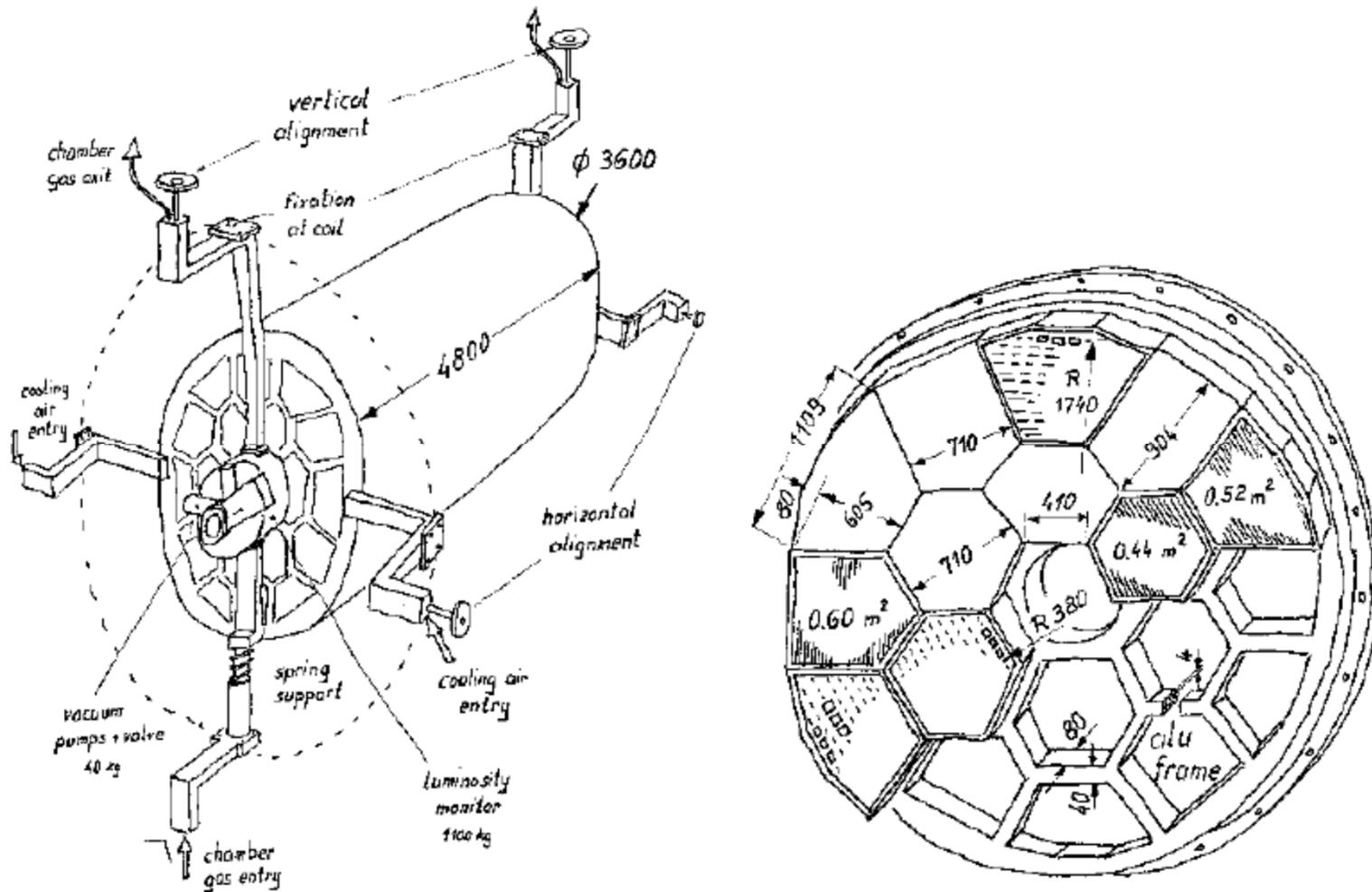


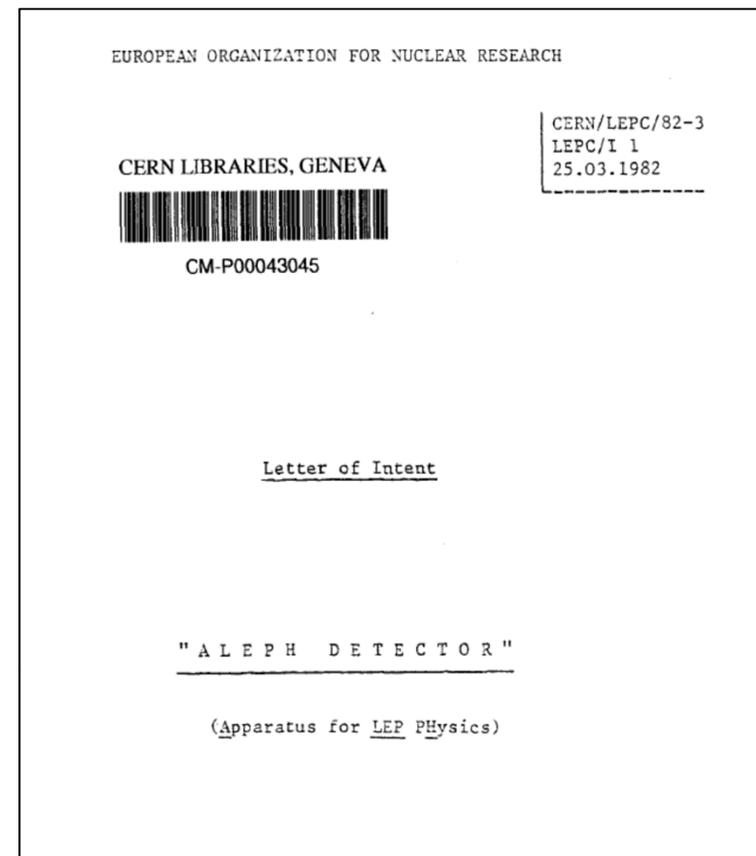
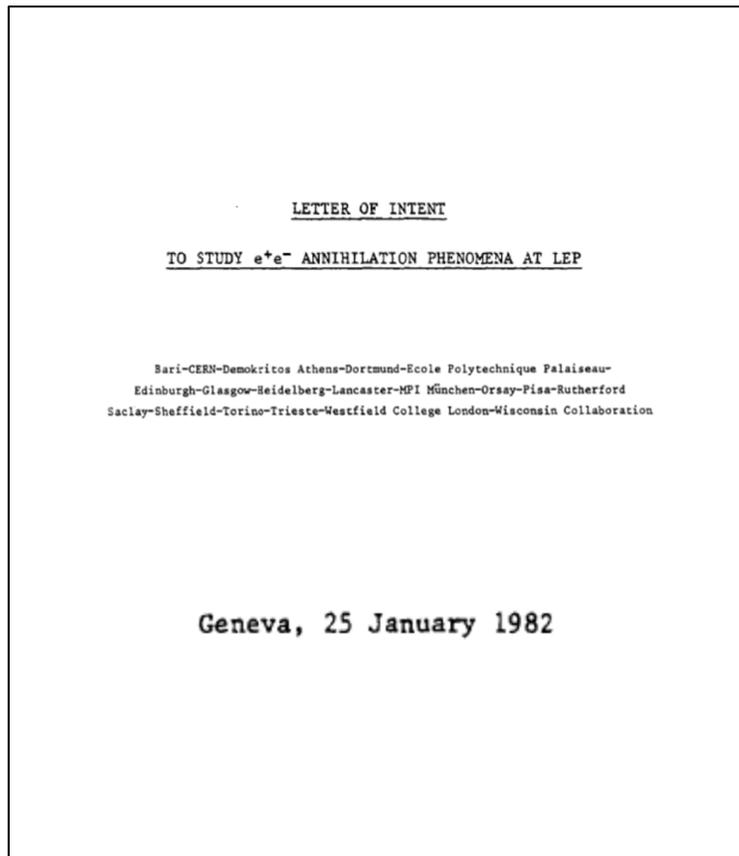
La Time Projection Chamber di ALEPH



Once Upon A Time ...

- C'era una volta una collaborazione "giovane giovane" ...

Bari-CERN-Demokritos Athens-Dortmund-Ecole Polytechnique Palaiseau-
Edinburgh-Glasgow-Heidelberg-Lancaster-MPI München-Orsay-Pisa-Rutherford
Saclay-Sheffield-Torino-Trieste-Westfield College London-Wisconsin Collaboration



La TPC nella LOI

4. THE CENTRAL DETECTOR

We want to build a central detector which allows the reconstruction of the momentum vectors of all charged particles, even for complicated events, and which identifies the particles at the same time. The desire to be well prepared for unknown phenomena, and to achieve the best possible background rejection on the basis of the topology of fully reconstructed events, led us to pay particular attention to the three qualities of i) momentum and angle measurement, ii) ease of pattern recognition, and iii) particle identification by measurement of dE/dx .

At present we favour the use of a TPC as central detector, because of its superior z resolution, dE/dx measurement and double track separation. However, not all problems such as the distortion of the electric field due to space charge, and the calibration of track distortions due to magnetic field non-uniformities are as yet clearly resolved. We are actively studying these problems (a test TPC has been constructed). In parallel, we are also going ahead with the study of an axial wire chamber solution for the central detector.

