopra. Ogni manipolatore è formato a sua volta da quattro viti telescopiche a passo unico, da quattro attuatori pneumatici nonché da sistemi di controllo e di potenza.

Il simulacro è una riproduzione in scala 1:1 della meccanica della parte centrale della clessidra (Fig. 1, 2) ed è stato utilizzato per la calibrazione del robot. Data l’estrema delicatezza delle operazioni a cui tale macchina deve assolvere, sono stati realizzati numerosi test di qualifica della meccanica e degli altri apparati: elettrici, elettronici e pneumatici.



FIG. 1 – Robot e simulacro.



FIG. 2 – Robot in posizione di aggancio.

2 – TRASLAZIONE LUNGO L’ASSE e^+e^-

Il supporto meccanico (GS) (Fig. 3) deve essere posizionato al centro della clessidra in maniera completamente automatizzata e con tolleranze di $300 \mu m$ lungo l’asse di interazione delle particelle e^+e^- (Fig. 9). Con tolleranze così strette, si presentano le seguenti due problematiche:

- In fase di aggancio o sgancio della GS i sistemi di presa del robot si impuntano inevitabilmente nei sistemi di presa della GS.
- In fase di apertura o chiusura della GS si impuntano i sistemi di chiusura di quest'ultima

Lo scopo è stato quello di determinare il valore dell'eccentricità verticale tra robot e GS entro il quale si riescono a portare a termine con successo le operazioni di aggancio e sgancio. Si è assunta come posizione di riferimento per il robot e per la GS quella di perfetto centraggio tra le flange a campana della Clessidra su cui quest'ultima viene vincolata a meno di $\pm 0.1 \text{ mm}$.

Sono state fatte diverse prove spostando la (GS) lungo l'asse e^+e^- (Tab. 1).

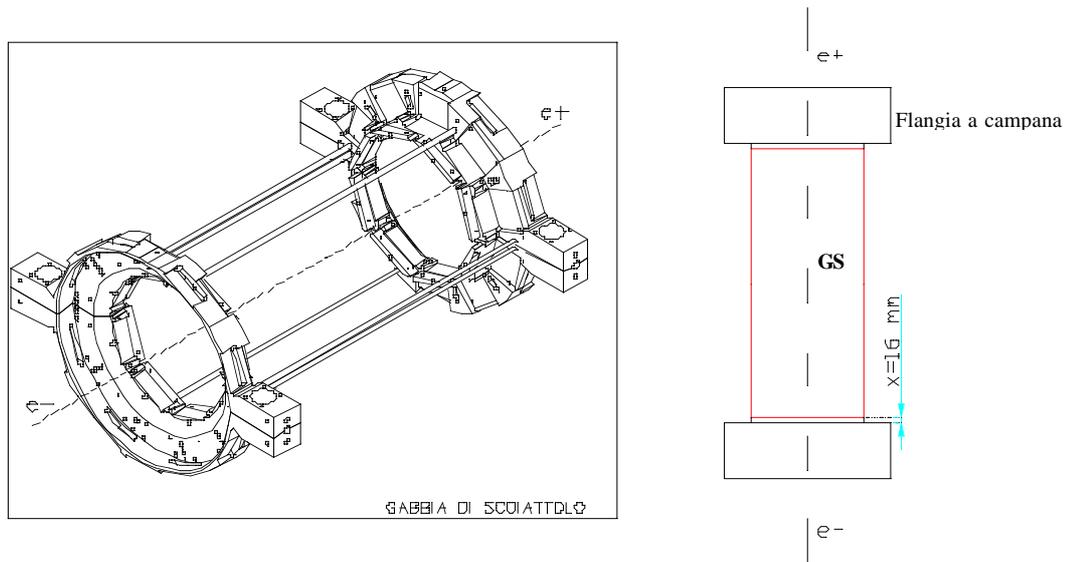


FIG. 3 – Schema della GS sulle flangie a campana.

TABELLA 1

SPOSTAMENTO e^+e^- [mm]	ESITO OPERAZIONE
$\Delta x = \pm 1$	OK
$\Delta x = \pm 1.5$	OK
$\Delta x = \pm 2$	OK
$\Delta x = \pm 2.5$	OK
$\Delta x = \pm 3$	NO

Se lo spostamento relativo tra la GS e il robot lungo l'asse e^+e^- è superiore a $\Delta x = \pm 2 \text{ mm}$ il sistema non funziona.

