

J. García / EP



UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

FACULTAD DE CIENCIAS

SECCION DE FISICAS

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

FACULTAD DE CIENCIAS

APORTACION AL DISEÑO Y PUESTA A PUNTO
DEL CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO "FORWARD"
DEL PROYECTO DELPHI,
EN EL ANILLO DE COLISIONES e^+e^- DEL LEP

Tesis presentada por Ma Angeles
López Agüera para obter al gra-
do de Doctor en Ciencias Físicas

Santander, Mayo de 1986

D. Eugenio Villar García , Catedrático Numerario de Física General, Director del Departamento de Física Fundamental de la Facultad de Ciencias de la Universidad de Santander, CERTIFICA :

Que el presente trabajo "Aportación al diseño y puesta a punto del calorímetro electromagnético "forward" del proyecto DELPHI en el anillo de colisión $e+e-$ LEP del CERN" que ha sido realizado bajo mi dirección en este departamento por Dña. Angeles López Aguera, constituye su Tesis para optar al grado de Doctor en Ciencias ,sección Físicas.

Y para que conste y en cumplimiento de la legislación vigente, firmo la presente en Santander a 20 de Mayo de 1986

Las primeras líneas de esta Memoria, para agradecer:

A E. Villar, director de la Memoria, que me ha aportado todo lo que un estudiante puede esperar de su director, algún tirón de orejas, ideas, consejos y, ... entusiasmo.

A mis compañeros de despacho, L. Bravo y J. Marco que han soportado estoicamente nervios e impaciencias, aportando en cada caso una dosis de coraje.

A A. Ruiz, que ha criticado, corregido y apoyado este trabajo y al resto del grupo de Alta Energía, la extraña familia, compañeros todos en el viaje por el nebuloso espacio de las nada elementales partículas.

A la Colaboración FEMC ("forward electromagnetic calorimeter" del proyecto DELPHI), "los calorimétricos", G. Ventura, A. Romero, P. Checchia y en especial J. Velasco, que enseñándome la profunda diferencia entre "haz" y "te propongo", no solo ha encauzado este trabajo, sino que con sus sugerencias ha ido alejando el horizonte.

A V. Robredo que ha sabido como nadie apoyar, ayudar, aguantar y cambiar, durante este tiempo, su sistema de coordenadas a las mías de tiempo y espacio.

A la Caja de Ahorros de Santander y Cantabria que ha apoyado económicamente la realización de esta Memoria.

Y por fin a la Inmensa Multitud, los físicos de DELPHI, del CERN, mecánicos, informáticos y electrónicos, sin los cuales esta Tesis sería una caja vacía (¡no habría calorímetro!).

Apartado especial dedico a mis padres, que me han ofrecido en grandes dosis cosas que nunca he merecido, cariño, paciencia ánimo, y un apoyo sin el cual no hubiera terminado este trabajo. Aún hoy, la última palmada y el primer abrazo serán los suyos.

INDICE
=====

INDICE

Introducción	1
Capitulo I : INTENCIONES DEL PROYECTO DELPHI	 9
I.1.- Introducción.El proyecto LEP.	10
I.2.- Proyecto DELPHI.	14
I.3.- Estructura de sus componentes y finalidad .	26
Capitulo II : PRINCIPALES PROCESOS QUE INTERESAN AL CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO. CASCADAS ELECTROMAGNETICAS.	30
II.1.- Introducción.	31
II.2.- Procesos de colisión .	
II.2.a.- Scattering Moller.	37
II.2.b.- Scattering Bhaba.	38
II.3.- Procesos radiativos o breemstrahlung.	39
II.4.- Procesos típicamente cuánticos.	
II.4.a.- Efecto Compton .	44
II.4.b.- Producción de pares.	46
II.5.- Rayos delta.	47
II.6.- Cascadas electromagnéticas.	48
Capitulo III : EL CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO "FORWARD" DE DELPHI .	56

III.1.- Introducción.	 57
III.2.- Características mecánicas.	 62
III.3.- Características electrónicas.	 68
III.4.- Respuesta del FEMC.Funciones.	
Objetivos :	
III.4.a.-Respuesta del FEMC al paso de una partícula.	70
III.4.b.- Utilización en el estudio de "jets".	71
III.5.- Construcción del calorímetro electromagnético . Plan de trabajo.	 77

Capítulo IV : TEST DE PROTOTIPOS .ADQUISICION DE DATOS79

IV.1.- Estructura y características de los dos prototipos ensayados.	80
IV.1.a.-Primer prototipo.	83
IV.1.b.-Segundo prototipo.	86
IV.2.- Montaje del dispositivo. Características experimentales de la instalación.	89
IV.2.a.-Primer prototipo.	89
IV.2.a.-Segundo prototipo.	90
IV.3.- Posibles soluciones a adoptar en el diseño del "trigger" a utilizar por el detector FEMC.	92
IV.4.- Toma de datos.	94
IV.4.a.- Sistemas de adquisición de datos.	 94

IV.4.b.- Sistemas de monitoraje.	
Programa "on-line".	95
IV.4.c.- Primer prototipo.Toma de	
datos.	100
IV.4.d.- Segundo prototipo.Toma de	
datos	103
IV.4.e.- Toma de datos en campo	
magnético.	104
 Capítulo V : TEST DE PROTOTIPOS.ANALISIS DE DATOS	105
 Introducción.	106
V.1.- Programación del análisis	
de datos .	107
V.2.- Estudios realizados sobre	
las constantes de	
calibración.	107
 V.2.a.-Estudio de las constantes	
de calibración en función	
de la posición del detector	
respecto del haz.	109
V.2.b.-Errores en las constantes de	
calibración.	111
V.2.c.-Estabilidad de las constantes	
de calibración.	113
V.2.d.-Comparación de las contantes	
de calibración obtenidas	
con las calculadas a partir	
de señales generadas.	115

V.3.-	Análisis de datos de tipo electrónico.	118
V.3.a.-	Primer prototipo.	118
V.3.b.-	Segundo prototipo.	123
V.4.-	Comparación del comportamiento de los vidrios de plomo ensayados.	 126
V.5.-	Resolución en energía	 129
V.5.a.-	Resolución en energía en el primer prototipo.....	133
V.5.b.-	Resolución en energía en el segundo prototipo.....	135
V.6.-	Resolución espacial.	 138
V.6.a.-	Resolución espacial en el primer prototipo.....	143
V.6.b.-	Resolución espacial en el segundo prototipo.....	144
V.7.-	Influencia del material pasivo entre vidrios.	151
V.8.-	Comparación triodos.	
V.8.a.-	Ruido electrónico.	 152
V.8.b.-	Ganancia.	 155
V.8.c.-	Uniformidad de los contadores.	 155
V.9.-	Experiencias de prueba con campo magnético.	 160

Capitulo VI : COMPARACION DE RESULTADOS MEDIANTE EL PROGRAMA DE SIMULACION PARA EL FEMC.	167
VI.1.- Simulación del FEMC.	168
VI.2.- Resultados del proceso de simulación .	173
VI.2.a.- Desarrollo longitudinal del "shower" .	173
VI.2.b.- Desarrollo lateral del "shower" .	173
VI.2.c.- Longitud total de traza.....	176
VI.2.d.- Número de fotoelectrones. ..	176
CONCLUSIONES	 184
Bibliografía.	 18 9
Apéndice de programación	197

INTRODUCCION =====

INTRODUCCION

Conceptualmente ,en el campo de la Fisica de particulas un calorimetro es un bloque de materia que intercepta la partícula primaria y posee dimensiones suficientes como para dar lugar a que esa partícula interactue,depositando posteriormente su energia dentro del volumen del detector,en forma de cascada o "shower" de particulas,de cada vez mas baja energia. Eventualmente ,una parte de la energia puede disiparse apareciendo en forma de calor.

Los primeros detectores de este tipo a gran escala,fueron utilizados en el estudio de rayos cósmicos (Marzin 1967).El interés por la técnica calorimetrica,fue creciendo a finales de los años sesenta y comienzos de los setenta,con la utilización de los grandes aceleradores (ISR-CERN, Fermi - National Accelerator Laboratory, SPS-CERN),por ofrecer atractivas características de detección sobre todo debido a su respuesta energética,puesto que resultan sensibles tanto a partículas cargadas como neutras, permitiendonos asimismo obtener diferentes respuestas al paso de leptones y hadrones,hecho este que puede ser utilizado para la identificación de partículas.

Por otra parte, los calorímetros llamados "segmentados", son capaces de realizar medidas muy precisas en posición y ángulo,y además la rápida respuesta de este tipo de detectores,junto con la determinación de la energia depositada, permite una primera selección de sucesos a tiempo real.

En este momento estamos entrando en una era en la cual, los haces de colisión, provenientes de los aceleradores, cada vez a más alta energía, están dando lugar a una nueva física, de partícula supermasivas, y por tanto de sucesos cada vez más complejos.

Asimismo, el análisis de "jets" en la Física de Altas Energías precisará de una respuesta generalizada de los detectores, en el sentido de ser capaces de medir tanto energías hadrónicas como electromagnéticas.

Esta necesidad, indica claramente que hay que tender hacia la construcción de un tipo de calorímetro mixto leptohadrónico capaz de sustituir a los dos tipos de detector con diferentes materiales de absorción y con técnicas de "readout" distintas.

En este sentido, es bien sabido que en el interior de un calorímetro de tipo electromagnético existe además una gran actividad hadrónica y que el problema más grave en este tipo de detectores resulta ser el que la razón entre las respuestas para electrones y hadrones no es en ningún caso la unidad, hecho este que deteriora la resolución, lo cual hace deseable la búsqueda de un tipo de detector, en Física de Altas Energías, que aporte una respuesta democrática para todas las partículas.

Sin embargo, no es este el aspecto más importante en estos momentos en el desarrollo de la calorimetría, sino más bien el de hallar detectores de muy rápida respuesta, para lo cual se está realizando un gran esfuerzo en el desarrollo de las técnicas de "readout".

Hay que destacar también, las tendencias actuales hacia la utilización de nuevos materiales de absorción, como ha ocurrido en el caso de UAl, que han diseñado y construido un calorímetro de Uranio. También en OPAL se ha desarrollado una cámara de hilos ultradelgada, en donde los hilos se hayan separados dos o tres mm. lo que permite "puertas" de veinte microsegundos. Las nuevas técnicas de plásticos centelleantes o de calorímetros de tipo compacto, contadores de silicio, fibra óptica, etc., nos muestran las múltiples lagunas que quedan sin llenar en la "vieja técnica" de la Calorimetría en Altas Energías.

Todavía están vigentes, sin embargo, los calorímetros electromagnéticos clásicos, de vidrio de plomo, en los que se continúa trabajando en su geometría, en orden a mejorar su resolución.

Inserto en este último tipo de detector, aparece enmarcado el calorímetro electromagnético "forward", FEMC (forward electromagnetic calorimeter), sobre el cual se ha realizado el trabajo que aquí se presenta y que muestra como novedad, el hecho de poseer una especial geometría dirigida al centro de la interacción. Este calorímetro forma parte de un gran detector que se está construyendo para la experiencia DELPHI (Detector for Lepton Photon and Hadron Identification) que se realizará en el anillo de colisiones LEP (Large Electron Positron) en el CERN, Laboratorio europeo para la Física de partículas.

El proyecto DELPHI fue recomendado por el Comité de experimentos para el LEP, y aprobado por el CERN en Diciembre de 1982. Supone la colaboración de 34 Laboratorios europeos correspondientes a 16 países, entre los que se encuentra España.

Las universidades de Padua Turin, Trieste, Santander y Valencia se comprometieron a diseñar el calorímetro electromagnético que forma parte del gigantesco dispositivo de detección de DELPHI.

En la presente Memoria se expone nuestra participación personal en el diseño de este calorímetro de Altas Energías, a través de las experiencias de prueba ("test") realizadas en el CERN con haces de electrones para estudiar las características y respuesta de todos los elementos que constituyen este detector.

Resulta obligado dedicar un capítulo, el primero, a un comentario sobre el proyecto DELPHI, que junto con L3, ALEPH y OPAL son las experiencias que se desarrollarán dentro del anillo de colisiones e^+e^- , LEP, (Large electron positron) que está siendo construido en el CERN. Este anillo con sus veintisiete Kilómetros de recorrido será el acelerador de partículas más largo del mundo cuando entre en funcionamiento, aproximadamente en 1989, en su primera etapa.

Un segundo apartado estará constituido por una somera introducción a aquellos procesos físicos que se desarrollan dentro del material activo de los calorímetros, haciendo un pequeño cálculo sobre la probabilidad de producción de los diferentes tipos de procesos.

Estamos entrando con esto en el tercer capítulo dedicado ya al tema específico del detector. En él, se describe con mayor detalle, el calorímetro que nos ocupa tanto en sus características mecánicas, como electrónicas, y sobre todo en su poder de resolución como detector, haciendo

asimismo especial incapié en su utilidad dentro del conjunto de detección total de DELPHI.

A partir de este momento surge el problema global de diseño y puesta a punto del calorímetro electromagnético mediante experiencias de prueba, para poder adoptar las posteriores decisiones finales. Con este fin , grupos investigadores de diversas universidades (Padova , Torino , Trieste , Santander y Valencia) en el marco del CERN, se han centrado en este trabajo , eligiendo diferentes tipos de vidrio de plomo y electrónica asociada ,para lograr un detector eficiente.

El trabajo de diseño y construcción de un detector , es en todos los casos largo y cuidadoso. Generalmente se realizan una serie de prototipos preliminares que servirán como pasos previos a la elección de los diferentes componentes que constituirán el detector final.

Las características a estudiar en el detector serán:

- 1 .- La transmisión interna del vidrio.
- 2 .- La superficie de acoplamiento entre fototriodo y vidrio.
- 3 .- La eficiencia de detección para la luz Cerenkov.
- 4 .- La ganancia de triodos funcionando con y sin campo magnético.
- 5 .- El ruido electrónico inducido por la estructura del triodo.

En este esquema de trabajo, el primer prototipo realizado para el calorímetro electromagnético "forward" de DELPHI fue realizado en 1984, ya con la geometría puntual elegida, montando un conjunto de aproximadamente cien contadores.

Las metas planteadas para este primer prototipo fueron:

- 1.- La medida precisa de transmisión de la luz, para diferentes tipos de vidrio.
- 2.- Comparación de resultados de triodos de diferentes marcas.
- 3.- Determinación de la resolución en energía y posición.
- 4.- Medida del ruido electrónico inducido.

Una vez realizado el correspondiente análisis de los datos tomados se decidió en 1985 montar un nuevo prototipo con un conjunto de 80 bloques con el fin de realizar nuevos estudios, encaminados esta vez hacia la determinación de :

- 1.- Disminución del nivel de ruido.
- 2.- Comportamiento de nuevos amplificadores.
- 3.- Respuesta del detector dentro del campo magnético.
- 4.- Comportamiento del sistema de movimiento de los módulos constituyentes.

En el trabajo que se presenta se recogen las experiencias de prueba realizadas sobre ambos prototipos.

Por otra parte el cuarto capítulo recoge los montajes realizados para llevar a cabo la experiencia "test", los posibles diseños de "trigger" y la toma de datos, haciendo mención de los sistemas de monitoraje utilizados.

En el capítulo quinto se expone de modo exclusivo el análisis de los datos obtenidos, base en la cual se apoya la decisión final sobre las componentes de vidrio y electrónica a elegir en el montaje del detector FEMC. Se han realizado diferentes estudios sobre constantes de calibración, la comparación de vidrios de plomo, el "test" de triodos en campo magnético, así como la respuesta del calorímetro en forma de resolución espacial y energética y la posible degradación en la respuesta debido a la existencia de material pasivo (en forma de estructuras metálicas que proporcionen rigidez al detector) entre vidrios.

En el capítulo VI se contempla la comparación, siempre interesante, de los datos obtenidos en la toma directa, con los resultados obtenidos al particularizar para nuestro detector, el programa de simulación general utilizado en la experiencia DELPHI.

La presente Memoria se concluye con el diseño final del detector, según acuerdo tomado en las sesiones de trabajo habidas en los últimos meses y que dan como fruto inmediato, el comienzo del montaje en serie de los aproximadamente noventa módulos constituyentes de nuestro detector con 90-100 bloques de vidrio de plomo cada uno, etapa tras la cual el calorímetro electromagnético "forward" será acoplado al complejo detector DELPHI global.

CAPITULO I :INTENCIONES DEL PROYECTO DELPHI
=====

INTRODUCCION .EL PROYECTO LEP

La construcción del acelerador LEP (large electron-positron) fue aprobada por el CERN en Junio de 1980 (I.1).

Con sus 27 Km. de circunferencia esta localizado entre la ciudad de Ginebra y las montañas del Jura, con cuatro regiones de interacción que serán equipadas para poder realizar experimentos en ellas. Una gran parte del túnel en el cual será instalado el LEP está siendo construido por una empresa española. Este túnel se encuentra a unas decenas de metros bajo tierra, salvo en la zona del Jura en la que debido a su composición rocosa el túnel se encuentra casi a 100 m. por debajo del nivel del suelo (I.2) (Figura I.1 a,b).

El plan de experiencias para el LEP, indica que para 1988 ya estarán listos los primeros haces de colisión e^+e^- y que las cuatro experiencias ALEPH, DELPHI, L3 y OPAL que se plantean para estas fechas, estarán ya instaladas y preparadas para recibir electrones y positrones de más de 50 GeV. de energía. Para obtener esas energías se utilizarán cavidades de aceleración de radio-frecuencias. Sin embargo, la investigación tecnológica y el desarrollo de cavidades super-conductoras avanza tan rápidamente que se supone que para futuros aumentos de energía del haz podrán ya utilizarse nuevas cavidades en las secciones externas, pudiéndose eventualmente sustituir las cavidades originales de cobre por cavidades superconductoras.

Los cuatro experimentos LEP proyectados están actualmente en pleno desarrollo, estando en fase de construcción y ensayo, detectores muy sofisticados, diseñados por una gran colaboración de un gran número de físicos y de ingenieros, representando a muchos institutos y laboratorios de todo el mundo (figura I.2).

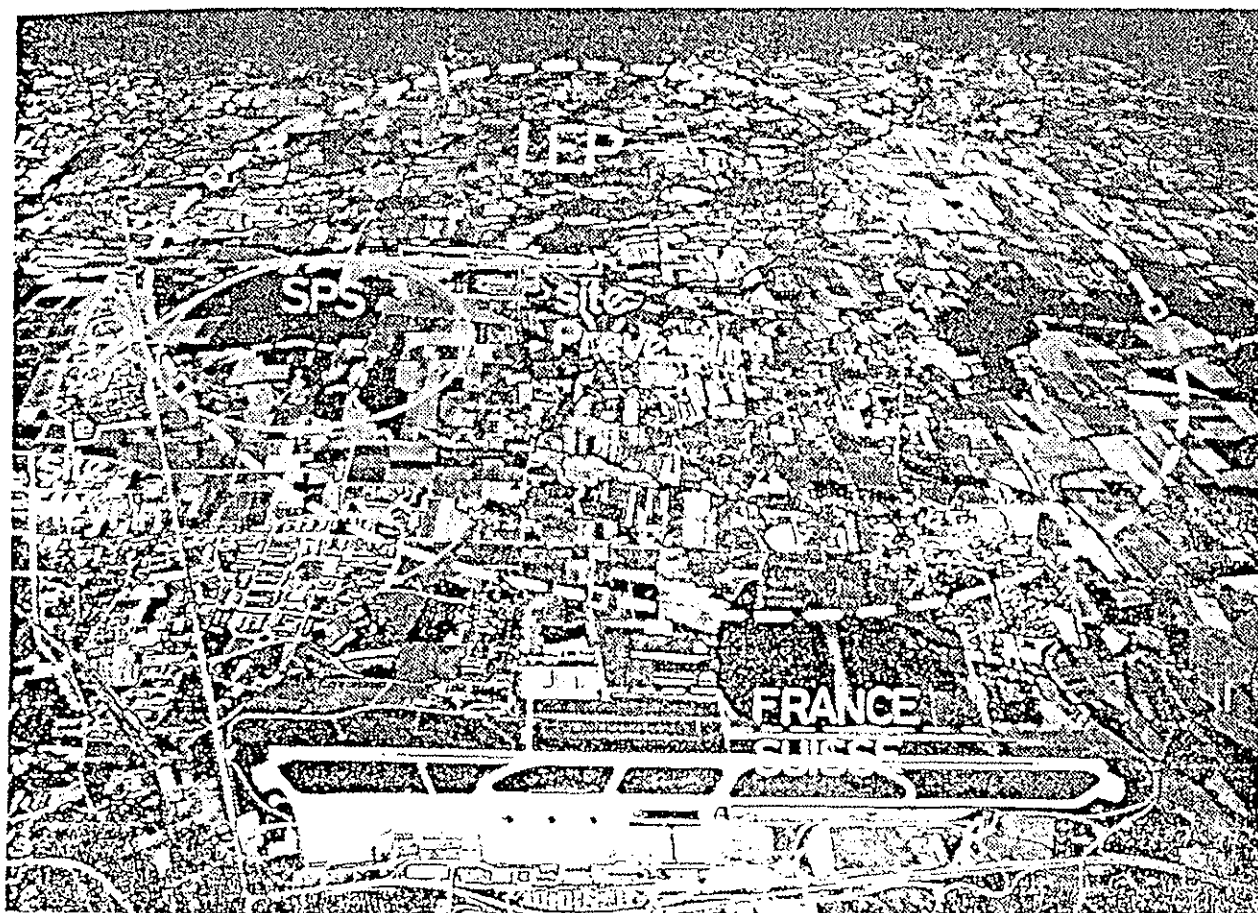


Figura I.1.a.- Situación geográfica del LEP

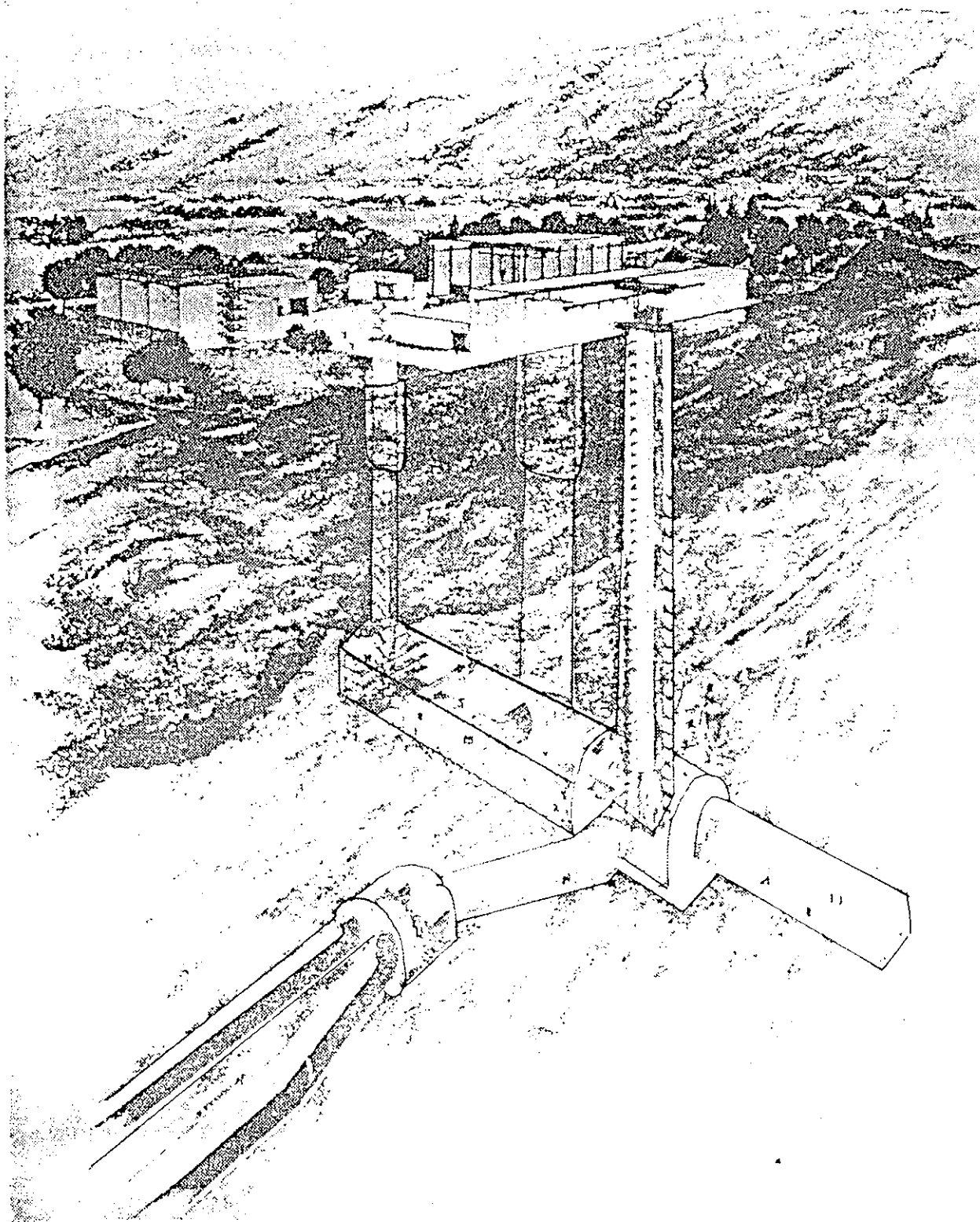


Figura I.1.b.-Impresión artística de una región de interacción del tunel del LEP.

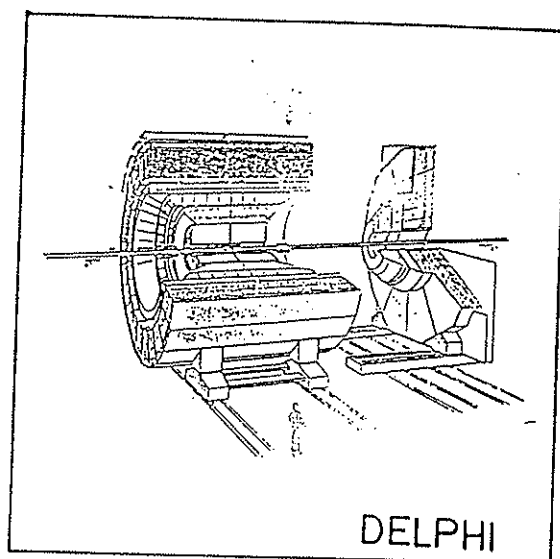
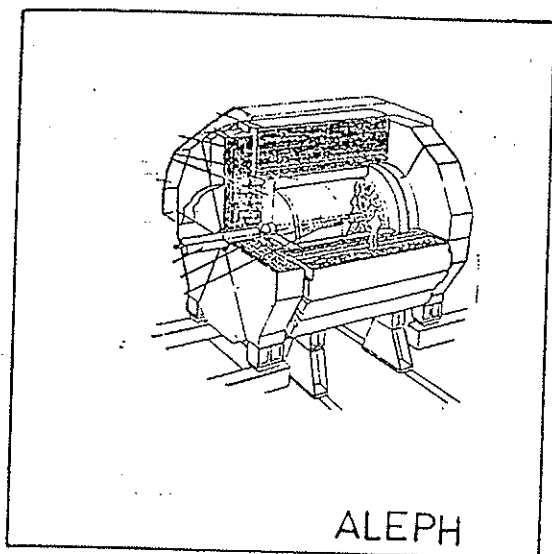
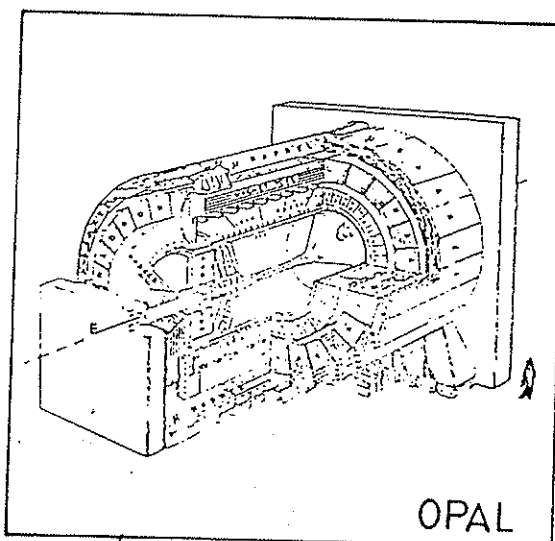
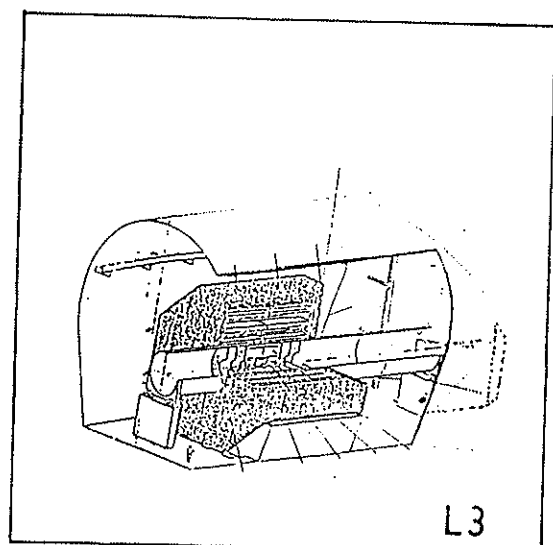


Figura I.2.- Esquema del cuatro experimentos LEP ,
en construcción.



OPAL(Omni Purpose Apparatus for LEP) es probablemente el mas convencional de los cuatro detectores LEP, ya que muchos de sus constituyentes estan basados en técnicas ya muy utilizadas en los detectores JADE y PETRA.

El detector ALEPH (Apparatus for LEP pPhysics) es mas ambicioso que OPAL y está basado en un solenoide superconductor ,con un campo magnético de 15 Kgauss.Su detector central es una TPC.

El detector L3 esta preparado para reconstruir espacialmente fotones, electrones y muones con resolución del 1% ,que permitirá estudiar "jets" de hadrones con buena precisión,asi como permitirá reconstruir vértices de interacción con una alta resolución.

Por último ,el detector DELPHI ó DETector with Lepton Photon and Hadron Identification ,en el cual estamos implicados se expone a continuación en el presente capitulo(I.3).

I.1 .- PROYECTO DELPHI

Vamos a resumir muy brevemente las características fundamentales del proyecto DELPHI ,establecido entre veinticinco laboratorios de doce paises y en que intervienen casi cuatrocientos físicos y ingenieros de alto nivel .

El proyecto DELPHI(I.4) , constituye el intento de los laboratorios europeos implicados de explorar experimentalmente ,con la mayor extensión y la máxima profundidad posibles las ultimas predicciones teóricas en el campo de la Fisica de Altas Energías utilizando el nuevo anillo LEP de colisiones $e+e^-$ (I.5),construido en el CERN (figura I.3).La Colaboración DELPHI se ha constituido en torno a un interés común por ciertos aspectos concretos de

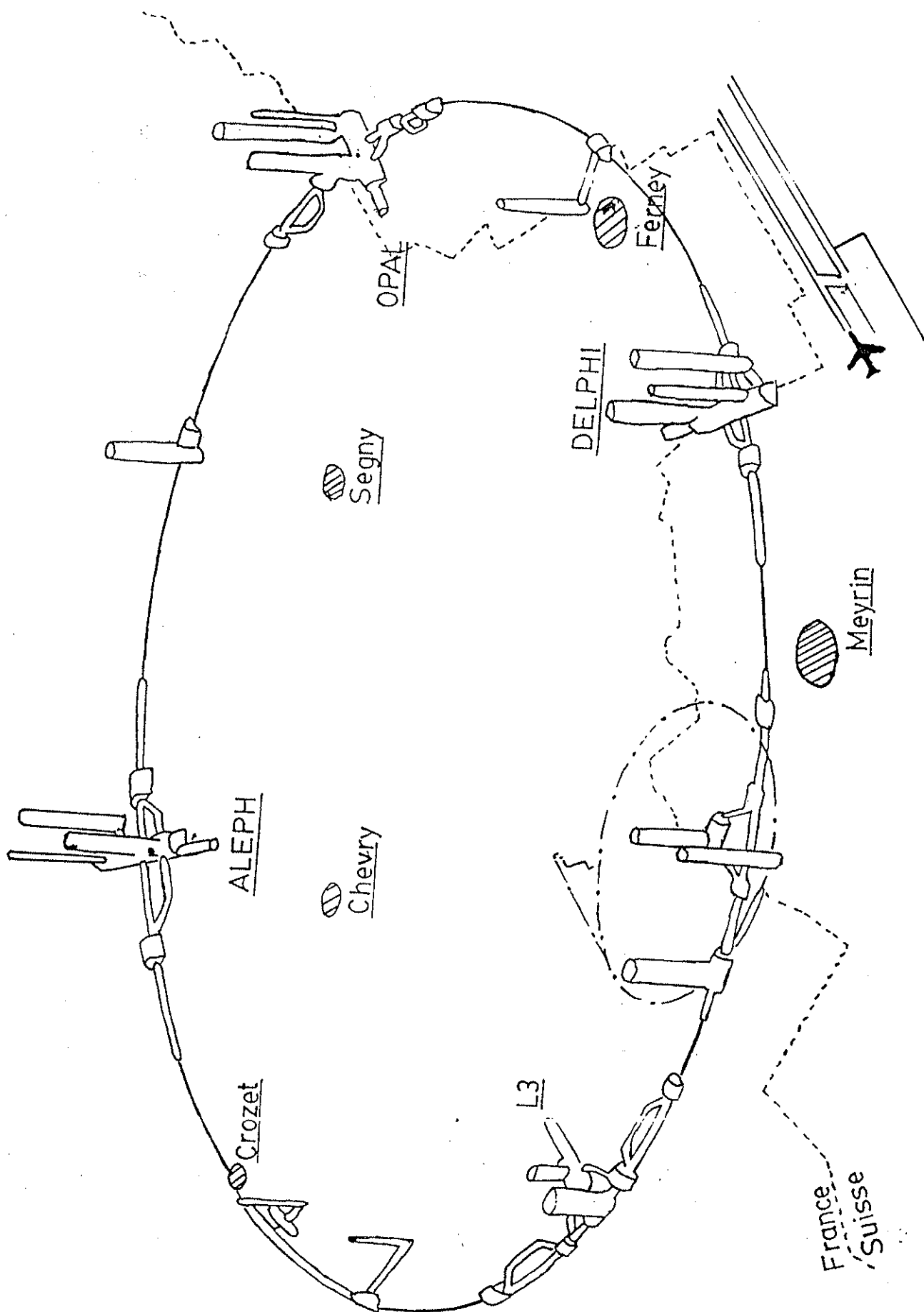


Figura I.3.-Esquema del anillo de colisiones LEP.

la Física de Partículas , así como por el diseño y construcción , en común, de detectores de gran precisión.

La propuesta (I.6)presentada al Comité de experiencias del LEP , implica la construcción de un gigantesco sistema de detección caracterizado por poseer :

1.- Buena capacidad de identificación de hadrones y leptones sobre , aproximadamente, un noventa por ciento del ángulo sólido.

2.- Gran granularidad espacial de todos los componentes.

3.- Información tridimensional de cada traza y de la deposición de energía.

Con ello no solo va a ser posible detectar una gran cantidad de bosones neutros Z , sino que DELPHI también va a proporcionar un análisis detallado de los estados finales tanto de los ya esperados como aquellos otros posibles no previstos.

La identificación de partículas se realizará combinando métodos convencionales como la calorimetría electromagnética y hadrónica y las cámaras de muones , con cobertura polar 4π con medidas realizadas en las cámaras TPC (Time projection chamber) , así como con los datos , para la identificación de partículas suministrados por el contador RICH (Ring-Imaging Cherenkov) que se está poniendo a punto en nuestra colaboración , y que resulta una técnica sumamente útil sobre todo en el caso de partículas con dirección hacia delante de ángulo polar menor de 35° , zona en la cual resulta difícil una medida precisa de ionización.

La elección de las cámaras TPC y de otros componentes de nuestro detector , muchos de los cuales se basan en medidas de "drift" , garantizan los dos ultimos objetivos previstos en nuestro proyecto.

En la definición de un programa experimental de esta naturaleza , se van a tener en cuenta dos aspectos complementarios :

- 1.- La elección de la física a estudiar.
- 2.- La selección de las técnicas experimentales mas aconsejables para contestar a las preguntas planteadas.

En el caso del proyecto LEP ambos conceptos continuan en periodo de desarrollo , habiendo ido variando desde su primera aparición.

Dentro de los objetivos físicos , trabajamos bajo la hipótesis de que el " modelo standart " de la teoría electrodébil es correcta , estando por ahora interesados principalmente en el pico correspondiente al Z^0 . El panorama puede ser mas complicado , con lo cual el primer intento será precisamente el que atañe al modelo ya mencionado optimizando el detector lo más posible , lo cual va a permitir , en principio, el estudio de cinco importantes problemas de los que se hablará mas tarde.

En cuanto concierne a las técnicas experimentales que utilizaremos, el detector propuesto (figuras I.4, I.5, I.6, I.7) contiene novedades , puesto que reconstruye prototipos de los sucesos componentes . Mas adelante se expondrá más profundamente el detector en el que se continua

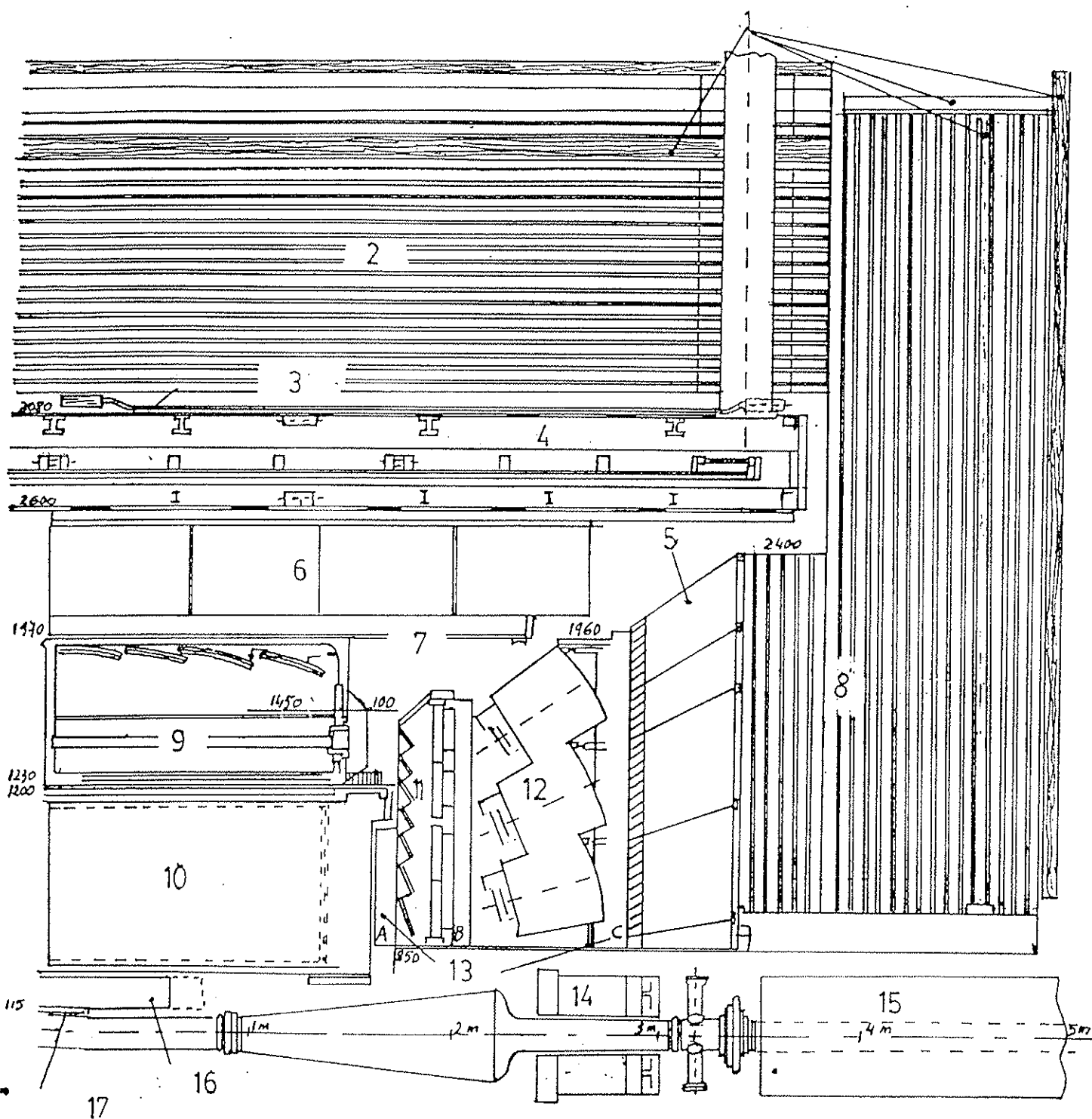


Figura I.5.-Vista parcial del detector DELPHI. Ubicación de los diferentes detectores.