Incognite della TPC

- Nella lettera di intenti del 1982
 - Sono presenti due opzioni per il rivelatore centrale
 - Una Time Projection Chamber
 - Una camera a fili assiali (Jet Chamber)
 - L'obiettivo era una risoluzione sulla misura della sagitta di $200 \mu\text{m}$
- La TPC era un rivelatore molto innovativo
 - Misura del traiettoria e del momento delle particelle
 - Ottima two-track resolution
 - Misura di dE/dx
- Si sapeva che la TPC di Berkeley aveva dei problemi
 - Difficoltà a correggere le distorsioni delle tracce
 - C'era il fondato sospetto che fossero dovute a effetti di carica spaziale
 - Il rivelatore non era dotato di gating
 - Carica spaziale dovuta a ioni dalla regione di amplificazione
 - Poteva generare distorsioni instabili ai campi elettrici
- C'era un'altra TPC in funzione a Triumf
 - Risoluzione spaziale molto peggiore di quanto previsto nella LOI

La TPC di TRIUMF

- Negli stessi mesi a TRIUMF si stava facendo il commissioning di una TPC per la ricerca di Violazione del Numero Leptonico $\mu^- Z \rightarrow e^- Z$
 - I risultati preliminari, presentati ad una conferenza a SLAC mostravano una risoluzione non particolarmente buona
- Risoluzione superiore a $400 \mu\text{m}$ @ 0°
- La risoluzione quotata da ALEPH era molto inferiore
- Il LEPC chiese ad ALEPH di motivare la sua previsione
 - Io e Gigi, ci eravamo inseriti su suggerimento di Lorenzo, nel gruppo della TPC coordinato da Jurgen May
- Lorenzo era arrivato a Trieste nel 1978
 - Si era formato un gruppo: Gigi Rolandi, Francesco Ragusa, Fernando Liello, Giovanni Batignani
 - Il gruppo aveva lavorato nell'esperimento FRAMM

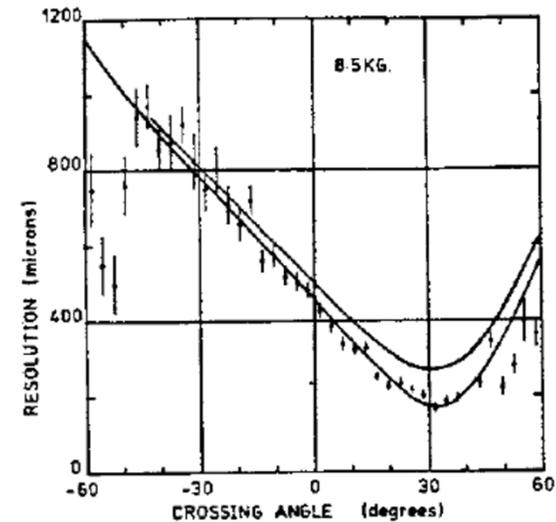
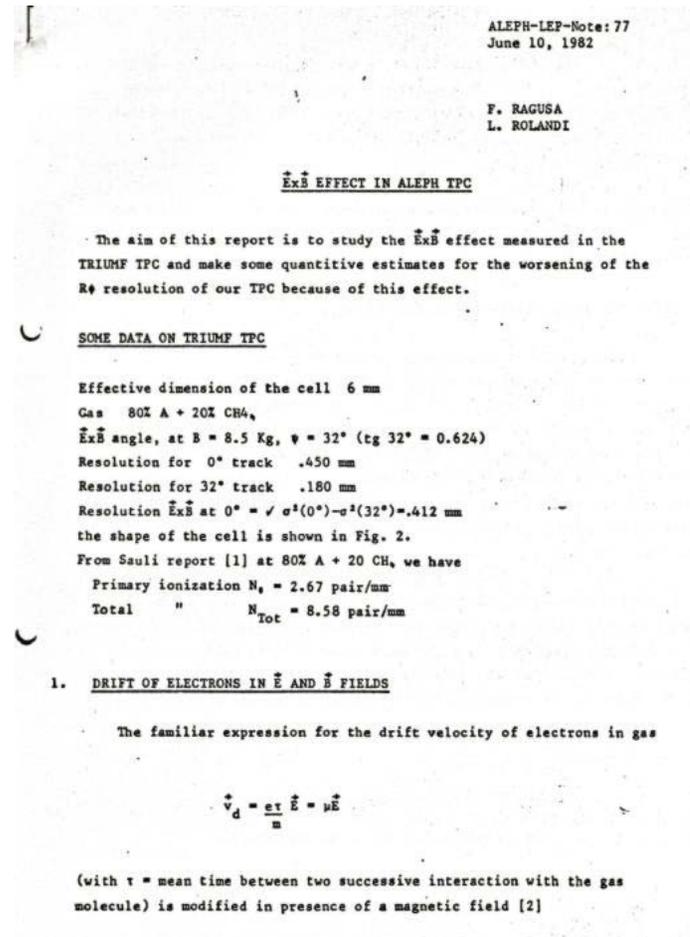


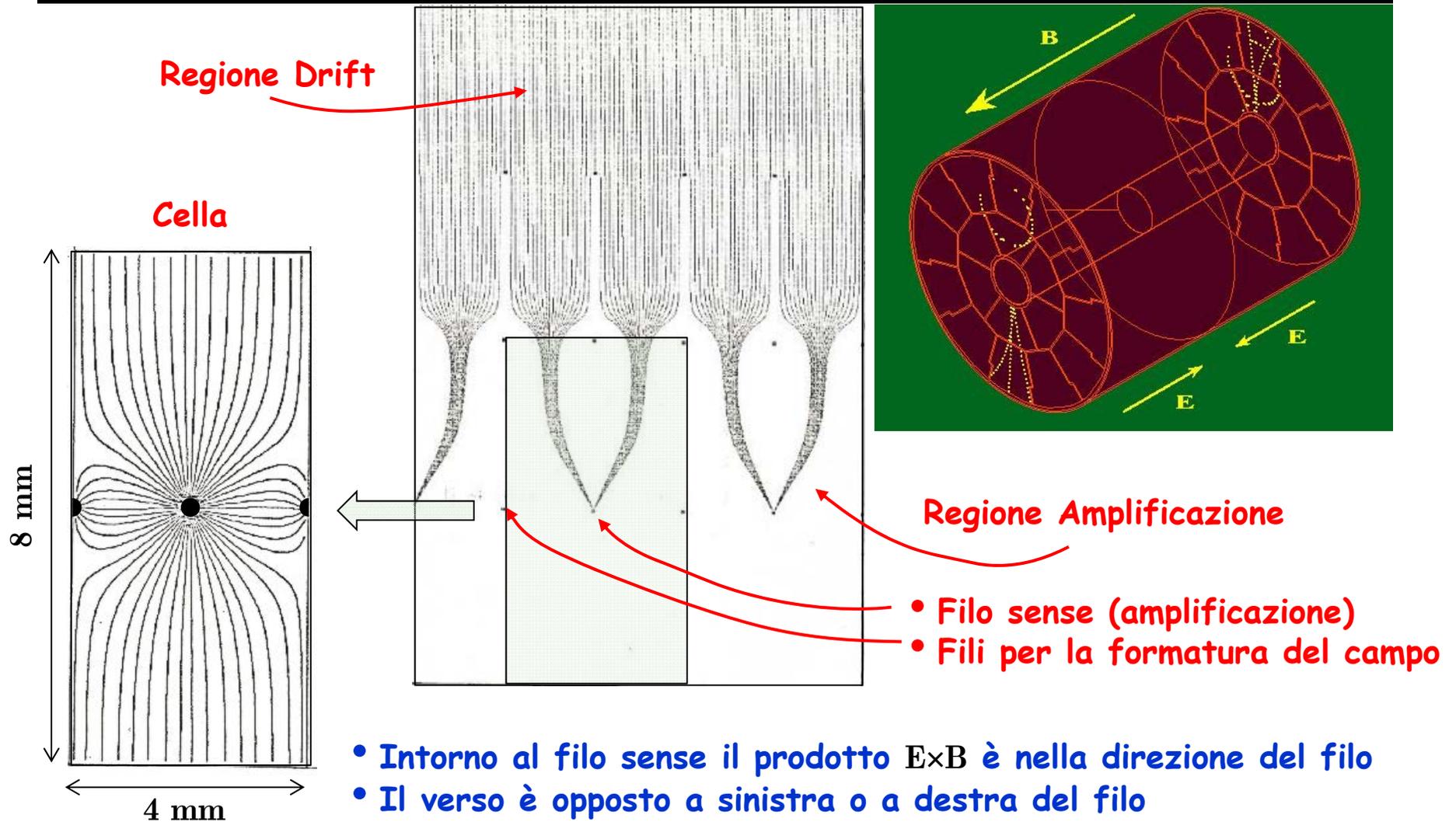
Fig. 9. The resolution as a function of crossing angle θ . The data are for 3.5 cm drift distance and $B=8.5$ kG. The curves are produced from Eq. (14). The lower (upper) curve uses $z=3.5$ cm (34 cm).

Risoluzione della TPC

- Il nostro studio procedette rapidamente
 - Il 10 giugno 1982 pubblicammo la nostra prima nota
- Risultati principali
 - Formula completa di v_d in campo magnetico
 - Comprensione differenze fra ALEPH-TRIUMF
 - Il ruolo di molti fili
 - Dimensione della cella
 - Possibilità di ulteriori miglioramenti
 - Correzione delle misura $r-\phi$ con il segnale dei fili
- I risultati furono presentati
 - Al plenary meeting di ALEPH
 - Al LEPC
- Jack ha sempre ritenuto che quel lavoro fosse stato di fondamentale importanza per l'approvazione di ALEPH
- Jack si convinse che il gruppo della TPC era più forte
 - L'opzione TPC/Jet Chamber fu risolta in favore della TPC