3 – ROTAZIONE INTORNO ALL'ASSE e^+e^-

Si è voluto determinare il valore della rotazione relativa tra il piano medio della GS e il piano di aggancio del robot (Fig. 4) entro il quale si riescono a portare a termine con successo le operazioni di aggancio della GS mediante robot.

Sono state realizzate diverse prove durante le quali è stata ruotata la (GS) intorno all'asse e^+e^- (Tab. 2). Si è assunta come configurazione di riferimento per la GS e per il robot quella in cui il piano di aggancio è orizzontale, inoltre i due manipolatori sono stati allineati secondo lo schema riportato ai paragrafi 6 e 7.

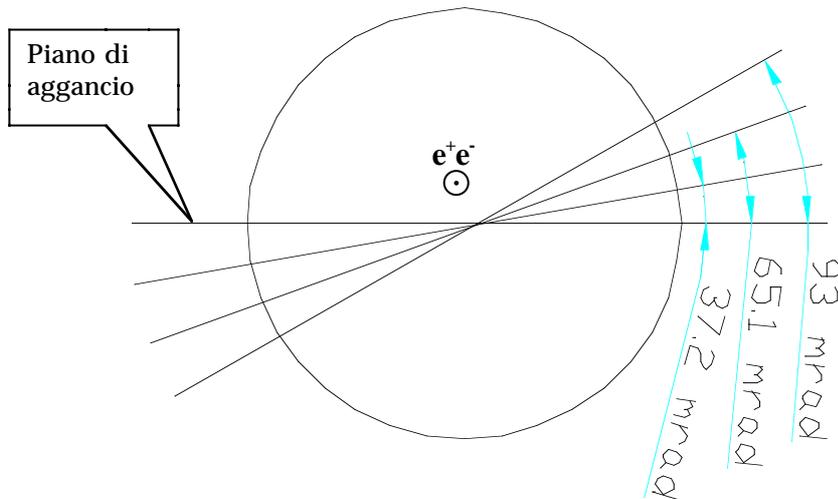


FIG. 4 – Schema di rotazione della GS.

TABELLA 2

ROTAZIONE e^+e^- [mrad]	ESITO OPERAZIONE
$\Delta\vartheta=\pm 37$	OK
$\Delta\vartheta=\pm 65$	OK
$\Delta\vartheta=\pm 93$	NO

LIMITE DI SICUREZZA: $\Delta\vartheta=\pm 50$ mrad

Al di sopra di tale soglia il meccanismo non funziona più correttamente ma si verificano continui impuntamenti dei meccanismi di aggancio.

4 – ROTAZIONE INTORNO ALL'ASSE e^+e^- E SPOSTAMENTO

Prendendo come riferimento le soglie assunte ai paragrafi 2 e 3, sono state fatte diverse prove combinate con GS sia traslata lungo l'asse e^+e^- sia ruotata intorno allo stesso asse secondo i parametri riportati in tabella 3.

TABELLA 3

ROTAZIONE e^+e^- [mrad]	SPOSTAMENTO e^+e^- [mm]	ESITO OPERAZIONE
$-50 \leq \Delta\vartheta \leq 50$	$-2 \leq \Delta x \leq 2$	OK

L'esito positivo della prova ci fa concludere che in fase di estrazione del vertice il robot continua a funzionare correttamente anche se trova la GS spostata lungo l'asse e^+e^- di $\Delta x = \pm 2mm$ e contemporaneamente ruotata intorno allo stesso asse di un angolo $\Delta\vartheta = \pm 50mrad$ rispetto alla posizione di riferimento che si è assunta essere quella di perfetto centraggio della GS rispetto alle flangie a campana e di perfetto livellamento del piano di aggancio della stessa.

5 – SPOSTAMENTO RELATIVO DEI MANIPOLATORI LUNGO LE GUIDE DI SCORRIMENTO DELLA CLESSIDRA

Come per le prove riportate ai paragrafi 2, 3, e 4, è stata trovata l'eccentricità massima ds (vedi Fig. 5, 9) entro la quale il robot continua a funzionare correttamente. Inoltre nelle prove descritte ai paragrafi 2, 3, e 4 si è ipotizzato che i due manipolatori, che formano il robot, fossero perfettamente allineati tra loro sui due piani verticali. I risultati delle prove sono riportati in tabella 4.