- | | |
|-----------------------|-------------------------------------|
| 1.-Cámaras de muones | 2.-Calorímetro hadrónico en barril. |
| 3.-Centelleadores | |
| 5.-FEMC | 6.-HPC |
| 7.-OUTER | 8.-Calorímetro hadrónico end-cap. |
| 9.-Barrel RICH | 10.-TPC |
| 11.-RICH líquido | 12.-RICH gaseoso. |
| 13.-Cámaras "forward" | 14.-SAT |
| 16.-Inner | 17.-Vortex |

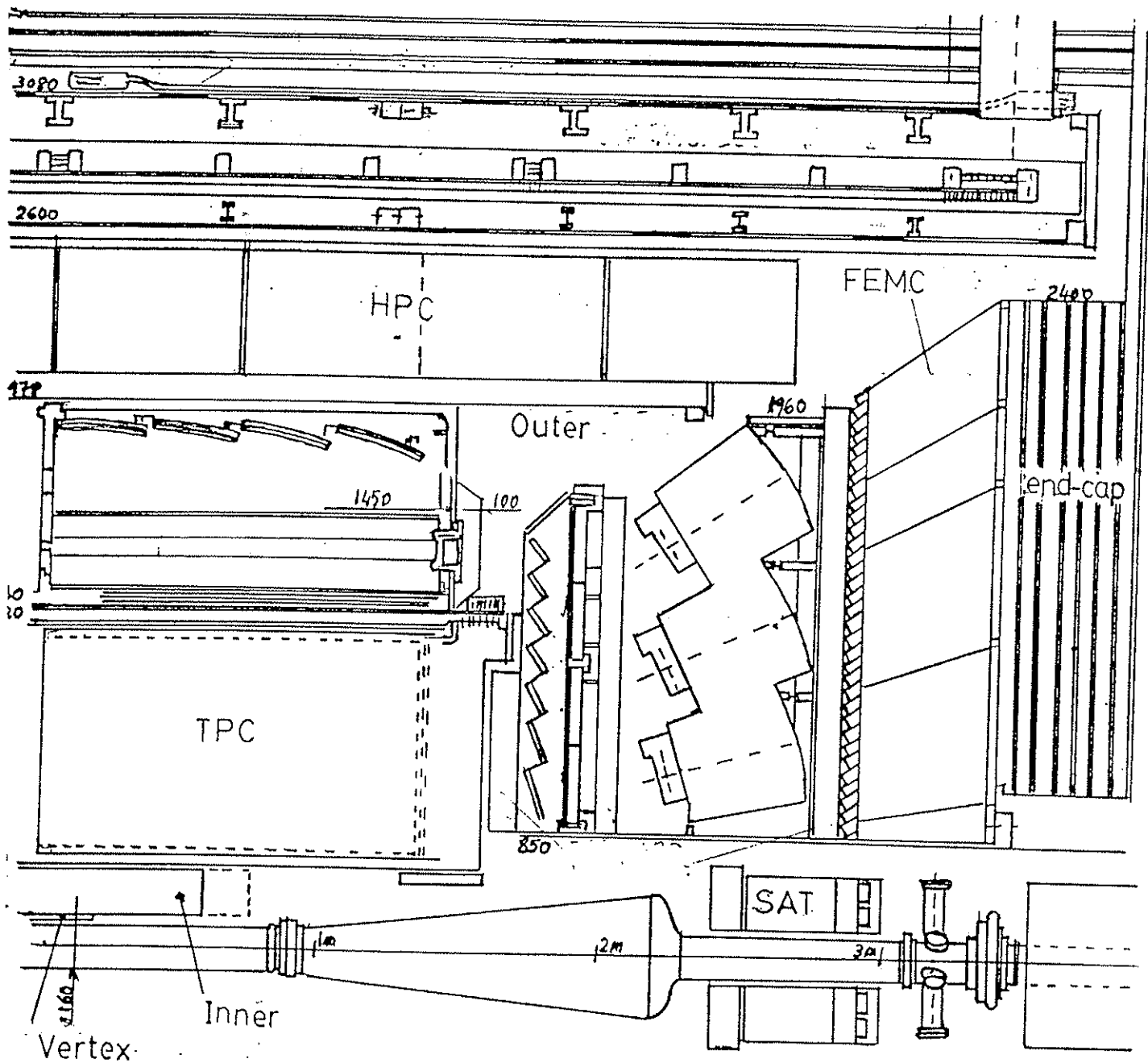


Figura I.6.-Ubicación del calorímetro electromagnético "forward" en el detector DELPHI total.

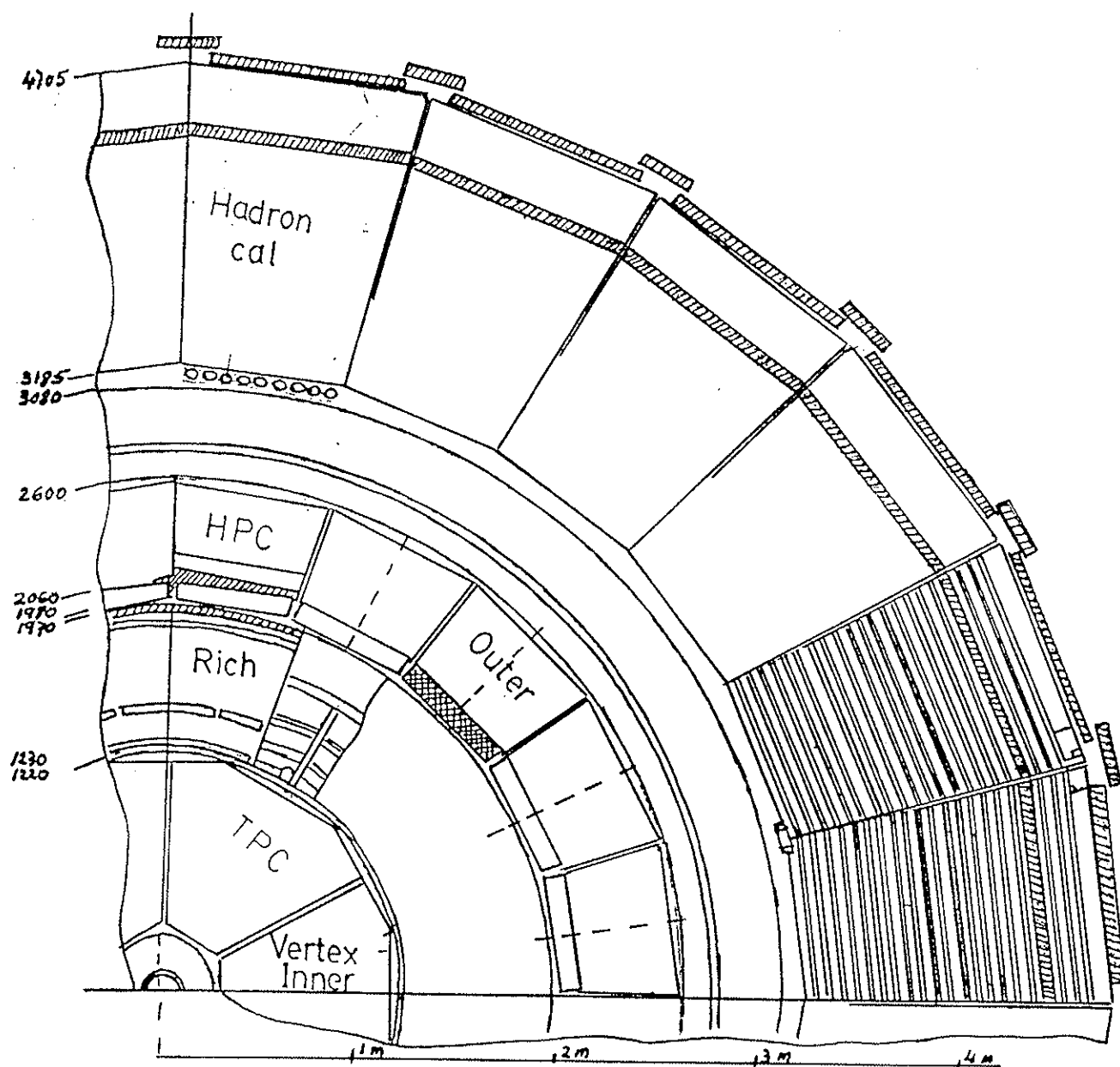


Figura I.7.- Sección del detector DELPHI. Detectores en barril.

trabajando , para tratar de incorporar si fuera posible componentes mas avanzados.

A nivel cualitativo , las posibilidades de estudio junto con lo que nos es preciso que midan nuestros detectores son :

En cuanto a la física básica del Z^0 , lo que se espera del proyecto es conseguir un millón y medio de partículas de este tipo en un año de trabajo , $10 Z^0/\text{min.}$, (aproximadamente 2500 horas de haz).

En este sentido lo que se intenta es calibrar la posición y medir la sección eficaz de producción de los Z , por medio de " scattering " Bhaba . Las cargas y los momentos de los pares de leptones , se medirán en la región de pequeños ángulos ($\theta < 15^\circ$) para incrementar las cargas asimétricas (en el caso del Z^0 el error resulta aproximadamente del 1%).

La polarización de pares $\mu^+\mu^-$ se determinará por el espectro de las desintegraciones de piones y fotones. Como los efectos de polarización y otros muchos efectos se presentan con mucha probabilidad con haces polarizados , el considerar haces de este tipo constituye una meta para la primera etapa del proyecto LEP (LEP1) . Estas medidas constituirán un chequeo preciso del " modelo standart " ,asi como una buena plataforma para el estudio de los acoplamientos del Z^0 a nuevos leptones y quarks .

En cuanto a la búsqueda de sabores pesados, constituirá una meta a conseguir a través de la medida de la energía perdida y del estudio de sucesos "leptón - quark" de gran momento transversal por medio de identificación de electrones y muones de alta energía ,asi como de las medidas de propiedades globales de "jets" .

Asimismo se esperan encontrar sucesos relativamente dudosos como quarks libres , el efecto de supersimetría y efectos de subestructura de quarks y leptones.

Para esta física básica , el detector separará electrones y muones de hadrones , así como corrientes neutras de energía.

El momento perdido asimismo sera detectado con ayuda de un calorímetro hadrónico con geometría 4π .

En cuanto a los "jets", en el anillo de colisión e^+e^- , podrán ser estudiados extensamente sucesos de dos y tres "jets", con energía suficiente como para completar el estudio de las funciones de fragmentación de partones así como sucesos a cuatro "jets" lo que puede contribuir de modo importante al estudio de la física de quarks, y gluones . Se pretende asimismo identificar hadrones dentro de los "jets".

En este sentido las desintegraciones semileptónicas del tipo $b\bar{b}$ y $t\bar{t}$ en los "jets" nos proveerá de un método para explicar las desintegraciones débiles de los sabores pesados y por tanto calcular los elementos de la matriz de transferencia.

En este sentido ya se han realizado estudios de Monte Carlo en los cuales se ha calculado la esfericidad del sucesos a partir de las medidas del momento longitudinal y transversal .

Las distribuciones angulares de estos sucesos a cuatro "jets" nos permiten obtener información de las constantes de acoplamiento a tres gluones , así como la separación de "jets" de gluones y quark siempre que seamos capaces de obtener una buena identificación de electrones , muones y hadrones en este tipo de sucesos.

La identificación de hadrones puede hacerse de modo fiable por medio de los contadores " RICH " , sin medidas por tanto de ionización.

Los electrones se diferenciarán de los piones combinando la información del calorímetro electromagnético con medidas de ionización (la granularidad del FEMC < 2 mrad, evitará el problema de " overlap " de fotones y piones neutros). El registro de los "jets" de quarks para el estudio de asimetrías , requiere la identificación de kaones de momento mayor que 10 Gev. , que se realizará por medio de los contadores RICH colocados en los conos "forward" , siendo en este caso muy deseable la polarización del haz.

En el caso de los bosones escalares , LEP , ofrece posibilidades únicas para la búsqueda de bosones neutros y cargados (bosones de Higgs) y quarks escalares o leptones (producción y modos de desintegración de estas partículas).

Esta búsqueda requiere la mayor información posible del contenido hadrónico y leptónico de los productos de desintegración , de aquellos sucesos en los que existe una desaparición de masa en el espectro.

Entre las reacciones mas esperadas citaremos :

1.- $e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow H^0 + l^+ + l^-$ donde l^+ y l^- son leptones y el estado final puede ser facilmente medido. En este tipo de desintegración de Z^0 el calorímetro electromagnético solo nos sera útil para las reacciones del tipo $Z^0 \rightarrow H^0 + \gamma$

2.- $e^+e^- \rightarrow Z^0 \rightarrow H^0 + \nu + \nu'$, reacción esta que resultará del orden de seis veces mas probable que las desintegraciones del tipo $e^+e^- \rightarrow f$ (con f fermión). Los cálculos realizados por métodos de Monte Carlo predicen la detección de este tipo de procesos por medio de calorimetría hadrónica sin ser necesaria mas que una resolución moderada

o intermedia en el detector .

3.- $Z \rightarrow H^+ H^-$ será la desintegración que nos permita detectar las partículas fundamentales escalares cargadas si estas existen . Si sus acoplamientos son semejantes a los que presentan los bosones de Higgs neutros, las desintegraciones serán del tipo :

$$H^+ \rightarrow \tau^+ \nu_\tau$$

$$H^- \rightarrow \bar{c} s$$

Para este tipo de reacciones se requieren detectores del mismo tipo que los necesarios para un detallado estudio de "jets" sin mas que hacer especial énfasis sobre electrones de energía aproximada a los 40 GeV. ,bastando en el caso de los hadrones que los detectores posean moderada resolución en energía.

En cuanto al quark top(t), si su masa , como ya parece concluyente es mayor de 20 GeV. , el proyecto LEP será capaz de producirlo. En el caso de que efectivamente sea mayor , se producirán desintegraciones débiles con producción de leptones y eventualmente kaones.

La forma principal de encontrar t si la masa de los Higgs cargados es menor será a través de la reacción :

$$t \rightarrow H^+ b$$

Si el quark top es mas ligero de 30 GeV. podrán estudiarse los estados del toponium utilizando el calorímetro electromagnético puesto que se producirá una cascada de partículas de corta vida y numerosos kaones acompañados por gammas monocromáticos.

Por último estudiaremos procesos que nos permitirán la cuenta de neutrinos , así como la detección de diversas características del fotón. En este sentido , reacciones del tipo:

$$e+e- \rightarrow \gamma \gamma$$

van a permitirnos medir las funciones de estructura del fotón (para el estudio de las correcciones a estas funciones se estudiará " scattering " inelástico $e-\gamma$ a través de chaparrones electromagnéticos) .

I.2 COMPONENTES DEL DETECTOR DELPHI Y SU FINALIDAD

Resulta practicamente imposible realizar una exposición somera que abarque el detector DELPHI completo. Así pues, este apartado solo va a desarrollar una enumeración de los diferentes detectores con un pequeño comentario acerca de las principales utilizaciones de los mismos , así como los implicados en su construcción(I.7) .

1.- "MICROVERTEX" : Se utiliza junto con el detector "inner" y el detector "outer" tanto para la reconstrucción de vértices primarios , como aquellos secundarios procedentes de desintegraciones de sabores pesados. Asimismo en la reconstrucción de trazas de partículas de gran momento(I.8).

Los grupos implicados son Milan y CERN.

2.- "INNER" : Nos provee información sobre las proyecciones longitudinal y transversal de la trayectoria de las partículas , así como de medidas precisas de segmentos de traza cerca del punto de interacción(I.9). Especialmente se utiliza en el estudio de la conversión de pares de

fotones y en los procesos "scattering" múltiple. Grupos implicados : Cracow y Amsterdam.

3.-"TIME PROJECTION CHAMBER": ha sido elegida como detector central por su poder intrínseco de para reconstruir el suceso(I.10). Es importante este detector hasta el punto de que la resolución en momento del detector DELPHI total se deberá fundamentalmente a la combinación de los datos suministrados por la TPC ,el inner y el detector outer, con las tres cámaras "forward".

Asimismo combinando los datos de este detector con los provenientes del contador RICH tipo barril y los calorímetros electromagnéticos se espera poder detectar electrones en un amplio intervalo de energía con una eficiencia próxima al 90% .

Grupos implicados en este detector son Saclay , College de France , Orsay , Lund Y el CERN .

4.-"BARREL RING IMAGING CHERENKOV COUNTER" :Se trata de un detector Cherenkov tipo barril ,que utilizado para identificar hadrones cargados cuenta para su construcción y puesta a punto con los grupos de trabajo:CERN , Orsay , Athens , Nikhef , Uppsala , Wuppertal , Strassburg y College de France(I.11).

5.- "OUTER DETECTOR " : Con su sistema de digitalización de partículas,constituye un seleccionador de sucesos muy rápido(2 ns.) para la TPC,contribuyendo asimismo en gran medida a la mejora de la precisión en las medidas angulares(I.12)

Los grupos de trabajo implicados son Paris VI y Liverpool/RAL .

6.- " HIGH -DENSITY PROJECTION CHAMBER ":Se trata de un calorimetro electromagnético en barril (I.13), que está siendo construido por Ames, Bologna, Milan, Roma-Sanita , Karlsruhe , Stockholm y el CERN. Su principal utilidad estará en la separación de hadrones y electrones a partir de las cascadas a que estas partículas dan lugar.

7.- "TIME OF FLIGHT"(I.14): Estos contadores de centelleo son utilizados en la detección de "shower" y muones cósmicos , proveyendo a la vez de una rápida señal facilmente incorporable al primer nivel de "trigger". Grupos implicados en el desarrollo y construcción Valencia y Santander.

8.- "IDENTIFICADOR DE MUONES" ,(separador hadrón-muón)(I.15) detector que bajo responsabilidad de los grupos de Belgica y Oxford será de utilidad para la separación de muones y hadrones.

9.- CAMARAS "FORWARD" que son utilizadas en la resolución de momento de partículas producidas a ángulos menores de 35 , así como para resolver trayectorias de partículas que quedan fuera de los contadores RICH "forward"(I.16).

El grupo responsable de la cámara A es el OAW de Viena y el de las cámaras B y C el GHS de Wuppertal.

10.- Contadores RICH LIQUIDO "FORWARD" , construido por el grupo de Nikhef ,serán utilizados en el estudio de conversión de fotones ,y "drift" y detección de fotoelectrones.

11.-Contador RICH GASEOSO " FORWARD " , de utilización semejante al anterior, es de la responsabilidad de los grupos de Uppsala , Copenhagen , Cracow y Wuppertal(I.17) .

12.- CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO "FORWARD" . Como este es el detector en que estamos implicados,huelga una descripción somera ya que se hablará de él de modo exhaustivo en los capítulos siguientes. Los grupos de trabajo implicados son : Padova,Torino,Trieste,Santander y Valencia.

13.- CALORIMETRO HADRONICO :Necesario tanto para la detección de partículas hadrónicas neutras como para la medida de la energía hadrónica total,dato imprescindible en el estudio de "jets".Este detector nos informa de la energía hadrónica total ,por lo que conduce a la definitiva correcta de las variables en el análisis de "jets". Está siendo construido por los grupos de CERN , Roma-Sanita , Serpukhov y Dubna(I.18).

14.- "SMALL ANGLE TAGGER " que construido por los grupos de Oslo y Bergen será útil en la determinación de la posición de electrones y en la discriminación entre fotones y electrones (I.19) asi como para estudio de las funciones de estructura del fotón.

Con esto daremos por finalizado el breve comentario destinado a los diferentes componentes del detector , comentario por otra parte en el que han sido obviados todos los detalles relativos a la geometría ,asi como a la composición física , detalles perfectamente expuestos, por otra parte, en la referencia(I.5),de donde se han obtenido tanto los datos presentados en la tabla I como los correspondientes esquemas del detector DELPHI.

CAPITULO II: PRINCIPALES PROCESOS QUE INTERESAN AL
.....
CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO.
.....
CASCADAS ELECTROMAGNETICAS
.....

TABLA I : Resolucion espacial de los detectores
de traza.

Componentes	Posicion(mm)	Espesor (X ₀)	Informacion	(r)	(z)
camara de vacio	r = 80 mm	5.10-3			
detector Inner	120-274-300	0.05	24 hilos 5 prop hilo	0.100	0.5
TPC	354-1114	0.16	16 recorrido	0.250	1.0
Barrel RICH	1300 1960	0.26 0.11			
Outer	1990-2050	0.15	6 tubo hilo	0.300	8.0
TOTAL		0.73			
Inner	600	0.10			
TPC	1450	0.45			
Forward Chb. A	1600-1650	0.02	6 inf	0.150	
RICH liq.	1730 - 1990	0.14			
Forward Chb B	2020 - 2090	0.03	8 inf	0.150	
RICH gas	2120	0.10			
Forwd.Chb.C	2730-2800	0.3	8 inf	0.150	
TOTAL		0.97			

II.1.-PROCESOS ELECTROMAGNETICOS.INTRODUCCION.

Para las partículas cargadas la teoría de Maxwell clásica, introduce el concepto de ondas electromagnéticas, que en el campo macroscópico denominaremos campo electromagnético. A nivel microscópico, sin embargo la onda obedece a leyes cuánticas, cuya significación, en ciertos casos, nos hace entender de modo intuitivo el campo electromagnético como un flujo de fotones. Las partículas con carga, aparecen entonces como fuentes del mismo campo, sufriendo sus efectos. Muchas de estas partículas presentan la capacidad dual de mostrarse como cuantos de radiación y como constituyentes de la materia(II.1).

Las propiedades electromagnéticas de las partículas cargadas dependerán de sus cargas eléctricas y de sus momentos magnéticos, mientras que las mecánicas dependerán de sus masas y sus spines.

En sentido riguroso, las interacciones entre partículas con carga se trata en términos del campo electromagnético creado por las mismas y los efectos de ese campo sobre las propias partículas y esto tanto en electromagnetismo clásico como cuántico.

Cuando se trabaja en el contexto del campo corpuscular se entienden siempre las interacciones electromagnéticas como descritas por procesos de absorción o emisión de fotones. Cuando en vez de esto, se trabaja desde el punto de vista de las interacciones, los procesos de emisión y absorción de fotones se conciben como una perturbación(II.2).

Vamos a proceder ahora a la clasificación de los fenómenos elementales electromagnéticos que son de importancia en las interacciones de las partículas con materia a muy altas energías.

Consideremos en primer lugar los diferentes fenómenos que pueden tener lugar cuando una partícula cargada pasa por las proximidades de un átomo(II.3).

Si la distancia de aproximación átomo-partícula es grande comparada con las dimensiones del átomo , éste reacciona como si se le colocara en un campo magnético,el creado al paso de la partícula cargada . El resultado puede ser una simple excitación pudiendo llegarse hasta la ionización del átomo.

Puede tratarse el problema por los métodos ordinarios de la Mecánica Cuántica sin referencia directa a la radiación(II.4).

Para estas interacciones comparativamente distantes , el momento magnético de la partícula es de importancia secundaria frente a su carga, puesto que las fuerzas asociadas con el momento magnético decrecen con la tercera potencia de la distancia , mientras que como es bien sabido las fuerzas de Coulomb lo hacen con el cuadrado de la distancia(II.5).

Además , en este caso ,se puede considerar a la partícula una carga puntual que "ve" al átomo como un todo.

Si la distancia de aproximación es del orden de las dimensiones atómicas , la interacción envolverá tanto a la partícula incidente como a uno de los electrones atómicos.

Como consecuencia de la interacción ,el electrón puede ser expulsado del átomo con una determinada energía. Procesos de este tipo se describen normalmente en la bibliografía con el nombre de procesos "Knock - on " ,si la energía transferida es relativamente grande.

En este proceso, en el que la energía adquirida por el electrón secundario es grande comparada con la energía de enlace, el fenómeno puede ser tratado como una interacción entre la partícula que pasa y un 'electrón libre' pudiéndose describir matemáticamente por los métodos de la Mecánica Cuántica, despreciando los fenómenos radiativos.

En este caso no se pueden despreciar los momentos magnéticos o los spines de las partículas que interaccionan.

Cuando las partículas son idénticas tienen lugar fenómenos de intercambio, si la distancia mínima resulta similar a la longitud de onda de De Broglie.

En general, en todos aquellos procesos en los que la interacción implica a la partícula incidente junto con un electrón del átomo, las referenciamos de aquí en adelante como procesos de colisión no radiativos o simplemente procesos de colisión.

Cuando la distancia de colisión resulta menor que el radio del átomo, el efecto más importante a que da lugar el paso de la partícula está constituido por la deflexión de la partícula por el campo electromagnético del núcleo.

Clásicamente, cada deflexión da lugar a una emisión de radiación electromagnética de espectro continuo, puesto que generalmente se trata de cuantos menores que la energía necesaria para dar lugar a una partícula.

En unos pocos casos, aparece sin embargo un fotón con energía suficiente y comparable con la de la partícula emitida.

Como este tipo de procesos tienen muy poca probabilidad de ocurrir se pueden tratar, a partir de ahora, separadamente, los procesos de "scattering" de partículas antes citados, de estos fenómenos de radiación o breemstrahlung(II.6).

Así , matemáticamente , el problema de "scattering" será tratado como un proceso puramente mecánico , de acuerdo siempre con los métodos de la Mecánica Cuántica. En este caso , reemplazaremos nuestro átomo actual por un campo de fuerzas ficticio de simetría esférica, que coincide con el campo de Coulomb del núcleo a pequeñas distancias del centro del átomo y que evidentemente decrece mas rapidamente con la distancia que el campo de Coulomb.

El problema de calcular la probabilidad de emisión de un fotón por el paso de una partícula cargada a través de un átomo (que hemos llamado probabilidad de radiación) requiere sin embargo la aplicación de métodos de electrodinámica cuántica. De la misma forma que ocurre al tratar el problema de "scattering", aquí tambien se representa al átomo esquemáticamente por un campo de fuerza central , pudiendose calcular la probabilidad de transición por el método de perturbaciones.

Si volvemos nuestra atención a las interacciones de fotones con la materia podemos distinguir tres casos principalmente:

- 1.- Interacción de un fotón con un átomo.
- 2.- Interacción de un fotón con un electrón libre.
- 3.- Interacción de un fotón con el campo de Coulomb del núcleo.

La interacción de un fotón con el átomo como un todo, da lugar al efecto fotoeléctrico. La importancia de este proceso en el ámbito de las altas energías es despreciable , razón por la cual no lo estudiaremos aquí con detalle.

En el segundo caso , este tipo de interacción da lugar al efecto Compton , proceso en el cual el fotón transfiere parte de su energía y momento al electrón que estaba inicialmente en reposo.

En el último caso, la interacción de un fotón con el campo de Coulomb del núcleo da lugar a la producción de pares, donde el fotón se aniquila dando lugar a dos electrones, uno positivo y otro negativo que aparecen simultáneamente.

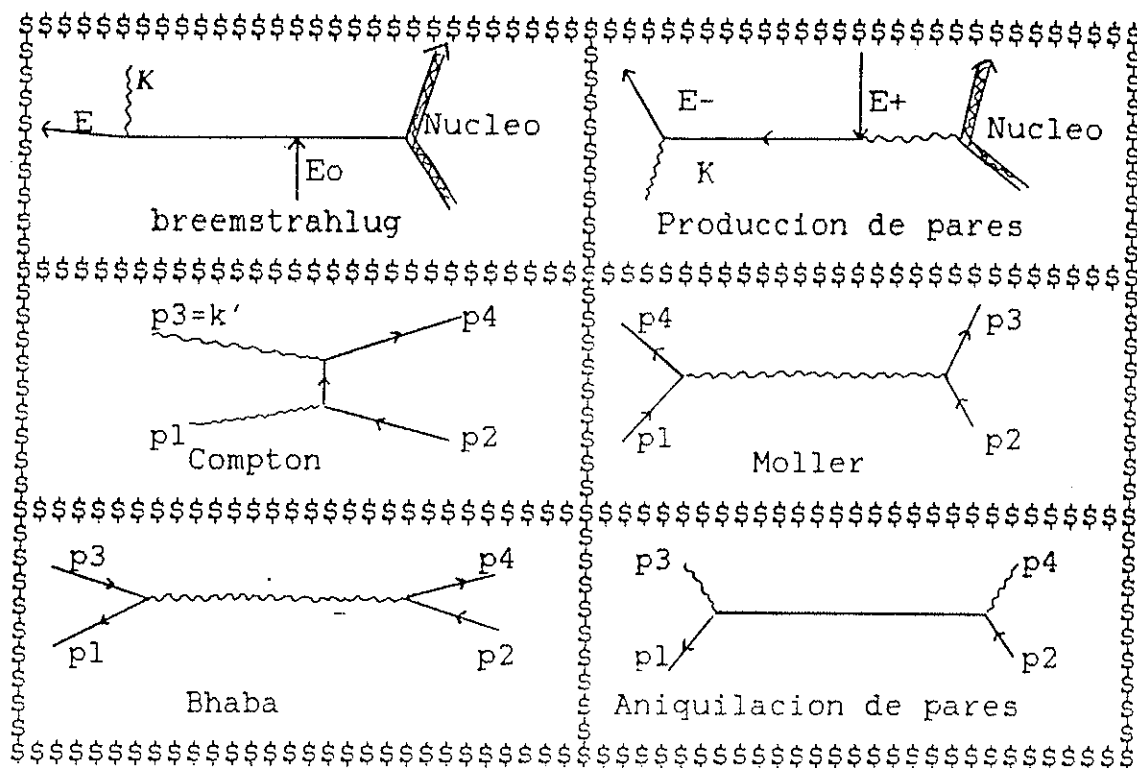
Para que este fenómeno tenga lugar es preciso que la energía del fotón sea superior que la energía en reposo de ambos electrones . El exceso de energía se convierte entonces en energía cinética de las dos leptones , mientras tiene lugar un fenómeno de retroceso del núcleo , que hay que tener en cuenta al realizar el correspondiente balance de momento(II.7).

Ambos efectos , Compton y producción de pares , son de tipo puramente cuánticos, sin que exista, por lo tanto, contrapartida clásica . Un caso interesante dentro de los procesos de creación de pares es la creación de pares de leptones mas pesados que los electrones, como muones por ejemplo , aunque la probabilidad de ocurrencia es muy pequeña de no poseer el fotón "creador" una gran energía(II.8).

Por último haremos una referencia a los rayos delta que solo se producen abundantemente en el caso de que exista un gran número de partículas subrelativistas.

En la tabla II.1 se muestran los diagramas de Feynman relativos a los procesos citados.

TABLA II.1: Diagramas de Feynman de los procesos considerados dentro del calorimetro electromagnetico.



II.2.- PROCESOS DE COLISION

Vamos a ver ahora ,brevemente las probabilidades teóricas de colisión de partículas cargadas con electrones libres a través de expresiones teóricas , para los casos que ahora nos interesan.

II.2.a.- Scattering Moller

En este caso las partículas que colisionan son electrones, y la probabilidad de colisión ha sido calculada en base a la teoría de Dirac . Cuando la energía E del electrón incidente es grande comparada con la energía en reposo del electrón , $E \gg m c^2$ y además $\beta \approx 1$, la probabilidad de colisión viene dada por :

$$\Phi_{col}(E,E')dE' = 2 C m c^2 dE' \left(\frac{E}{E'} \left(\frac{E}{E'} - \frac{E'}{E} \right) + \frac{1}{E'} \right)$$

y la sección eficaz diferencial vendrá dado por(II.11) :

$$\frac{d\Sigma(E_0)}{dE} = \frac{X_0 n^2 \pi r_0^2 m}{\beta^2 T_0} \left(C1 + \frac{1}{E} \left(\frac{1}{E} - C2 \right) + \frac{1}{E'} \left(\frac{1}{E'} - C2 \right) \right)$$

siendo :

E_0 , energía del electrón incidente
 $T_0 = E_0 - m$, energía cinética del electrón incidente.
 E , energía del electrón "scatterado".
 T , energía cinética del mismo
 $E = T/T_0$; $E' = 1 - E$; $\gamma = E_0/m$
 $C1 = ((\gamma - 1)/\gamma)^2$; $C2 = (2\gamma - 1)/\gamma$;
 $\beta = 1 - 1/\gamma^2 = (v/c)^2$

Cuando en la difusión de Moller el electrón secundario llega a ser un rayo ya no puede aplicarse la expresiones anteriores, ya que el proceso corresponde a una energía en el espectro continuo. (II.12)

II.2.b.- Scattering Bhaba

Se trata de calcular la posibilidad de colisión de positrones con electrones. Para el caso $E \gg m_e c^2$ (II.13).

$$\Phi'_{col}(E, E') dE' = 2C \frac{m_e c^2 dE'}{E^2} \left(1 - \frac{E'}{E} + \left(\frac{E'}{E} \right)^2 \right)$$

donde esta expresion representa la posibilidad de una colision que da lugar a electrones secundarios de energia E' . La probabilidad para una colision con un positron que llega con energia E' es :

$$\Phi''_{col}(E, E') dE' = 2C \frac{m_e c^2 dE'}{(E-E')^2} \left(1 - \frac{E'}{E} + \left(\frac{E'}{E} \right)^2 \right)$$

con lo cual la probabilidad total de colisión será:

$$\Phi_{col}(E, E') dE' = \left(\Phi'_{col}(E, E') + \Phi''_{col}(E, E') \right) dE'$$

que muestra como la probabilidad resulta coincidente con la

de colisión entre dos electrones salvo un factor , debido a los fenómenos de intercambio(II.14).

La correspondiente sección eficaz vendrá dada por :

$$\frac{d \Sigma (E_0)}{dE} = \frac{X_0 n 2 \pi r_0^2 m}{T_0^2} \left(\frac{1}{E \beta^2} - B_1 \right) + B_2 + E(B_4 - B_3)$$

con la misma nomenclatura que en el caso Moller salvo las constantes cuyo valor viene dado por :

$$\begin{aligned} y &= 1/(\gamma + 1) \\ B_1 &= 2 - y^2 \\ B_2 &= (1 - 2y)(3 + y^2) \\ B_3 &= B_4 + (1 - 2y^2) \\ B_4 &= (1 - 2y)^3 \end{aligned}$$

II.3.- PROCESOS RADIATIVOS O BREMSSTRAHLUG

Estudiamos la emisión de fotones por partículas cargadas o breemstrahlug que está siempre conectada con la deflección de la trayectoria de ellas en el campo eléctrico de un núcleo (como veremos , la distancia al núcleo en el cual ocurren fenómenos de radiación jugará importante papel en el desarrollo técnico)(II.16,II.9).

Cuando el proceso de radiación por electrones tiene lugar a distancia del núcleo muy superior al radio nuclear , este puede considerarse como un punto de carga , debiendo sin embargo tener en cuenta el efecto de apantallamiento debido a los electrones periféricos. Este efecto ha sido calculado por Bethe y Heitler en base al módulo de

Fermi-Thomas para el átomo ,de forma que la influencia del apantallamiento en un proceso de radiación en el cual un electrón de energía cinética E produce un fotón de energía E' viene determinada por la cantidad :

$$\gamma = 100 \frac{m_e c^2}{U} \frac{v}{1-v} Z^{-1/3}$$

con $U = E + m_e c^2$, $v = E'/U$

(Ha de hacerse notar que el efecto de apantallamiento aumenta con la disminución de γ) (II.17).

La expresión teórica de la probabilidad de radiación para un electrón de energía cinética E de emitir un fotón con energía entre E' y E' + dE' despues de haber atravesado un espesor dx cm. es :

$$\Phi(E, E') dE' = 4 \alpha \frac{N}{A} Z^2 r_e^2 \frac{dE'}{E'} F(U, v)$$

con $\alpha = e^2 / hc = 1/137$ y F variando con γ en la forma :

1.- No apantallamiento ($\gamma \gg 1$) :

$$F(U, v) = (1 + (1-v)^2 - 2/3(1-v)) \left(\ln \left(\frac{2U}{m_e c^2} \frac{1-v}{v} - \frac{1}{2} \right) \right)$$

2.- Apantallamiento completo ($\gamma \approx 0$) :

$$F(U, v) = (1 + (1-v)^2 - 2/3(1-v)) \ln 183 Z^{-1/3} + 1/9 (1-v)$$

3.- Casos intermedios

a) ($\gamma < 2$)

$$F(U,v)=(1+(1-v))\left(\frac{f1(\gamma)}{4} - 1/3\ln Z\right) - 2/3(1-v)\left(\frac{f2(\gamma)}{4} - 1/3\ln Z\right)$$

b) ($2 < \gamma < 15$)

$$F(U,v)=(1+(1-v)-2/3(1-v))\left(\ln\left(\frac{2U}{mec} \cdot \frac{1-v}{v}\right) - 1/2 - c(\gamma)\right)$$

y las funciones $f1(\gamma)$, $f2(\gamma)$ y $c(\gamma)$ vienen en la figura II.1 y la tabla II.2 adjuntas(II.18).

Tabla II.2 : Valores numéricos de la función $c(\gamma)$ de Bethe.

γ	2	2.5	3	4	5	6	8	10	15
$c(\gamma)$	0.21	0.16	0.13	0.09	0.065	0.05	0.03	0.02	0.01

Las pérdidas por radiación vienen dadas por :

$$Krad(E) = \int_0^E E' \Phi_{rad}(E,E') dE'$$

y si tratamos fenómenos de este tipo, definiendo la longitud de radiación como

$$\frac{1}{X_0} = 4\alpha \frac{N}{A} Z^2 r_e^2 \ln(183 Z^{-1/3})$$

podemos expresar la probabilidad diferencial de radiación por longitud de radiación :

$$\Psi_{\text{rad}}(E, E') = X_0 \Phi_{\text{rad}}(E, E')$$

Y por último el valor esperado de la fracción de energía perdida por longitud de radiación :

$$-\frac{1}{U} \cdot \frac{dE}{dt} = \frac{X_0 \text{Krad}(E)}{U}$$

cuyos valores para material de plomo se encuentran en la figura II.2(II.19).