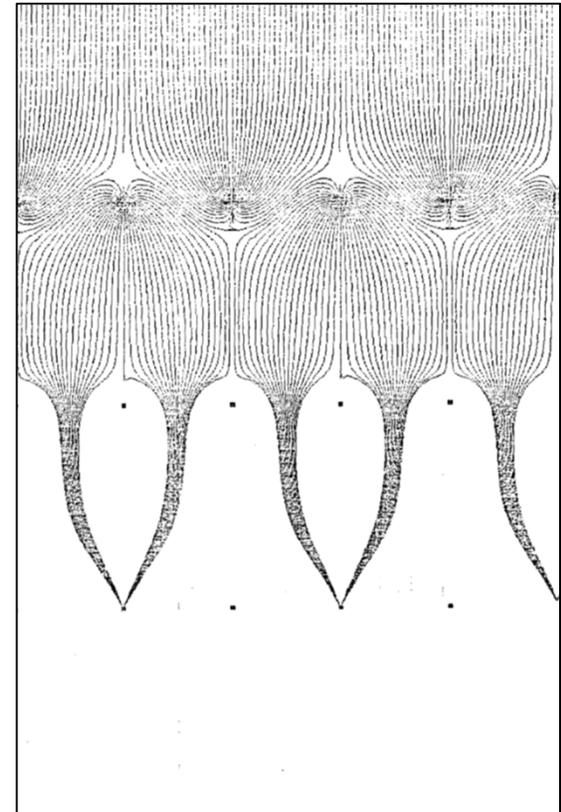
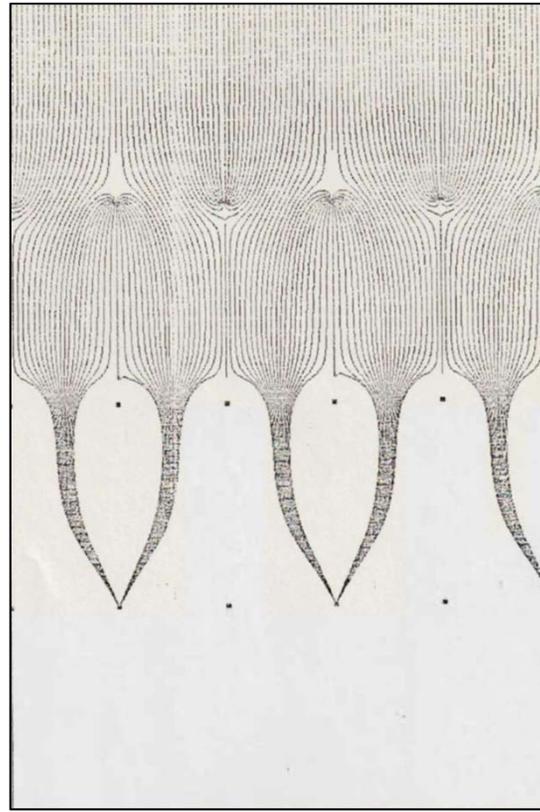
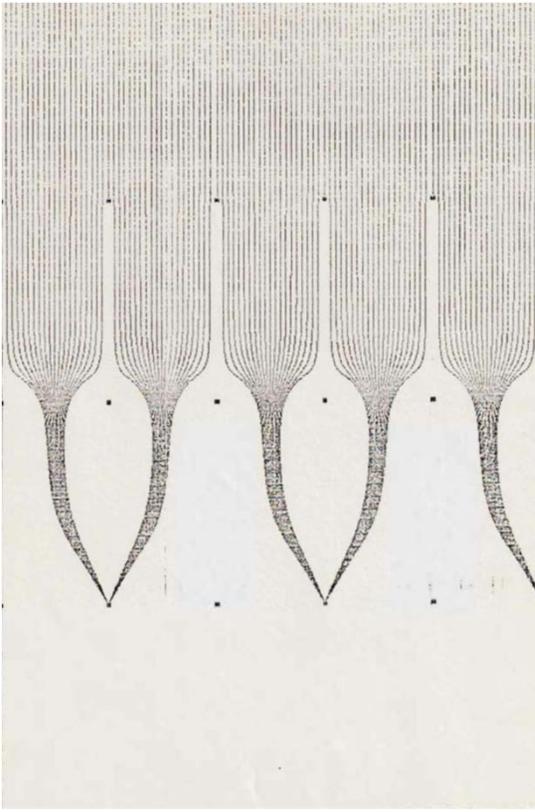
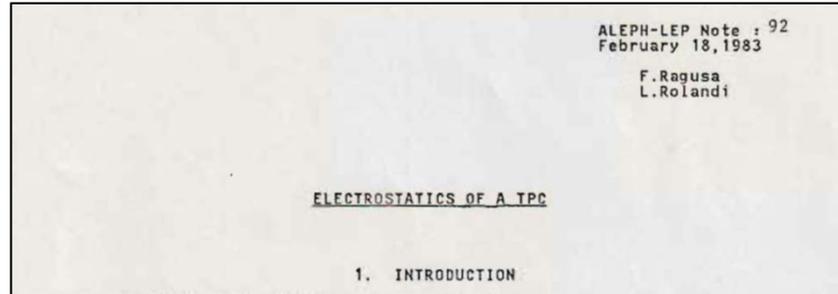


Campi elettrici della TPC di ALEPH¹



• ¹ALEPH-NOTE 92 18 febbraio 1983

Elettrostatica della TPC: griglia gating



La velocità di drift in campo magnetico

- La bibbia per le camere a drift (F. Sauli¹) dedicava alla velocità di drift degli elettroni in campo magnetico poche righe

In the case of a movement in a constant electric and magnetic field, the swarm will drift along a straight line at an angle α_H with the field lines, and with a velocity $w_H \neq w$. The same simple theory that gives the expression (14) allows one to write the effect of a magnetic field H applied in a direction perpendicular to the electric field²¹⁾ as follows:

$$w_H = \frac{w}{\sqrt{1 + \omega^2 \tau^2}}, \quad \omega = \frac{eH}{m}, \quad \tan \alpha_H = \omega \tau$$

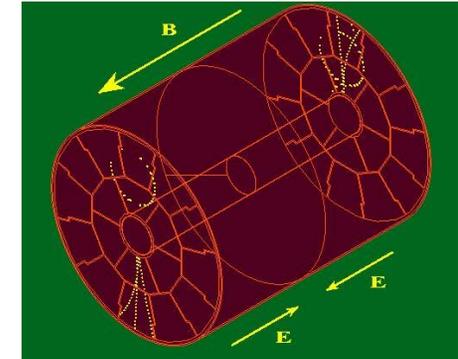
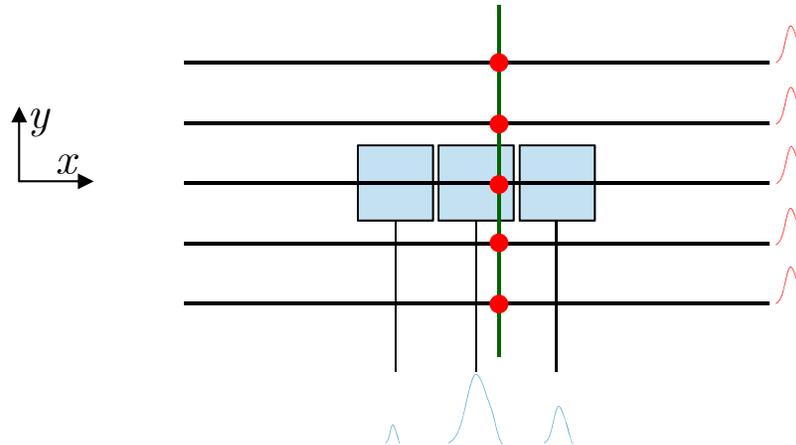
- I rivelatori dell'epoca avevano configurazioni di campi E e B molto differenti da quella della TPC
- La trattazione trascurava effetti per noi fondamentali
- Approdammo ad un articolo degli anni '50² grazie al quale derivammo la formula³

$$\mathbf{v}_d = \frac{\mu}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\mathbf{E} + \frac{\omega \tau}{B} \mathbf{E} \times \mathbf{B} + \omega^2 \tau^2 \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} \right]$$

- Grazie a questa formula fummo in grado di capire la nostra TPC e le differenze con quelle di SLAC e TRIUMF
- ¹F. Sauli, Principle of Operation Multiwire Proportional And Drift Chambers - CERN 77-09
- ²W. Allis, Motion of Ion And Electrons - Handbuch Der Physik XXI Springer (1956)
- ³F. Ragusa, L. Rolandi ExB effect in ALEPH TPC - ALEPH-LEP Note 77 (10.06.1982)

Misura della coordinata $r-\phi$ nella TPC

- Una traccia nella TPC...
- La misura della coordinata della proiezione della traccia sul piano $r-\phi$ (endplate) è ottenuta
 - Dalla posizione y (r) del filo (o della riga di pads)
 - Dalla posizione x (ϕ) della valanga degli elettroni (puntiforme) lungo il filo

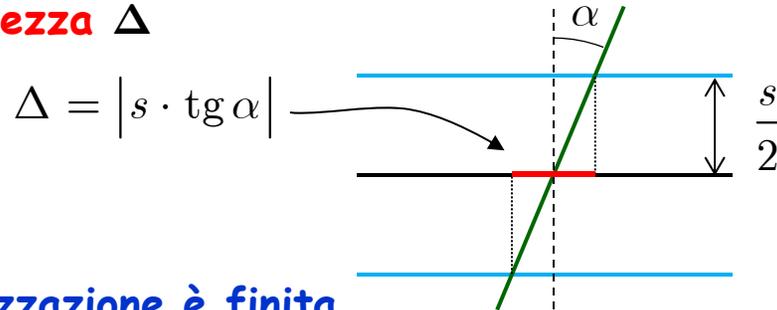


Per semplicità non sono disegnati i fili di campo

- La posizione della valanga viene misurata tramite segnali indotti sulle pad
- In ALEPH, la dimensione delle pad (~ 6 mm) e la spaziatura dei fili (4 mm) implicavano che le pad raccogliessero segnale indotto da 5 fili
 - Naturalmente i fili più lontani inducevano segnali più piccoli sulle pad
- In queste condizioni la risoluzione σ_0 è determinata dal noise elettronico (pad)

Effetto angolare

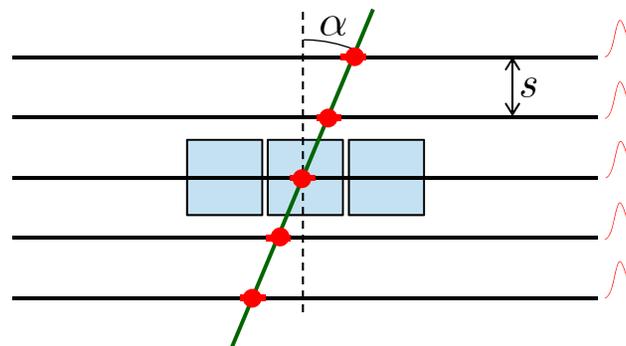
- Se la traccia è inclinata rispetto al filo la risoluzione peggiora
 - La valanga non è più puntiforme ma si distribuisce lungo il filo per una lunghezza Δ