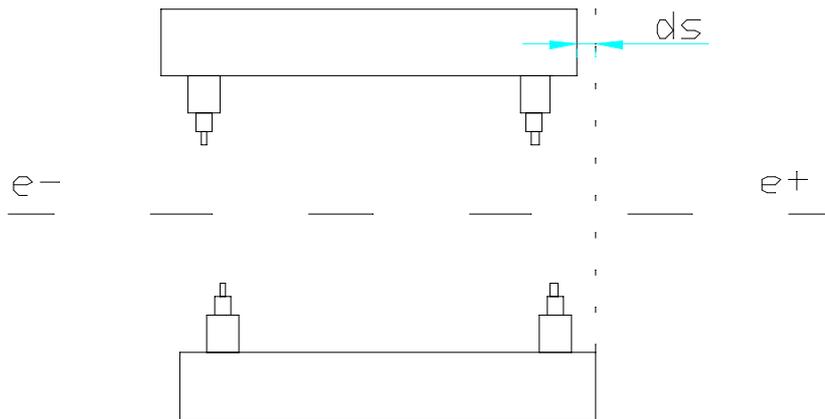


FIG. 5 – Spostamento relativo dei manipolatori lungo l'asse e^+e^- .

TABELLA 4

SPOSTAMENTO e^+e^- [mm]	ESITO OPERAZIONE
$ds=\pm 4$	NO
$ds=\pm 2$	OK

LIMITE DI SICUREZZA: $ds = 2\text{mm}$

Al di sopra di tale valore si riscontrano i soliti problemi riportati nei paragrafi precedenti.

6 – ALLINEAMENTO DEI MANIPOLATORI RISPETTO ALL'ASSE Y

Per un corretto funzionamento del sistema è fondamentale che ci sia un allineamento molto preciso rispetto all'asse y dei due manipolatori, tale allineamento è garantito dal parallelismo delle guide della clessida ed è ottenibile con grande precisione e ripetibile con il funzionamento (Fig. 6). Occorre avere una eccentricità massima di 0.5 mm .

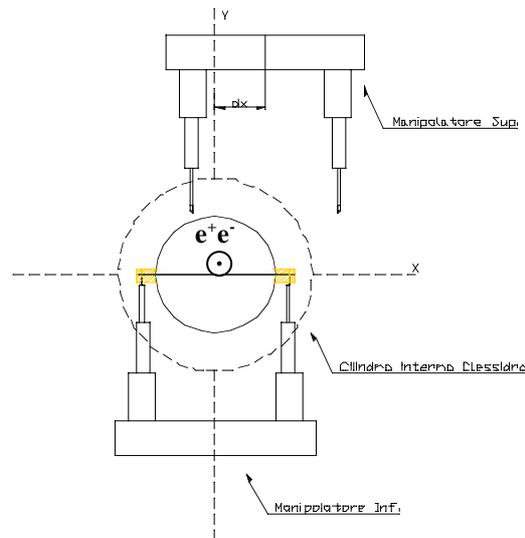


FIG. 6 – Allineamento dei manipolatori rispetto all'asse y.

7 – ROTAZIONE RELATIVA DEI MANIPOLATORI

Il non perfetto parallelismo dei piani medi di aggancio dei due manipolatori (Fig. 7) degrada molto rapidamente il corretto funzionamento. Le prove fatte mostrano che angoli $\Delta\phi$ superiori a 0.05 deg favoriscono l'impuntamento.

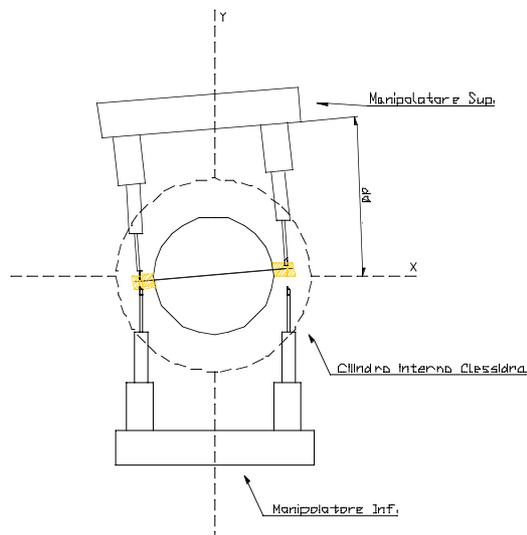


FIG. 7 – Allineamento dei manipolatori rispetto al piano di aggancio.