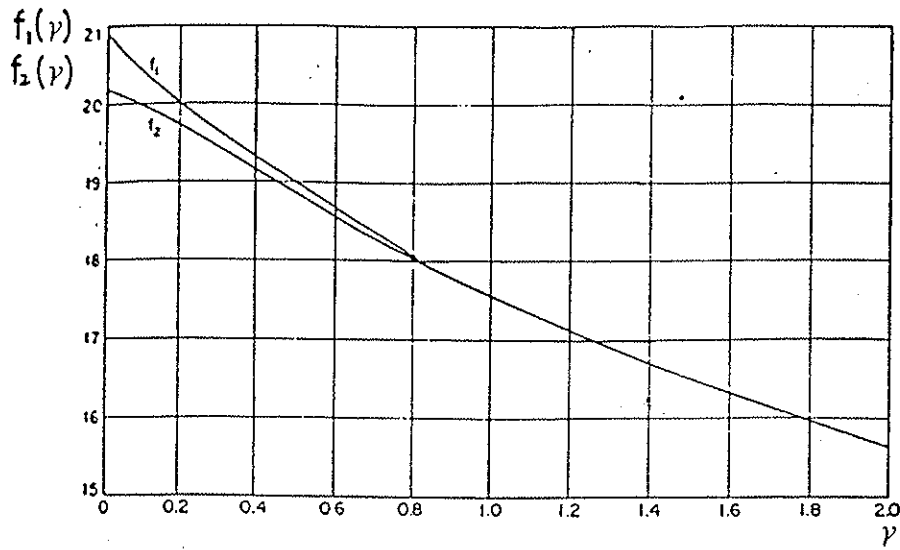


Figura II.1.-Funciones $f_1(\gamma)$ y $f_2(\gamma)$ de la ecuación de Bethe y Heitler.

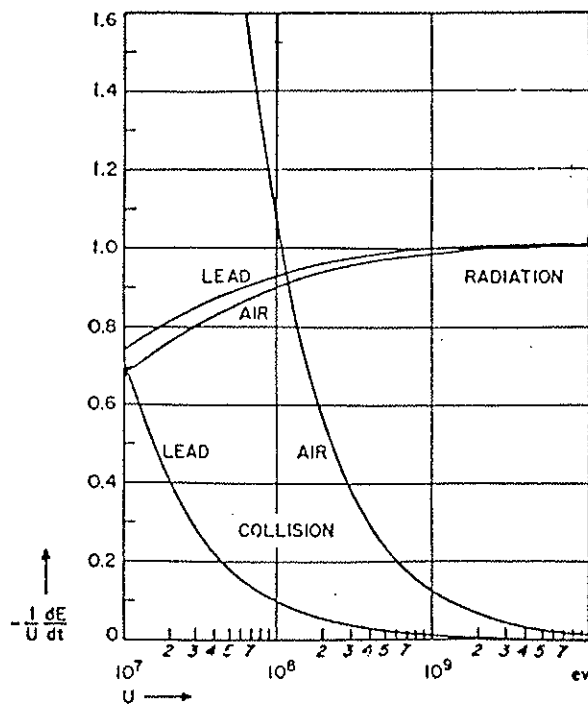
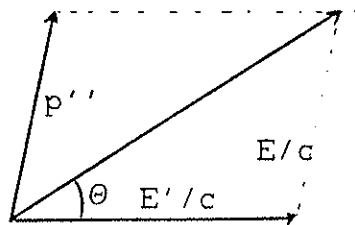


Figura II.2.-Función de energía perdida por colisión y por radiación, para electrones, por unidad de longitud de radiación de aire o plomo.

II.4.- PROCESOS TÍPICAMENTE CUÁNTICOS

II.4.a.- Efecto Compton

El efecto Compton puede describirse como una colisión elástica entre un fotón y un electrón libre en reposo (II.15). Utilizando los principios de conservación de momento y la energía para establecer una relación entre la energía del electrón proveniente del "scattering" y su ángulo resulta:



$$E' = \frac{E m_e c^2}{m_e c^2 + E(1 - \cos\theta)}$$

donde E' es la energía del fotón proveniente del "scattering".

La probabilidad de que tenga lugar el efecto Compton viene dada por :

$$\Phi_{\text{com}}(E, E') dE' = \frac{C m_e c^2}{E} \frac{dE'}{E'} \left(1 + \left(\frac{E'}{E} \right) - \frac{E'^2}{E^2} \sin\theta \right)$$

o en el caso en que $E \gg m_e c^2$

$$\Phi_{\text{com}} dE' = \frac{C m_e c^2}{E} \frac{dE'}{E'} \left(1 + \left(\frac{E'}{E} \right) \right)$$

donde en esta ecuación lo que tenemos es que la energía de

retroceso del electrón en esa colisión es grande comparada con la energía de enlace , puesto que en otro caso el electrón no puede ser considerado como libre. De todos modos el error cometido es pequeño debido al pequeño número de electrones de retroceso de baja energía producidos en el efecto Compton.

Una cantidad útil para considerar el efecto Compton es la probabilidad total por longitud de radiación . Si llamamos a esa cantidad μ_{com} :

$$\mu_{\text{com}} = X_0 \int_{mec/2}^E \phi_{\text{com}}(E, E') dE'$$

En este caso la sección eficaz diferencial del "scattering" vendrá dada por la siguiente expresión debida a Klein y Nishina :

$$\frac{d \Sigma_{\text{Com}}(K_0)}{dK} = \frac{X_0 n \pi r_0^2 m}{K_0^2} \left(\frac{C_1}{E} + C_2 \right) (E + C_3 + E')$$

con

$$C_1 = 1/K_0^2$$

$$C_2 = 1 - 2(1 + K_0')/K_0^2$$

$$C_3 = (1 + K_0')/K_0^2$$

II.4.b.- Producción de pares de fotones

Desde el punto de vista de la teoría de Dirac , puede entenderse como un efecto fotoeléctrico en el que el electrón pasa de un estado con energía negativa a un estado con energía positiva dejando entonces un " hueco " en la distribución infinita de electrones negativos. La teoría de producción de pares se entiende dentro de los fenómenos de radiación , con lo cual las ecuaciones serán similares en ambos casos puesto que mientras en un proceso de transición un electrón pasa de un estado positivo otro , en este caso un fotón se absorbe para pasar de un estado negativo a otro positivo(II.9,II.10).

El fenómeno de producción de pares es inducido por el fuerte campo eléctrico de los alrededores del núcleo.El núcleo cerca del cual se materializa el fotón toma parte de la energía del fotón , cantidad que no es apreciable debido a la gran masa del núcleo.

La probabilidad de producción de pares , a la distancia del núcleo :

$$\gamma = 100 \frac{m_e c^2}{E} \cdot \frac{1}{v(1-v)} Z^{-1/3} \quad \text{con } v = \frac{E' + m_e c^2}{E}$$

viene dada por :

$$\Phi_{\text{pares}}(E, E') dE' = 4\alpha N \frac{Z^2}{A} r_e^2 \frac{dE'}{E} G(E, v)$$

siendo siempre $E \gg m_e c^2$ y en donde $G(E, v)$ varía lentamente con ambas variables, presentando diferentes expresiones en función del valor de .

Si definimos la probabilidad de creación de pares por unidad de longitud de radiación :

$$\psi_{\text{pares}}(E, E') = X_0 \phi_{\text{pares}}(E, E')$$

resulta que

$$\mu_{\text{pares}}(E) = \int_0^{E-2mec^2} \psi_{\text{pares}}(E, E') \cdot dE'$$

será la probabilidad total por unidad de radiación.

II.5.- RAYOS DELTA

Los rayos delta se producen abundantemente solo en el caso de que existan partículas subrelativistas. Para esas partículas la masa m el máximo de energía de los electrones secundarios es aproximadamente $E'_m = 2me c^2 \beta^2$.

La densidad superficial de rayos delta con energías entre E' y $E' + dE'$ (con $E' < E'_m$) viene dada con suficiente aproximación por la fórmula de Rutherford :

$$\phi_{\text{col}}(E, E') dE' = \frac{2 C m e c^2 Z^2}{\beta^2} \frac{dE'}{E'}$$

siendo Z la carga de la partícula incidente.

Los electrones secundarios pueden ser detectados solo cuando sus energías están dentro de ciertos límites .El límite inferior E_1' está determinado por la necesidad de que el electrón secundario produzca una traza de al menos tres o cuatro partículas. El límite superior E_2' esta determinado a menudo por la sensibilidad del detector.

II.6.- CASCADAS ELECTROMAGNETICAS

Las interacciones electromagnéticas descritas en los apartados anteriores ponen de manifiesto, como las partículas cargadas al atravesar la materia, sufren pérdidas de energía, tanto por procesos de colisión, como por procesos de radiación. Parte de esta energía perdida por colisión se gasta en procesos de excitación y de ionización de los afectados por el paso de la partícula cargada. En cuanto a la energía perdida por radiación, se distribuye uniformemente entre los fotones secundarios ,cuyas energías están comprendidas en el intervalo entre cero y la energía de la partícula primaria.

Para electrones de pequeña energía y para partículas pesadas, con carga, de practicamente cualquier energía ,las perdidas por colisión son mas importantes que las perdidas por radiación, con lo cual las interacciones electromagneticas en estos casos se convierten practicamente en un proceso de disipación de energía por excitación y por ionización. Por el contrario, los electrones de gran energía, pierden gran parte de la misma por radiación; esto es, solo una pequeña parte de su energía se disipa en colisiones, mientras que una gran fracción de la misma se utiliza en producción de fotones de alta energía por radiación. Los procesos que tienen lugar para estos fotones son la producción de pares o colisiones tipo Compton. Cada

proceso de este tipo, da lugar de nuevo a electrones de energía comparable a los fotones anteriores. Estos nuevos electrones radian mas fotones, los cuales de nuevo se materializan mediante pares de electrones o lanzan electrones por efecto Compton. En cada nueva etapa de esta secuencia de sucesos el número de partículas aumenta mientras que la energía media de las partículas decrece. Como el proceso continua, cada vez resulta un mayor número de electrones cuya energía se encuentra en un rango tal que las correspondientes pérdidas por radiación son mucho menores que las debidas a procesos por colisión, hasta el momento en que la energía del electrón primario, es completamente disipada, tal como hemos comentado antes en procesos de excitación e ionización de átomos.

El fenómeno descrito se llama de cascada ("shower"), pudiendo ser iniciado tanto por un electrón como por un fotón e incluso en algunos casos por un mesón o un protón que en sus cascadas dan lugar a un electrón o fotón secundario de alta energía.

Los problemas que se plantean en una descripción adecuada del proceso de cascada electromagnética, es el siguiente :

Consideremos que un electrón o un fotón de energía E_0 incide en un bloque de materia e imaginemos un plano perpendicular a la dirección de la partícula primaria incidente, a una distancia t de su punto de incidencia. Si dividimos el plano en elementos infinitesimales de áreas, $d\sigma_1, d\sigma_2, \dots, d\sigma_n$, dividimos el ángulo sólido subtendido también en elementos infinitesimales, $d\omega_1, d\omega_2, \dots, d\omega_K$ y por último tomamos, en la misma forma, infinitésimos de energía entre 0 y E_0 , $dE_1, dE_2, \dots, dE_n$. Entonces nos preguntamos, ¿Cual es la probabilidad de que M_f electrones y M_p fotones pasen a través del plano que estamos considerando, teniendo su energía comprendida entre E_r y

$E_T + dE_T$, su coordenada espacial en $d\sigma_k$ y su angulo sólido en un $d\omega_i$ dados?.

Como puede verse, este problema es de gran complejidad matemática, lo cual hace necesario introducir simplificaciones que mas adelante comentaremos.

Asi pues, cuando una partícula de gran energía entre en un material denso, se genera una cascada que podemos definir por las siguientes propiedades :

1.-La energía de la partícula incidente se distribuye en un gran número de partículas secundarias durante el proceso de cascada, llegando a ser totalmente absorbida en un espesor de material determinado. El espesor requerido para la absorción total aumenta con el logaritmo neperiano de la energía E de la partícula incidente, mientras que la energía depositada en el material es proporcional a E . Este proceso tiene lugar independientemente que de la partícula incidente esté cargada o no.

2.-El momento transversal medio de los secundarios es pequeño $\langle p_T \rangle \sim 0.3 \text{ GeV./c}$ para hadrones y 0 para electrones o fotones. En consecuencia la cascada se encuentra colimada espacialmente, y el eje de la misma es una cantidad bien definida que representa la dirección o la posición de la partícula incidente.

3.-El desarrollo propio de la cascada es diferente para hadrones y electrones(fotones), tal como puede verse en

la tabla II.3 donde mostramos las principales diferencias. Los muones no dan lugar a fenómenos de cascada practicamente en ningún caso.

4.-Inherente al fenomeno de cascada existen grandes fluctuaciones en las distribuciones espacial

y de energía, que introducen los límites intrínsecos en las resoluciones obtenibles en un detector. Estas fluctuaciones decrecen con el incremento de la energía puesto que este efecto da lugar al aumento en el número de secundarios.

Centrándonos en las cascadas de tipo electromagnético, diremos en primer lugar que las interacciones dominantes poseen una gran sección eficaz, mientras que las interacciones nucleares juegan un papel despreciable en la deposición de energía. Esta característica nos permitirá separar claramente cascadas hadrónicas y electromagnéticas.

La sección eficaz de estos procesos dominantes, que ya hemos comentado previamente, como el breemstrahlung y la producción de pares, se muestran prácticamente independientes de la energía, para energías mayores de 1 GeV. y ambos pueden expresarse en función de una variable de escala que llamaremos longitud de radiación, X_0 . La unidad de longitud de radiación se define como el recorrido medio para un electrón en un material (A,Z) y viene dada por :

$$\frac{1}{X_0} = 4 \alpha \frac{N}{A} Z(Z+1) r \ln(183Z) \left(1 + 0.12 \left(\frac{Z}{82}\right)^2\right)$$

con $\alpha = 1/137$, y el término $(1 + 0.12(Z/82)^2)$ es el coeficiente calculado por ajuste a los datos experimentales en procesos de producción de pares.

La longitud de absorción λ toma una forma simple en términos de la longitud de radiación :

$$\lambda_s = X_0 / \ln(E/Km) \text{ para electrones}$$

$$\lambda_p = 9/7 X_0$$

para fotones

donde K_m es la energía mínima detectable por radiación

Estas dos reacciones ya mencionadas de breemstrahlung y producción de pares, son las responsables de la multiplicación en el número de partículas que tiene lugar en las cascadas pero a partir de la cascada máxima, esta decae muy lentamente a través de procesos de ionización y de difusión Compton. Así pues, el desarrollo longitudinal va a variar en unidades de X_0 solo de modo aproximado para determinados materiales, no pudiéndose además explicar mediante estos procesos el desarrollo lateral producido en la cascada cuyo principal responsable es la difusión múltiple de Coulomb. Entonces, si definimos la energía crítica como la constante característica de la energía perdida por unidad de radiación considerada para cualquiera de los electrones secundarios, la unidad de escala propia en la dirección lateral es entonces la desviación media de los electrones de energía crítica después de haber atravesado una longitud de radiación. Se define como radio de Moliere R_m :

$$R_m = \frac{E_s}{\epsilon} X. = \frac{21 \text{ Mev.}}{\epsilon} X.$$

donde E_s es la mínima energía detectable (denominada energía cutoff) que suele ser específica para cada detector junto con las otras dos variables de escala definidas.

Por último ,comentaremos algunas de las aproximaciones mas utilizadas para resolver analiticamente el complejo problema de las cascadas.

Cuando fijamos nuestra atención en resolver el problema para partículas con energías grandes comparadas con la energía crítica,podemos desarrollar la teoría de cascadas considerando solamente fenómenos de radiación y producción de pares.Por otro lado, si además esta energía puede ser considerada grande respecto a $137 \text{ mec}/Z$, los fenomenos de radiación y producción de pares pueden describirse por medio de fórmulas asintóticas.Estos dos supuestos son conocidos como Aproximación A,,aproximación en la cual , como hemos visto se desprecian los fenómenos de colisión y Compton, utilizandose las expresiones asintóticas.

Para partículas con energías cercanas a la energía crítica, el efecto Compton puede ser considerado despreciable,pero no así los procesos de colisión que han de ser tenidos en cuenta.Esta nueva aproximación la denominaremos Aproximación B,y en ella el efecto Compton se desprecia,los procesos de colisión se describen por medio de una constante que representa la disipación de energía y se utilizan las expresiones asintóticas para los procesos de radiación y producción de pares.

En el caso de partículas con energías pequeñas, comparadas con el valor de la energía crítica, ambos procesos (Compton y procesos de colisión)contribuyen considerablemente a los procesos de absorción y a la producción de cascadas.En este caso,y en aquellos en los que además las expresiones asintóticas no resultan aproximaciones aceptables,se impone una solución de tipo analítico del problema .

Así pues cuando son aplicables las hipótesis de la aproximación A, el problema de desarrollo de cascadas electromagnéticas puede resolverse completamente. Cuando son aplicables las hipótesis de la aproximación B, el problema puede ser resuelto parcialmente mediante soluciones analíticas.

Tabla II.3.- Propiedades medias de las cascadas
hadronicas y electromagneticas.

Cascadas electromagneticas		Cascadas hadronicas	
Recorrido libre medio	$9 X_0/7 \gamma$ $X_0=180 A/Z^2 (g \text{ cm}^{-2})$	$\lambda=A/(N \cdot \sigma)$ $\propto A^{1/4}$	
Particulas secundarias	e^+, e^-, γ Inelasticidad $\kappa=1$ Perdidas por ionizacion	Nucleones rapidos, piones medios, protones y neutrones de baja energia, fragmentos nucleares. Inelasticidad $\kappa=.5$	
Longitud para 95_% contencion longitudinal	$L(X_0) \approx t_{\max} + 0.08 Z + 9.6$	$L(\lambda) = t_{\max} + 4 E^{0.15} (\text{gev})$	
Radio para un 95_% de contencion radial	$R = 2 \rho = 14 A/Z (g \text{ cm}^{-2})$	$R \approx \lambda$	

CAPITULO III : EL CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO "FORWARD"
=====DE DELPHI.=====

III.-1 INTRODUCCION

En Física de Altas Energías los calorímetros son utilizados principalmente para determinar la energía de las partículas cargadas, aunque también puede permitírnos determinar la posición inicial y la dirección de dicha partícula si se encuentra bien segmentado. En este tipo de detectores también es posible la identificación de partículas con bastante eficiencia debido a la diferente respuesta frente a electrones y fotones con respecto a hadrones y muones.

En un calorímetro, la energía de la partícula incidente se degrada mediante procesos de ionización y excitación atómicas al atravesar un bloque de materia y de modo perfectamente medible.

Ahora bien, dentro de este tipo de detectores podemos distinguir entre calorímetros hadrónicos y electromagnéticos, puesto que en los primeros la energía es transportada en cascadas pión-nucleón y en los segundos en cascadas electrón-fotón. Veamos donde radica la diferencia entre ambos tipos de detector. En la cascada electromagnética toda la energía incidente se transforma finalmente en energía visible la cual es depositada en su mayor parte por electrones y positrones después de haber dejado de radiar. En cambio en las cascadas hadrónicas, solo parte de la energía de la partícula incidente se convierte finalmente en visible, debido a dos hechos principalmente:

1.- La energía de enlace de un núcleo no es despreciable con respecto a la energía cinética de la partícula que penetra en el calorímetro.

2.- Alguno de los productos de desintegración tales como muones, neutrones y neutrinos escapan al volumen del calorímetro. Esto da lugar a

fluctuaciones de la energía no visible, causando por tanto grandes fluctuaciones en la medida de esta magnitud .

Por otra parte ,en estos detectores se distingue normalmente entre dos tipos: los calorímetros homogéneos y los calorímetros de muestreo o de " sampling" .

En un calorímetro homogéneo el bloque absorbente y el material activo con el cual se detectan los chaparrones de partículas es el mismo , mostrando estos contadores un comportamiento excelente con respecto a la resolución de energía(III.1) .

Sin embargo a pesar de esta característica ,son mucho más utilizados los calorímetros de muestreo ,porque permiten discriminar mejor la deposición de energía hadrónica de la electromagnética .Por otra parte se trata de sistemas en los que el desarrollo de la cascada tiene lugar en un material denso , mientras que los fenómenos de ionización y excitación se hacen presentes en pequeñas zonas del material activo insertado en forma de planos regulares en el absorbente.

Dentro de los diferentes tipos de calorímetros existentes actualmente , la solución aprobada dentro del proyecto LEP , para el calorímetro electromagnético " forward " de DELPHI ,se basa en el uso de absorbentes de radiación de tipo Cherenkov , equipados con un tipo de electrónica que le permita trabajar dentro de grandes campos magnéticos.

En este tipo de calorímetros homogéneos , toda la energía será disipada en principio por ionización, con lo cual no hay que esperar fluctuaciones en la medida de la energía total. Evidentemente el desarrollo espacial de la cascada experimentará fluctuaciones pero la suma a todas las trazas permanece constante ,constante que denominaremos longitud total de traza.

Lo dicho hasta ahora no implica que no existan límites en la resolución en energía, ya que hay que tener en cuenta imperfecciones del detector como pueden ser la existencia de un corte ("cutoff") de energía , por debajo del cual el detector se muestra insensible al paso de partículas , o el no contener totalmente al "shower" debido al tamaño limitado del mismo .

Precisamente han sido estas dos últimas posibilidades mencionadas las que se han barajado, en principio, para la construcción del detector que nos ocupa, habiendo recaído la elección sobre los contadores de vidrio de plomo .

El vidrio de plomo es un vidrio transparente que contiene PbO (cerca de un 50% en peso) y posee una corta longitud de radiación. Emite y transmite luz Cherenkov, como respuesta al paso de una partícula cargada de gran velocidad ($\beta > 0.6$), de forma que la luz emitida es proporcional a la longitud total de traza de la cascada producida por la partícula.

La otra opción considerada , consistente en un calorímetro fabricado con fibras ópticas centelleantes (fabricadas en el CEN en Saclay de modo experimental) sumergidas en una base de vidrio de plomo , se mostró desde el principio tremendamente atractiva , debido ante todo , a su inmejorable poder de resolución , tal como han venido mostrando las pruebas que en este sentido aun se siguen llevando a cabo tanto en DESY como en el CERN .

En este sentido puede apuntarse que el segundo prototipo construido , constituido por un bloque de $80\text{mm} \times 120\text{mm} \times 265\text{mm}$ con una longitud de radiación $X_0 = 14.4\text{ mm}$, al ser probado con un haz de electrones de alta energía (entre 1 y 25 Gev.) en el SPS del CERN , ofreció una resolución en energía dada por $\sigma/E = (11 \pm 2)\%$, y una resolución en posición del orden de 2 mm , habiéndose

recogido en la calibración alrededor de 4600 fotoelectrones por GeV.

Las diferencias existentes con respecto al vidrio de plomo pueden verse en la bibliografía(III.2).

Todavía pueden ser mejoradas sus características reduciendo la superficie del bloque al tamaño del fotomultiplicador, consiguiendo con ello una menor pérdida de luz .

Sin embargo, a pesar de todas estas ventajosas características esta opción ha sido desechada debido a que las dimensiones de nuestro detector obligan a conseguir en un breve plazo, una gran producción en serie , lo que no parece que pueda llevarse a cabo con este detector de fibra óptica , al estar el material en vías de investigación .

En este momento resultaría mas apropiado para un detector mas pequeño como el SAT (small angle tagger) incluido tambien dentro del proyecto DELPHI.

Asi pues , finalmente el calorímetro electromagnético "end-cap" del experimento DELPHI, se construirá utilizando matrices de contadores de vidrio de plomo dirigidas al punto de interacción (cada módulo esta constituido por unos cien contadores)

Como el calorímetro irá colocado en una región de muy alto campo magnético (1.2T), el vidrio debe llevar adosada una instrumentación de fotomultiplicadores (triódos) sumamente desarrolladas.

Con este montaje, lograr la buena resolución en posición y energía típica para calorímetros convencionales de vidrio de plomo equipados con fototubos no es tarea trivial, especialmente para energías en el rango de los GeV. La relativamente baja señal de luz típicamente de 1000 fotoelectrones y la ganancia pequeña de los fototriódos

(~ 10), hace imprescindible una amplificación de gran ganancia, asimismo debido al límite de ruido de 200 e-r.m.s., cada componente deberá ser optimizado para mejorar el "output" en lo posible.

III.2.-CARACTERISTICAS MECANICAS

El elemento básico del calorímetro lo constituye un bloque de vidrio de plomo en el que las partículas incidentes pierden su energía. El bloque es de sección cuadrada y geometría de pirámide truncada con una longitud de radiación aproximada de 2 cm. . Tal como se muestra en la figura III.1 la cara anterior tiene 5.0 x 5.0 centímetros cuadrados de dimensión y la posterior 5.6 x 5.6 centímetros cuadrados . En cuanto a la altura de la pequeña pirámide , dependerá en cada caso del tipo de vidrio de plomo elegido , por tanto de su composición, puesto que tratamos de que contenga al menos 20 longitudes de radiación, longitud esta que en estudios de Monte Carlo realizados se ha demostrado que la partícula incidente habrá perdido el 95% de su energía inicial(III.3).

Estos bloques a su vez se agrupan en módulos cada uno de los cuales contiene entre noventa y cien de ellos, dependiendo del emplazamiento dentro del calorímetro .Estos módulos pueden desplazarse sobre unas guías horizontales montadas en la primera placa del núcleo de hierro del imán de DELPHI. El conjunto de piezas de vidrio de plomo que constituyen cada módulo, se dispone dentro de una caja de acero , cuyas paredes horizontales tienen un espesor de 3 mm. y las verticales de 2 mm. .

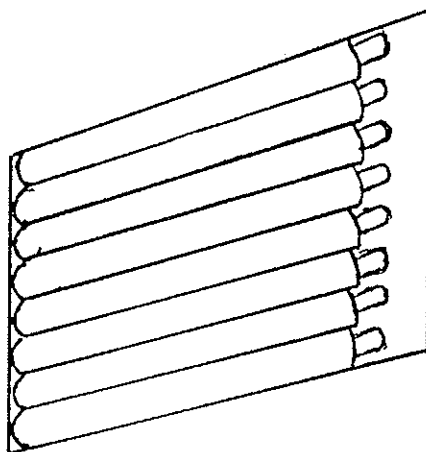
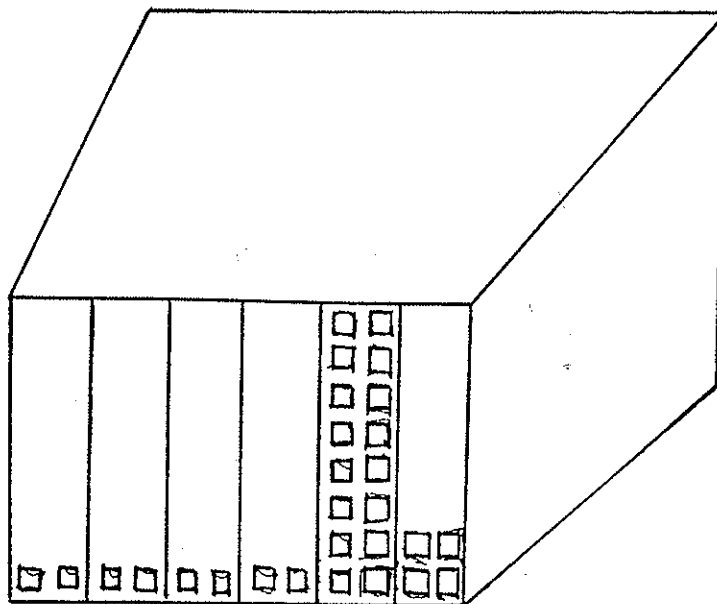
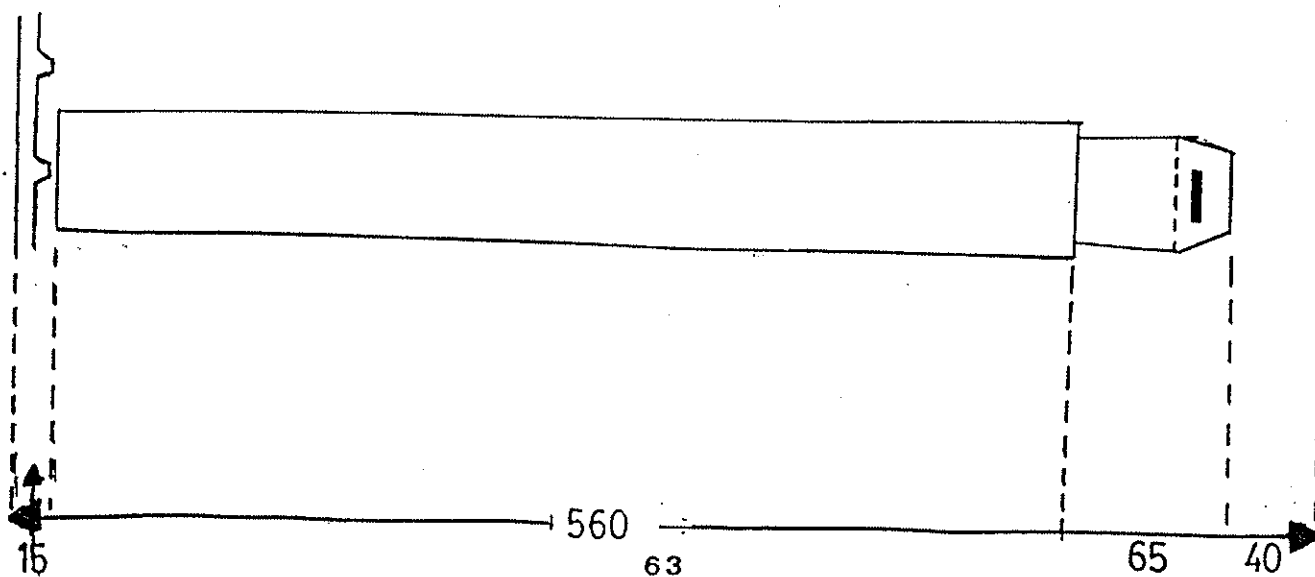


Figura III.1.-Diferentes constituyentes de cada modulo detector.



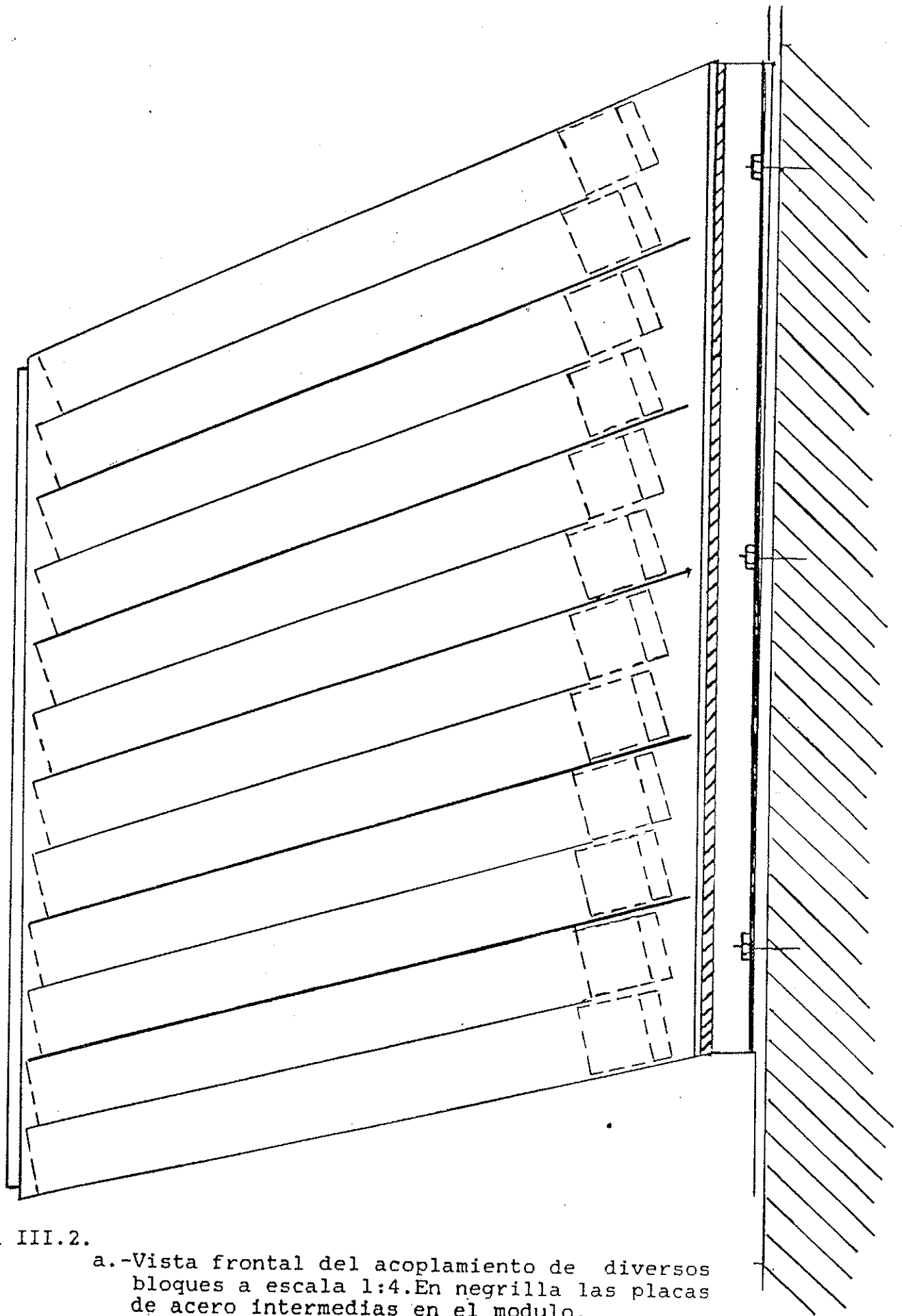
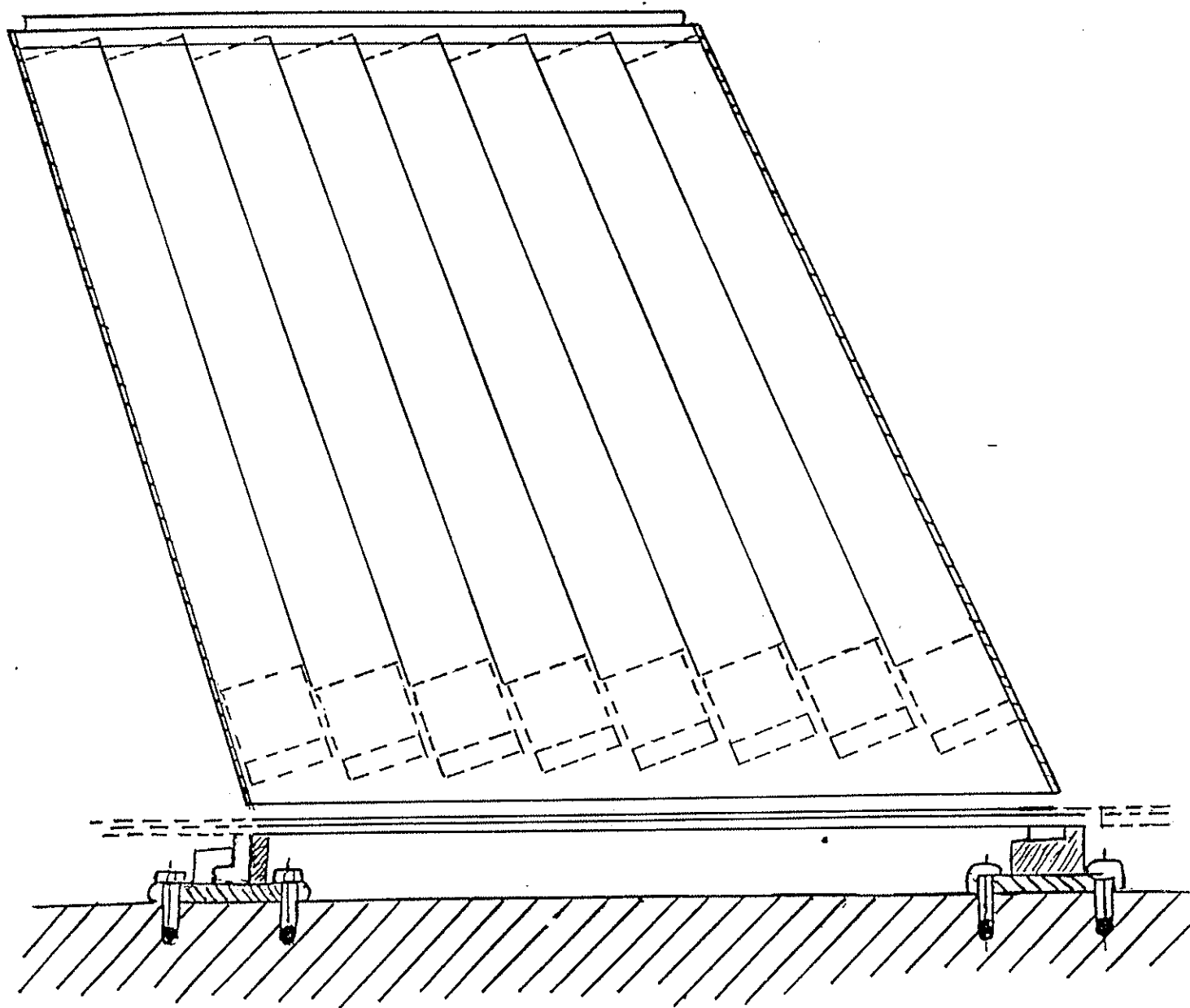


Figura III.2.

a.-Vista frontal del acoplamiento de diversos bloques a escala 1:4. En negrilla las placas de acero intermedias en el modulo.



b.-Vista lateral de un modulo del contador.

Para minimizar el efecto de todas estas láminas sobre la resolución de energía, los bloques de vidrio de plomo se disponen de forma que apunten a la región de interacción $e+e^-$ del dispositivo DELPHI, ligeramente por encima, con lo que el eje de cada contador de vidrio estará en todos los casos inclinado apenas unos pocos grados respecto a la dirección de los fotones que provengan de la región citada.

A la vez, con esta geometría se logra que :

- 1.- Se minimice el solapamiento de las cascadas originadas por las partículas incidentes .
- 2.- La energía depositada por cada cascada quede localizada sobre un número relativamente pequeño de contadores de vidrio de plomo lo cual mejora indudablemente la resolución de energía sobre todo a energías bajas.
- 3.- La pequeña aberración (aprox 3 °) para esta geometría direccional minimice los efectos negativos de los espacios muertos que introducen las estructuras de los soportes.

La elección tomada acerca de este tipo de geometría "puntual" hace que los bloques de vidrio queden separados entre si en la cara posterior en aproximadamente 1 mm. , efecto por el cual el detector total posee un espacio inerte, vacío de vidrio de plomo del 0.5 % de su volumen total.

Asimismo , con el objeto de dar rigidez a la estructura del módulo se han insertado unas placas verticales de 2 mm. de espesor entre cada dos columnas de pirámides de vidrio de plomo (fig III.2 a,b).

Para minimizar el efecto de todas estas láminas sobre la resolución de energía ,los bloques de vidrio de plomo se disponen de forma que apunten a la región de interacción e+e- del dispositivo DELPHI ,ligeramente por encima , con lo que el eje de cada contador de vidrio estará en todos los casos inclinado apenas unos pocos grados respecto a la dirección de los fotones que provengan de la región citada.

A la vez, con esta geometría se logra que :

- 1.-Se minimice el solapamiento de las cascadas originadas por las partículas incidentes .
- 2.- La energía depositada por cada cascada quede localizada sobre un número relativamente pequeño de contadores de vidrio de plomo lo cual mejora indudablemente la resolución de energía sobre todo a energías bajas.
- 3.- La pequeña aberración (aprox 3°) para esta geometría direccional minimice los efectos negativos de los espacios muertos que introducen las estructuras de los soportes.

La elección tomada acerca de este tipo de geometría "puntual" hace que los bloques de vidrio queden separados entre sí en la cara posterior en aproximadamente 1 mm. , efecto por el cual el detector total posee un espacio

inerte, vacío de vidrio de plomo del 0.5 % de su volumen total.

De análoga manera, el espacio muerto debido a la estructura metálica del soporte puede calcularse en un 3.8% total del detector.