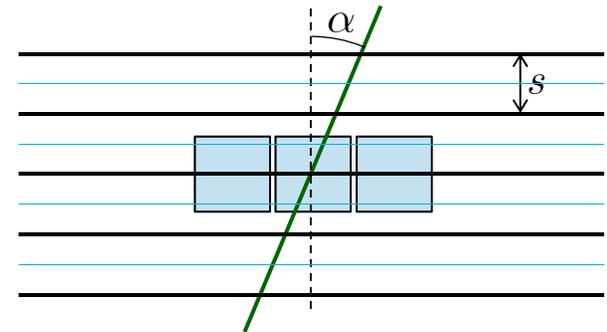
- La ionizzazione è finita
 - N_p cluster primari
 - La precisione del centroide è

$$\sigma_a = \kappa \frac{\Delta}{\sqrt{12N_p}} = \kappa \frac{s}{\sqrt{12\kappa N_p}} \cdot |\text{tg } \alpha|$$

- Naturalmente l'effetto si manifesta su tutti i fili



— Fili di formatura del campo



$\kappa \sim 1.5$ tiene conto delle fluttuazioni nella dimensione del cluster

Effetto angolare

- La carica raccolta da ogni filo (utilizzata per l'identificazione con dE/dx) fluttua
 - Fluttuazioni di Landau
- Le fluttuazioni di Landau peggiorano la risoluzione

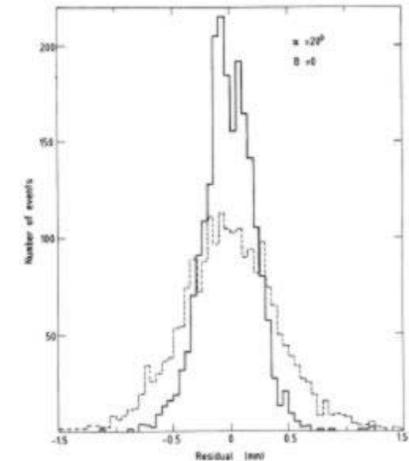
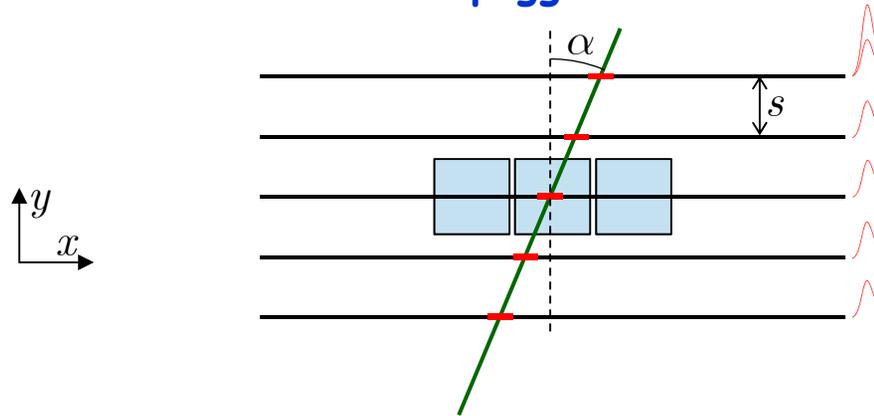
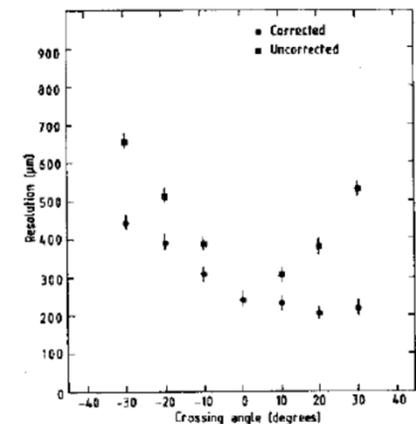


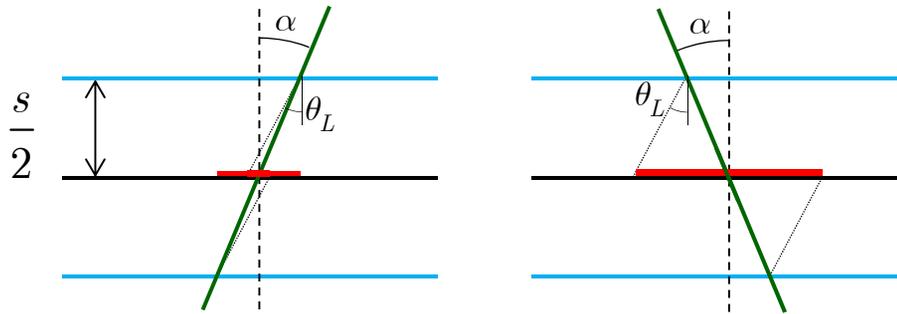
Fig. 4. Residual distribution for $\alpha = 20^\circ$ and $B = 0$. Dashed line: uncorrected data. Solid line: data corrected for centroid shift.

- Capiamo che si può correggere la misura della posizione utilizzando la lettura della carica raccolta sui fili
 - Test effettuato con un prototipo in FRAMM
 - ALEPH-NOTE 83 del 12 ottobre 1982
 - Conferenza di Vienna 15 febbraio 1983
 - Conferenza di Vancouver 23 giugno 1983



Effetti angolare ed $E \times B$

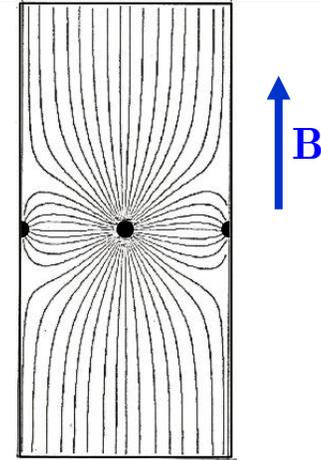
- Il campo magnetico modifica il processo di raccolta
 - Il campo B è perpendicolare al settore (piano dei fili)
 - Nella regione di amplificazione $\omega\tau \sim 0.6$ ($\theta_L \sim 30^\circ$)
 - Il prodotto $E \times B$ è parallelo al filo
 - La lunghezza Δ' lungo cui si distribuisce la ionizzazione cambia



$$\Delta = s \cdot |\operatorname{tg} \alpha| \rightarrow \Delta' = |s \operatorname{tg} \alpha - s \operatorname{tg} \theta_L|$$

- La risoluzione diventa

$$\sigma_a = \kappa \frac{\Delta'}{\sqrt{12N_p}} = \kappa \frac{s}{\sqrt{12N_p}} \cdot |\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta_L|$$



$$\mathbf{v}_d = \frac{\mu}{1 + \omega^2\tau^2} \left[\mathbf{E} + \frac{\omega\tau}{B} \mathbf{E} \times \mathbf{B} + \frac{\omega^2\tau^2}{1 + \omega^2\tau^2} \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} \right]$$

Fili di formatura del campo

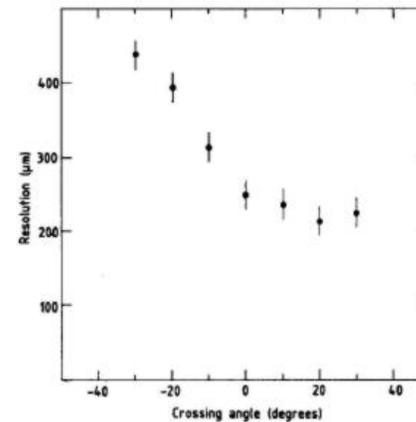


Fig. 6. Plot of the resolution vs α for data at $B = 15$ kG.

Pads radiali e lunghe

- Gli studi descritti (riassunti in 1) possono essere riassunti dalla formula

$$\sigma^2(\alpha) = \sigma_0^2 + \sigma_a^2(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta_L)^2 + \sigma_F^2 \operatorname{tg}^2 \alpha$$

- L'angolo α parametrizza due effetti (N_F = numero dei fili)

- L'allargamento della valanga sul filo

- α misurato dalla normale al filo
- σ_a migliora al crescere di N_F
- Dipende dal pitch dei fili s

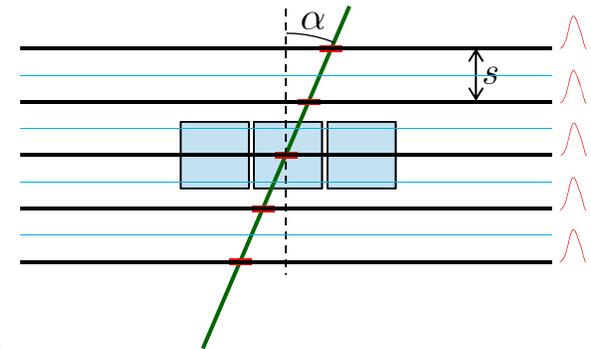
- Il contributo delle fluttuazioni sui fili

- α misurato dalla normale alle pads
- σ_F peggiora al crescere di N_F
- N_F dipende anche dalla lunghezza delle pads