8 – CONCLUSIONI

Lo studio fatto sul sistema ha messo in luce che la meccanica del robot funziona correttamente a patto di rispettare i vincoli di seguito elencati. L'allineamento relativo dei manipolatori lungo l'asse di scorrimento e^+e^- (vedi par. 5) deve essere fatto al meglio di 2 mm , anche se è preferibile farlo al meglio di 0.1 mm in modo da avere un maggior margine di sicurezza in fase di aggancio della GS spostata lungo tale asse, quello rispetto all'asse y (par. 6) al meglio di 0.5 mm mentre la rotazione relativa rispetto all'asse x deve essere fatta al meglio di 0.05 deg .

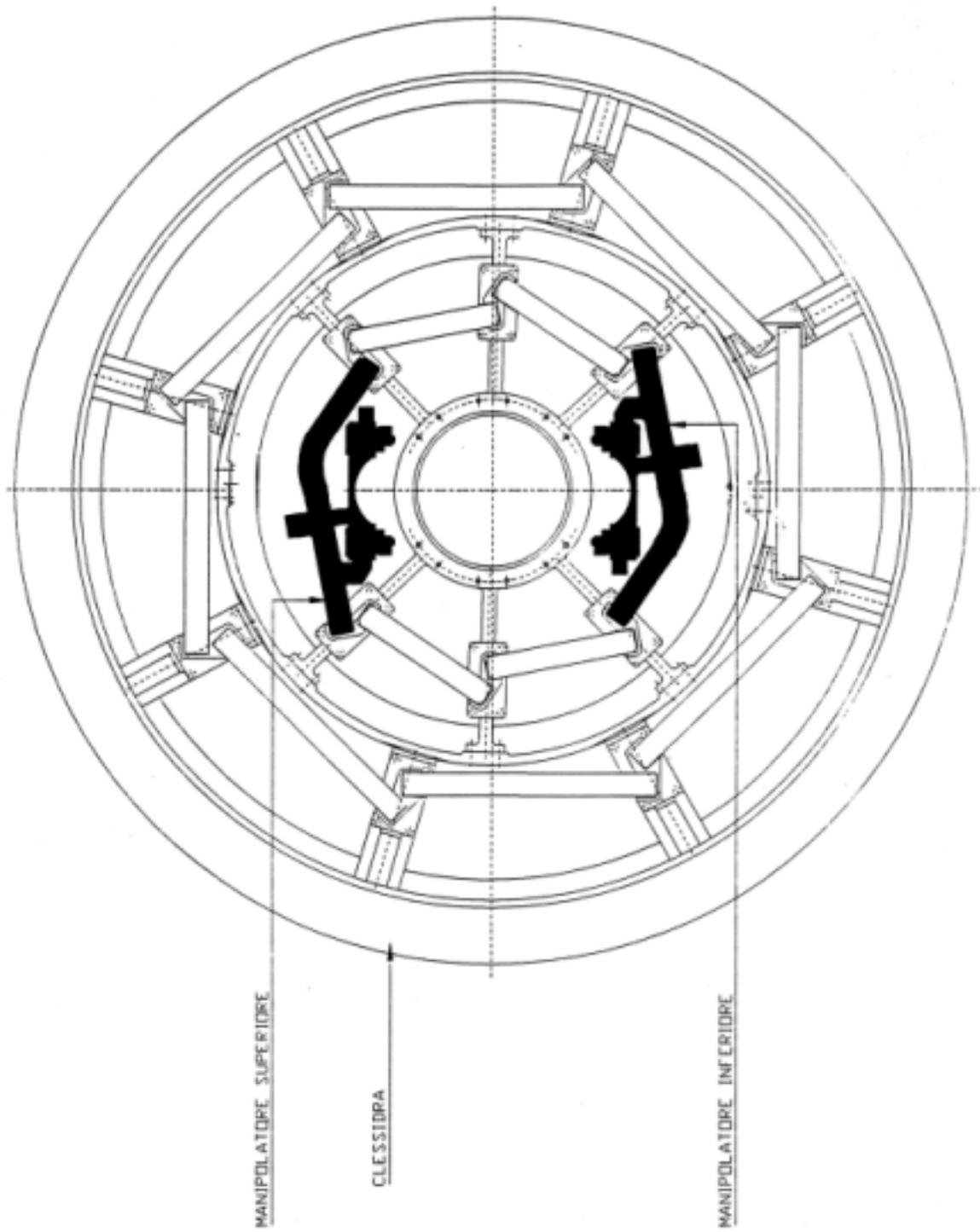


FIG. 8 – Clessidra: vista frontale.