Por último, estos módulos de contadores serán acoplados dando lugar al detector FEMC total. Geométricamente éste quedará constituido por dos coronas cónicas de radios exterior e interior respectivamente de 245 y 42.5 cm. (fig III.3) situadas a 284 cm del punto de colisión de los dos haces incidentes e^+e^- . La cobertura polar del detector es de 10° a 35.5° , habiendo sido disminuido el valor de 37° , inicialmente propuesto a este valor de 35.5 para uniformar su comportamiento al resto de los componentes de DELPHI.

Por último el espesor del detector será aproximadamente de 56 cm., divididos de la siguiente forma :

1.-Material para producción

y estudio de cascadas 44 cm.

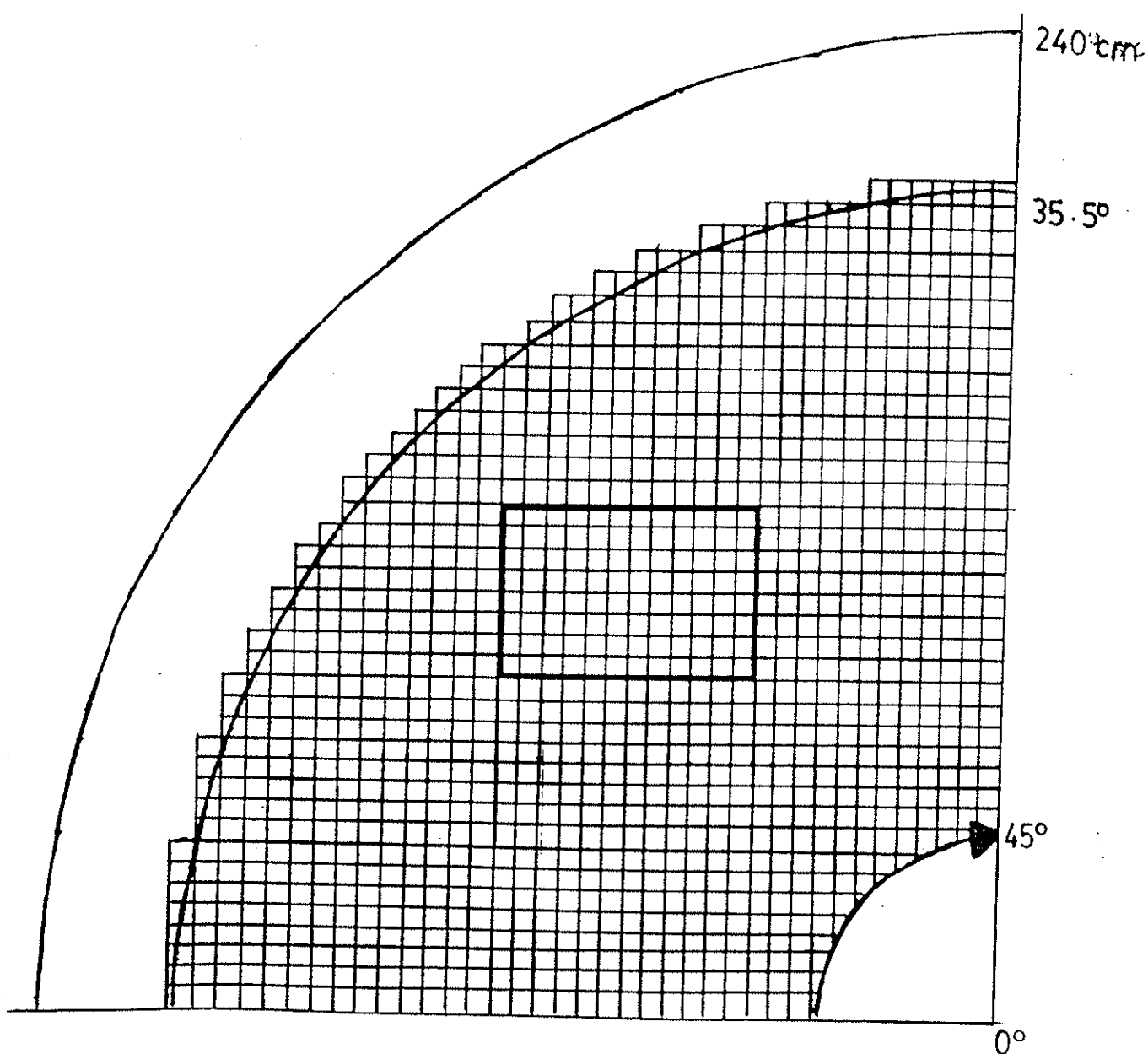
2.-Electrónica asociada 6.5cm.

3.-Soporte mecánico y cables 4 cm.

III.3.- CARACTERISTICAS ELECTRONICAS

En el campo de la electrónica, para el diseño del trigger lógico y recogida de señales, se adoptaron circuitos de flash de ADC que comenzaron siendo desarrollados en Padua con el fin de proveer de 16 señales de 6 bits en 0.8 microsegundos. Las correspondientes cartas ADC serán realizadas en "Fastbus standart"(III.4).

Figura III.3.-Calorímetro electromagnético "forward" de DELPHI.
Vista anterior de un cuadrante conteniendo
aproximadamente 1100 bloques de vidrio.
En negrita el primer módulo ensamblado.



En este montaje la señal eléctrica de los fototriodos se aumenta mediante amplificadores. La pequeña capacitancia del dispositivo y el uso de un tiempo razonablemente largo de interacción hacen que el ruido electrónico alcance valores equivalentes a 200 electrones. Este valor puede ser considerado como una pequeña perturbación comparada con la señal de los 7000 fotoelectrones que, por ejemplo, producirá la cascada de un electrón de 1 GeV. de energía incidente (III.5).

La ganancia de estos fototriodos da lugar a grandes amplificaciones con el consiguiente aumento de la resolución de energía. (III.6)

III.4.- RESPUESTA DEL FEMC . FUNCIONES. OBJETIVOS

III.4.a.- Respuesta del FEMC al paso de una partícula

La longitud de los contadores es de aproximadamente 20 longitudes de radiación como ya habíamos dicho, de forma que retenga más del 95 % de la energía de un electrón de 20 GeV. y más del 90 % de uno de 40 GeV. Las correcciones por pérdidas de energía modifican el valor absoluto de la resolución de energía en menos del 1 % a 20 GeV (III.4).

La resolución de energía y la linealidad de un contador prototipo, han sido determinados en una prueba con un haz de electrones de 6 GeV en DESY.

La resolución de energía predicha que es de $10\% / \sqrt{E}$, con E en GeV. fue confirmada experimentalmente, sin desviaciones en la respuesta lineal de los contadores.

La resolución global de energía de un calorímetro con un gran número de componentes se parametriza usualmente por la expresión $\Delta E / E = a + b / \sqrt{E}$. Basada en la experiencia adquirida en la utilización de otros calorímetros. El valor de "a" para el calorímetro es aproximadamente del 1 % , debido principalmente a errores de calibración y al ruido electrónico(III.7).

La posición transversa del centro de gravedad de la cascada se ha determinado en el experimento EHS en el CERN con un error de $\sigma = 8.2 / \sqrt{E}$ mm.con E de nuevo en GeV.(III.8).

Por último , un sistema de fibras ópticas individuales alimentado por un laser de gran poder conectado a la cara de las celdas permiten hacer el monitoraje con relativa estabilidad.

III.4.b.- Utilización en el estudio de jets

El comportamiento del detector en el caso de sucesos más complejos se espera que permita identificar los electrones procedentes de las desintegraciones de sabores pesados.

En el tipo de calorímetro que nos ocupa , la separación entre piones y electrones , o mas generalmente hadrones y electrones ,se realiza principalmente por medio de la comparación del momento , determinado a grandes ángulos por la camara TPC , con la energía medida por el detector(III.9).

Vamos a , explicar ahora, siempre de modo sucinto, el método de separación entre "showers" hadrónicos y electromagnéticos por métodos calorimétricos.

Experimentalmente , se observa que la principal diferencia entre ambos tipos de showers es su configuración geométrica ,ya que su anchura es diferente . Desde el momento en que pueden introducirse determinados criterios,tales como la medida de la dispersión :

$$D = \frac{\sum_{\omega} A_{\omega} r_{\omega}^2}{\sum_{\omega} A_{\omega}}$$

existe la probabilidad de detectar hadrones.En la figura III.4 se muestra una distribución bidimensional de la dispersión de las "cascadas" junto con la altura del pulso.

Como puede verse(III.10) en el caso de los "showers" electromagnéticos esta altura resulta practicamente independiente de la energía de la partícula incidente . Esta prueba se realizó con energías del haz comprendidas entre 5 y 40 Gev.

Asi pues , para partículas de baja energía el detector es perfectamente capaz de separar hadrones de electrones,y aún en el caso de que las energías sean superiores la razón entre las eficiencias de detección R (figura III.5),nos muestra que la eficiencia de separación es muy alta, aproximadamente del 95 % (III.10).

Una importante cuestión a tener en cuenta es la probabilidad de que un pión cargado y un fotón entren en un mismo bloque de vidrio de plomo dando lugar a un "falso electrón".Este proceso ha sido estudiado por métodos de Monte Carlo (figura III.6)(III.11).

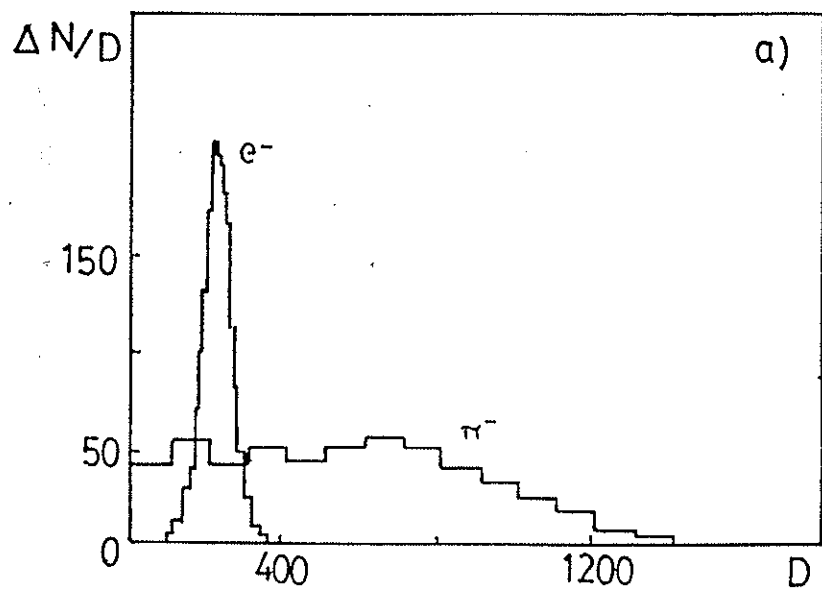


Figura III.4.-Diversas distribuciones de cascadas hadrónicas y electromagnéticas.

a.-Dispersión.

b.-Espectro de altura de pulso.

c.-Distribución de las coordenadas, en función del centro de gravedad de la cascada.

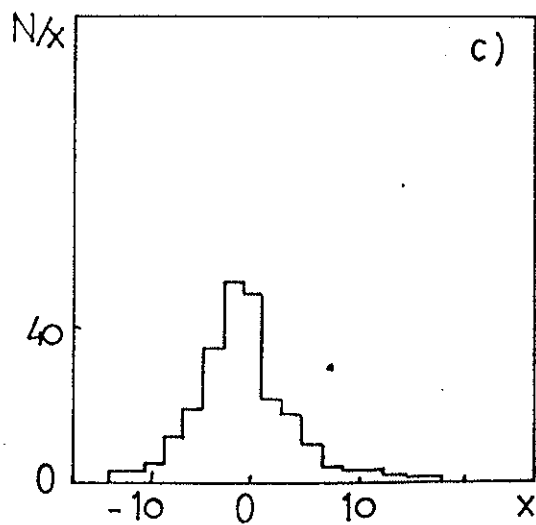
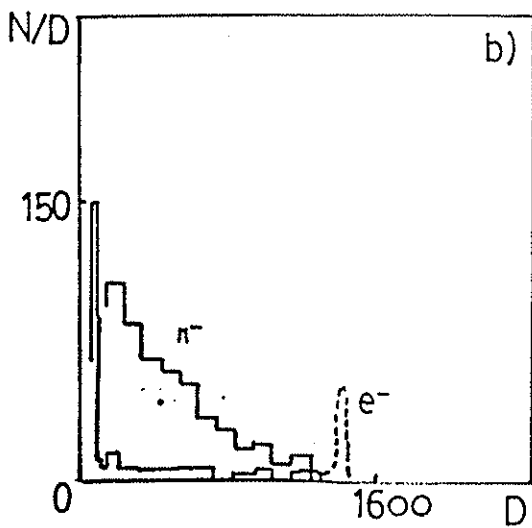
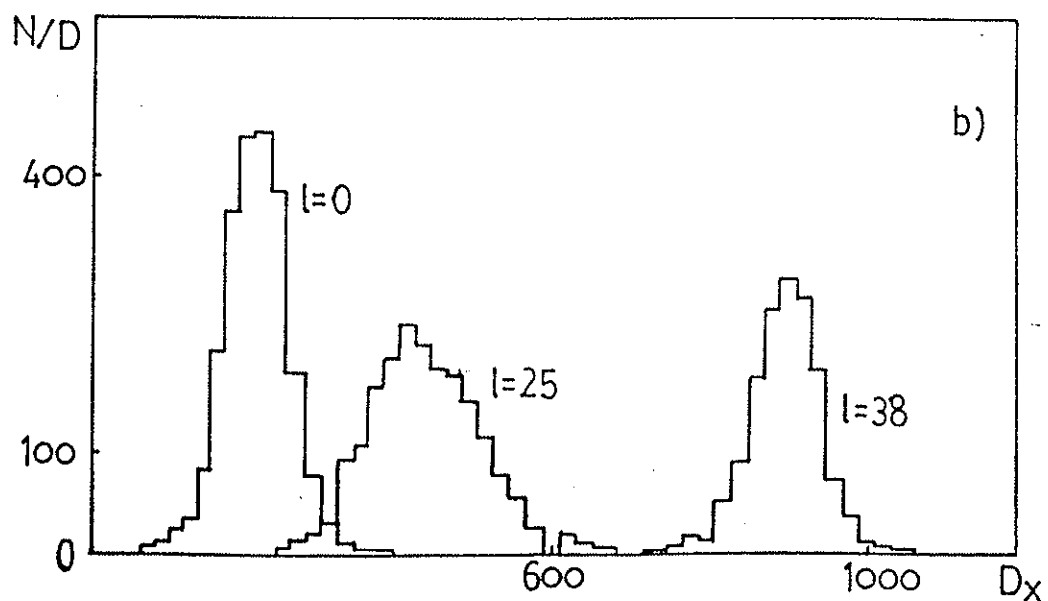
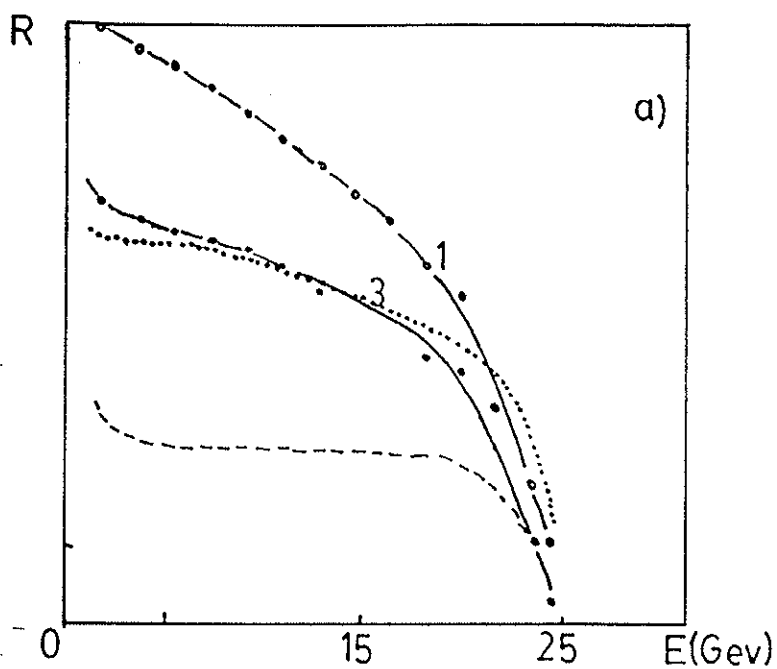


Figura III.5.-

- a.-Razón R de las eficiencias de detección de electrones y de piones a diferentes valores de la energía.
- b.-Distribución de la dispersión, en función de la distancia al centro de la cascada.



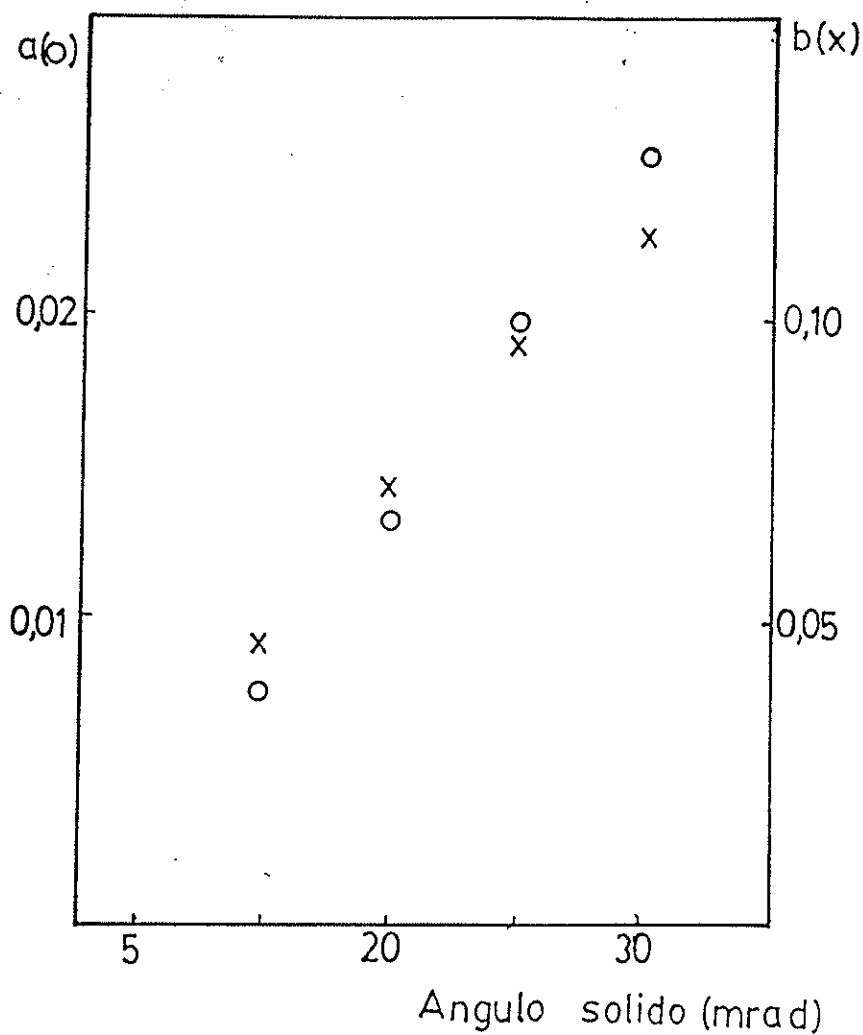


Figura III.6.-Probabilidad de solapamiento de un pi3n cargado y un fot3n, en el mismo bloque de vidrio de plomo dando lugar a un falso electr3n.

En la figura, a equivale a la fracci3n de fotones coincidentes con una traza cargada y b equivale a la fracci3n de sucesos coincidentes con tambien con una traza cargada.

Se llega a la conclusión de que con una granularidad de 15 mrad., un fotón y un pión se solapan solamente en menos de un 5 % de los sucesos , por lo que la probabilidad de encontrarse con un falso electrón se reduce a un 0.001 % , una vez realizada la comparación entre el momento medido y la energía perdida en el calorímetro electromagnético.

Por último queda analizar la posibilidad de lograr la separación entre piones neutros y fotones , puesto que al ser las dimensiones transversales de la cascada electromagnética las que marcan la separación entre dos fotones ,al estudiar una desintegración del tipo $\pi^0 \rightarrow 2\gamma$ con un detector que no tenga suficiente resolución en energía, los dos fotones generados serán considerados como uno solo siendo el confundido con un fotón que dará lugar a una cascada electromagnética. Así pues se concluye ,en éste sentido ,que tanto para la resolución de energía ,como para la separación espacial y discriminación de cascadas es preciso que el tamaño del estos sea menor que el tamaño de la pieza piramidal de vidrio.

Estudios de Monte Carlo realizados con energías comprendidas entre 5 y 10 GeV. demuestran que estos vidrios de 5 x 5 centímetros cuadrados de cara anterior permiten en el 95 % de los casos separar dos cascadas de la misma energía consiguiendose que los fotones no solapen.

III.5.- CONSTRUCCION DEL CALORIMETRO ELECTROMAGNETICO

PLAN DE TRABAJO

Con el fin de poder utilizar el calorímetro en el experimento DELPHI, ha sido necesario elaborar un programa de trabajo ,que se expone brevemente en los siguientes párrafos, una vez finalizada la etapa de diseño(III.12) .

El esquema del programa de trabajo para la construcción del FEMC es el siguiente :

- 1.- Fabricación de las piezas de vidrio de plomo y de las cajas que soportan los módulos así como el material electrónico necesario.
- 2.- Acoplamiento y calibración de aproximadamente 92 módulos , conteniendo 9200 contadores.
- 3.- Instalación de los fotodiodos y demás electrónica.
- 4.- Construcción del soporte mecánico.

Se acordó que el vidrio de plomo que debía utilizarse debería ser el producido por una de las marcas SCHOTT y CORNING , mientras que los fotodiodos se encargarían a una de las firmas PHILLIPS, EMI o HAMAMATSU.

Con este esquema las etapas a cubrir hasta el año 1988, se podían resumir así :

Año 1984 : Resolución de los problemas mecánicos ligados a la geometría :

- 1.-Montaje del primer módulo conteniendo 96 contadores de vidrio de plomo .
- 2.-Implementación del "software" a nivel de monitoraje ,calibrado y eficiencia energética.

Año 1985-86 : Análisis de las pruebas realizadas,toma de decisiones sobre el material a utilizar, desarrollo mecánico y electrónico y adopción el diseño final.

Año 1987-88 : Test en el CERN del detector FEMC final utilizando un haz monocromático de electrones con el correspondiente sistema de movimiento.

Ultimos controles y montaje para terminar dejándolo acoplado y a punto dentro del detector DELPHI total, dispuesto a comenzar la toma de datos cuando se realice el experimento dentro del LEP.

Capítulo IV:TEST DE PROTOTIPOS.ADQUISICION DE DATOS
=====

IV.1.- ESTRUCTURA Y CARACTERISTICAS DE LOS DOS PROTOTIPOS ENSAYADOS

En las figuras IV.1, IV.2 se muestran los armazones de dos módulos típicos de nuestro detector, en donde los 96 bloques de vidrio de plomo de cada uno puede distinguirse en su interior colocados en 12 columnas de 8 contadores cada una. El armazón de cada módulo, como ya se ha comentado está constituido de placas de acero no magnetizable tipo AINSI 316, con un espesor de 3 mm. para las paredes horizontales y de 1 mm. para las verticales.

La caja se refuerza internamente con placas verticales también de 1 mm. de espesor situadas, entre cada dos columnas de contadores. Estas placas permiten también fijar los bloques en posición.

La resistencia del armazón es tal que bajo la presión de 2 N/cm que cabe esperar la deformación de las placas horizontales inferiores resulta ser, lineal y menor de 2 mm.

Finalmente, durante las pruebas cada módulo fue instalado sobre una plataforma dotada de cuatro movimientos independientes (MAGILLA), dos rotaciones y dos traslaciones, que hacen posible elegir para cada bloque, no solo su posición, sino el ángulo que forma su eje con respecto al haz. Los movimientos de la plataforma se controlan en cada caso mediante un procesador G64, que será adosado en el futuro al correspondiente sistema de monitoraje.

Con el fin de realizar las calibraciones dentro del campo magnético fue construida una plataforma especial con movimientos exclusivamente traslacionales (IV.1). En este sentido, conviene anticipar que los módulos finales llevarán railes para permitir su extracción sin perturbar al resto de los otros detectores de DELPHI colocados en la proximidad de nuestros módulos.

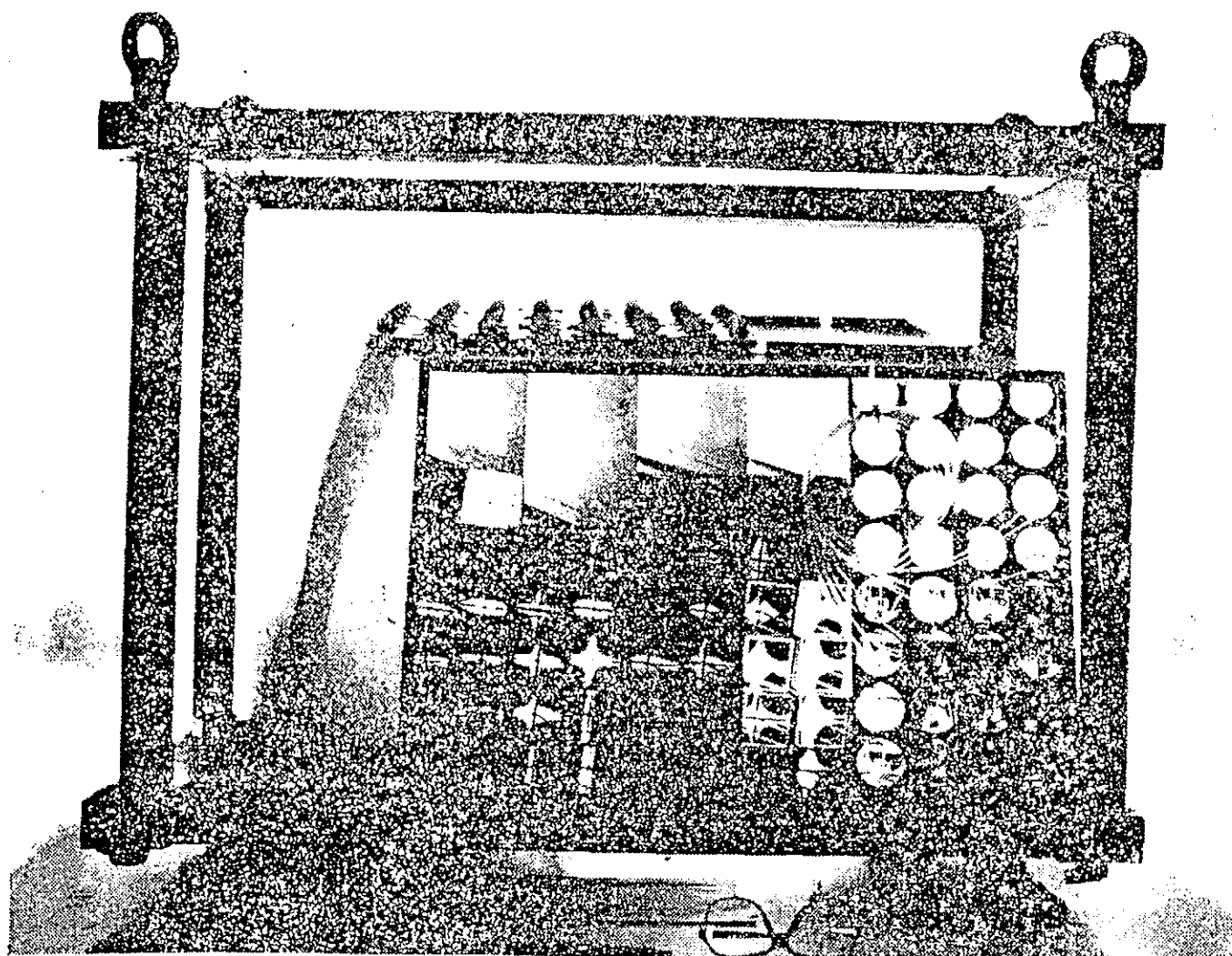


Figura IV.1.-Fotografía del primer prototipo del detector.

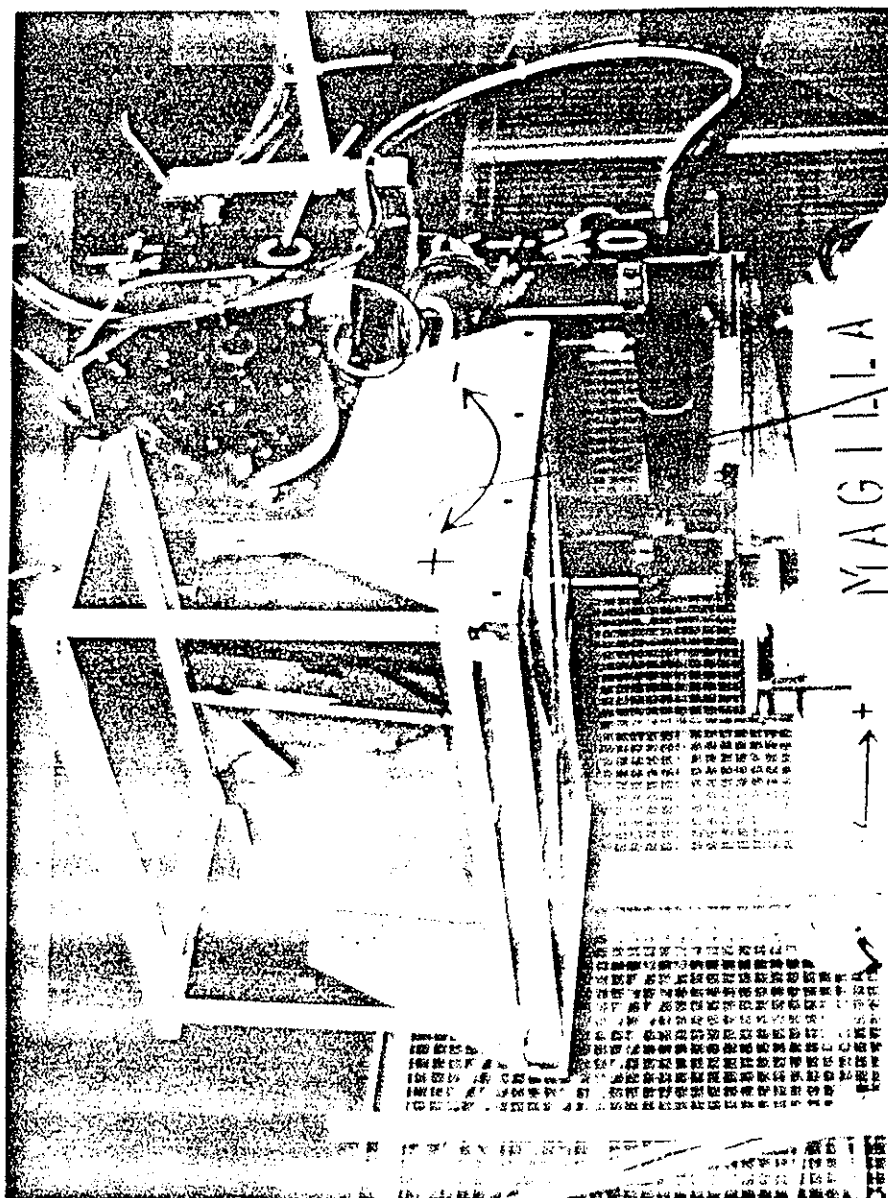


Figura 17.2. Fotografia del segundo prototipo del detector.

En la figura IV.3 se muestra un bloque de vidrio revestido de mylar. La utilidad de este mylar, que posee una cara anterior de aluminio y una cara exterior ennegrecida, es permitir evitar en parte la pérdida de energía radiante, apantallando unos radiadores respecto a los otros. En la misma figura se muestran dos tipos diferentes de triodos, que serán acoplados al vidrio por medio de grasa de sílica.

Veamos ahora los diferentes componentes utilizados en ambos prototipos.

IV.1.a.-Primer prototipo (figura IV.4)

Se utilizaron tres tipos diferentes de vidrio. Dos de ellos ligeros, con una longitud de radiación de 22 mm, el SF1 de Schott y el Ceren22 de Corning, y otro pesado, de Xo 17 mm, el SF6 de Schott. Con el fin de que el detector tuviese las veinte (IV.2) longitudes de radiación deseadas, es preciso que posean una longitud total de 440 mm y 340 mm respectivamente.

Con el fin de determinar el tipo de triodos que debe utilizarse se realizaron ensayos con:

31 triodos Hamamatsu R2184

18 triodos Philips XP1201

8 triodos EMI D435

Los triodos, en todos los casos se adosaron a fototubos para evitar el efecto pantalla producido cuando se trabaja en campo magnético y disminuir el ruido del preamplificador. Estos preamplificadores, basados en detectores de estado sólido, e inicialmente fabricados por la marca LABEN fueron modificados por el grupo de Padua con el fin de lograr una mejora considerable en la respuesta de los triodos (IV.3).

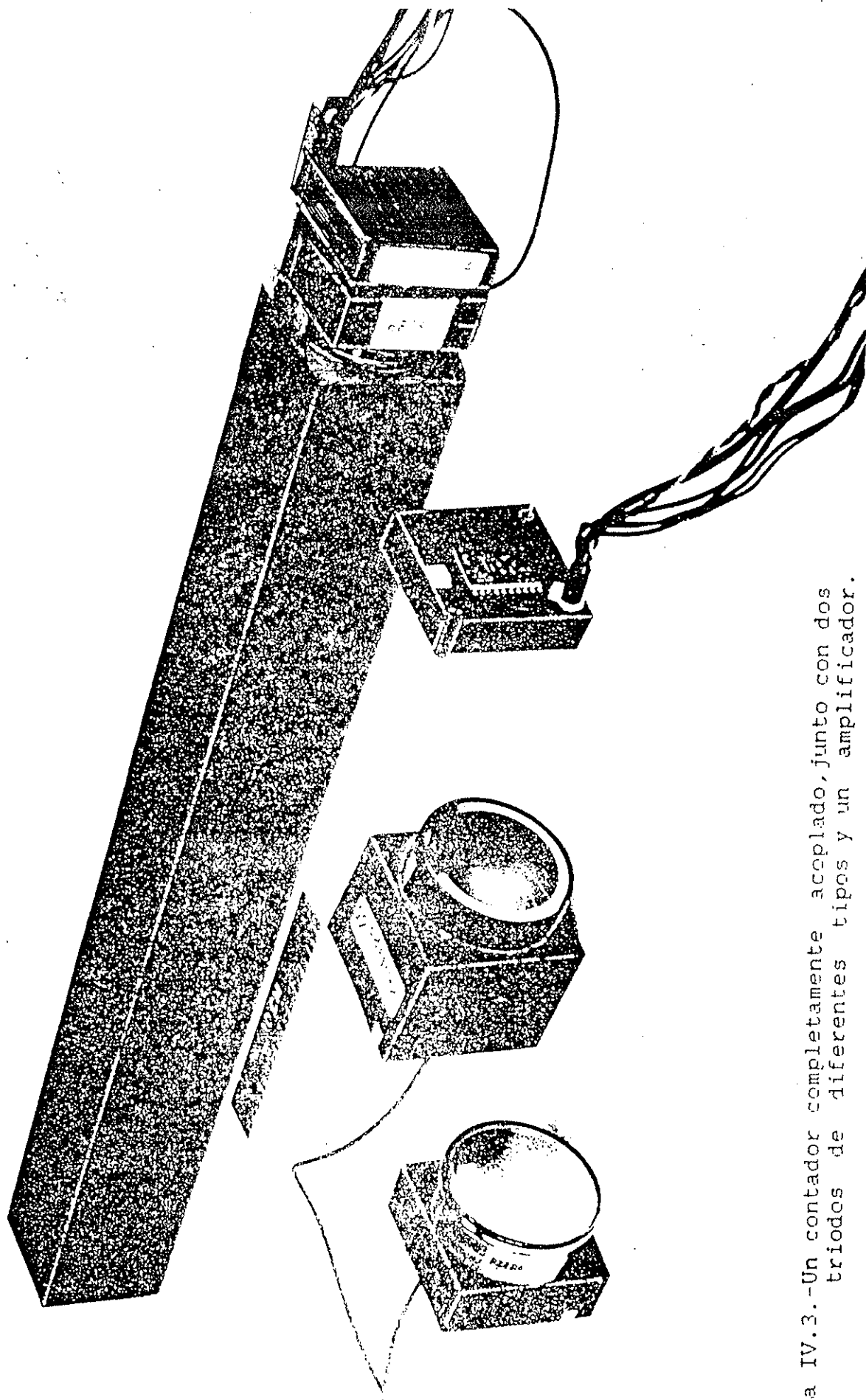


Figura IV.3.-Un contador completamente acoplado, junto con dos triodos de diferentes tipos y un amplificador.

A la hora de realizar las experiencias de prueba, las salidas de estos preamplificadores se conectaron a los amplificadores colocados en la sala de control, por medio de un cable múltiple de 40 m., en la misma forma en que estarán dispuestos en la configuración final.

IV.1.b.-Segundo prototipo (figura IV.5)

Uno de los resultados obtenidos en el primer test, como se verá en el capítulo siguiente, fue el llegar a la conclusión de que, en los cristales pesados la luz que atraviesa el detector es menor en un 40%, de la que atraviesa los vidrios ligeros; por esta razón en el ensayo en este segundo prototipo han sido utilizados solamente vidrios ligeros, en particular vidrios SF1 y C22.

En cuanto a los triodos, se han utilizado :

50 Hamamatsu de 5 tipos diferentes (Fig. IV.6)

16 Philips

6 EMI

aprovechando en este caso el comportamiento bipolar, con el fin de disminuir en lo posible el exceso de ruido que se observó en el ensayo del primer prototipo, y que se debieron principalmente a vibraciones mecánicas de origen acústico.

Por otra parte el electroimán que se ha utilizado producía un campo magnético de 1.2 Teslas homogéneo sobre toda la superficie del detector.