- Le correzioni con i fili riducono σ_F

- Le correzioni dei fili non si possono applicare sempre

- ¹ALEPH Technical Report 1983 - LEPC 83-2 15 maggio 1983



$$\sigma_a \sim 340 \mu\text{m}$$

$$\sigma_F \sim 1000 \mu\text{m}$$

$$\sigma_F \sim 240 \mu\text{m}$$

Pads radiali e lunghe

- Jack vede una soluzione innovativa: pads lunghe e radiali

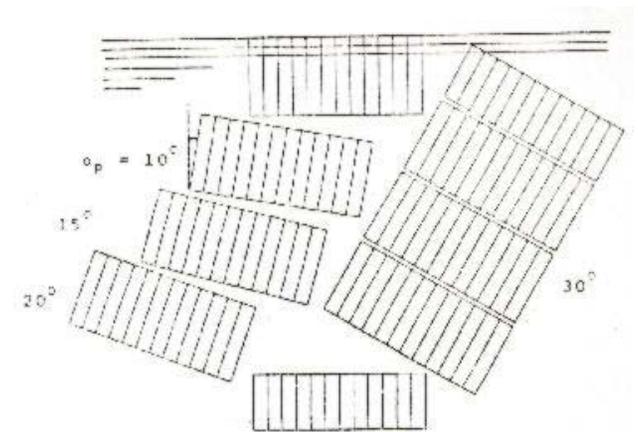
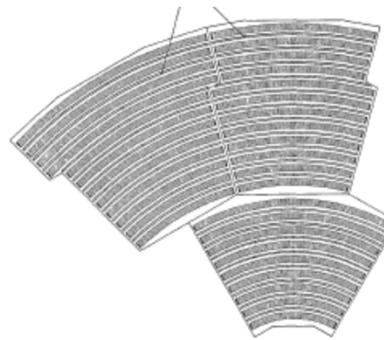
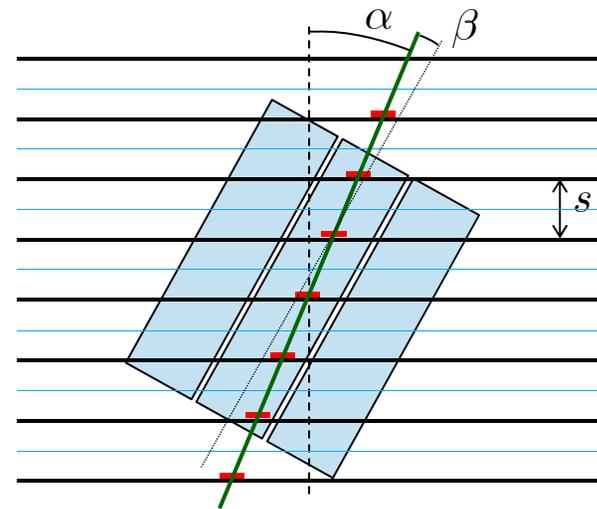
- Lunghe per aumentare il numero di fili che contribuiscono al segnale
- Radiali per eliminare l'effetto angolare dovuto all'angolo traccia-asse riga di pads
- Scriviamo due note in cui studiamo vari aspetti del problema

- La parametrizzazione della risoluzione diventa

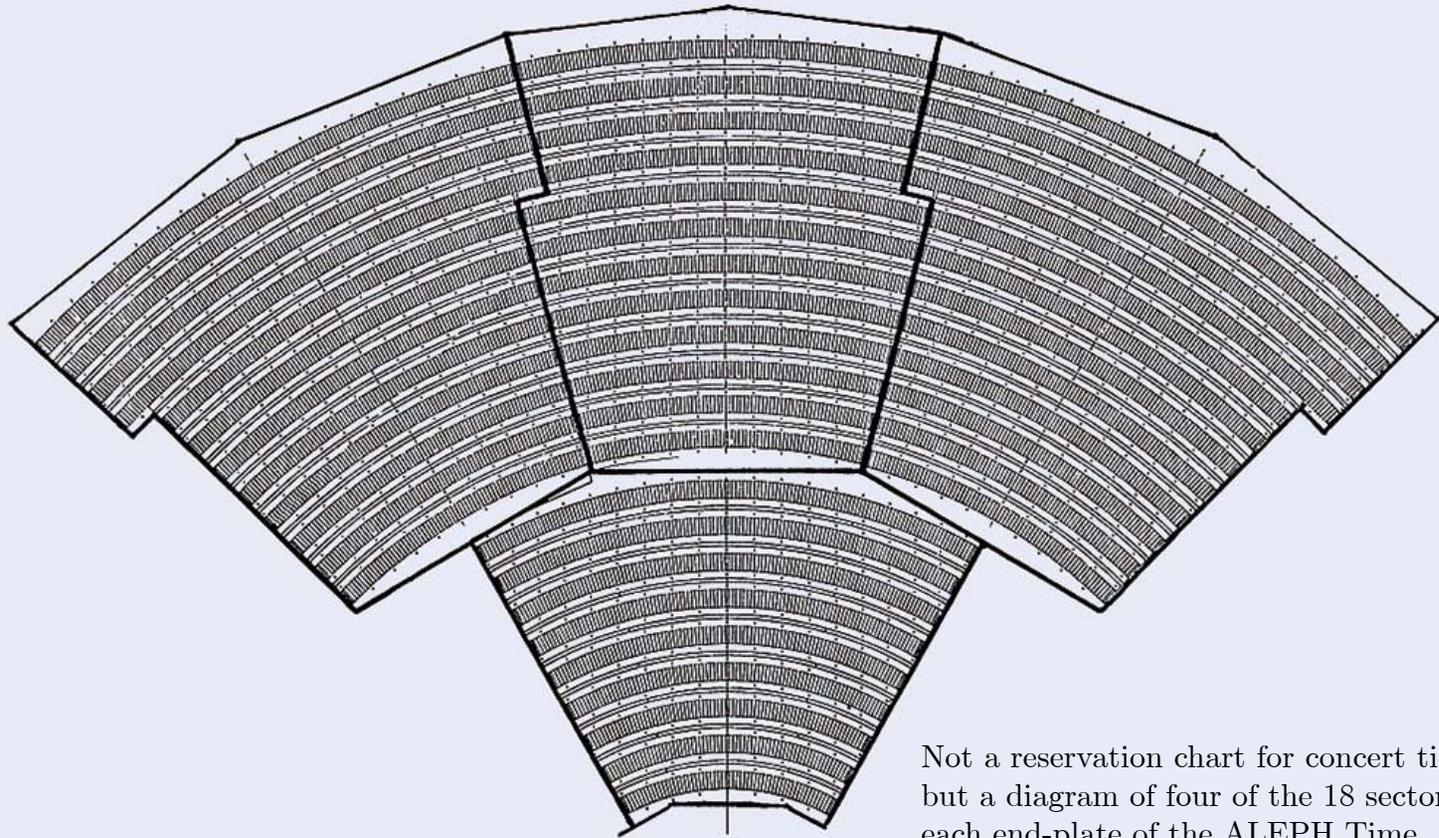
$$\sigma^2(\alpha) = \sigma_0^2 + \sigma_a^2(\operatorname{tg} \alpha - \operatorname{tg} \theta_L)^2 + \sigma_F^2 \operatorname{tg}^2 \beta$$

- Per tracce di alto impulso β è molto piccolo
- La soluzione è studiata sperimentalmente
- Prototipo costruito da P.S.Marrocchesi: la TPCina

- Il progetto è finalizzato nel Design Status Report 1984



CERN Courier 1 September 1984



Not a reservation chart for concert tickets but a diagram of four of the 18 sectors for each end-plate of the ALEPH Time Projection Chamber, showing the arrangement of some of the 22 000 readout pads.

Distorsioni dei campi \mathbf{E} e \mathbf{B}

- La velocità di deriva è

$$\mathbf{v}_d = \frac{\mu}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\mathbf{E} + \frac{\omega \tau}{B} \mathbf{E} \times \mathbf{B} + \omega^2 \tau^2 \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} \right]$$

- Se $\omega \tau \ll 1 \rightarrow \mathbf{v}_d = \mu \mathbf{E}$
- Se \mathbf{E} e \mathbf{B} sono paralleli $\mathbf{v}_d = \mu \mathbf{E}$

$$\mathbf{E} \times \mathbf{B} = 0 \quad \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} = \mathbf{E} \quad \mathbf{v}_d = \mu \mathbf{E}$$

- In ALEPH, nella regione di drift $\omega \tau \approx 9$
 - Miscela di gas tipiche dell'epoca 20% CH₄ – 80% Ar
 - Al CERN la sicurezza impose 10% CH₄
 - L'effetto fu di aumentare $\omega \tau$
 - Quando $\omega^2 \tau^2 \gg 1$ l'ultimo termine gioca un ruolo fondamentale

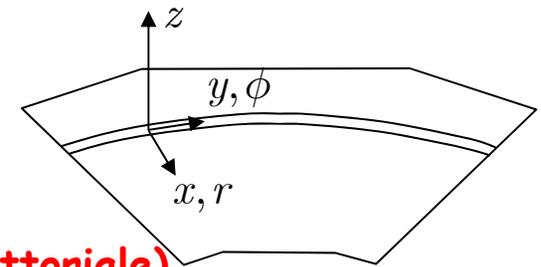
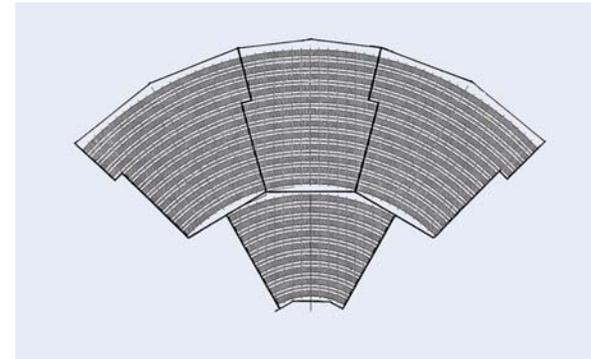
$$\mathbf{v}_d \rightarrow \mu E \frac{\mathbf{B}}{B}$$

- Gli elettroni seguono le linee del campo magnetico !