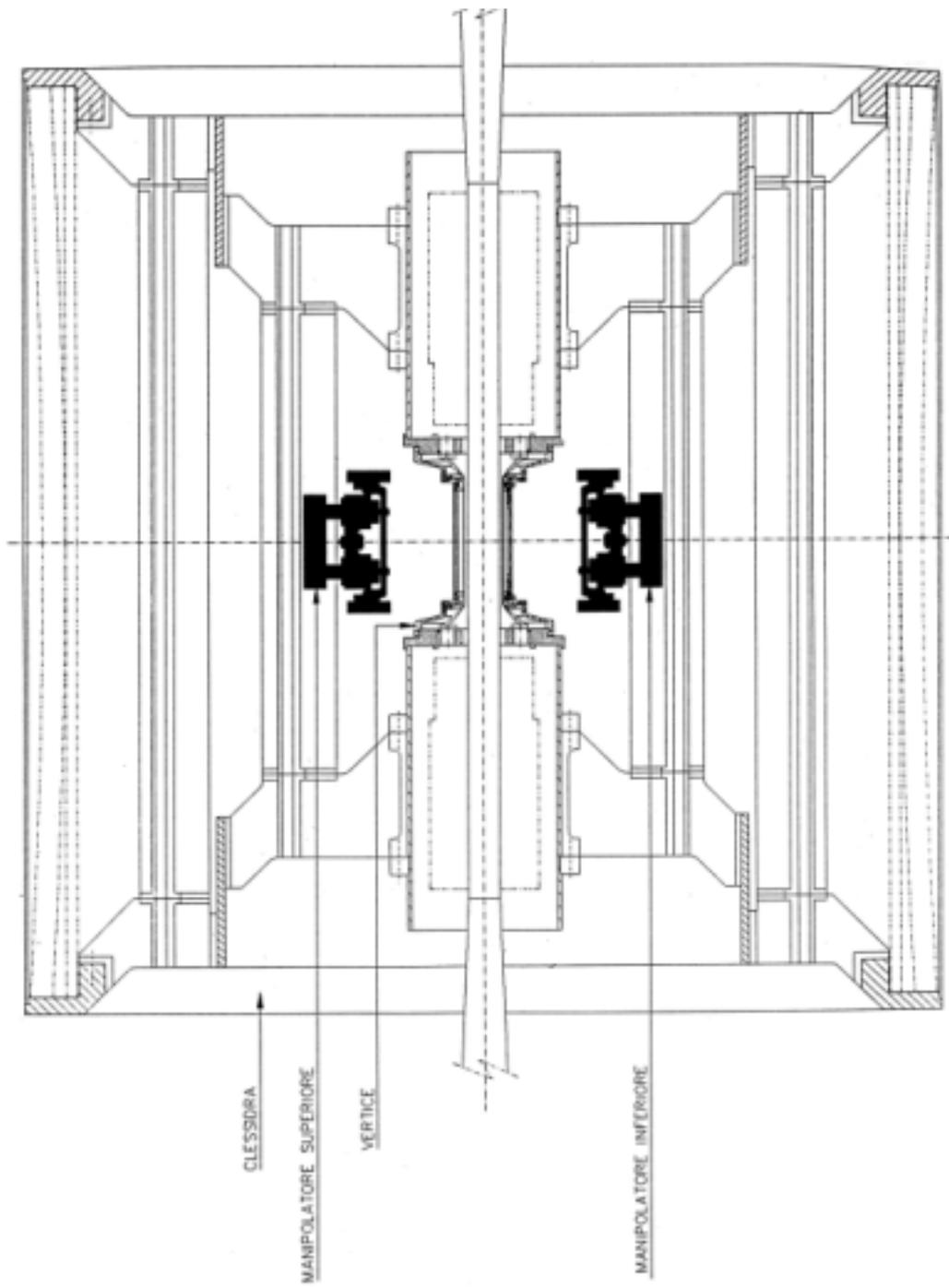


FIG. 9 –Clessidra: sezione laterale.

RIFERIMENTI

- (1) FINUDA Collaboration, FINUDA Technical Report, LNF report, LNF-95/024 (IR), 1995.
- (2) P. Botton, P. Camerini et al., “Mass discrimination using double-side silicon microstrip detector for pions and protons at intermediate energies”, Nucl. Instrum. and Meth. A427 (1999), p. 423-436.
- (3) P. Botton, P. Camerini et al., “Mass discrimination using silicon microstrip detectors for the FINUDA experiment at DAΦNE”, Nucl. Instrum. and Meth. A435 (1999), p. 153-160.