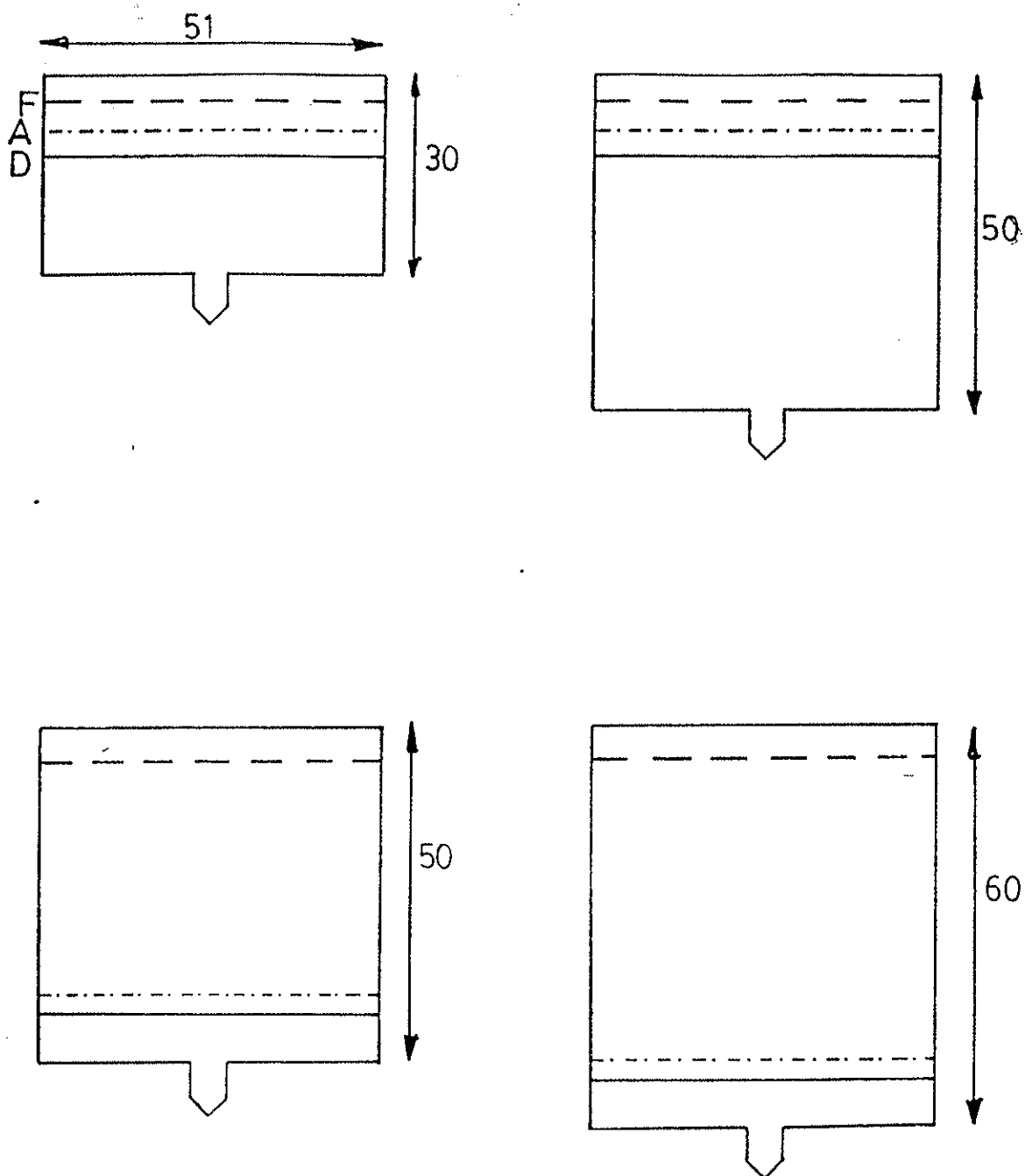


Figura IV.6.-Cuatro de los diferentes tipos de triodo Hamamatsu utilizados en el segundo modulo prototipo.

IV.2.-MONTAJE DEL DISPOSITIVO.CARACTERISTICAS EXPERIMENTALES DE LA INSTALACION.

IV.2.a.-Primer prototipo

Durante el verano de 1984 fue instalado en el CERN y ensayado el primer módulo del FEMC, realizandose una experiencia de prueba con el haz X7 de electrones de energia "standard" 20 Gev. del supersincrotrón de protones (SPS)(IV.2).

La focalización y anchura del haz fueron definidas por dos cámaras de proyección multifilar o MWPC (Multiwire project chamber) con 5 planos cada una. Estas cámaras se situaron a 10 y 24 metros de distancia , respectivamente, del modulo.

La energia del haz incidente pudo variarse entre 2 y 30 Gev., con una anchura de $\sigma/E = 0.5 \%$.

La intensidad del haz, fue de 2000 partículas por pulsación ("spill") Cada pulsación dura 2.2 segundos. Cada contador pudo centrarse en el haz con su eje longitudinal alineado en la dirección del mismo.

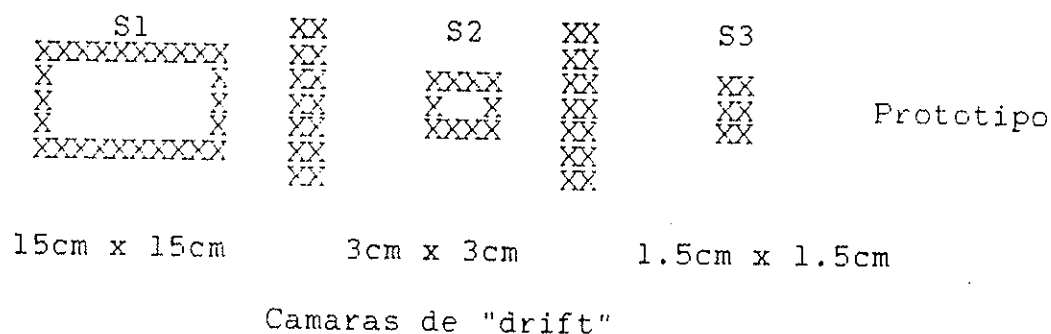
Con el fin de calibrar la respuesta en energia del bloque detector, se registraron 2000 cascadas por bloque.

Para poder realizar un estudio adecuado de la precisión espacial, se requiere, a baja energia, una gran calidad del haz, esto es, un haz muy colimado, por lo que fue preciso realizar una prueba especial en el sincrotrón de protones (PS) del CERN. En esta experiencia se expuso al haz de electrones de 5 Gev. un detector constituido por una pequeña matriz de siete bloques de vidrio. El tamaño del haz fue definido por pequeños centelleadores de (80 x 3 mm) situados frente a los bloques de vidrio. En ambos casos, con

el fin de obtener una señal adecuada que hiciera dispararse los dispositivos de toma datos cuando el suceso producido se adaptase a las características deseadas, se diseñó por los grupo de Trieste y Padua un sistema lógico ("trigger") cuyas características se muestran en la figura IV.7.

IV.2.b.-Segundo prototipo

En mayo de 1985 se llevó a cabo la instalación de un segundo prototipo, que fue sometido a un experimento de prueba dentro y fuera de un campo magnético. La experiencia se realizó en uno de los haces secundarios, el X6, del PS del CERN, de 20 GeV de energía "standard" y con posibilidad de variarla en una amplia gama comprendida entre 7 y 40 GeV. En la figura se muestra un esquema del dispositivo utilizado en esta experiencia de prueba.



donde S1 es un contador Cerenkov y S2 y S3 contadores de centelleo. Las distancias de las cámaras al prototipo son 7.45 y 8.45 metros, respectivamente, siendo la intensidad del haz 4800 partículas por pulsación, de las cuales solo el 85% son utilizadas por el sistema de adquisición de datos, debido a las pérdidas originadas durante el tiempo

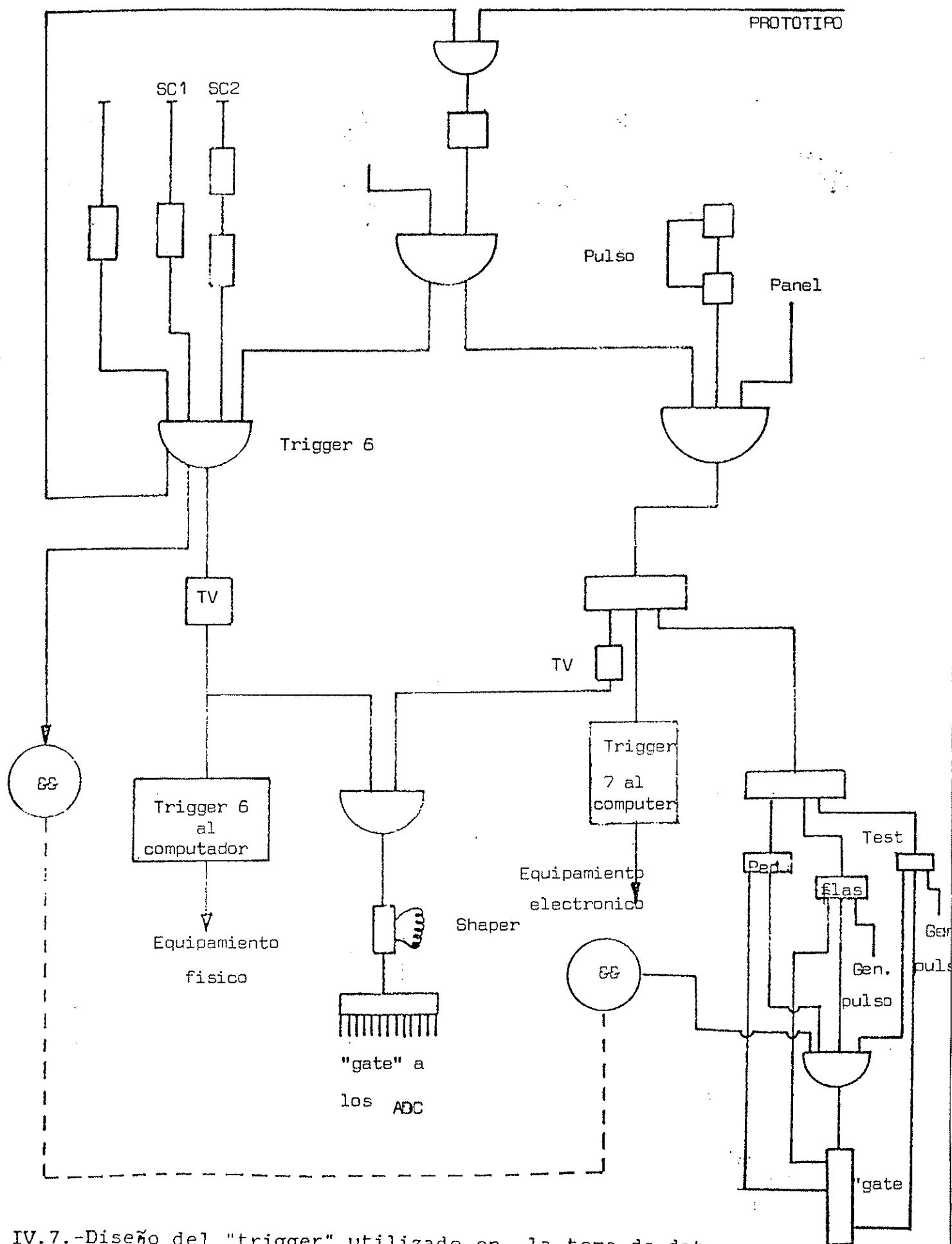


Figura IV.7.-Diseño del "trigger" utilizado en la toma de datos del primer modulo detector. Tiempo total de "delay" 135 ns.

muerto(IV.4).

El esquema del sistema lógico utilizado ,en este caso, se muestra en la figura IV.8.

IV.3.- POSIBLES SOLUCIONES A ADOPTAR EN EL DISEÑO DEL "TRIGGER" LOGICO A UTILIZAR POR EL DETECTOR FEMC

Dentro del la Colaboración DELPHI parece ir tomando cuerpo , poco a poco, la idea de establecer un segundo nivel de "trigger" común para todos los calorímetros del experimento y una conversión rápida analógico-digital FADC (Fast Analogic Digital Conversion), para cada una de las señales, que provengan de la electrónica de los diferentes detectores calorimétricos. Asimismo parece muy apropiado, a tenor de lo que ocurre en la experiencia L3, reconstruir el total de la energía depositada a través de la señal suministrada por un único fotón (incluidos los "scatering" Bhabha), lo que implica una segmentación del mismo tipo que los calorímetros hadrónicos, es decir con geometría esférica, que contemple ángulos polar y azimutal. Para ello habría que modificar la estructura "en panel" propia del calorímetro, en la citada, en los 500 μ sec. utilizados para la digitalización , después del segundo nivel de decisión.

Ahora bien , aunque el primer nivel de segmentación del "trigger" es considerado como un problema interno de cada detector , en el segundo nivel , la coordinación del experimento impone ya el tipo de segmentación a utilizar a la hora de definir nuestro "trigger".

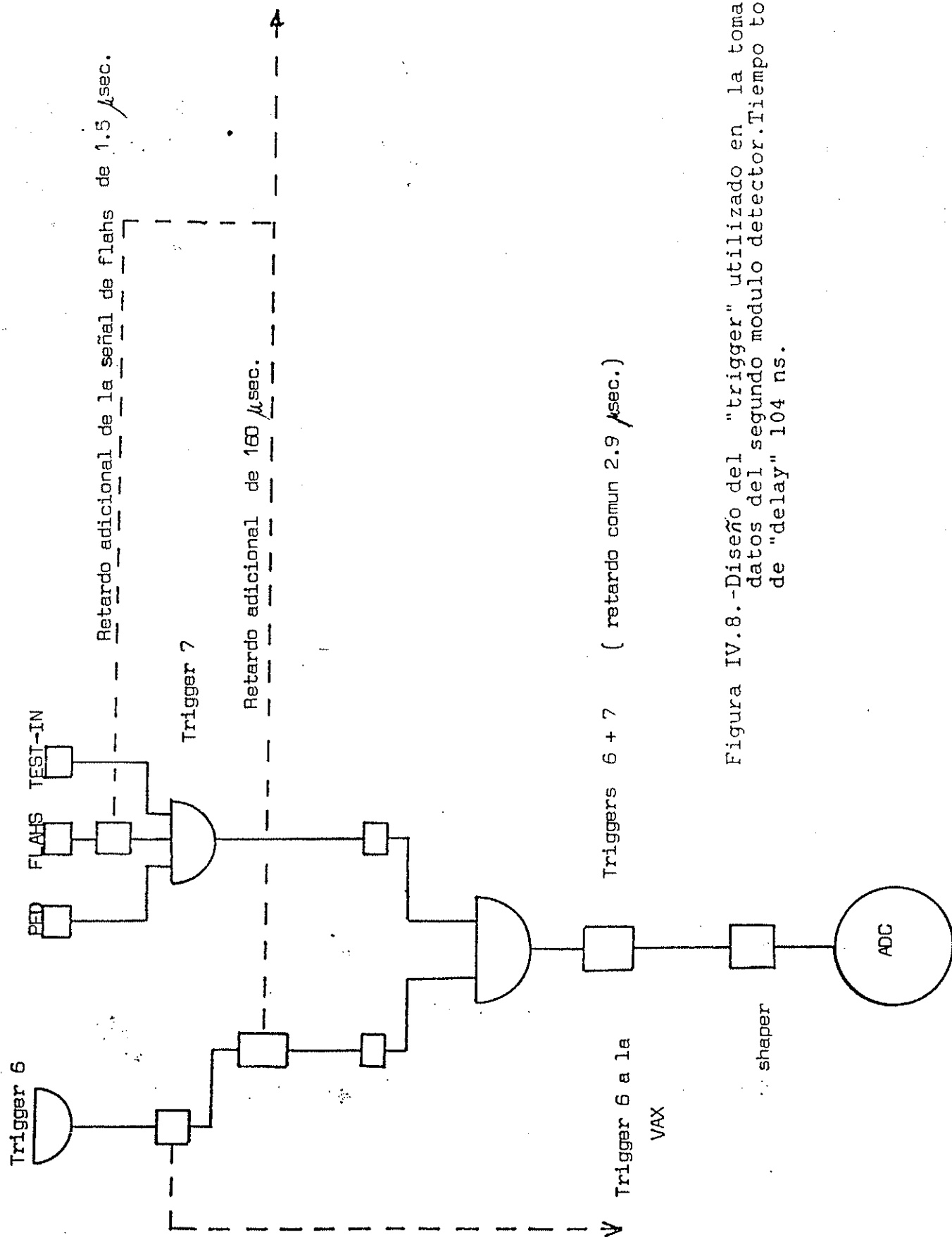


Figura IV.8.-Diseño del "trigger" utilizado en la toma de datos del segundo modulo detector. Tiempo total de "delay" 104 ns.

En este aspecto hemos de optar entonces por una de estas dos soluciones (IV.5):

1.- Solución "HARD-WIRED" . Consiste en realizar la suma de un grupo de canales en (θ, ψ) . Debido a la mecánica del montaje de nuestro detector , cada amplificador estaría conectado a un número muy grande de conectores (aproximadamente 1200) debido a la necesidad de reprocesar los canales (x, y) a los (θ, ψ) .

2.- Solución "LOOK-UP" . Adopta un cuadrado de 4 x 4 grupos de canales y transforma (x, y) a (θ, ψ) via una equivalencia preestablecida . La ventaja radica es que al considerarse grupos de dieciseis canales se evitan un gran número de cables y conectores. La desventaja es que debemos ser capaces de dar una información razonable de la deposición de energía en la región (θ, ψ) tomando los centros de gravedad de los "cluster" y la correspondiente transformación de coordenadas (tiene sin embargo otra ventaja como es que este sistema en dos dimensiones ya ha sido implementado en la experiencia UA2 , con lo cual disponemos del correspondiente esquema de digitalización lo cual hace de este sistema un atractivo candidato) .

IV.4.- TOMA DE DATOS.

IV.4.a.-Sistema de adquisición de datos

Las señales de salida fueron digitalizadas con ADC's Lecroy 2280 de 12 bit utilizando una "puerta" de 150 nanosegundos segundos. Los datos fueron leídos por CAMAC, adosado a una VAX 750 y registrados en cinta magnética para su posterior análisis offline.

Los preamplificadores están basados en un híbrido comercializado por LABEN, tipo 5254, modificados para lograr una baja capacitancia.

En la figura IV.9 se muestran los diferentes tiempos de procesamiento de la señal :

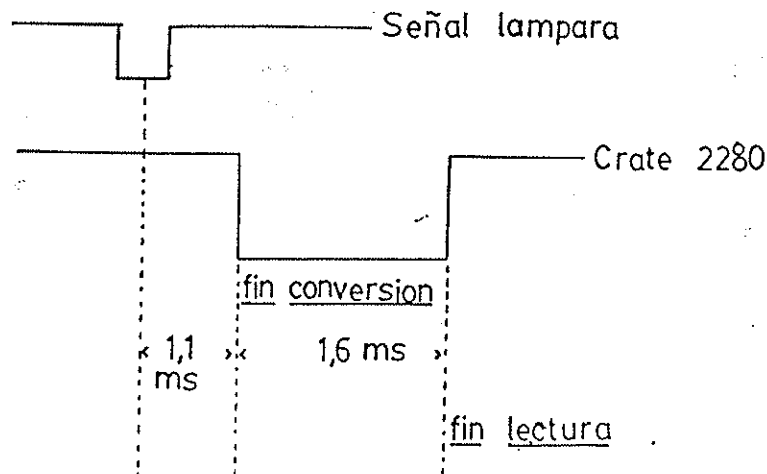


Figura IV.9.- Tiempos característicos de procesamiento de la señal.

Como puede verse el "readout" de la crate 2280 tiene lugar aproximadamente 1.6 milisegundos después de finalizada la conversión de los datos, conversión que se realiza en los 1.1 milisegundos que siguen a la señal de la luz de monitoreo con lo cual se dispone de un tiempo muerto de 500 nanosegundos que permiten comenzar la lectura, después de la conversión total de los datos.

IV.4.b.- Sistemas de monitoreo. Programa "on line".

Como fuente de fotones para excitar al material detector del calorímetro se ha adoptado una lámpara de flash de Xenon de EG86, en lugar del láser de nitrógeno excitado en la región azul que se pensaba en principio, por analogía con el método utilizado en los dos calorímetros de EHS.

La distribución de esa luz en los contadores se ha realizado con dos técnicas diferentes :

1.- Mediante fibras ópticas individuales que tocan a cada uno de los contadores situados sobre un pequeño prisma de plástico difusor , en la cara opuesta al triodo(ver figura IV.10).Este acoplamiento del sistema de monitoraje optico hace que el módulo de acero, contenedor del material absorbente, no pueda ser cerrado en la cara correspondiente al triodo.Si se cerrase esta parte aumentaría el output de señal en un 10 % aproximadamente, como pudo comprobarse en la prueba realizada sobre el primer prototipo.

2.- Mediante placas de plexiglas colocadas frente al módulo, iluminadas en las cuatro esquinas con fibra optica y difundiendo la luz en los contadores por medio de pequeños cilindros pegados sobre las propias placas , es decir, actuando estos como guías de luz .

La decisión sobre la técnica a utilizar en posteriores prototipos así como para el detector total ,dependía del estudio de la estabilidad de ambos sistemas . Para ello,

se estudiaron los cocientes entre las señales producidas al iluminar cada uno de los contadores y obtenidas al comienzo y al final ,respectivamente de la experiencia. De los dos sistemas instalados ,la placa única actuando como guía de luz mostró mayor estabilidad (0.25 %) entre contadores (figura IV.11) (IV.6).

Los programas de monitoraje realizan un análisis total y detallado del equipo,mediante la ejecución de pruebas sobre cada uno de los aparatos accediendo al CAMAC bajo control del usuario, generalmente en los tiempos muertos entre las tomas de datos.

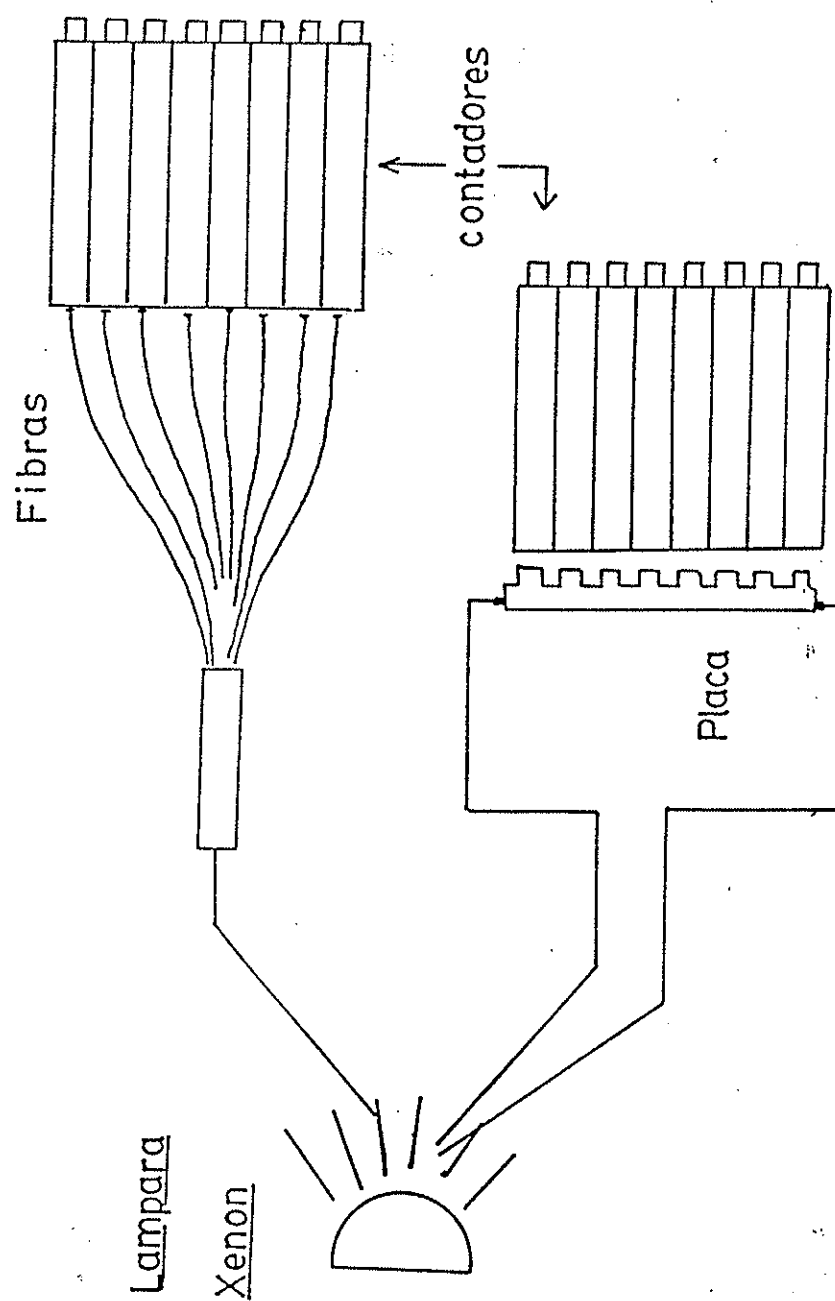


Figura IV.10

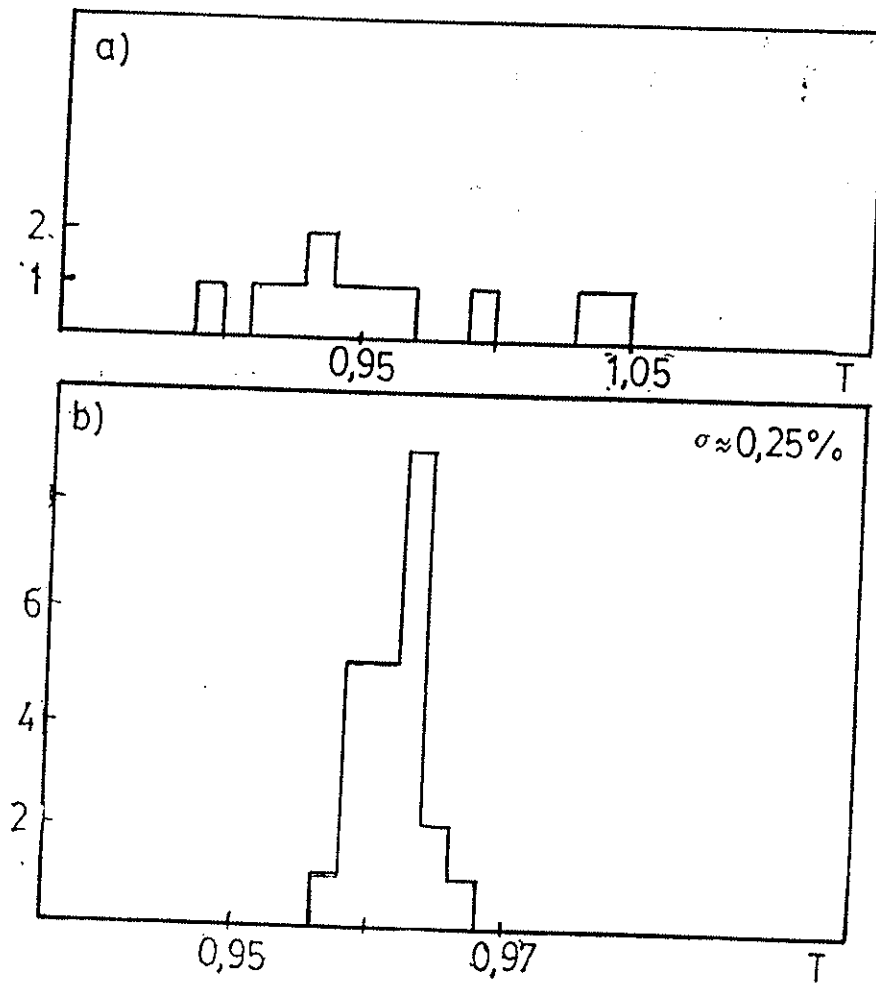


Figura IV.11.-Estabilidad T , de los sistemas de monitoraje.
a) Caso de fibras ópticas.
b) Caso de una única placa de pléxiglass.

$$T = \frac{\text{señal flash (comienzo experiencia)}}{\text{señal flash (final experiencia)}}$$

A su vez el control de los programas se lleva a cabo por medio de PILOT(Overall on-line control program) que posee dos funciones(IV.7):

- 1.- Control del acceso a las terminales.
- 2.- Ejecución ordenada de los programas de monitoraje.

El monitoraje "on-line" consiste en procesos PILOT que controlan la ejecución de todos los procesos de este tipo en el sistema "on-line", mas otros varios procesos del sistema, incluyendo procesos de presentación de la información(PRES) y procesos de control de "run".

Todos los procesos de monitoraje se inicializan por medio de PILOT que informa en la pantalla mostrando la gama de todas las opciones del sistema "on-line".El operador entonces selecciona la opción apropiada de este "menu" para comenzar un proceso particular. Una vez que el proceso ha comenzado,debe utilizarse el mismo mecanismo, para posteriores comunicaciones.

Para registrar el proceso a ejecutar, bajo el sistema "on-line", el usuario debe transmitirlo en forma de siete rutinas básicas,gobernadas por un proceso determinado de control.Estos procesos típicos se muestran en el apéndice de programación al final de la Memoria, junto con el listado de nuestro programa "on-line", que es una adaptación del programa FIBGLASS del calorímetro de la experiencia EHS del CERN.

IV.4.c.- Primer prototipo.Toma de datos.

En la experiencia de ensayo que se ha realizado entre el 25 de Agosto y el 3 de Septiembre de 1984 , se expuso el primer prototipo de nuestro detector a haces de electrones de diversas energías del SPS del CERN en el Area Norte que contenia vidrios de plomo de distintas características y montados sobre una plataforma prototipo(IV.8).

El programa de toma de datos que se llevó a cabo fue el siguiente:

0.- Calibración del detector.- Para llevar a cabo el calibrado de este primer prototipo se realizó un barrido de haz sobre todos y cada uno de los bloques de plomo.

1.- Estudio de resolución en energía y linealidad.- Para realizar este estudio se centró el haz sobre los ADCs 22,24,8,6,9 haciendo incidir en cada caso 20.000 electrones de 20 Gev. .La experiencia se repitió tomando los mismos sucesos para las energías 5,10,20 y 30 Gev. con el fin de calcular la resolución en energía del detector.

2.- Resolución espacial.- Esta característica del detector fue estudiada en regiones de vidrio C22 (o SF1) y SF6 tomando datos con un haz de aproximadamente 5000 electrones,a intervalos de 5 mm.,hasta barrer el bloque correspondiente,o sea 5 cm.. Esta experiencia se realizó para diferentes posiciones del módulo,de modo que para cada posición se realiza la toma de datos a 0°,2° y 4° con respecto al eje del haz.

3.- Espacio muerto.-En el montaje del prototipo se tuvo muy presente la necesidad de estudiar la respuesta del

detector en los espacios muertos formados por las paredes de acero que sustentan los bloques de vidrio de plomo.

Se han preparado tres zonas ,marcadas en la figura IV.12, con las letras a ,b y c ,que simulan las paredes de que dispondrá el calorímetro final.

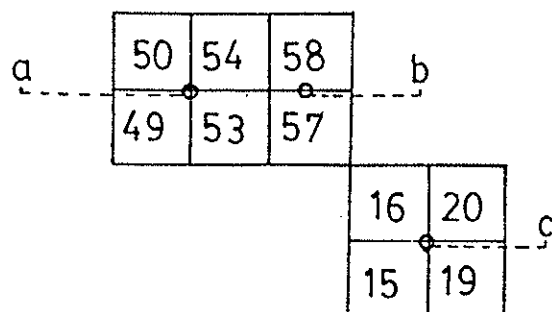


Figura IV.12.- Estudio de espacios muertos.Puntos fijados.

La toma de datos se ha realizado centrando el haz en los tres puntos citados , con una estadística de unos 20.000 electrones y a ángulos de 0° , 2° y 4° con respecto a la normal del bloque. En las posiciones a y b con respecto al plano horizontal y en la c con respecto al plano vertical.

4.-Incidencia de electrones a gran ángulo.- Con el fin de estudiar la respuesta del detector para grandes ángulos de incidencia se tomó una media de 5000 electrones a ángulos de 10° , 20° y 30° con respecto a la normal del bloque detector.

5.- Recalibrado.- Con el fin de observar si se reproducían los resultados se repitió la calibración total con un haz con electrones a 20 Gev.

6.- Producción de showers hadrónicos.- Durante el tiempo en que se realizó la experiencia de ensayo de la TPC,

5.- Calibración a gran ángulo .- Fijando el ángulo en el plano horizontal y variandolo en el plano vertical, en el intervalo (+30,-30), se realizó un calibrado con el fin de estudiar la respuesta del detector a partículas secundarias provenientes de cascadas producidas en la materia anterior al calorímetro.

6.- Resolución espacial.- De modo semejante al caso del primer prototipo, fueron tomados datos con el fin de realizar un estudio de la resolución espacial del detector.

7.- Espacios muertos.- Como en el prototipo anterior existen espacios muertos debidos al acero de las paredes del modulo contenedor .Con el fin de estudiar el efecto de estos espacios muertos sobre la respuesta del detector, se expuso el prototipo al haz formando angulos de cero y treinta grados con respecto al eje de los diferentes bloques.

8.- Cascadas hadrónicas .- Utilizando un haz de piones de 20 Gev. , se tomaron datos de la respuesta del detector a cascadas hadrónicas .

9.- Estudio del comportamiento de los nuevos tipos de amplificadores modificados por varios de los laboratorios colaboradores.

10.- Finalmente se dedicaron unas horas a testear una fila de detectores destinados a paliar los posibles efectos de bordes producidos en las superficies exteriores de los modulos prototipos.

tomamos sucesos exponiendo el prototipo a un haz de hadrones , tambien a diferentes ángulos. El análisis de estos sucesos puede resultar interesante para comparar los vidrios ligeros y pesados.

IV.4.d.- Segundo prototipo. Toma de datos

A continuación vamos a resumir el programa de toma de datos que se llevo a cabo para estudiar la respuesta del segundo prototipo:

1.- Calibración de los contadores.- El calibrado de los contadores se ha llevado a cabo centrando en cada caso el haz de electrones sobre cada bloque. Paralelamente fueron tomados todos los datos de tipo electrónico(IV.9).

2.- Estudio de resolución en energía y de linealidad.- Haciendo variar en este caso la energía del haz entre 7 y 40 Gev., se tomaron datos con el fin de realizar un estudio tanto de linealidad como de la resolución en energía del detector .

3.- Nueva calibración .-Se llevó a cabo una recalibración del módulo colocandolo en este caso a ángulo cero ,tanto vertical como horizontal, con respecto al haz, dado que esta será en principio su disposición dentro del campo magnético en el momento de la experiencia.

4.- Niveles de ruido .-Fueron tomados datos relativos a los niveles de ruido alcanzados por nuestro sistema detector, tanto en comportamiento unipolar como bipolar , de los triodos amplificadores.

IV.4.e.-Toma de datos en campo magnético

Sobre el segundo prototipo del detector se realizó una toma de datos insertando el módulo en un campo magnético uniforme de 1 Tesla con el fin de estudiar posteriormente la respuesta de los triodos en condiciones semejantes a aquellas en las que se trabajará en la experiencia DELPHI.

Podemos, en este caso resumir los datos :

A.- Calibración del módulo con $\theta = 0^\circ$ y $\theta = 4^\circ$, fuera del campo magnético puesto que son finalmente estos los valores de ángulos horizontal y vertical que el detector poseerá, respecto del haz, una vez colocado dentro del magneto.

B.- Calibración dentro del campo magnético, a diferentes intensidades de campo y abarcando los diversos tipos de módulos amplificadores utilizados.

Para estudiar el posible efecto de memoria del material al campo magnético, las intensidades fueron :

$$I = 0 \text{ A}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

$$I = 2000 \text{ A}$$

$$I = 1000 \text{ A}$$

CAPITULO V : TEST DE PROTOTIPOS.ANALISIS DE DATOS
=====

INTRODUCCION

En el capítulo precedente, hemos expuesto los objetivos que se perseguían en la realización de los ensayos que se llevaron a cabo con ambos prototipos. En el cuadro adjunto se recogen las características que hay que determinar a partir de los datos tomados en dichas experiencias de prueba, fundamentalmente para comparar los diferentes componentes del detector en cada caso.

La utilidad de estos ensayos radica en que constituyen una primera orientación para un seguimiento eficaz del proceso que ha de conducirnos a tomar decisiones definitivas en todos los aspectos respecto al módulo final.

TABLA V.1: Resumen de los datos a analizar en un ensayo.

Medidas a realizar		Magnitud característica	
Comparación de vidrios	Ganancia del triódo G	Número de fotoelectrones	
	Amplificación electrónica A	N = $\frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1}{A} \cdot \frac{1}{G}$	
	Coefficiente calibración α		
Comparación de triódos	Ruido electrónico		
	Ganancia		
	Comportamiento en campo magnético		

V.1.- PROGRAMACION DEL ANALISIS DE DATOS

Durante el verano de 1984 fue puesto a punto el programa " FEMC ", de análisis de datos , incluyendo la reconstrucción de "cascadas" que se encuentra detallado en el Apéndice de programación correspondiente y a partir del cual se han logrado los resultados que se exponen.

Los programas utilizados han sido:

A.- INICOM : Programa de reconstrucción de la geometría del detector.

B.- CALFEM : Programa de análisis de los datos tomados en las diferentes experiencias y recogidos en cintas magnéticas .

V.2.- ESTUDIOS REALIZADOS SOBRE LAS CONSTANTES DE CALIBRACION

El método utilizado en el cálculo de las constantes de calibración para los dos prototipos es el de la matriz inversa que puede representarse por la expresión(V.1):

$$-\frac{\delta}{\delta \alpha_T} \left(\sum_{\xi} \left(\sum_{\kappa} A_{\kappa \xi} \alpha_{\kappa} - E \right)^2 \right) = 0$$

TABLA V.2 : Resultados obtenidos en el test del
primer prototipo .

	ADC	TRI	GLS	RMS (el)	RMS cnt	CALIB coef	GAIN	CNT/ 100e	EL/ Gev	FLASH cnt	FLASH Gev	RMS Mev
1		HAM	C22	358.	4.7	18.1	10.7	13.0	396.	360.	6.5	85.1
2		HAM	SF1	413.	5.7	11.8	9.7	13.9	629.	1815	21.4	67.3
3		HAM	SF1	383.	5.5	10.3	10.0	14.3	581.	1106	11.4	56.7
4		HAM	SF1	351.	4.9	12.4	9.9	14.0	584.	562	7.0	60.8
5		HAM	C22	351.	6.0	13.6	9.2	16.2	492.	1721	23.4	51.5
6		HAM	SF1	386.	5.7	9.5	9.5	14.9	745.	2488	23.6	54.1
7		HAM	SF1	363.	4.9	12.4	9.8	13.4	615.	1220	15.1	60.8
8		HAM	SF1	378.	5.4	11.4	8.7	14.3	631.	717	8.2	61.6
9		HAM	C22	366.	5.4	14.7	8.5	14.3	560.	773	11.4	76.4
10		HAM	SF1	330.	4.5	10.6	9.8	13.6	709.	1527	16.2	47.7
11		HAM	SF1	396.	4.8	13.2	11.2	12.0	563.	1136	15.0	63.4
12		HAM	SF1	385.	7.1	9.7	7.7	18.4	727.	1015	9.8	68.9
13		HAM	C22	319.	4.6	12.2	9.1	14.3	628.	565	9.9	56.1
14		HAM	SF1	356.	6.4	10.2	7.8	18.1	695.	974	9.9	65.3
15		HAM	SF1	366.	5.2	10.3	10.2	14.3	667.	1115	11.5	53.6
16		HAM	SF1	362.	5.0	13.4	9.7	13.8	559.	938	12.6	67.0
17		HAM	C22	313.	5.7	8.9	0.0	18.2	0.	739	6.6	50.7
18		HAM	C22	390.	6.3	8.9	0.0	16.3	0.	1071	9.5	56.1
19		HAM	C22	372.	6.4	9.7	7.6	17.3	784.	973	9.4	62.1
20		PHI	C22	317.	6.0	9.7	10.1	15.9	657.	837	9.1	77.6
21		HAM	C22	366.	6.5	9.5	9.9	17.9	596.	807	7.7	61.8
22		HAM	C22	376.	6.7	9.6	8.8	17.9	662.	1490	14.3	64.3
23		HAM	C22	356.	6.3	10.8	9.2	17.8	565.	1189	12.8	68.0
24		PHI	C22	372.	6.4	4.8	16.0	17.3	752.	1932	17.3	30.7
25		HAM	C22	360.	6.6	16.2	8.0	18.4	419.	1083	17.5	106.9
26		HAM	C22	379.	6.7	8.8	9.8	17.6	659.	3356	29.5	59.0
27		HAM	C22	369.	5.9	10.4	9.7	16.1	617.	1775	18.5	61.4
28		PHI	C22	352.	5.8	11.6	8.6	16.4	610.	743	8.6	67.3
29		HAM	C22	749.	11.7	10.8	10.4	15.6	572.	2264	24.5	126.4
30		HAM	C22	378.	6.2	10.2	10.0	16.4	597.	3363	34.3	63.2
31		EMI	SF1	227.	4.1	10.7	0.0	17.9	0.	897	9.6	43.9
32		EMI	SF1	225.	4.0	8.5	0.0	17.8	0.	641	5.4	34.0
33		HAM	C22	432.	7.1	11.8	10.6	16.5	484.	-820	-9.7	83.0
34		TET	SF1	281.	4.9	3.5	31.0	17.6	524.	-2272	-8.0	17.1
35		TET	C22	479.	8.5	4.1	37.0	17.7	372.	-2180	-8.9	34.8
36												
37		PHI	SF6	369.	6.6	10.7	10.8	18.0	482.	-729	-7.8	70.6
38		PHI	SF6	397.	7.7	8.2	15.6	19.5	401.	-1756	-14.4	63.1
39		PHI	SF6	225.	3.9	0.0	11.5	17.2	0.	0	0.0	0.0
40												
41		HAM	SF6	346.	6.4	12.2	10.5	18.5	422.	-1054	-12.9	78.1
42		HAM	SF6	409.	7.3	12.0	10.6	17.8	442.	-1208	-14.5	87.6
43		HAM	SF6	372.	6.3	13.5	10.5	17.1	413.	-1427	-19.3	85.1
44												
45		HAM	SF6	330.	5.9	12.3	9.4	17.8	485.	-862	-10.6	72.6
46		HAM	SF6	373.	6.7	15.4	9.6	18.0	375.	-639	-9.8	103.2
47		HAM	SF6	350.	6.8	13.8	9.5	19.3	395.	-951	-13.1	93.8
48												
49		HAM	SF1	382.	7.0	10.9	7.6	18.3	659.	441	4.8	76.3
50		HAM	C22	333.	6.0	0.0	10.4	18.1	0.	619	0.0	0.0
51												
52												
53		HAM	SF1	322.	5.6	9.4	9.4	17.4	651.	810	7.6	52.6
54		HAM	C22	331.	5.9	0.0	8.2	17.9	0.	736	0.0	0.0
55												
56												
57		HAM	SF1	367.	6.3	9.4	10.8	17.3	570.	860	8.1	59.2
58		HAM	C22	380.	7.6	0.0	10.8	19.9	0.	743	0.0	0.0
59												
60												
61		HAM	SF1	395.	7.0	10.2	9.4	17.6	592.	922	9.4	71.4
62		HAM	C22	344.	6.1	0.0	8.9	17.6	0.	692	0.0	0.0
63												
64												
65		PHI	C22	479.	8.4	5.4	0.0	17.6	0.	2868	15.5	45.4
66		PHI	C22	417.	7.6	7.5	11.5	18.1	640.	1277	9.6	57.0
67												
68												
69		PHI	C22	395.	7.1	4.7	17.0	18.0	697.	2266	10.7	33.4
70		PHI	C22	337.	6.0	7.5	16.5	17.7	456.	0	0.0	45.0
71												
72												
73		PHI	C22	424.	7.6	8.8	16.0	17.9	435.	1221	9.8	60.8
74		PHI	C22	401.	7.3	7.5	15.2	18.2	483.	2193	16.4	54.8

Los valores de estas constantes obtenidos para el primer prototipo se muestran en la tabla V.2 .