Distorsioni dei campi E e B

$$\mathbf{v}_d = \frac{\mu}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\mathbf{E} + \frac{\omega \tau}{B} \mathbf{E} \times \mathbf{B} + \omega^2 \tau^2 \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} \right]$$

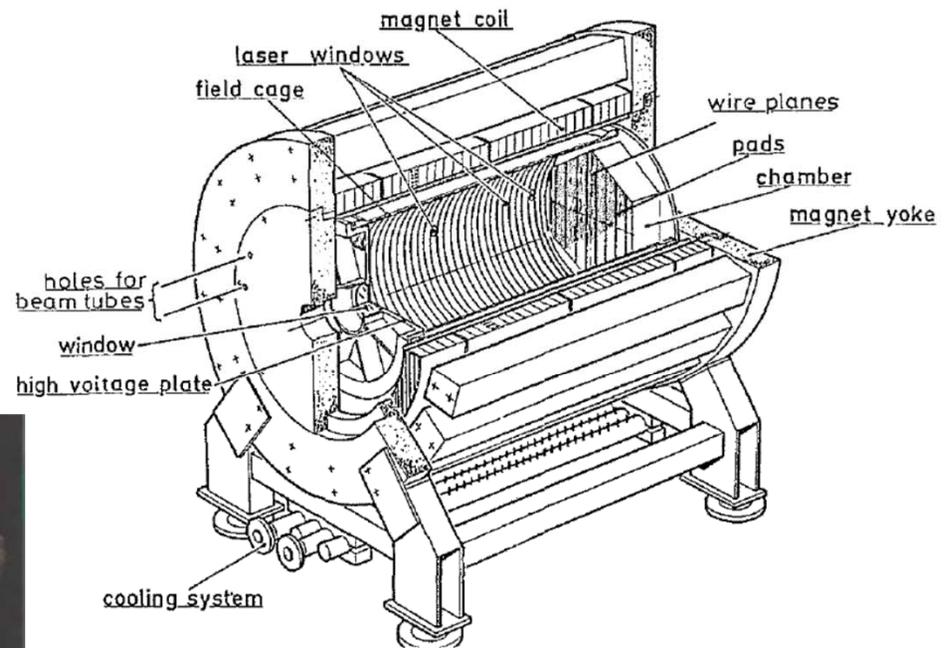
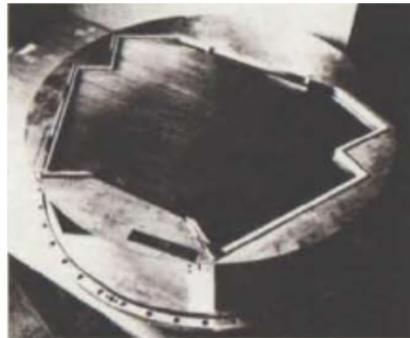
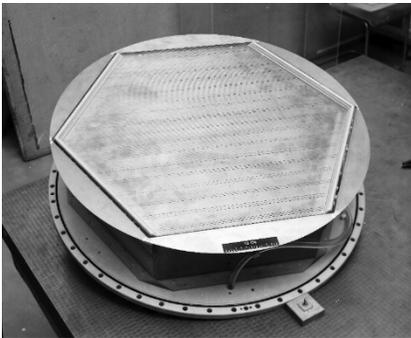
- Se i campi hanno disomogeneità trasversali a z
 - La carica raggiunge il piano delle pads spostata trasversalmente rispetto alla posizione in cui è stata prodotta
- Le distorsioni pericolose sono quelle nella direzione azimutale ϕ (y)
 - Distorsioni azimutali E_ϕ del primo termine
 - Sono ridotte di $(1 + \omega^2 \tau^2)$
 - Distorsioni radiali E_r nel secondo termine (prodotto vettoriale)
 - Distorsioni azimutali B_ϕ nel terzo termine
- Confronto con PEP4-TPC



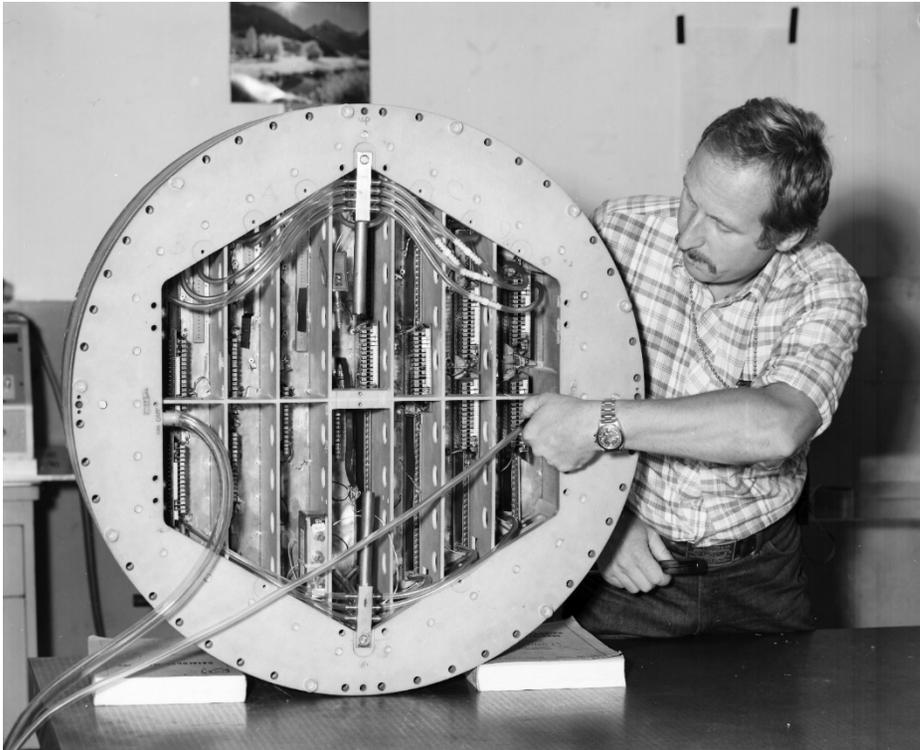
	$\omega \tau$	traiettorie e^-	commento
PEP4-TPC	0.3	seguono E	E_r, E_ϕ potenzialmente grandi no gating, $\omega^2 \tau^2 \ll 1$
ALEPH	9	seguono B	E_r piccolo gating, $\omega^2 \tau^2 \gg 1$

Distorsioni dei campi E e B: TPC90

- Questi concetti erano chiari ed erano già presenti nel Technical Design Report dell'aprile 1983
 - Naturalmente occorre prove sperimentali e procedure dettagliate
- Il LEPC aveva posto come milestone la costruzione di un prototipo
 - TPC90
 - $L_D = 130$ cm
 - $\varnothing = 90$ cm
 - $E_D = 110$ V/cm
 - $B_{\max} = 12$ kG
 - Laser MOPALITE 400
 - Prototipi di settori utilizzati



TPC90



Distorsioni dei campi E e B

$$\mathbf{v}_d = \frac{\mu}{1 + \omega^2 \tau^2} \left[\mathbf{E} + \frac{\omega \tau}{B} \mathbf{E} \times \mathbf{B} + \omega^2 \tau^2 \frac{\mathbf{E} \cdot \mathbf{B}}{B^2} \mathbf{B} \right]$$

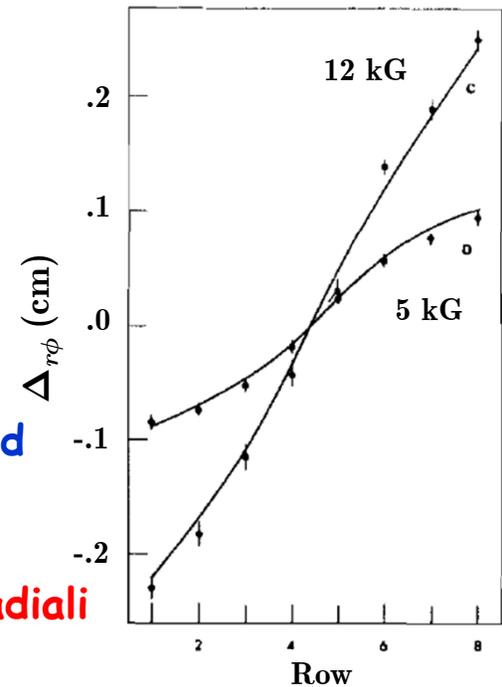
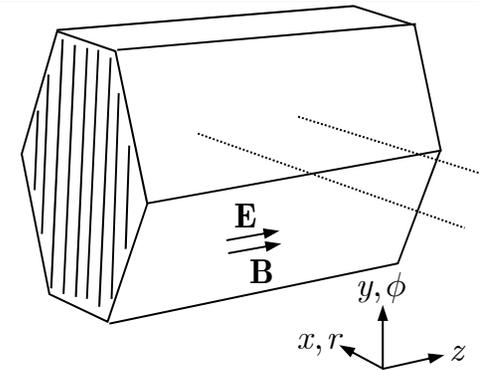
- Con la TPC90 fu possibile verificare
 - Che la nostra descrizione delle distorsioni era corretta
 - Che le distorsioni erano prevalentemente dovute al campo magnetico
- La ionizzazione prodotta dal laser viene letta dalle pads
 - La distorsione azimutale è

$$\Delta_{r\phi} = \int_0^T v_{r\phi} dt = \int_z^0 \frac{v_{r\phi}}{v_z} dz$$

- Si dimostra che

$$\Delta_{r\phi} = \frac{\omega \tau}{1 + \omega^2 \tau^2} \int_z^0 \left(\frac{B_x}{|B_z|} - \frac{E_x}{E_z} \right) dz$$

- I punti sono lo scostamento delle misure fatte con le pad dalla linea retta del laser
- Le curve sono il calcolo di $\Delta_{r\phi}$ basate sulle mappe di B
 - Concludiamo che il contributo dovuto alle distorsioni radiali del campo elettrico E_r è trascurabile



Design Status Report 1984

- Tutti gli studi descritti confluirono nello Status Report del 1984
 - Dall'introduzione ...