Estudiemos ahora los aspectos mas importantes sobre las constantes de calibración para el segundo prototipo.

V.2.a.-Estudio de las constantes de calibración en función de la posición del detector respecto al haz

En condiciones normales, el cálculo de las constantes de calibración sobre un determinado bloque del detector se realiza sobre un conjunto de 9 bloques ,el bloque en estudio y los ocho bloques que lo rodean , considerando, de acuerdo con resultados de un Monte Carlo , que con este criterio estamos recogiendo al menos el 95% de la energía de la cascada.

Evidentemente se ha estudiado de un modo particular el caso en el que el bloque esta situado en los bordes del módulo ,ya que entonces para su estudio es necesario considerar un conjunto de solo seis bloques. Como puede observarse en la figura V.1a , donde se han representado los valores de las constantes de calibración en función de la posición respecto al borde ,para incidencia normal del haz de electrones, las diferencias observadas en los valores calculados para las constantes en los dos casos mencionados, no resultan mayores del 2 %.

En el caso en que el haz en lugar de estar centrado en el conjunto formando un ángulo de cero grados con el bloque central del mismo , se encuentre ligeramente inclinado (figura V.2), de forma que $0^\circ < \theta < 5^\circ$, resulta que el error cometido es casi del mismo orden acercandose a un 3 %,como se muestra en la figura V.1b.

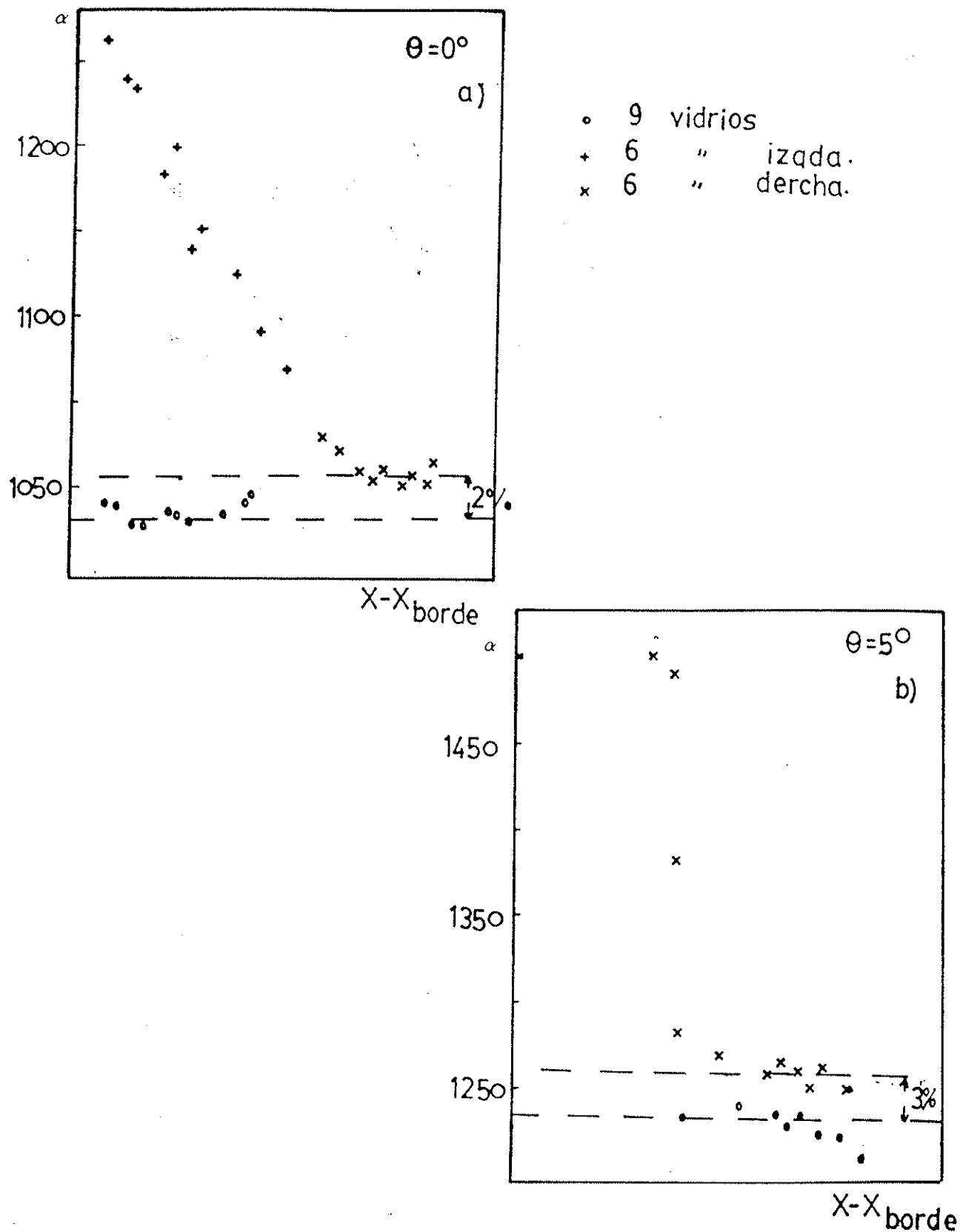


Figura V.1.-Estudio de las constantes de calibración en función de la posición del detector respecto del haz.

a) Angulo del bloque central con respecto al haz $\theta = 0^\circ$

b) Angulo del bloque central con respecto al haz $\theta = 5^\circ$

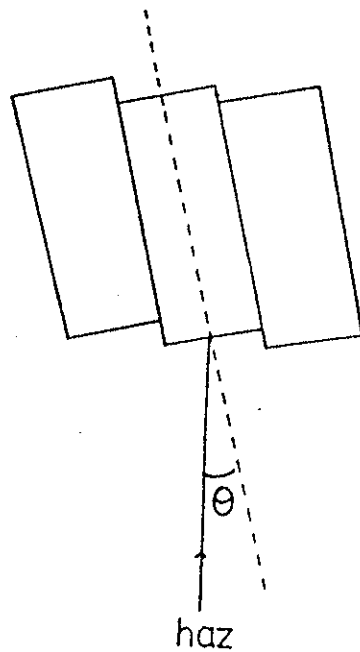


Figura V.2

V.2.b.-Errores en las constantes de calibración

La indeterminación en el valor de las constantes de calibración proceden de los errores estadísticos, así como de los sistemáticos, preferentemente debidos a la inclinación del haz respecto del bloque.

El método utilizado en todos los casos tratados ha consistido en considerar para cada bloque el conjunto ("cluster") formado por él mismo y por los ocho vidrios que le rodean, y tomar para cada uno de los vidrios periféricos un conjunto de seis vidrios. En cada caso, se ha considerado una media de 2000 sucesos por contador, mas otros 2000 sucesos tomados en la posición fijada en el vidrio central (2000 sucesos / posición).

Tal como se pone de manifiesto en las figuras V.3 a y V.3 b adjuntas , los errores cometidos son :

0.3 % cuando $\theta = 0^\circ$

0.8 % cuando $\theta = 5^\circ$

dato este ultimo que nos da idea del error sistemático debido a la imprecisión en el posicionamiento del detector respecto al haz.

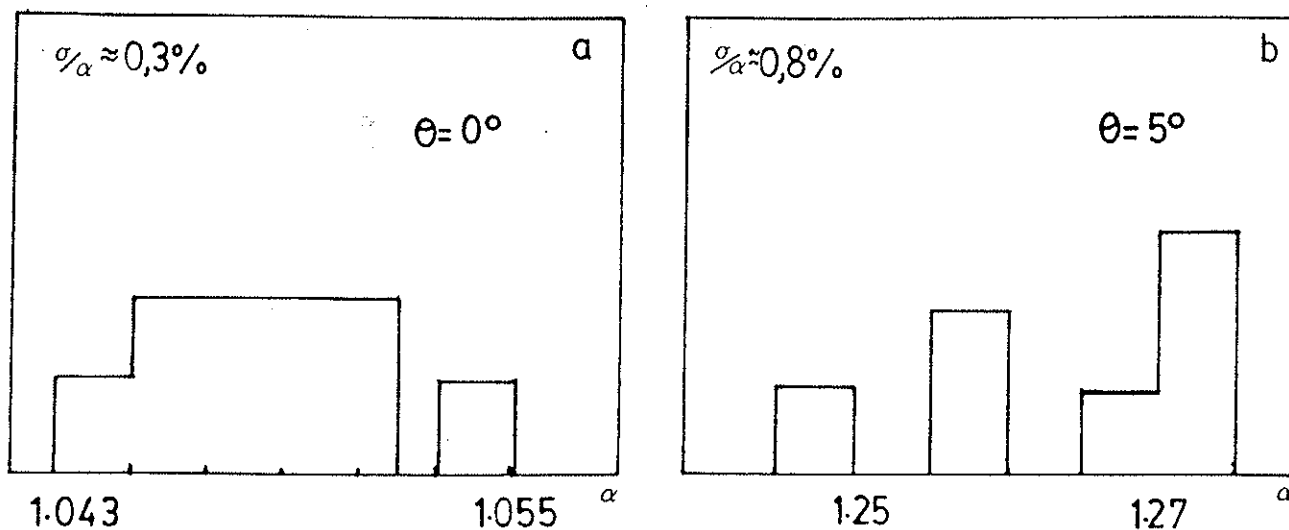


Figura V.3.-Errores en las constantes de calibración.

a) Errores de tipo estadístico.
 b) Errores sistemáticos debidos al mal posicionamiento del detector.
 En ordenadas $(\theta = 0) / (\theta = 25)$

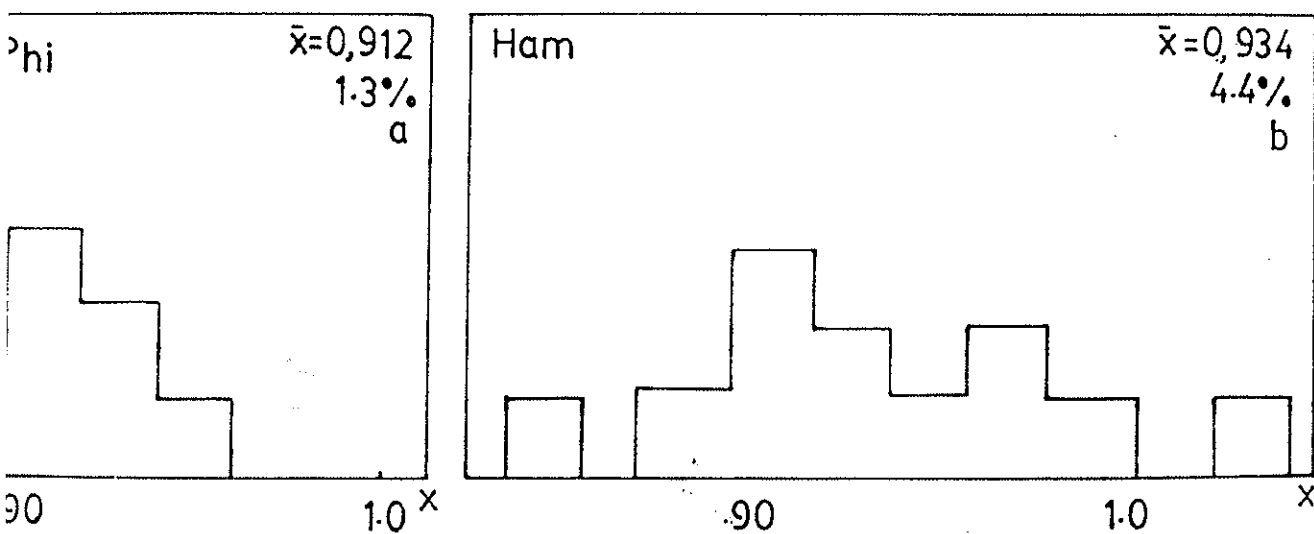


Figura V.4.-Errores en las constantes de calibración debidos a la inclinación del eje del bloque respecto del haz.
 a) Respuesta de un triodo Phillips.
 b) Respuesta de un triodo Hamamatsu.
 $x = \alpha(\theta = 0^\circ) / \alpha(\theta = 25^\circ)$

El valor de los errores obtenidos en las constantes de calibración, en el caso en el que el haz incide a grandes ángulos respecto al eje del detector, depende fuertemente de la posición del bloque detector en el módulo. Para ángulos de 25° del haz con respecto al bloque, que es el que hemos utilizado para este ensayo, los errores varían desde 1.3% en el bloque central del conjunto, considerando nueve bloques, a 4.4%, en el caso de bloques laterales (figuras V.4 a y V.4 b).

V.2.c.-Estabilidad de las constantes de calibración.

El objetivo primordial que se persigue con la determinación de la estabilidad de las constantes de calibración E radica en la necesidad de conocer el intervalo de validez temporal de los valores hallados y las causas de su variación en el tiempo, con el fin de minimizar el tiempo dedicado en la repetición del cálculo de este tipo de constantes. Haciendo uso de los datos tomados en los ensayos realizados sobre el segundo prototipo del detector, hemos realizado dos tipos de estudio, partiendo de una única expresión para evaluar la estabilidad:

$$E = \frac{\alpha_1 \text{ ensy} - \alpha_2 \text{ ensy}}{\langle \alpha \rangle}$$

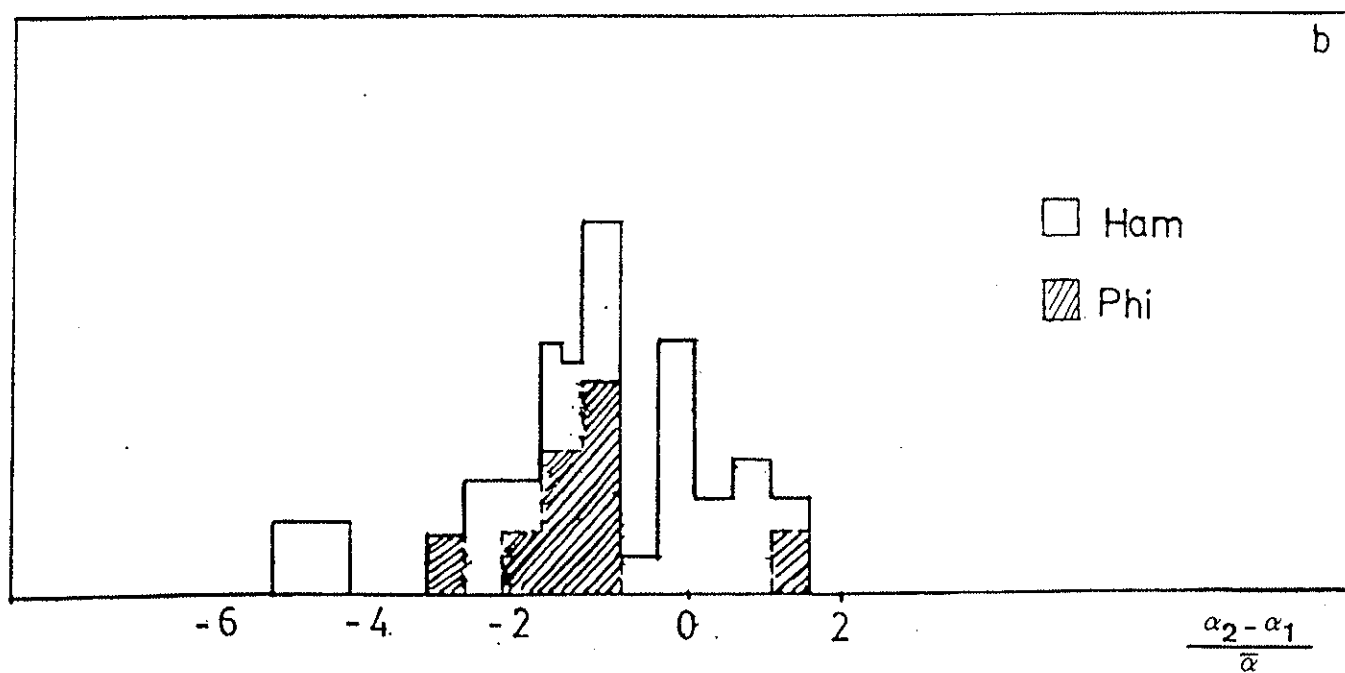
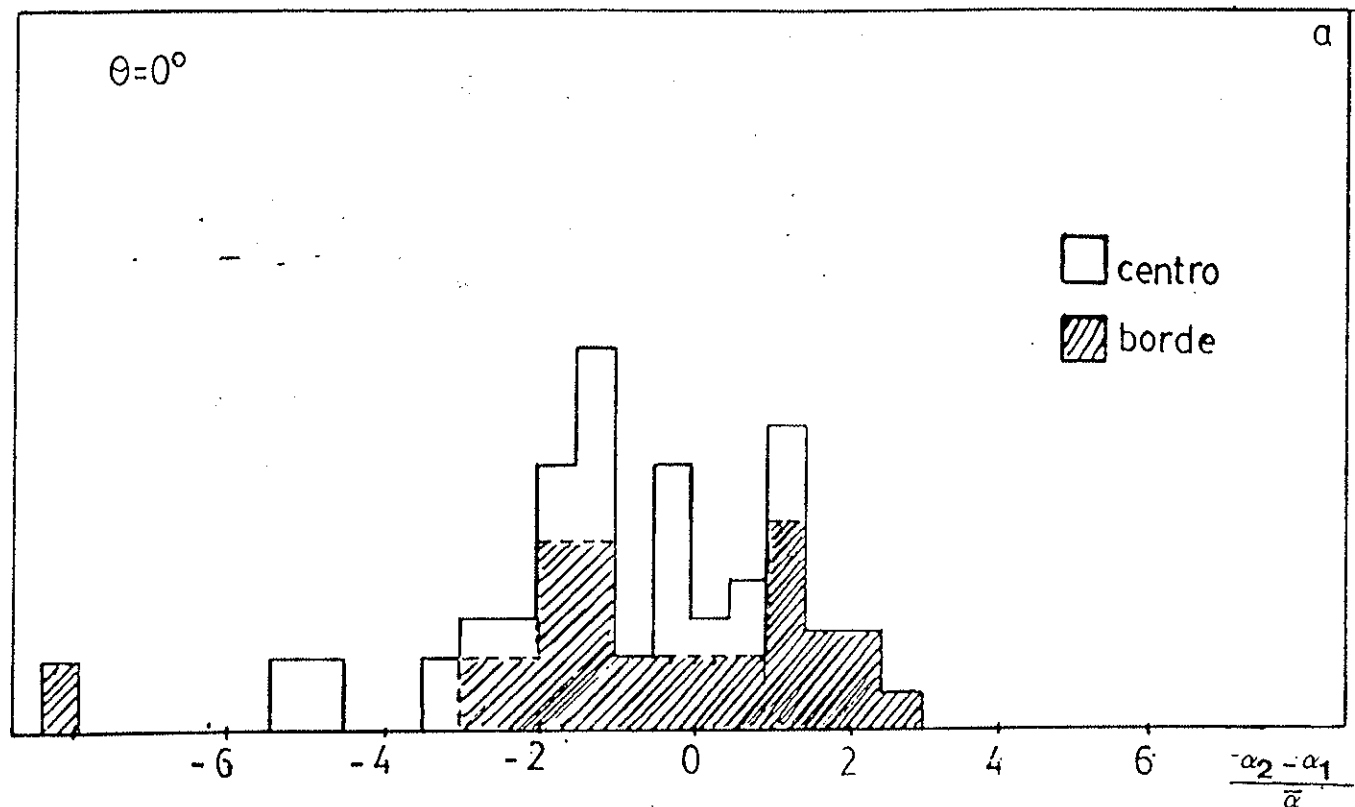
siendo aproximadamente 30 días el tiempo que separa los dos ensayos.

El primer estudio se ha realizado con un bloque central situándolo a cero grados con respecto al haz. Resulta entonces que la estabilidad queda muy próxima al 1%, tal como se muestra en la figura V.5a.

Figura V.5.-Estabilidad de las constantes de calibración.

a) Estudio de la estabilidad, para un bloque a cero grados con el haz. Diferencias entre el caso de un bloque centrado y uno situado en el borde del "cluster".

b) Respuesta de los diferentes tipos de triodos.



Análogamente, el segundo estudio se ha realizado sobre los dos diferentes tipos de triodos ensayados, resultando en ambos casos, valores de la estabilidad muy semejantes, como puede observarse en la figura V.5b.

Los resultados obtenidos, cercanos en todos los casos al 1 %, permiten apuntar, para futuros trabajos la posibilidad de generalizar los valores encontrados para las constantes de calibración de un módulo al resto de los constituyentes del detector.

V.2.d.- Comparación de las constantes de calibración
obtenidas con las calculadas a partir de
señales generadas.

Para realizar un estudio de la respuesta del sistema de detección de la señal generada en los bloques de vidrio, se han comparado las originadas al utilizar haces de electrones con señales obtenidas utilizando un generador de pulsos ("flash" de monitoraje).

Los estudios que se han realizado en este sentido se encuentran reflejados en los valores que se expresan en las tablas V.3 y V.4. En la primera de estas Tablas se encuentran los diversos cocientes entre las constantes de calibración, provenientes de la señal del haz y de la señal de "flash" a diferentes tensiones voltajes para los dos tipos diferentes de triodos utilizados en el segundo prototipo. En la segunda se recogen los datos de las constantes de calibración para una tensión fija, para dos situaciones diferentes del prototipo, fuera y dentro del campo magnético, habiéndose realizado también en este caso el estudio de la razón entre las constantes de calibración a 0° y 25° grados respecto del haz, y cuyos resultados ya hemos comentado en el apartado correspondiente a errores.

PHILIPS		HAMAMATSU		TIPO
				DE
				TRIODO
$\langle R \rangle = 1.265$		$\langle R \rangle = 0.966$		
$\sigma/R = 2.4 \%$		$\sigma/R = 2.9 \%$		
<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 1.2 1.3 </pre>		<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 0.9 0.95 1 </pre>		R cal
$\langle R \rangle = 1.288$		$\langle R \rangle = 1.025$		
$\sigma/R = 2.1 \%$		$\sigma/R = 4.9 \%$		
<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 1.2 1.3 </pre>		<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 1.0 1.05 1.1 </pre>		R flash
$\langle R \rangle = 0.982$		$\langle R \rangle = 0.944$		
$\sigma = 2.1 \%$		$\sigma = 6.1 \%$		
<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 0.96 0.98 1.00 1.02 </pre>		<pre> ***** * * * * * * * * * * * * ----- 0.9 0.95 1 </pre>		R cal R=----- R flash

Tabla V.4.- Razón entre las constantes de calibración de ambos tipos de triodos a un voltaje de 1200 V., dentro y fuera del campo magnético, junto con el caso de la constante calculada a partir de la luz de flash de monitoraje.

$$R = (\alpha(B=0) / \alpha(B=1))$$

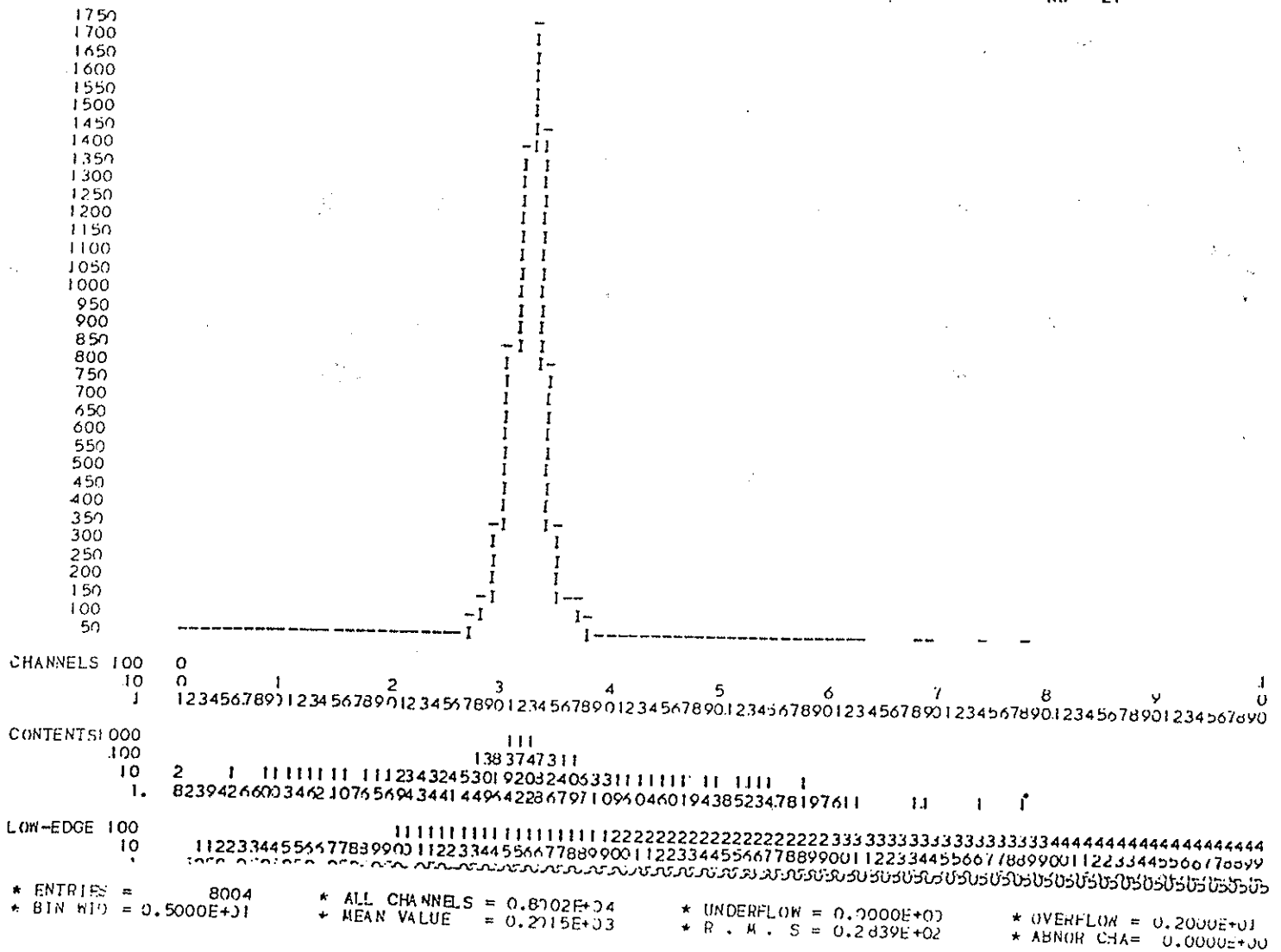


Figura V.6.-Análisis de pedestales.
Histograma de pedestales sobre el digitalizador
número 20 en el ensayo del primer prototipo.

TABLA V.6 : Resultados de pedestales para la "gate" típica.

N	ADC	Valor medio	desviacion tipica	N	ADC	Valor medio	desviacion tipica
31	1	1.168	1.16	31	1	1.168	1.16
30	1	1.168	1.16	30	1	1.168	1.16
29	1	1.168	1.16	29	1	1.168	1.16
28	1	1.168	1.16	28	1	1.168	1.16
27	1	1.168	1.16	27	1	1.168	1.16
26	1	1.168	1.16	26	1	1.168	1.16
25	1	1.168	1.16	25	1	1.168	1.16
24	1	1.168	1.16	24	1	1.168	1.16
23	1	1.168	1.16	23	1	1.168	1.16
22	1	1.168	1.16	22	1	1.168	1.16
21	1	1.168	1.16	21	1	1.168	1.16
20	1	1.168	1.16	20	1	1.168	1.16
19	1	1.168	1.16	19	1	1.168	1.16
18	1	1.168	1.16	18	1	1.168	1.16
17	1	1.168	1.16	17	1	1.168	1.16
16	1	1.168	1.16	16	1	1.168	1.16
15	1	1.168	1.16	15	1	1.168	1.16
14	1	1.168	1.16	14	1	1.168	1.16
13	1	1.168	1.16	13	1	1.168	1.16
12	1	1.168	1.16	12	1	1.168	1.16
11	1	1.168	1.16	11	1	1.168	1.16
10	1	1.168	1.16	10	1	1.168	1.16
9	1	1.168	1.16	9	1	1.168	1.16
8	1	1.168	1.16	8	1	1.168	1.16
7	1	1.168	1.16	7	1	1.168	1.16
6	1	1.168	1.16	6	1	1.168	1.16
5	1	1.168	1.16	5	1	1.168	1.16
4	1	1.168	1.16	4	1	1.168	1.16
3	1	1.168	1.16	3	1	1.168	1.16
2	1	1.168	1.16	2	1	1.168	1.16
1	1	1.168	1.16	1	1	1.168	1.16

El resto de los ADC no estan conectados.

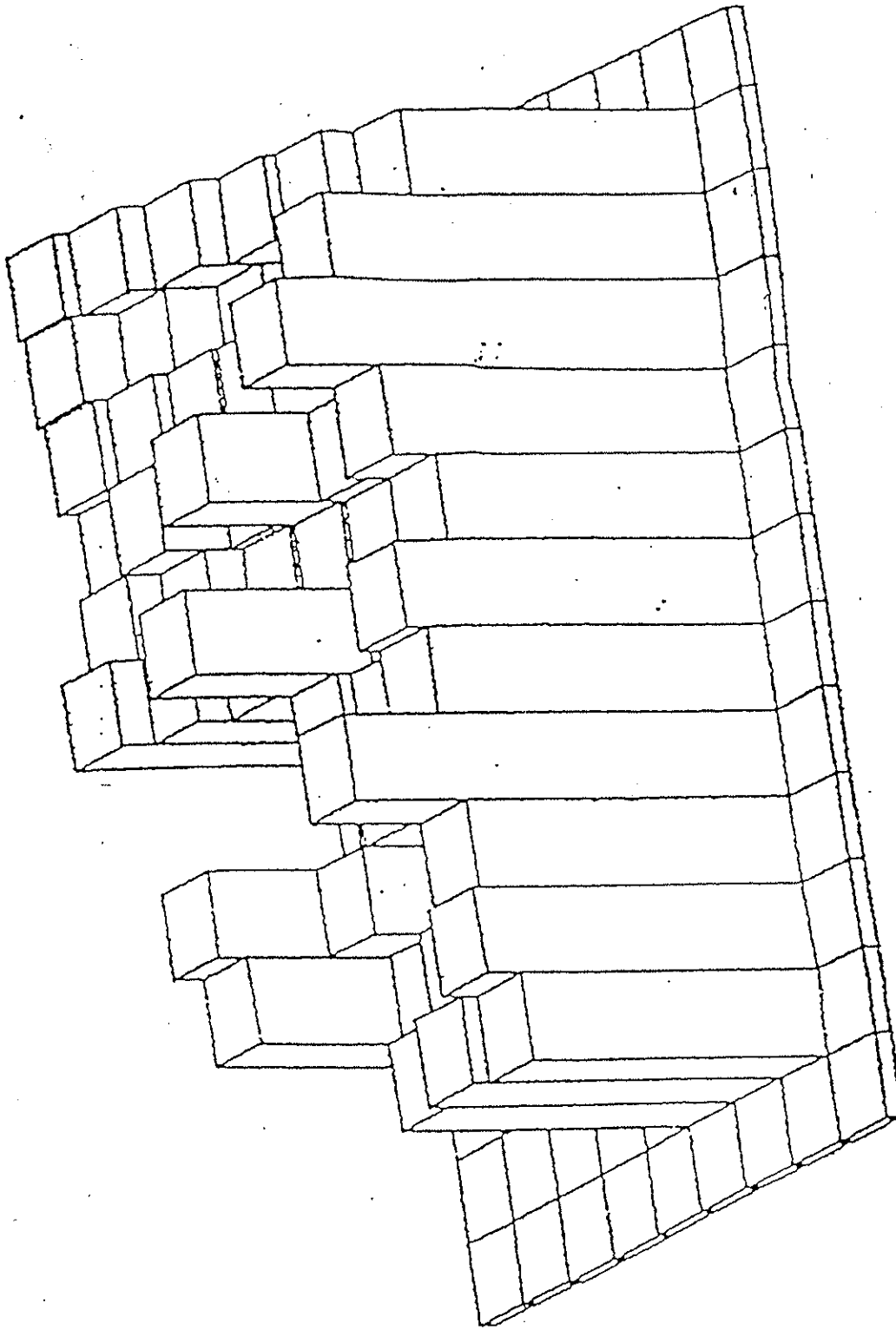


Figura V.7.-Análisis de pedestales.
Histograma total de pedestales para el primer
modulo prototipo ensamblado.

TABLA V.5 : Ejemplo de un suceso de pedestales.

143	171	194	157	143	166	126	171	166	133	130	143
208	118	155	178	165	157	192	166	144	142	144	157
171	157	216	168	154	157	159	106	181	161	149	144
157	123	163	215	155	150	119	196	137	152	142	167
203	189	148	200	130	188	175	162	160	177	180	187
168	180	187	181	163	162	179	186	144	173	0	179
170	186	134	201	187	192	192	172	196	196	197	200
207	191	202	209	193	206	200	199	196	214	173	203
293	26	28	28	22	22	27	25	17	18	15	17
39	43	22	27	30	27	29	28	29	30	31	35
268	302	299	296	301	287	1	7	130			

ii.- Ruido electrónico (RMS cnt)

Con el fin de estudiar el efecto de enmascaramiento de la señal debido a los niveles de ruido de la electrónica asociada al sistema de detección, se realizó una comprobación interna (test-in) consistente en medir el ruido electrónico sobre los triodos producido por un generador de pulso. Los datos correspondientes se prepararon para ser introducidos en cinta con el especificador correspondiente como ya ha sido explicado en IV.2.b.

Durante el ensayo fueron tomados datos de "test-in" para diferentes "gate" (60 , 100 , 150 , 200 y 300 nanosegundos). Por un fallo en el sistema de adquisición de datos, gran parte de los valores se perdieron, obteniéndose de modo particular para $v_H = 700$ V y una "gate" de 300 ns, tal como se muestra en la tabla V.7 .

iii.- Flash de monitoraje

De nuevo en este caso aparecieron problemas durante los ensayos al no haber sido introducidos la mayor parte de los valores en cinta , aunque no sucedió en todos los casos,

La tabla V.8 y la figura V.8 adjunta muestran los resultados obtenidos .

TABLA V.8 : Ejemplo de output.

536	2003	1308	728	1890	2664	1353	879	958	1662	1294	1182
786	1102	1252	1135	908	1219	1185	1087	944	1627	1342	2088
1245	3509	1996	915	2413	3486	1064	770	1017	2293	2458	144
941	1841	154	218	1242	1367	1607	196	1046	812	1018	169
635	835	136	198	936	927	172	159	1010	932	177	185
1108	860	133	181	3039	1466	176	181	2393	4095	0	178
1379	2404	182	197	134	190	131	171	197	197	198	201
208	192	203	209	194	207	201	200	197	216	179	204
293	26	28	28	22	22	27	25	17	18	14	17
29	52	28	27	28	26	29	27	28	30	32	36
253	287	291	280	238	280	2	7	130			

V.3.b Segundo prototipo

Respecto al segundo prototipo ,presentamos en este apartado de modo exhaustivo los resultados obtenidos , teniendo en cuenta que en el caso del primer ensayo se realizó un estudio suficientemente detallado. En la tabla V.9 se presentan los valores obtenidos para los pedestales y el "flash" propio del monitoraje , asi como para el ruido electrónico medido en el caso de comportamiento unipolar de los amplificadores.

ADC	1	GLASS	85	TEST_IN	774.44	RMS	9.94
ADC	2	GLASS	73	TEST_IN	832.31	RMS	12.34
ADC	3	GLASS	61	TEST_IN	877.51	RMS	11.71
ADC	4	GLASS	14	TEST_IN	817.69	RMS	10.51
ADC	5	GLASS	68	TEST_IN	908.49	RMS	12.81
ADC	6	GLASS	74	TEST_IN	696.70	RMS	12.31
ADC	7	GLASS	62	TEST_IN	761.98	RMS	10.37
ADC	8	GLASS	50	TEST_IN	701.36	RMS	11.58
ADC	9	GLASS	87	TEST_IN	1000.15	RMS	11.17
ADC	10	GLASS	75	TEST_IN	698.94	RMS	9.61
ADC	11	GLASS	63	TEST_IN	958.11	RMS	10.22
ADC	12	GLASS	51	TEST_IN	848.56	RMS	19.20
ADC	14	GLASS	60	TEST_IN	829.65	RMS	9.71
ADC	18	GLASS	77	TEST_IN	922.29	RMS	13.57
ADC	19	GLASS	65	TEST_IN	1040.40	RMS	13.79
ADC	20	GLASS	93	TEST_IN	891.70	RMS	17.25
ADC	21	GLASS	90	TEST_IN	991.36	RMS	14.04
ADC	22	GLASS	79	TEST_IN	985.39	RMS	14.41
ADC	23	GLASS	66	TEST_IN	1047.72	RMS	14.29
ADC	24	GLASS	54	TEST_IN	967.19	RMS	12.70
ADC	25	GLASS	91	TEST_IN	1003.38	RMS	12.37
ADC	26	GLASS	70	TEST_IN	940.67	RMS	20.01
ADC	27	GLASS	67	TEST_IN	901.92	RMS	13.26
ADC	28	GLASS	55	TEST_IN	926.35	RMS	8.74
ADC	29	GLASS	92	TEST_IN	1012.15	RMS	8.64
ADC	33	GLASS	93	TEST_IN	1009.86	RMS	15.33
ADC	34	GLASS	81	TEST_IN	967.42	RMS	10.58
ADC	35	GLASS	69	TEST_IN	970.51	RMS	18.25
ADC	37	GLASS	94	TEST_IN	1011.69	RMS	14.21
ADC	38	GLASS	82	TEST_IN	1041.74	RMS	16.64
ADC	39	GLASS	70	TEST_IN	979.71	RMS	8.35
ADC	41	GLASS	95	TEST_IN	1024.25	RMS	13.07
ADC	42	GLASS	63	TEST_IN	975.74	RMS	15.59

Tabla V.7.- Valores de ruido electrónico para los ADC's en el primer prototipo.

V.4.-COMPARACION DEL COMPORTAMIENTO DE LOS VIDRIOS DE PLOMO ENSAYADOS

Despues de los cálculos realizados hasta este momento conocemos ya para cada uno de nuestros contadores, las siguientes características :

- 1.- La ganancia del correspondiente triodo G
- 2.- La amplificación electrónica A
- 3.- El coeficiente de calibración α

como quedan recogidos en la tabla V.2 que se adjunta . Entonces estamos ya en condiciones de poder calcular el número de fotoelectrones emitidos por el catodo por unidad de energía incidente , mediante la expresión :

$$N_{\text{fotoelectrones}} = \frac{1}{\alpha} \times \frac{1}{A} \times \frac{1}{G}$$

Los resultados correspondientes al primer prototipo podemos analizarlos a través de la figura V.9, en la que se muestra el número de fotoelectrones por Gev. antes de la amplificación de la señal .

A la vista de estos resultados ,se espera que en futuras pruebas pueda incrementarse la respuesta , mejorando la eficacia y el área de " matching " ,o superficie de acoplamiento eficaz entre el triodo y el bloque, en forma aun no precisada , pudiendose lograr un número de fotoelectrones no inferior a 800 fotoelectrones por Gev. en el detector final.En el momento actual ya se ha logrado una ganancia de un 20% en el caso de los triodos Hamamatsu.

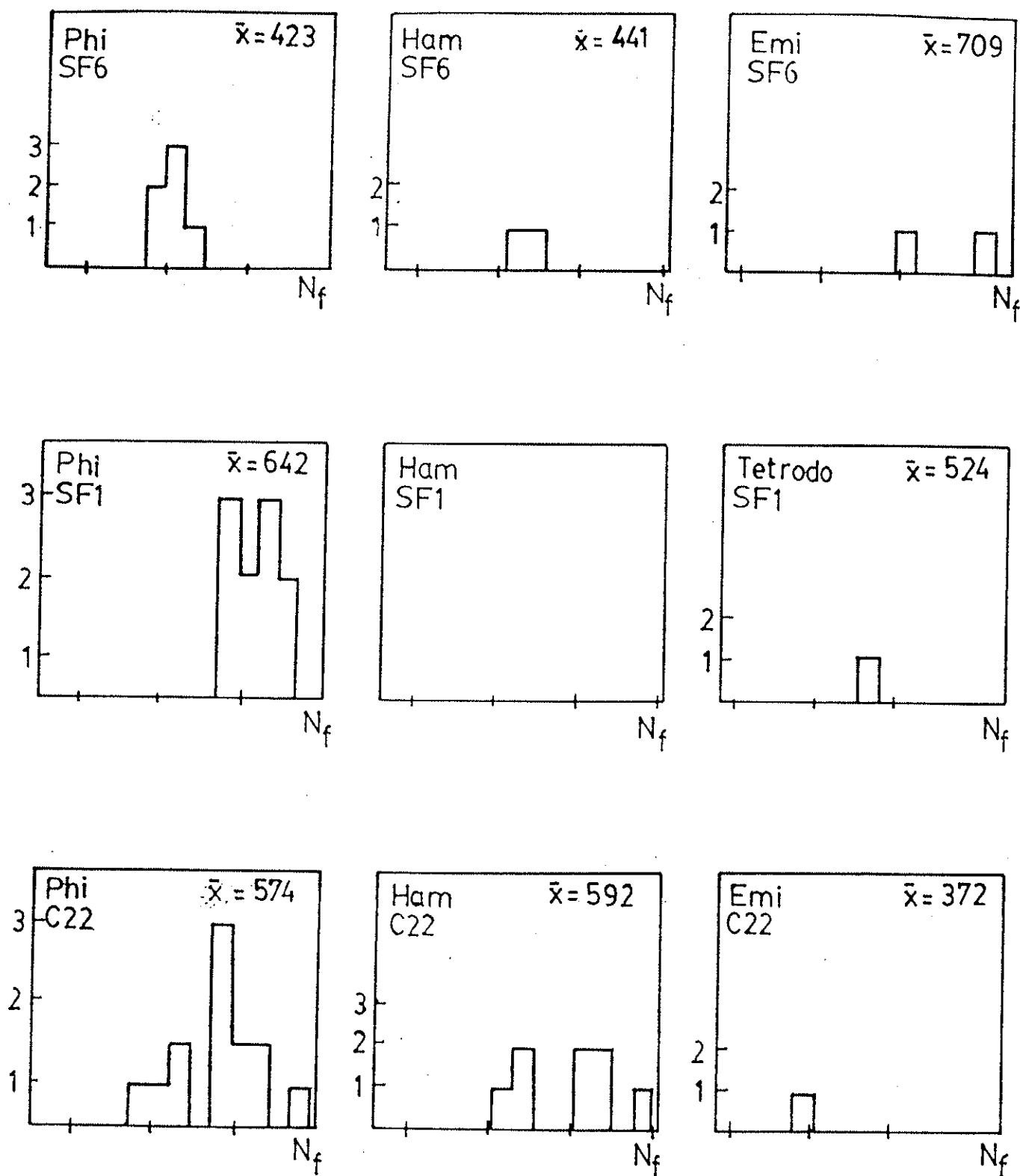


Figura V.9.-Distribución del número de fotoelectrones N_f para las diferentes combinaciones (tipo vidrio, tipo triodo).

V.5.- RESOLUCION EN ENERGIA

Como es bien sabido la emisión de luz Cherenkov en respuesta al paso de una partícula es proporcional ,en los calorímetros homogéneos, a la longitud de traza de los chaparrones("showers") electromagnéticos (V.3).

Teniendo solamente en cuenta este efecto , la resolución en energía viene representada por una expresión del tipo

$$\sigma \% = (4 \sim 5) / E \text{ GeV.}$$

Pero no es posible tener en cuenta exclusivamente el efecto de cascada , sino que es preciso introducir ,las fluctuaciones debidas a los distintos materiales del dispositivo instrumental (V.4).

Entonces parametrizamos en la forma :

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \sqrt{ \left(\frac{A_0}{E} \right)^2 + \left(\frac{A_1}{E} \right)^2 + (A_2 \cdot \ln E)^2 + \left(A_3 \times \left(\frac{N_{sum}}{E} \right)^{1/2} \right)^2 + A_4^2 } \quad (1)$$

con Nsum número de bloques contenidos en el conjunto en estudio y en donde el resto de los diferentes términos tienen el significado que someramente expresamos a continuación :

1.- Con A_0 , se representan las fluctuaciones intrínsecas de la energía de la cascada, es decir las debidas a las características aleatorias del propio proceso de producción de la cascada.

Por las pruebas realizadas ,ya descritas,sabemos que en el tipo de calorímetro que nos ocupa estas fluctuaciones en energía van a ser despreciables con respecto a la energía total liberada en la cascada (V.5).

2.- A_1 ,se refiere a los denominados efectos de transición , presentandose en forma de una distribución de Poisson. Representa precisamente al conjunto de limitaciones de tipo experimental propios del proceso de detección,tales como pedestales ,distribución de fotoelectrones,existencia de material pasivo y otras características que van a enmascarar la cantidad real de energía depositada(V.6).

Este término supone el principal límite en la resolución de energía , en calorímetros homogéneos como el que nos ocupa.

Conviene decir que este término es también el dominante en el caso de plásticos centelleantes .

3.- A_2 . Representa las pérdidas por dispersión debidas a que el detector no contiene totalmente a la cascada producida, ya que parte de ella escapa del bloque absorbente.

Este efecto puede expresarse por :

$$\frac{\sigma(E)}{\dots \dot{E} \dots} \approx \left[\frac{\sigma(E)}{\dots \dot{E} \dots} \right]_{L=\infty} (1 + 4f + 50f^4) \text{ con } f < 0.1$$

donde el término entre corchetes se refiere al caso de un calorímetro infinito y el símbolo f a la fracción de energía perdida , término éste que sigue una ley exponencial del tipo $A \cdot \exp(-L/\rho)$, siendo L y ρ la longitud y la densidad características propias del material y dependientes de la energía (V.7).

A nivel práctico , sin embargo se utiliza la conocida regla empírica de deterioro debido exclusivamente a las perdidas longitudinales

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \frac{1}{3} \times D$$

donde D es la dispersión que aumenta logarítmicamente con la energía), ya que en nuestro caso no es considerable la dispersión lateral.

4.-A₃ tiene en cuenta la existencia del ruido de fondo experimental de tipo electrónico , sobre todo en el caso en que los sistemas de detección tengan una señal de respuesta baja , puesto que el ruido experimental hace disminuir la resolución en energía.

La importancia de este término depende claramente de la granularidad del calorímetro, contribuyendo al ruido total cada uno de los canales que consideremos . Este último comentario se debe a que si el ruido electrónico de un canal es incoherente, el ruido total de una suma de n canales (9 en nuestro caso) crecerá linealmente con n en lugar de hacerlo en la forma típica $\sqrt{n}$. Desgraciadamente en nuestro caso el ruido de fondo es incoherente, llegando a producir fluctuaciones en energía del orden de los 700 Mev. Por esta razón para disminuir este efecto hemos realizado correcciones en el programa de análisis , consiguiendo llevar esta cantidad a límites mas tolerables, como los 250 Mev.

5.- A₄ .En este último término vamos a introducir toda la serie de efectos que resultan independientes de la energía. Este término toma mayor importancia relativa a medida que aumenta la energía, puesto que la influencia del resto de los factores disminuye a medida que aumenta la

energía.

Citemos a continuación algunas fuentes características de este tipo de error:

a.- Posibles errores de calibración de algunos de los canales individuales cuando el detector es de gran magnitud, como ocurre con el calorímetro que nos ocupa.

Tabla V.10

Experiencia	%
UA2	2.8 %
CELLO	1.7 %
GAMS	1.4 %

b.-Inhomogeneidades típicas tales como posibles variaciones en la ganancia en diversas partes del sistema detector. Los valores encontrados,por ejemplo, en diversas experiencias bien conocidas ,son las que se detallan en la tabla V.10(V.8):

c.- Funcionamiento defectuoso o falta de respuesta de alguno de los canales.Este hecho da lugar a efectos en los bordes ,con la consiguiente disminución en la resolución de energía.

En este sentido, parece muy importante tener en cuenta este factor ya que los futuros calorímetros van a ser utilizados a energías cada vez mas altas, y los valores obtenidos para este último factor ha resultado ser del orden de 1.4% en las pruebas realizadas con nuestros vidrios de plomo.

V.5.a.- Resolución en energía en el primer prototipo

En la Tabla V.11 se muestran los resultados alcanzados en la evaluación de la resolución de energía determinada a partir de los datos experimentales obtenidos en la prueba realizada sobre el primer prototipo.

A continuación exponemos las correspondientes parametrizaciones que hemos llevado a cabo.

En efecto, a la vista de estos resultados hemos realizado los ajustes necesarios para determinar la resolución en energía de acuerdo con lo expuesto en V.5..

En el caso mas sencillo puede suponerse

$$\sigma = (a + b/\sqrt{E})\%$$

TABLA V.11 : Resultados para la resolución en energía para el binomio (SF₆ , HAM)en el ensayo del primer prototipo.

Resolución energía	Energía	N sucesos
1.9280	30 Gev.	12.845
2.1678	20 Gev.	27.836
2.6925	10 Gev.	17.904
3.5038	5 Gev.	1.334
3.1260	5 Gev.	13.798

que resultaría si solo se tuviese en cuenta la longitud de la cascada, y que es sin embargo la expresión mas utilizada en la bibliografía. Para este caso hemos obtenido:

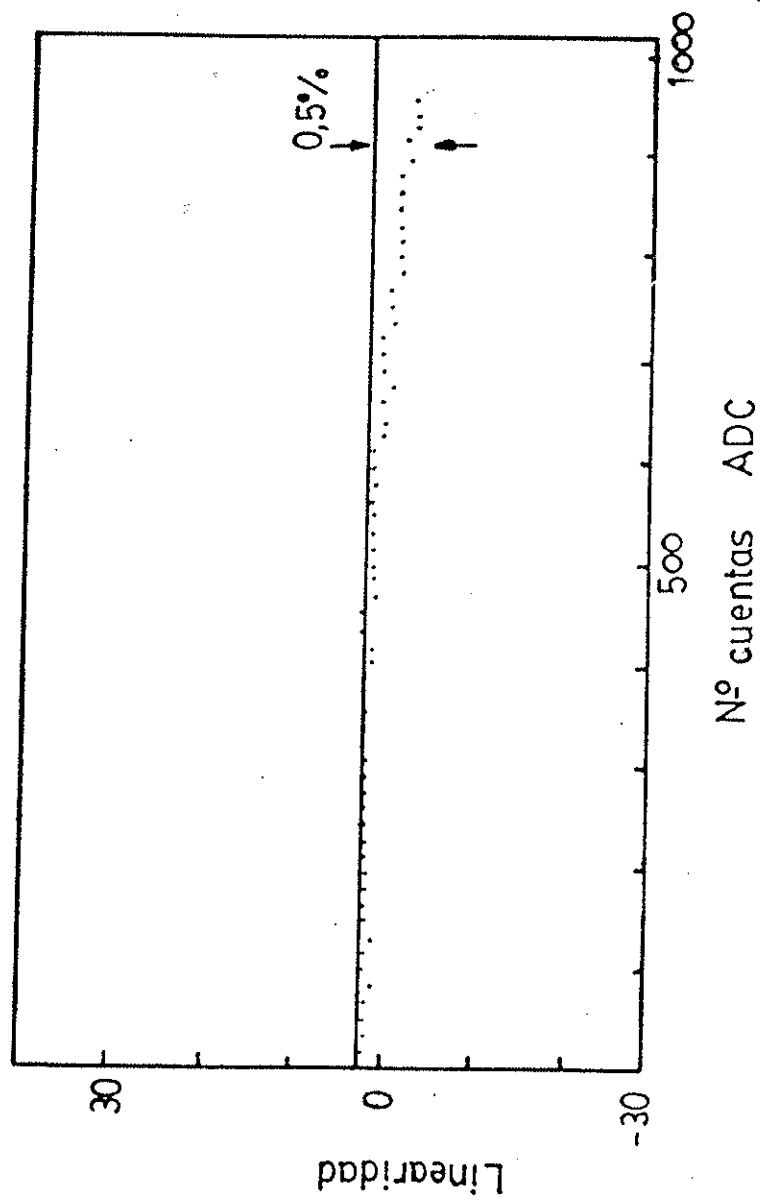


Figura V.11.-Estudio de la linealidad de la señal previo al cálculo de resolución de energía para el binomio (SF1,Ham).

$$a = 0.89$$

$$b = 5.71$$

Este resultado se muestra tambien en la figura V.11.

Para vidrios mas ligeros , los valores obtenidos cuando se emplea un haz de electrones de 20 Gev. pueden ser razonablemente interpolados con esta parametrización.

Hemos hecho uso tambien de la expresión

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \sqrt{\left(a + \frac{b}{E}\right)^2 + \left(\frac{c}{E}\right)^2}$$

con la que se corrige la no linealidad de los valores obtenidos. En esta expresión se toma la constante $c = (\psi N \times 100)\%$ Gev., siendo ψ el ruido electrónico del canal considerado y N el número canales del conjunto de bloques de vidrio de plomo que contienen la cascada electromagnética. Esta constante c ha sido medida experimentalmente por nosotros para vidrio SF6 obteniendose un valor aproximado de 200 Mev. con lo cual si tomamos un valor para c de 20 Mev., los valores logrados por ajuste son para a, 0.4 y 6.0 para b .

V.5.b.- Resolución en energía en el segundo prototipo

Durante las pruebas realizadas sobre el segundo prototipo del calorímetro electromagnético "forward" de DELPHI ,fueron tomados diferentes conjuntos de datos en orden a calcular la resolución en energía del detector. En la Tabla V.12 se muestran los resultados resultados obtenidos.

Siguiendo la forma mas simple de parametrización hemos obtenido :

$$\sigma / E = 1.7 \% = 0.4 + 5.8 / \sqrt{E}$$

en bastante buen acuerdo con los datos obtenidos en el ensayo realizado sobre el primer prototipo.

Si introducimos el término correspondiente al ruido resulta $\sigma, N = 0.16$ de acuerdo con la disminución que experimenta el ruido medio por triodo, en este prototipo.

TABLA V.12 : Resultados para la resolución en energía para (SF1, HAM) en el test del segundo prototipo.

Resolución energía	Energía	N sucesos
2.5921	7 Gev.	1498
2.2341	10 Gev.	3263
1.6969	20 Gev.	6762
1.3170	40 Gev.	6976

Utilizando la expresión mas compleja, dada por (1) se obtiene :

$$A_1 = 5.02$$

$$A_2 = 0.17$$

$$A_3 = 1.71$$

$$A_4 = 0.11$$

Que confirma el hecho de que es suficiente considerar solamente aquellos términos $A_1/E^{1/2}$ y A_4 de la parametrización que corresponden a los efectos de transición y a las inhomogeneidades propias del detector.

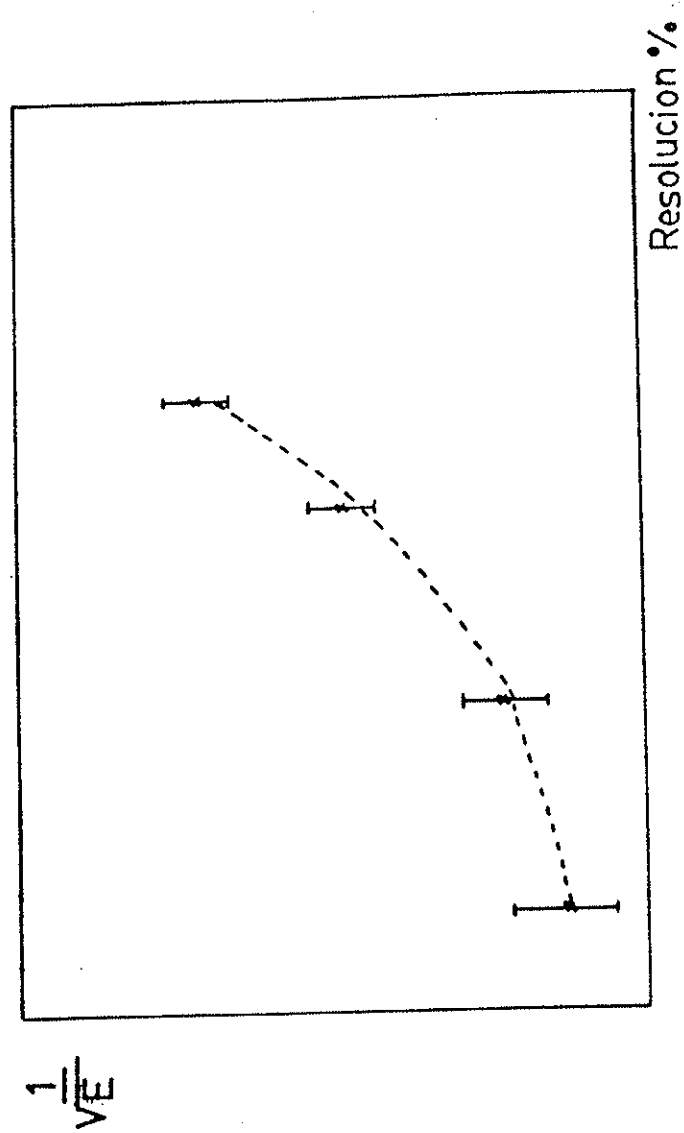


Figura V.12.-Resolución en energía para el binomio (SF₆,Ham)

V.6.- RESOLUCION ESPACIAL

En primer lugar, definiremos la resolución espacial como la capacidad del detector para diferenciar dos cascadas electromagnéticas parcialmente separadas. Las limitaciones intrínsecas en la resolución están ligadas al "desarrollo lateral" de la cascada electromagnética, debido principalmente al "scattering" múltiple de los electrones y que dan lugar a partículas que se mueven formando un gran ángulo respecto al eje del "shower". La variable que rige la distribución lateral es el radio de Moliere , dado por :

$R_m = 21 X_0 / \epsilon$ (Mev.) , en donde ϵ es la energía crítica y X_0 la longitud de radiación propia del material. Este desarrollo lateral varía exponencialmente, con la distancia al eje de la cascada y de forma casi independiente de la energía :

$E_x = E \exp (- 4x / R_m)$, en donde x es la coordenada ortogonal al eje del "shower" .

Para poder medir separadamente la energía de dos cascadas se precisa que sus ejes estén separados al menos un radio de Moliere , puesto que en un cilindro de ese radio esta contenido, de modo aproximado, el 90 % de la energía total de la cascada (V.10).

Para materiales con gran número atómico Z , el radio de Moliere es grande debido a la pequeña energía crítica, pero lo conveniente es un valor pequeño de este radio para lo cual el calorímetro debe ser tan compacto como sea posible , con el fin de evitar el solapamiento de cascadas contiguas lo mas posible.

En realidad las limitaciones en la resolución espacial son de naturaleza experimental y tienen relación con la granularidad del detector , tanto en las direcciones longitudinal, como transversal. El punto de impacto se determina , como ya hemos comentado por medio de la energía

depositada, no solo en el bloque central ,sino tambien en los adyacentes.

El camino mas fácil para localizar la posición de una cascada consiste en determinar las coordenadas del centro de gravedad de la energía liberada lateralmente en el bloque mediante la expresión (V.12) :

$$X_0 = 2\Delta \sum_i A_i / \sum_i A_i \text{ siendo } 2\Delta$$

la anchura total del bloque detector y, A_i la altura de pulso en el bloque i .

La distribución de energía a lo largo de una distribución lateral de una cascada electromagnética ,es una exponencial decreciente con la distancia al eje de la misma, debido a lo cual la estimación del centro de gravedad no es suficiente ,debiendo introducirse correcciones .

Analicemos algunas de ellas.

A.- Los estudios realizados (V.11)muestran que la distribución de energía en una cascada electromagnética disminuye exponencialmente con la distancia al eje,entonces el perfil a una distancia t de su desarrollo puede escribirse como:

$A(y) = A(0) \exp (-|y|/ b(t))$ donde y es la distancia transversal al eje del " shower " y el parámetro $b(t)$ determina la anchura de éste ,la cual logicamente aumenta con t . En estas condiciones ,la posición del centro de gravedad verdadera se puede escribir en función del X_0 calculado previamente como (V.13):

$$\frac{X_o}{b} = \frac{\sinh \delta (X_c / \Delta)}{\sinh \delta} \quad \text{con} \quad \delta = \frac{\Delta}{b}$$

o bien

$$X_c = b \operatorname{arc} \sinh \left(\frac{X_o}{b} \sinh \delta \right)$$

y de nuevo b representa la anchura característica de la cascada, equivalente a la longitud media de atenuación .

En plomo y para cascadas electromagnéticas b presenta un valor aproximado de 5mm. La coordenada X_c resulta ser una aproximación del valor real X_o y la incertidumbre depende de δ , que no es sino el tamaño relativo del contador individual , respecto a la anchura de la cascada . Cuando este tamaño relativo es grande, X_c difiere considerablemente de X_o y la diferencia aumenta rapidamente con δ .

La resolución espacial óptima se logra cuando $\Delta \approx b$, o lo que es lo mismo, cuando la anchura de cada segmento individual, es decir , en nuestro caso cada bloque de vidrio es semejante a la anchura de la cascada .

En el caso de celdas formadas por vidrios de plomo, el tamaño de estas es bastante grande respecto a la anchura de la cascada. Esto es debido a que en la práctica la elección del tamaño de celda no solo se realiza en función de la obtención de la mejor resolución espacial para el detector sino tambien en función del coste y este aumenta en el orden de tres si se eligen vidrios pequeños que permitirán definir mejor el centro de gravedad de las cascadas electromagnéticas. Por lo tanto en nuestro caso dadas las dimensiones relativamente grandes de los vidrios no puede esperarse que sea el centro de gravedad sea muy preciso. El error cometido una vez calculado resulta ser del orden de 7 mm.

Si en vez de analizar solamente la señal obtenida en el bloque central junto con las de un pequeño número de contadores adyacentes, analizamos la señal de todas las celdas constituyentes del detector en las direcciones longitudinal y transversal, lograremos minimizar las diferencias entre medidas de las alturas de pulso que utilizaremos en el cálculo y la energía real de la cascada (V.14), evitando por tanto pérdidas de energía y mejorando con ello la capacidad de resolución del detector.

B.- De nuevo en el caso de un modelo exponencial de cascada un estimador insesgado de la coordenada X_0 del centro de gravedad es (V.13):

$$X_a = -\frac{1}{2} b \ln \left(\frac{A_{i+1}}{A_{i-1}} \right)$$

donde A_{i+1} y A_{i-1} son las alturas de pulso de las señales en los bloques adyacentes al bloque i por la que pasa el eje de la cascada.

Otra forma de estimar, la coordenada X_0 puede ser utilizando la razón entre las alturas de pulso en celdas o bloques adyacentes. Escribimos este estimador como :

$$X_b = \Delta - b \ln \frac{1}{2} \left(\frac{A_i}{A_{i+1}} + 1 \right)$$

A partir de los datos tomados en los test de los diferentes prototipos y utilizando los diversos algoritmos estimadores del centro de gravedad de la cascada electromagnética (V.15), ya comentados hemos realizado el estudio de la capacidad de resolución espacial del detector

FEMC que detallamos a continuación.

Hemos calculado la distribución de la los diferentes estimadores del centro de gravedad X_0 en función del punto de impacto calculado para el haz por medio de la información proporcionada por las cámaras de "drift" o de deriva. El valor numérico que asociamos a la resolución espacial es precisamente la desviación típica de esa distribución.

En este punto, comentemos someramente el cálculo del punto de impacto del haz en el contador, mediante la información proporcionada por las cámaras de deriva, cuyos hilos, en nuestro experimento, están separados 3mm.

Veamos en primer lugar, la forma de decodificación de los datos provenientes de estas cámaras. Ellas nos miden tiempos de "delay" (deriva), es decir, el tiempo que tarda el electrón de ionización en alcanzar el contador, referidos todos ellos al mismo sistema de referencia, o sea a las coordenadas de la plataforma que sustenta al detector y que nos permitirán calcular el punto de impacto del haz, en coordenadas de la plataforma para su posterior comparación con el centro de gravedad de la cascada.

Como hemos visto previamente los set-up de los prototipos son semejantes, con lo cual, si suponemos un montaje del tipo mostrado en la figura V.13 :

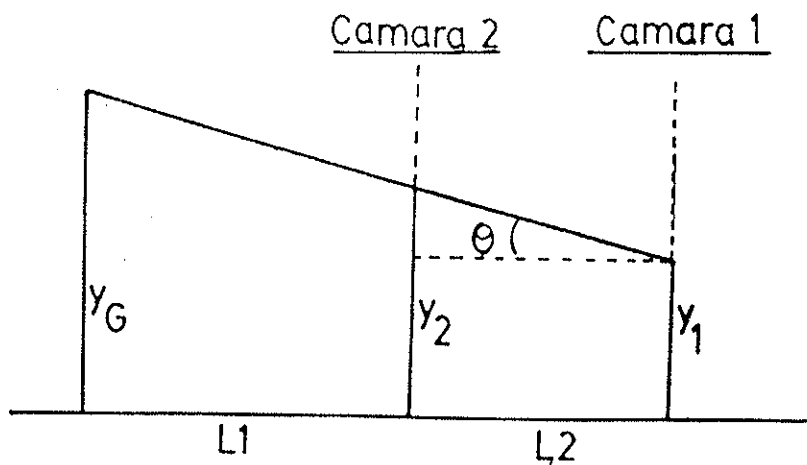


Figura V.13.-Montaje utilizado con las cámaras de "drift".

siendo y_i las correspondientes diferencias en tiempo de deriva entre las camaras 1 y 2 podemos escribir :

$$y_G = y_2 + (y_2 - y_1) \frac{L_1}{L_2}$$

o bien de acuerdo con la notación característica :

$$Z_{plat} = DLR(2) (DLR(2) - DLR(1)) \frac{L_1}{L_2}$$

$$Y_{plat} = DDU(2) (DDU(2) - DDU(1)) \frac{L_1}{L_2}$$

con $DLR(i)$, diferencias entre la señales recogidas a la izquierda y la derecha respectivamente del ánodo de la cámara i , y análogamente $DDU(i)$ diferencias entre las señales recogidas en las mitades inferior y superior de la cámara i ; L_1 y L_2 , representan las distancias entre camaras. Esta expresión ha sido utilizada posteriormente con los datos obtenidos para nuestros prototipos.

V.6.a.- Resolución espacial en el primer prototipo

Mediante un haz de electrones de 5 GeV., con ángulos de incidencia de 0° y 4° , respectivamente, respecto al eje del contador hemos determinado la cantidad F , con el fin calcular el único parámetro libre, b , o anchura efectiva de la cascada.

$$F = \frac{2\min(A_i, A_{i+1})}{(A_i + A_{i-1})}$$

como función de los valores presentados por la señal en el bloque correspondiente al centro de la cascada ,junto con los de los contadores adyacentes,siendo A_i es la señal en el contador i ,. En la figura V.14 se muestran los valores obtenidos para F ,en escala logarítmica en función de la distancia al centro del contador en cm . Resulta así una figura simétrica y el perfil $b \approx 5.8$ mm según resulta de los dos diferentes comportamientos $b_1 \approx 8$ mm y $b_2 \approx 5.2$ mm,si suponemos un desarrollo exponencial para la cascada. La precisión lograda es en ambos casos equivalente y de 4.4 mm. Las figuras V.15 a y b muestran la reconstrucción en posición , es decir la distribución del estimador X_c en función del punto de impacto del haz, y la anchura alrededor de la media para los ángulos de incidencia de 0° y 4° . La precisión obtenida varía entre 2.7 mm cerca de la separación del y 6.0 mm para electrones cercanos al centro del mismo.

V.6.b.- Resolución espacial en el segundo prototipo

Mediante un haz de electrones de 20 GeV., con ángulo de incidencia normal en todos los casos al eje del contador, hemos estudiado de nuevo la función F obteniéndose en este caso unos valores del parámetro b dados por :

$$b = 6.98 \pm 0.007$$

$$b = -6.47 \pm 0.006$$

tal como se pone de manifiesto en la figura V.16

A partir de aquí hemos realizado un estudio de los diferentes algoritmos (X_c, X_a, X_b) estimadores del centro de gravedad ,ya mencionados para el estudio de la resolución en posición .En las figuras V.17,V.18,V.19 se muestran las correspondientes distribuciones del valor estimado del

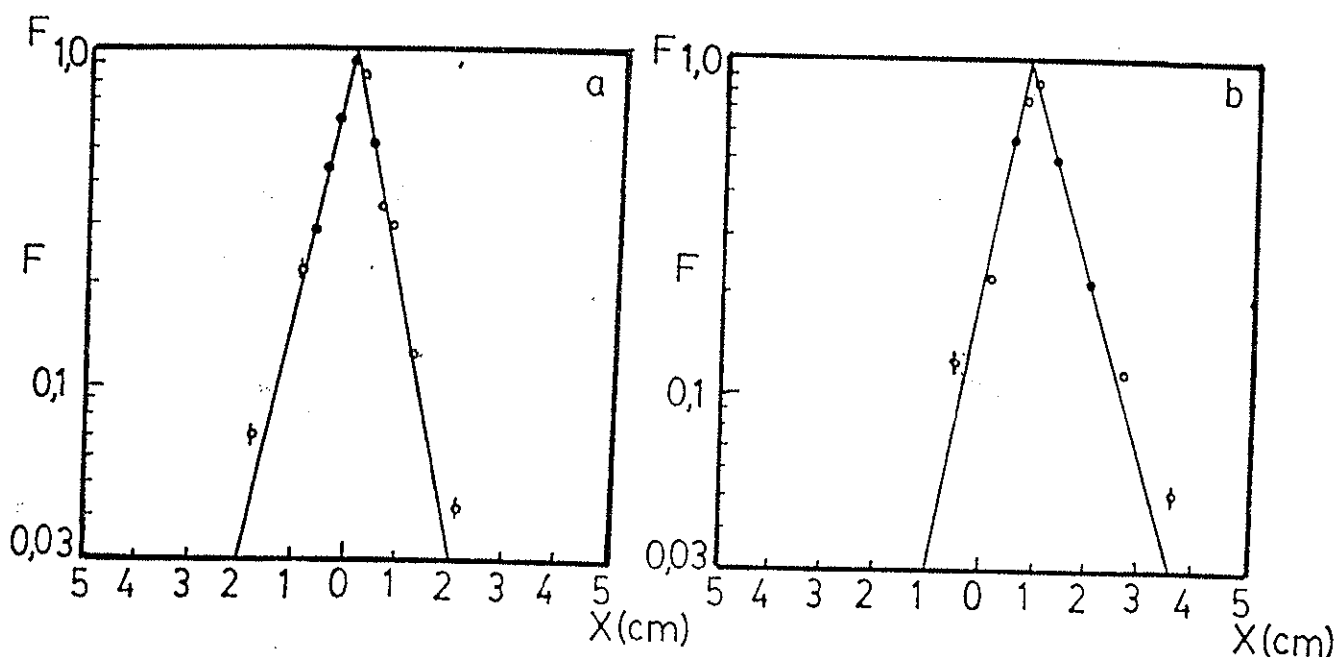


Figura V.14.-Desarrollo lateral de la cascada. Primer prototipo.
a) Angulo de incidencia del haz respecto del bloque de cero grados.
b) Angulo de incidencia del haz respecto del bloque de cuatro grados.

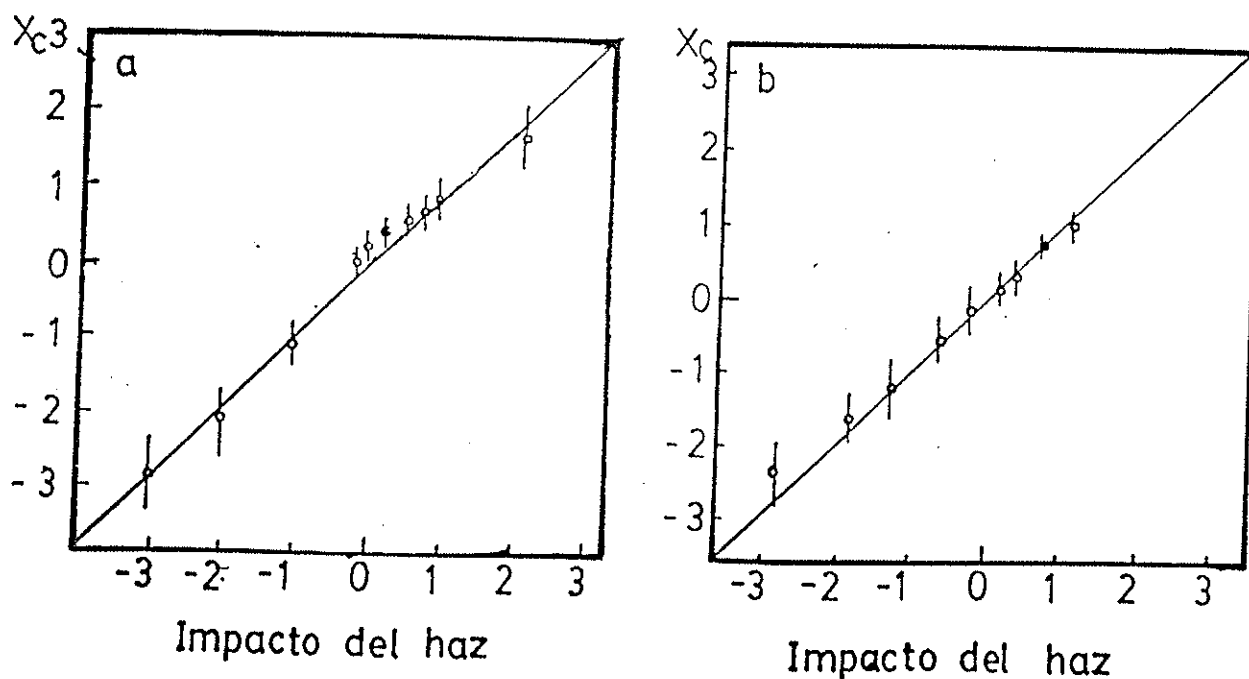


Figura V.15.-Resolución espacial. Primer prototipo.
a) Angulo de incidencia del haz respecto del bloque de cero grados.
b) Angulo de incidencia del haz respecto del bloque de cuatro grados.

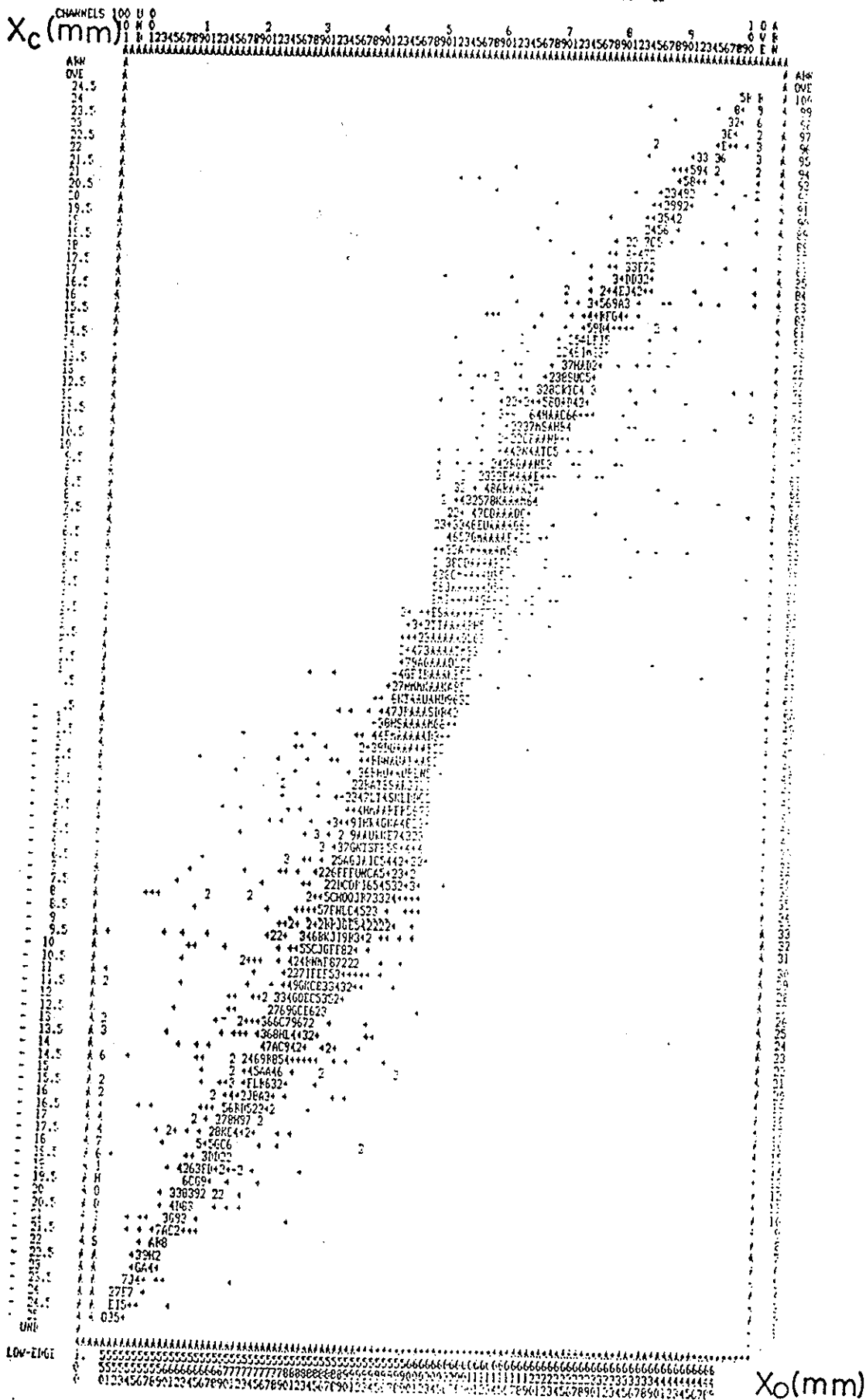


Figura V.16.-Estimador X_c respecto al centro de gravedad X_o .