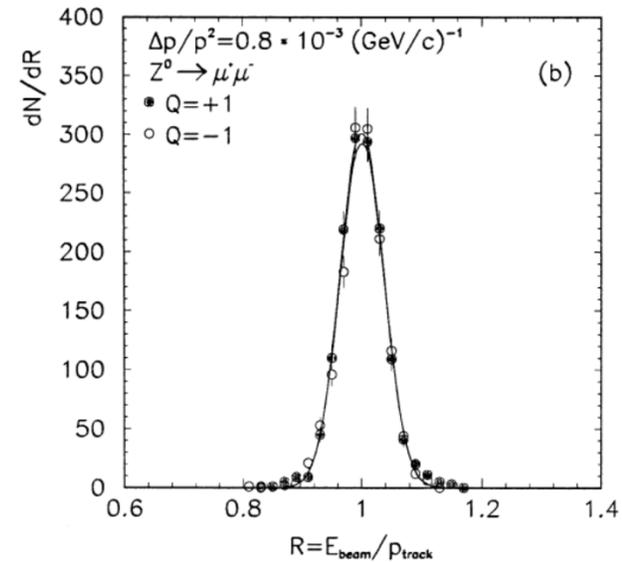
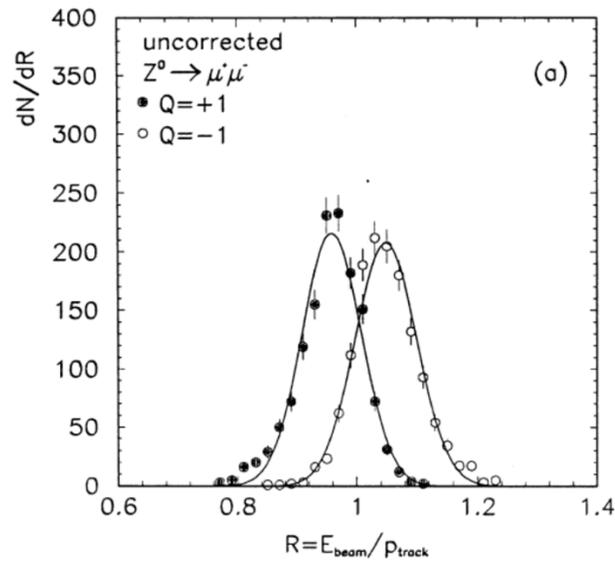
... Our status with respect to these:

milestones is as follows:

- i) TPC90 is the name of our prototype TPC: It provides the possibility to drift 1.5 m but, because of cost, it accommodates only end sectors somewhat smaller than full-size. The magnetic field is pulsed to a maximum value of 12 kG. It is used as a facility for studying all parameters of TPC operation, using both laser tracks and cosmic rays. So far, all experiments have used a sector with 8 mm × 8 mm pads in straight rows. A new sector using 6 mm × 30 mm pads in circular rows is just about ready, and is scheduled to go into TPC90 in September. The value of these tests to the collaboration cannot be overestimated, especially the information gained with the help of the lasers. On the basis of these tests we are convinced that the TPC operation is well understood, and that a sagitta precision of 100 μm on stiff tracks will be obtained. The TPC is no longer the source of concern that it was before these tests were undertaken.

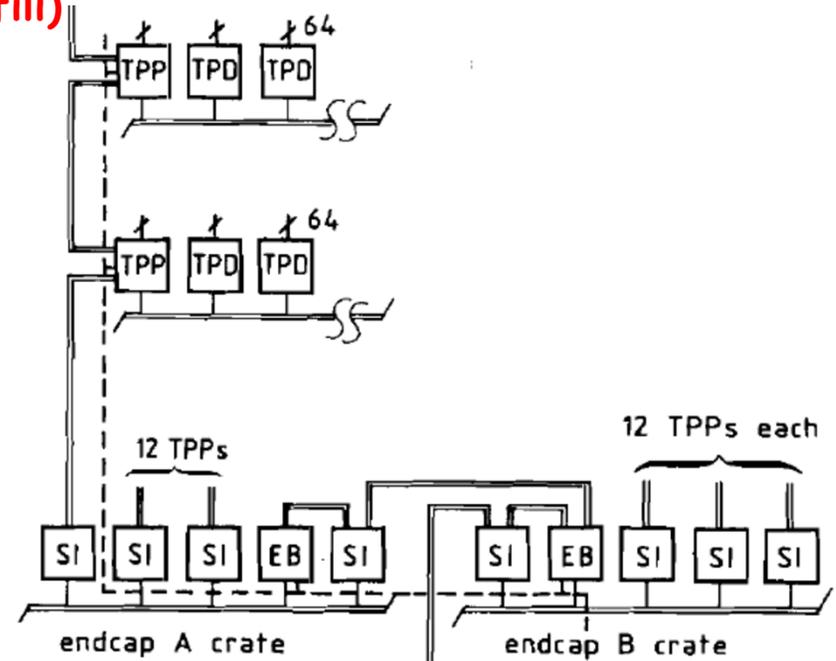
TPC Commissioning

- Studio delle performances della TPC con i dati 1989-1990
 - Prima e dopo le correzioni delle distorsioni



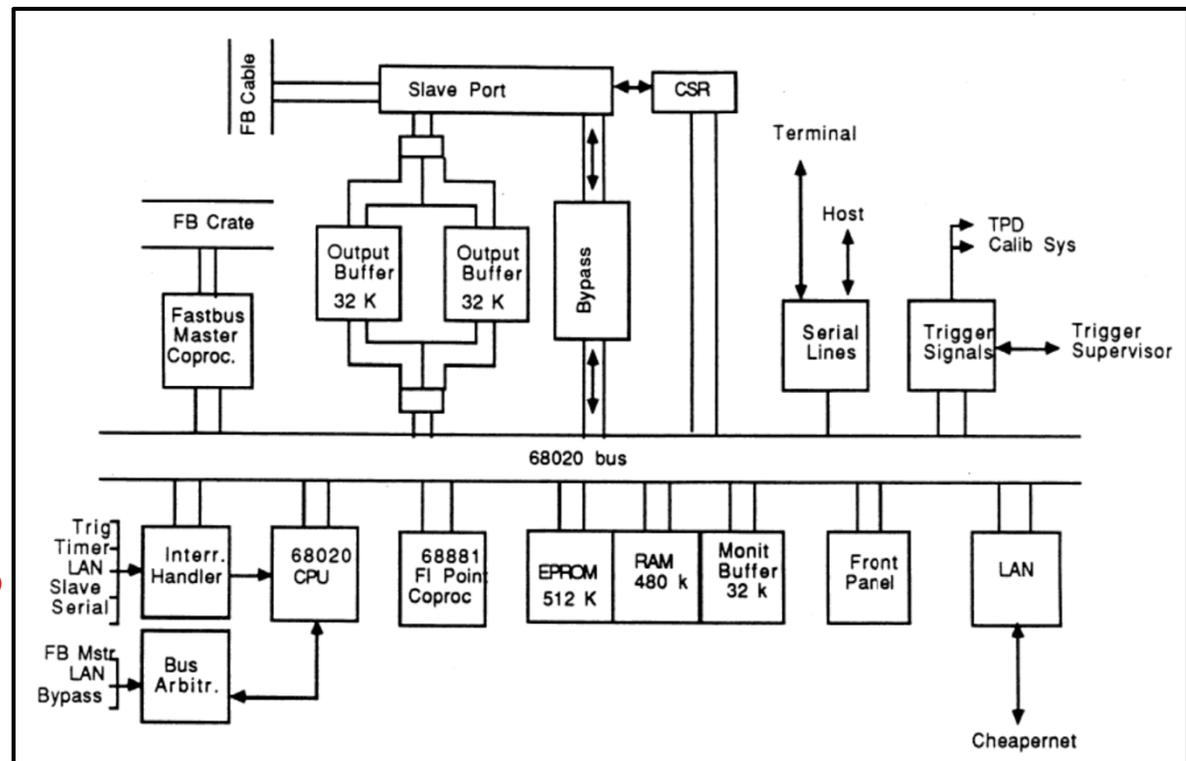
Il Time Projection Processor TPP

- Per i sistemi DAQ erano gli anni dei PDP11/70 e dei VAX 750 o 780
 - Memorie da centinaia di KB, al massimo qualche MB
 - Clocks di qualche MHz
- Roberto Amendolia esperto di DAQ ed era visiting Scientist al CERN
 - Gruppo di lavoro TPC vs Jet Chamber
 - Lavora sul DAQ della TPC (sia test che rivelatore finale)
- Roberto propone di utilizzare il Fastbus
 - 768 TPD (digitizer dei segnali di ads e fili)
 - 72 TPP (processori di read-out)
- I TPD vengono costruiti al CERN
- La progettazione e costruzione dei TPP diventa responsabilità di Pisa
- Il gruppo degli elettronici da cui nascerà CAEN
 - Marcello Givoletti
 - Piero Salvadori
 - Diego Passuello
- Inoltre
 - Fidecaro, Marrocchesi, Lusiani
 - Gobbo (TS)

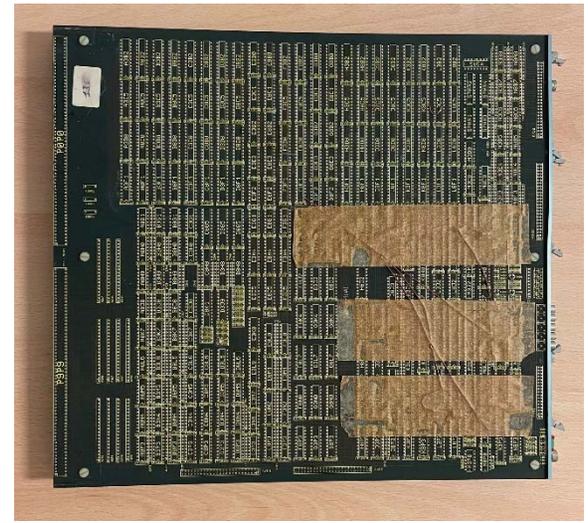
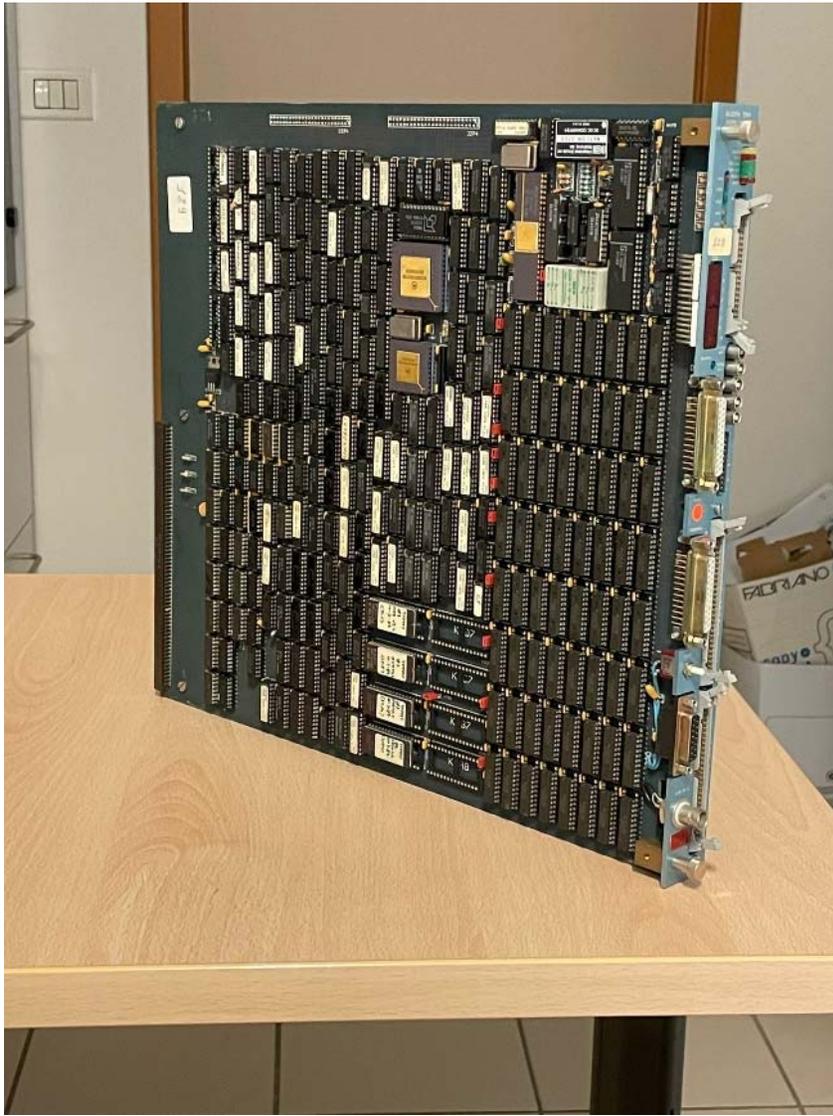


Il Time Projection Processor TPP

- Viene presa la decisione di utilizzare il processore MC68020
 - Nuovissimo e con prestazioni proiettate verso il futuro
 - Annunciato a metà del 1984, non in commercio quando si pensò di utilizzarlo
 - Roberto ottenne un chip per test fra i tre distribuiti in Italia
 - Poche specifiche
- Iniziò il progetto la cui realizzazione richiese due anni
 - Interfaccia Fastbus con coprocessore
 - Lettura dei TPD
 - Trasferimento a EB
 - Calibrazione
 - Monitoring
- Scrittura del sw
- Osservazione:
 - Adozione Fastbus
 - Il VME arrivò nel 1986

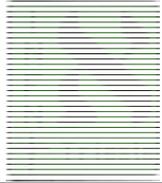


Il Time Projection Processor TPP



Il gruppo della TPC negli anni 83-84





Il gruppo ALEPH - Trieste

- A Trieste si era formato un gruppo a seguito della chiamata di Lorenzo Foà
 - Gigi Rolandi, Francesco Ragusa, Fernando Liello, Giovanni Batignani
 - Il gruppo aveva lavorato nell'esperimento FRAMM
- Il gruppo crebbe grazie a nuovi arrivi e a molti giovani entusiasti, alcuni qui presenti, altri sicuramente li ricordate
 - Edoardo Milotti
 - Anna Gregorio
 - Benigno Gobbo
 - Roberto Della Marina
 - Gerardo Ganis
 - Gian Musolino
 - Gianrossano Giannini
 - Marco Apollonio
 - Luciano Bosisio
 - Mario Aleppo
- Sicuramente ho dimenticato qualcuno e mi scuso
- Dal 1996 io e Mario Aleppo diventiamo ALEPH - Milano

ALEPH-TS

• Frugando nei cassetti ...

Gruppo TRIESTE

Fernando Liello *on-line TPC 90
software generale (network)
test piccoli prototipi*

Edoardo Milotti *analisi TPC 90
calibrazioni (dE/dx)*

Francesco Ragusa *test con TPC 90
test con piccoli prototipi*

Luigi Rolandi *test con TPC 90
test con piccoli prototipi*

2 persone laureate nell'83

Fabrizio Biddi *studio della risoluzione*

Giuliana Tombo *studio delle distorsioni*

Previsto a laureando per l'84

Programma TPC 90 84

- distorsioni e correzioni con laser
- 2-tracks resolution
- geometria a pads radiali
- calibrazioni elettronica
- risoluzione
- dE/dx

Piccoli prototipi 84

- studio risoluzione con pads radiali
- correzioni angolari
- effetti di bordo

Attività 83

- Misura risoluzione, $\bar{E} \times \bar{B}$, correzioni angolari
- Analisi dati relativi al gating
- Misura distorsioni (con laser) TPC 90
- Misura diffusione (B) e risoluzione TPC 90
- Studio geometria e pad radiali (misure con laser)
- Studio calibrazioni per dE/dx
- studio precisioni e stabilità meccanica dei settori
- studio multiplexing elettronica
- partecipazione ai gruppi di lavoro per la definizione del software

Risultati sulla risoluzione, $\bar{E} \times \bar{B}$ e correzioni angolari presentati a Vienna da F. Ragusa

Stato del progetto della TPC-ALEPH presentato a Vancouver da L. Rolandi

Programma 84

- Test TPC 90
 - Laser
 - particelle
- Test con piccoli prototipi
 - Laser
 - particelle
- Test prototipi digitalizzati
 - in Laboratorio
 - con TPC 90
- Sistema di calibrazione dei settori
- Studio di fattibilità per il supporto dei settori
- Partecipazione a software e on-line

Sistema di Calibrazione

- Misura delle variazioni di guadagno lungo il filo
- importante per dE/dx
- Test della qualità dei settori durante la produzione
- Misura effettuata con una sorgente X collimata spostata automaticamente lungo il filo

Test prototipi digitalizzati

- Pronto una versione CAMAC
- Fine primavera 64 canali FASTBUS
- Autunno un crate FASTBUS
- Contributo alla risoluzione
- Two-tracks separation
- Fissare i criteri per i test di qualità durante la produzione

Previsioni di spesa 84

- Missioni interne 3 ML
- Missioni estere 45 ML
- Consumi 15 ML *Meccanica calibraz. Test beam*
- Inventariabile 30 ML *Calibrazioni sistema test digit.*

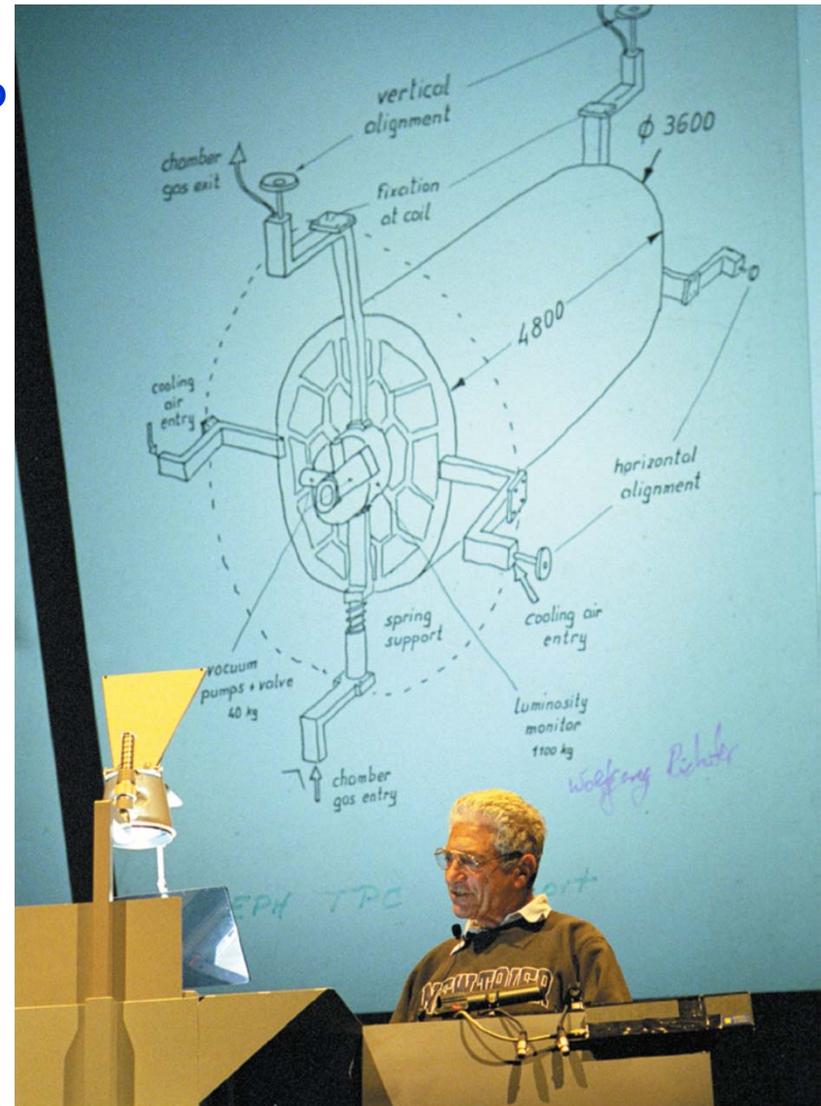
25 years of memories

- Nel libro *the ALEPH Experience* Jack ricorda l'intenso lavoro di questo periodo

... The question was pursued seriously by Francesco Ragusa and Gigi Rolandi. Within a few weeks they had come with a note, in which they quite clearly had achieved a clear understanding of the resolution errors associated with the drift of the electrons in the crossed electric and magnetic fields of the TPC, as well as the errors associated with the production of the signals on the pads of the wire chamber planes.

- A proposito dello studio delle distorsioni dice ...

... One of the important outcomes of the Rolandi and Ragusa study had been the realization of the importance of the magnetic field as a stabilizer of the drift paths. I think that the happiest moment of my life in Aleph was listening, at our plenary meeting in November 1983, to the report by Julia Sedgbeer on these measurements, in which one after the other of these predictions were quantitatively confirmed.



ALEPH Italia 2023

E se lo diceva Jack ...

... Nel preparare questo intervento tutti questi ricordi sono ritornati nitidi

Anche per me si tratta dei ricordi più belli di ALEPH

Vi ringrazio per averli ascoltati e per avermi dato l'opportunità di condividerli con voi