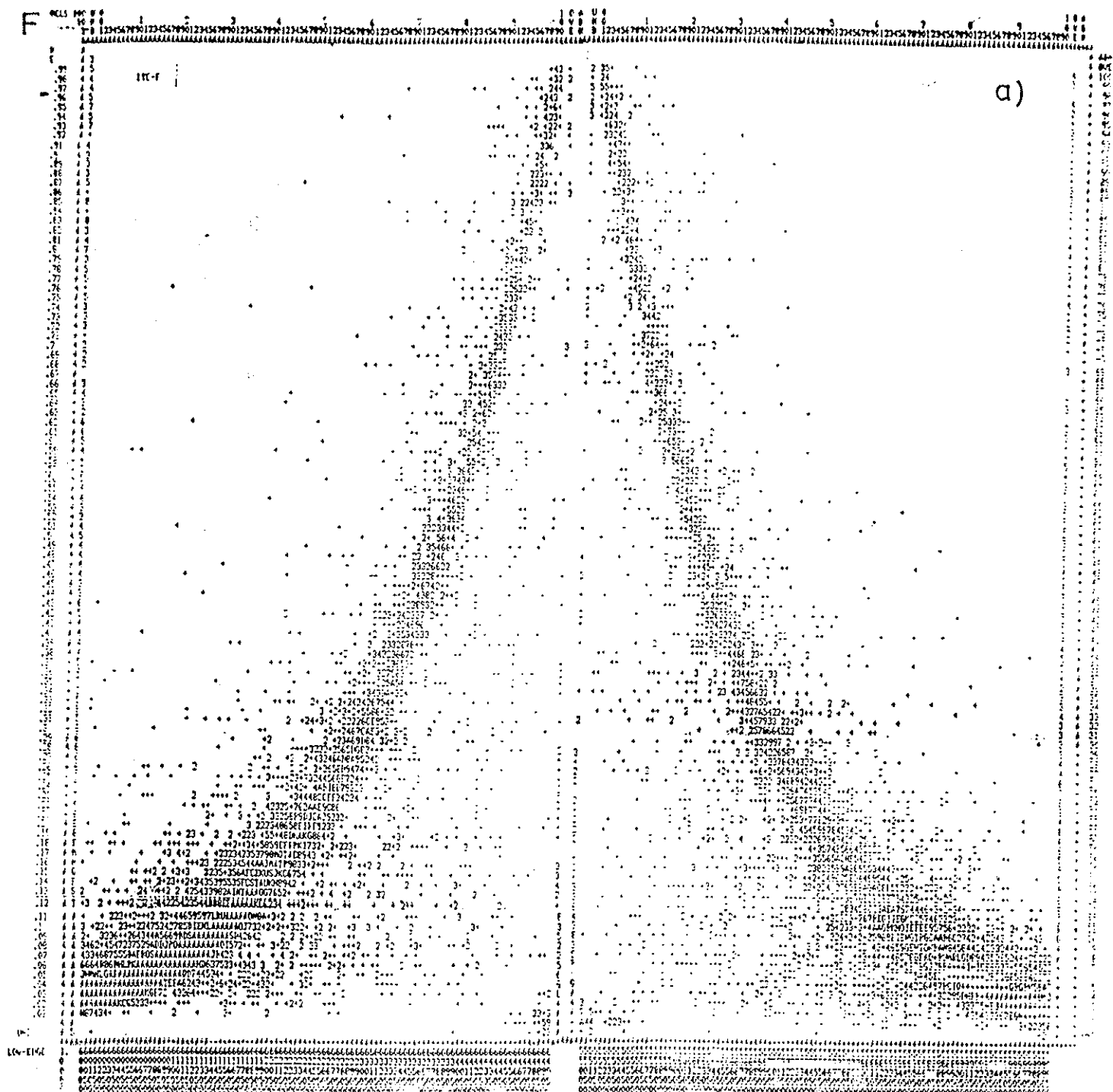
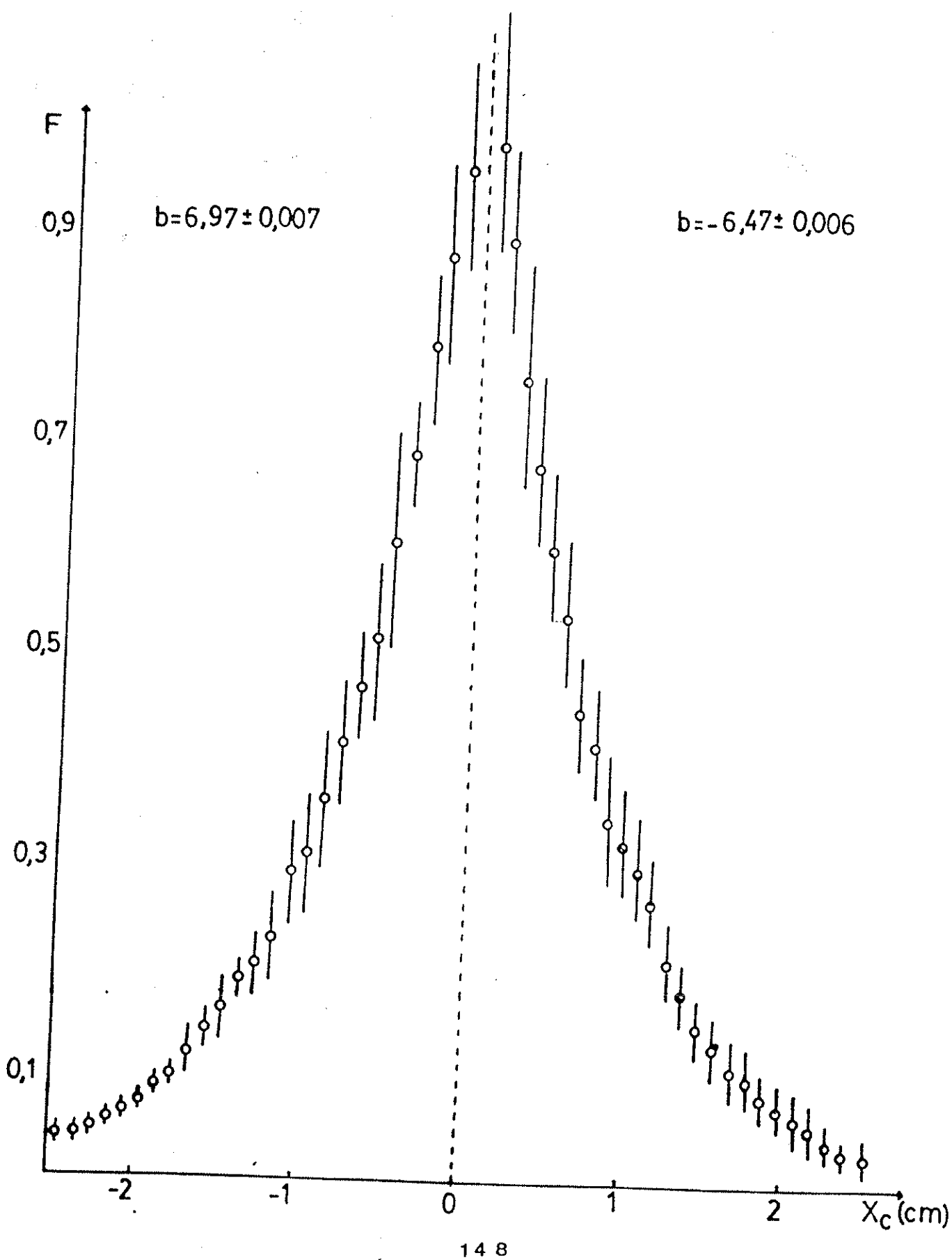


Figura V.17.-Estudio de la función F

$$F = \frac{2 \min(A_i, A_{i+1})}{A_i + A_{i+1}}$$

b)



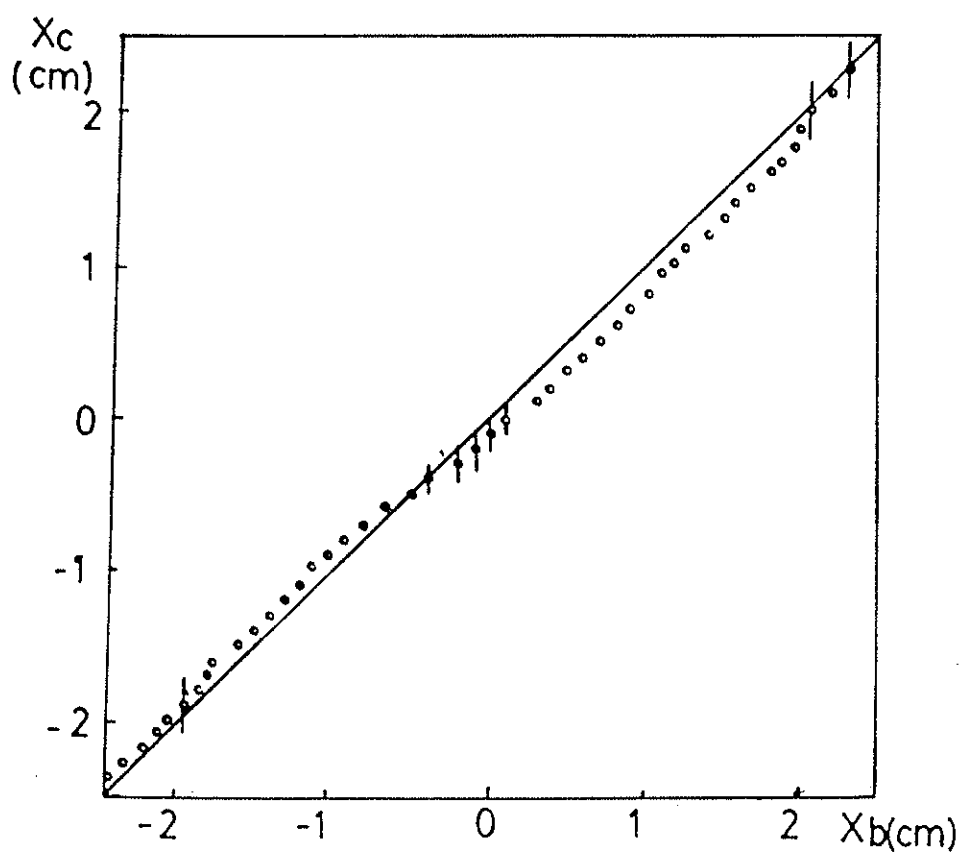


Figura V.18.- Estudio del estimador X_b .

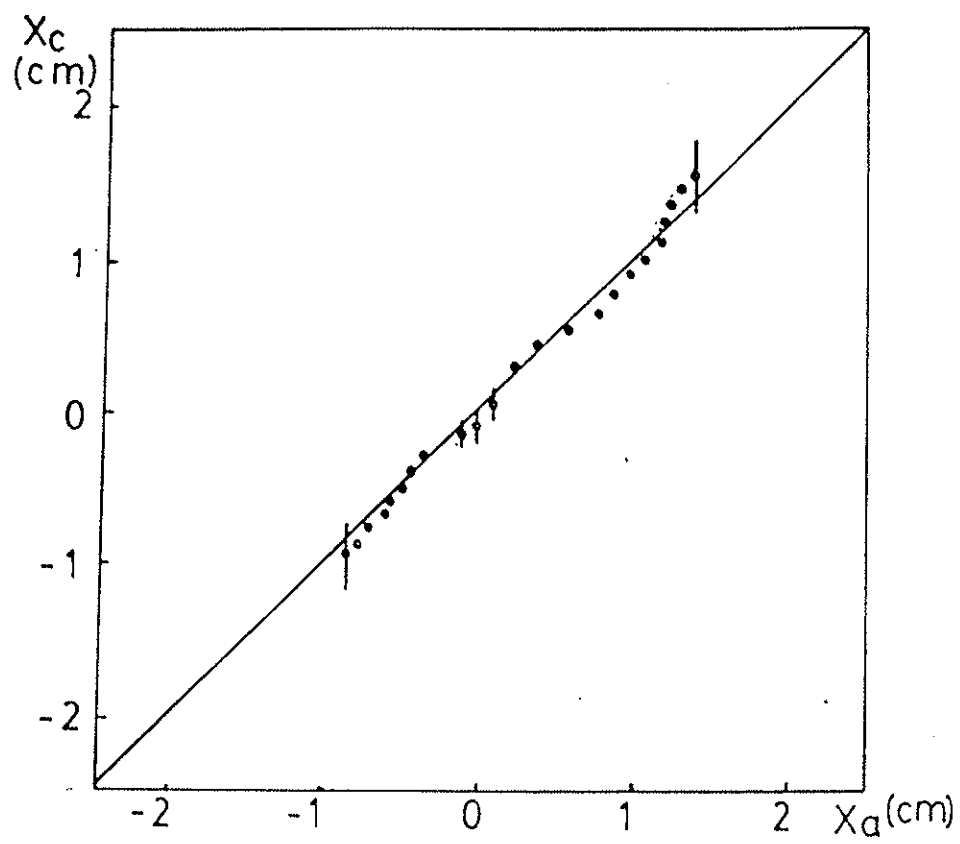


Figura V.19.- Estudio del estimador X_a .

centro de gravedad de la cascada electromagnética frente al punto de impacto, junto con las correspondientes varianzas. Las precisiones obtenidas, en este caso, son semejantes para los tres estimadores estudiados, variando entre 1.2 mm. cerca de la separación del contador y 3.2 mm para electrones cercanos al centro del mismo resultando asimismo en todos los casos Xb como el mejor estimador, en el sentido de que su intervalo de eficacia resulta bastante mas amplio que para los restantes estimadores.

Por último, tomando resultados de muy diferentes experimentos citados en la bibliografía se ha encontrado para una cascada de 1 Gev. una resolución espacial aproximada de un 15 % (V.11) .

En general si el tamaño lateral del bloque es L , resulta para la resolución espacial una ley del tipo :
$$\sigma(x) = 0.15 L / E \text{ (Gev)}$$
 la cual aplicada a nuestro detector una conduce a la expresión :
$$\sigma(x) = 0.75 / E \text{ (Gev)}$$

en bastante buen acuerdo con los datos experimentales tomados en las dos experiencias realizadas sobre prototipos.

V.7.- INFLUENCIA DEL MATERIAL PASIVO ENTRE VIDRIOS

Durante la experiencia de prueba efectuada con el haz de electrones ,tal como antes se mencionó y sobre el primer prototipo , se han estudiado dos zonas del modulo ,una horizontal y otra vertical en las que se había introducido una pared de acero de 6 mm. de espesor con el fin de simular el efecto que originan las paredes del módulo de acero contenedor detector.

Es evidente que la pérdida de energía debida al desarrollo parcial de las cascadas en el acero influye notoriamente en el deterioro de resolución en energía. La distribución total de la energía se muestran en la figura V.20 para ángulos de incidencia del haz de 0° y 4° , con respecto al eje del bloque (V.16), asimismo en la figura V.21 se muestran las gráficas en las que se representan las variaciones que experimenta la energía media del "shower" con la coordenada y del punto de impacto del haz, para incidencia a 0° (a) y 4° (b) calculadas a partir de la información suministrada por las cámaras de "drift". Puede observarse que la pérdida de resolución en energía a 0 es menor que a 4 en la proximidad de la separación entre bloques como era razonable esperar (V.16).

En la figura V.21 se muestran también las mismas distribuciones, (c) y (d) para el caso de dos bloques sin el material pasivo entre ellos, no habiendo en este caso evidencia de pérdida.

V.8.-COMPARACION DE TRIODOS

V.8.a .-Ruido electrónico

Respecto al ruido electrónico se esperaban niveles no superiores a 250 electrones. Sin embargo, el comportamiento de los triodos durante el ensayo demostró que el nivel de ruido era bastante mas alto, resultando mayor en un 40 % del que en principio, podría esperarse. Se pensó entonces, que la principal razón para que esto sucediera es la existencia de vibraciones mecánicas.

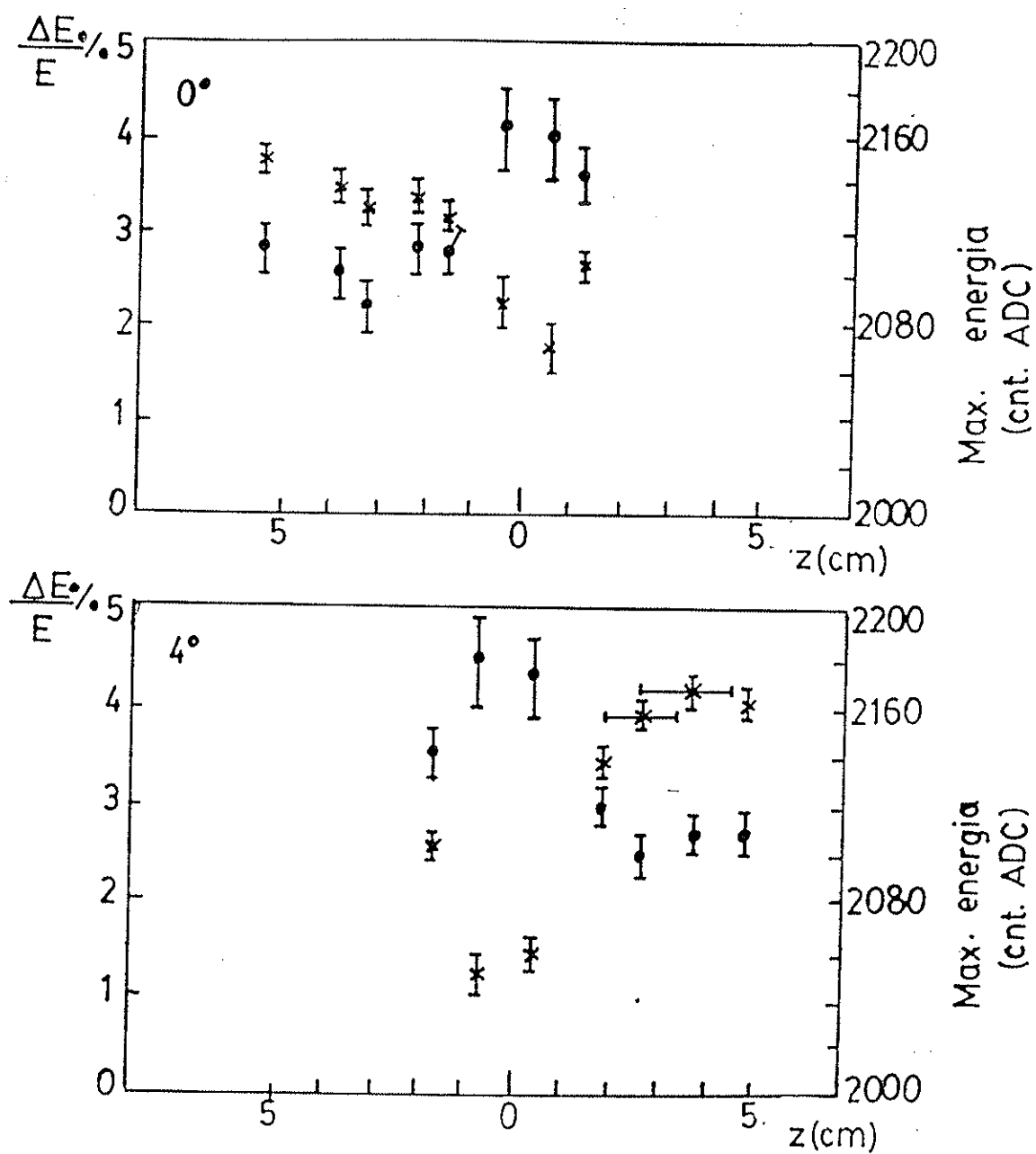
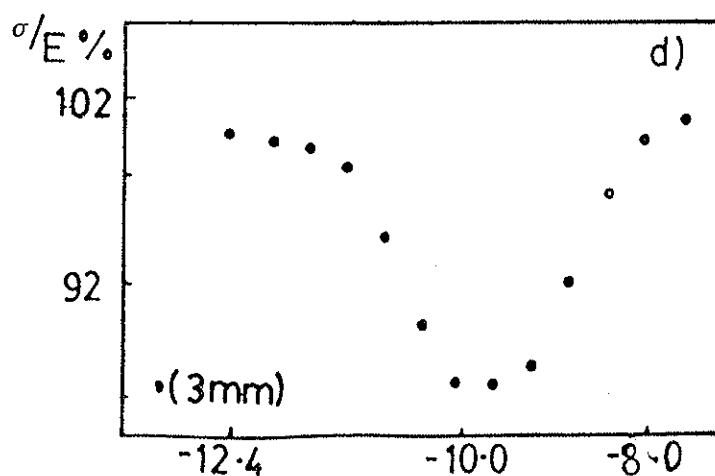
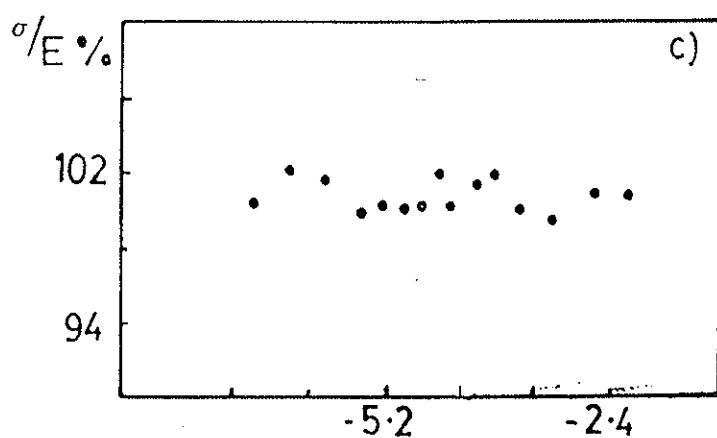
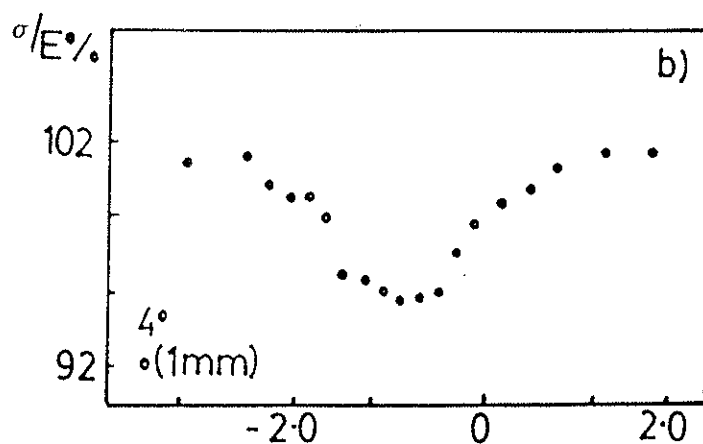
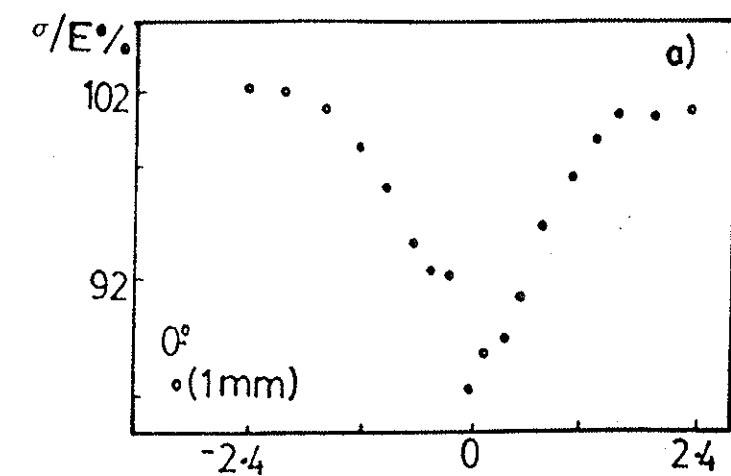


Figura V.20.-Máximo y anchura en la distribución de energía a ángulos de incidencia respecto del haz cero y cuatro grados.



blanco
del
Impacto

Figura V.21.-Valor medio de la energía con respecto al punto de impacto.

vibraciones mecánicas .

Por este motivo se realizó poco despues un nuevo ensayo de estabilidad con el fin de lograr un nivel de ruido adecuado sirviendose en este caso del comportamiento bipolar para los triodos.

En la prueba realizada sobre el segundo prototipo, se lograron niveles de ruido en bastante mejor acuerdo con los valores esperados, tal como se muestra en la figura V.22 .

V.8.b.-Ganancia

Las pruebas realizadas sobre el primer prototipo no resultaron suficientes para poder obtener conclusiones sobre la conveniencia de utilizar ninguno de los diferentes tipos de triodo de las distintas firmas proveedoras, que continuan desarrollando sus productos con el fin aumentar la eficiencia de los mismos, observandose en general valores de ganancia cercanos a $G=10$ (figura V.23).

Posteriormente las pruebas realizadas sobre el segundo prototipo, proporcionaron mayor información, siendo semejantes los resultados para triodos Philips y Hamamatsu, y peores para los de la marca EMI.

V.8.c- Uniformidad de los contadores

Del estudio de los coeficientes de calibración que se muestran en la figura V.24 se deduce que existe gran uniformidad entre los diferentes contadores, puesto que solo se presenta una dispersión de un 11 % , lo cual va a permitir disminuir el tiempo de calibración , en futuros ensayos.

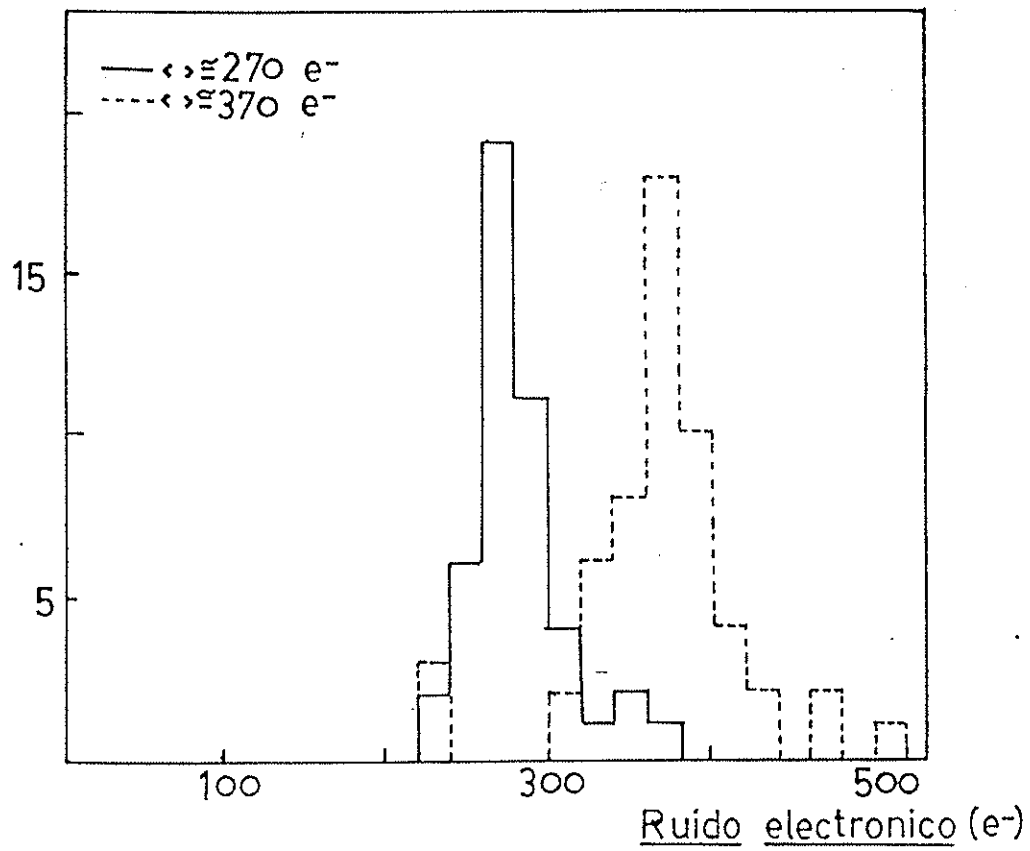


Figura V.22.-Valores de los niveles de ruido :
 - - - Test sobre el primer prototipo.
 — Test sobre el segundo prototipo.

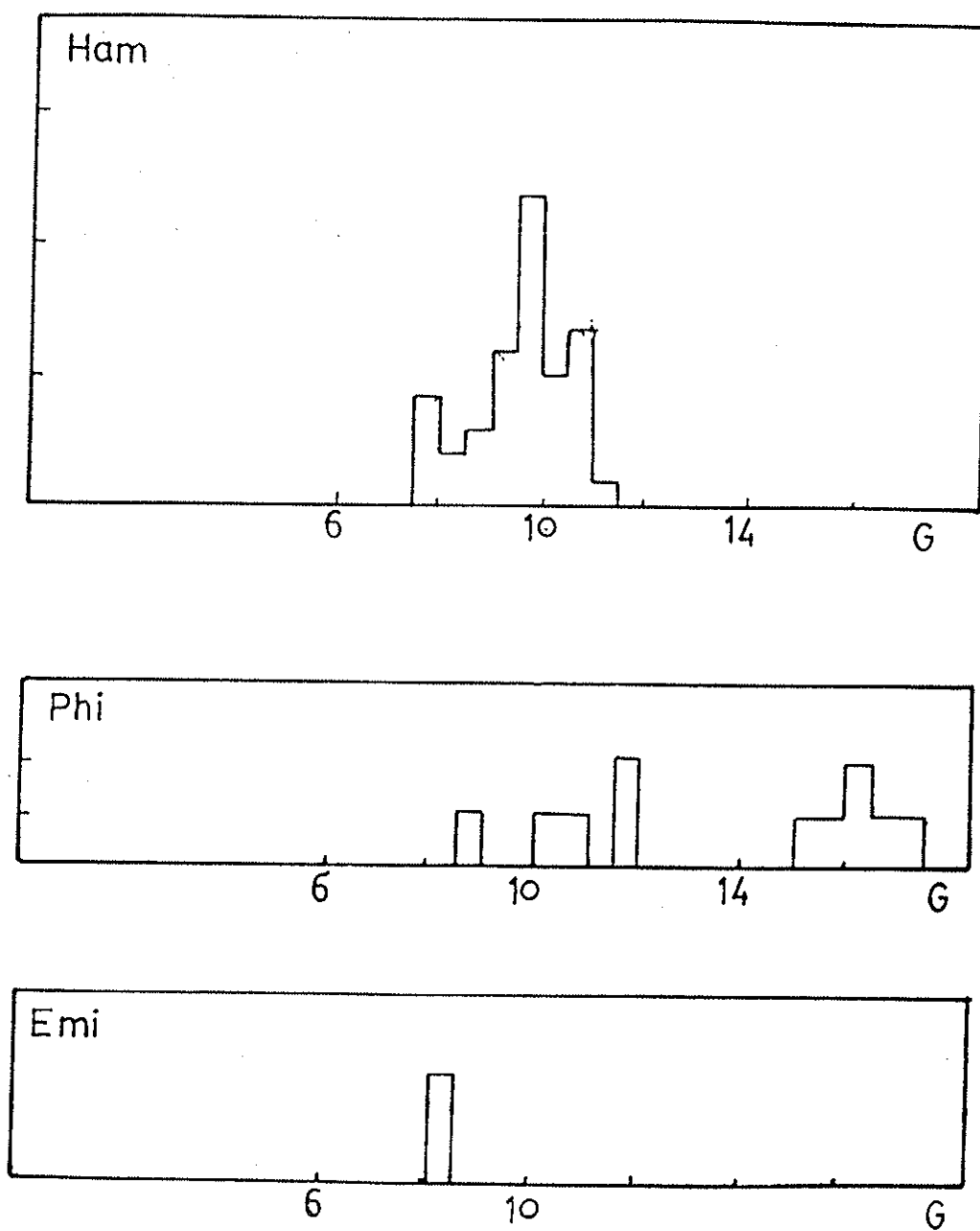


Figura V.23.-Ganancia G de los diferentes tipos de triodos a una tensión de 700V(razón de voltaje 1:1).

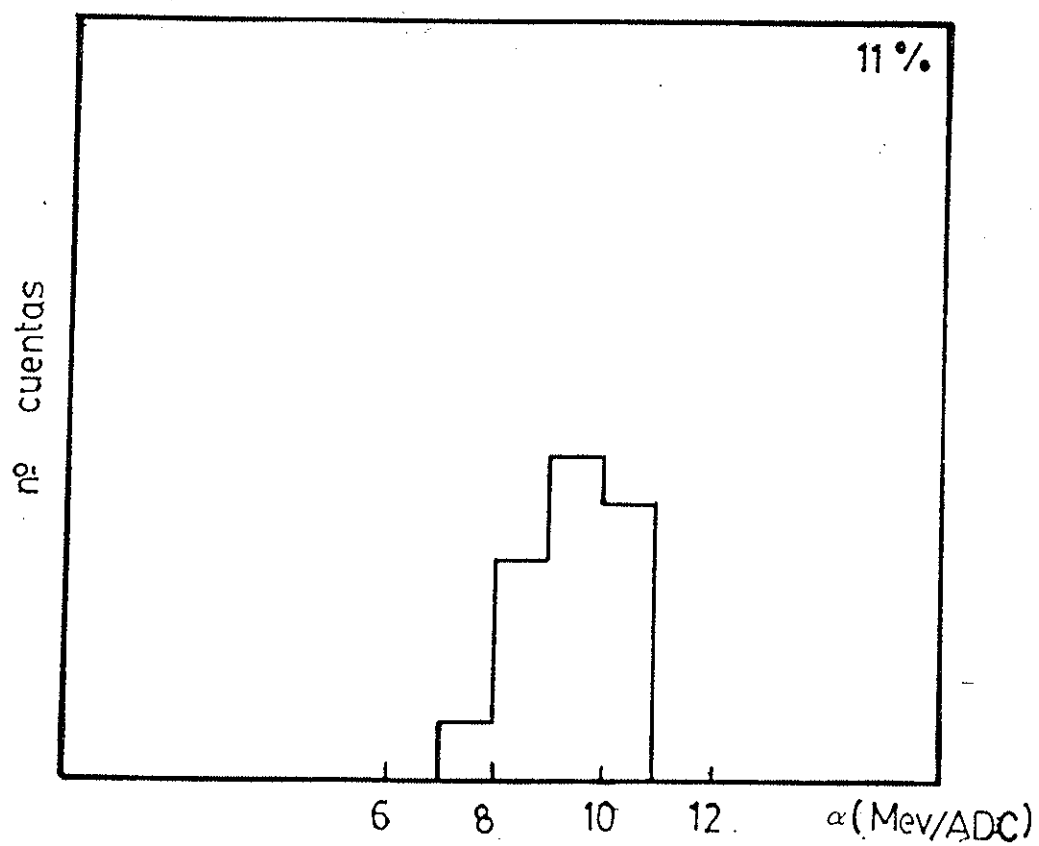


Figura V.24.-Distribución de los coeficientes de calibración para el binomio (SF1,Ham).

V.9.- Experiencias de prueba con campo magnético

A ultimos del mes de noviembre del mismo año aún se realizó una experiencia de ensayo utilizando el mismo haz de electrones y colocando un conjunto de siete contadores ,justamente despues del solenoide de 1 Tesla, en presencia y en ausencia de un bloque de material situado ante el módulo de modo que simulara aproximadamente el material de DELPHI que se interpondrá entre el "inner" y nuestro calorímetro a la hora de la experiencia. Se llegó a la conclusión de que la razon entre la señal en el bloque central y la suma de la señal del conjunto total varia entre 7.3, sin material y sin campo magnético, a 4.9 con 0.8 Xo de material y con campo magnético.

a.- Estudio de la dependencia del ruido con comportamiento unipolar y bipolar de los triodos.

En el apartado correspondiente a la comparación de los diferentes tipos de triodos , los resultados obtenidos en el ensayo del primer prototipo se obtuvieron niveles de ruido bastante por encima del valor esperado , barajandose como principal hipótesis e su origen la existencia de vibraciones mecánicas, presentandose entonces como posible solución la utilización de comportamiento bipolar de nuestros triodos.

Se utilizó un generador de perturbaciones de 150 mV , con onda cuadrada ,en un montaje como el esquematizado en la figura V.25 ,para los distintos tipos de triodos , realizandose un primer estudio sobre la magnitud del ruido electrónico y un segundo estudio sobre su dependencia del comportamiento unipolar y bipolar de los mismos.

Los resultados obtenidos pueden observarse los resultados obtenidos en las figuras V.26 ,V.27 y V.28 que se adjuntan.

b.- Determinación de la velocidad límite

La señal , despues de la amplificacion unipolar realizada por el triodo posee una forma del tipo que se muestra en la figura V.29 .

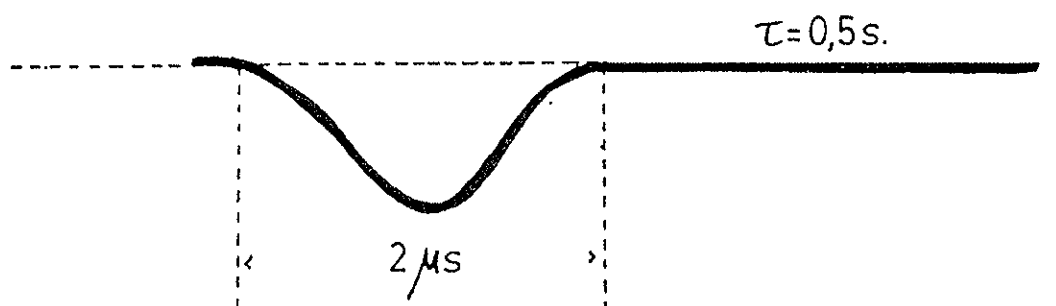


Figura V.29.-Forma típica de la se|al de un triodo despues de la amplificación unipolar.

Un incremento de la velocidad ("rate") tiene dos efectos :

1.-Una disminución de los valores de los pedestales de los diferentes ADC .

2.- Un incremento del ruido de cada canal, siendo ambos efectos directamente proporcionales a esta velocidad de producción. En nuestro caso hemos obtenido un límite para ésta velocidad de aproximadamente 200 e-/seg de 40 Gev., pudiendo incrementarse en dos ordenes de magnitud si adoptamos el correspondiente comportamiento bipolar (Figuras V.30,V.31, V.32).

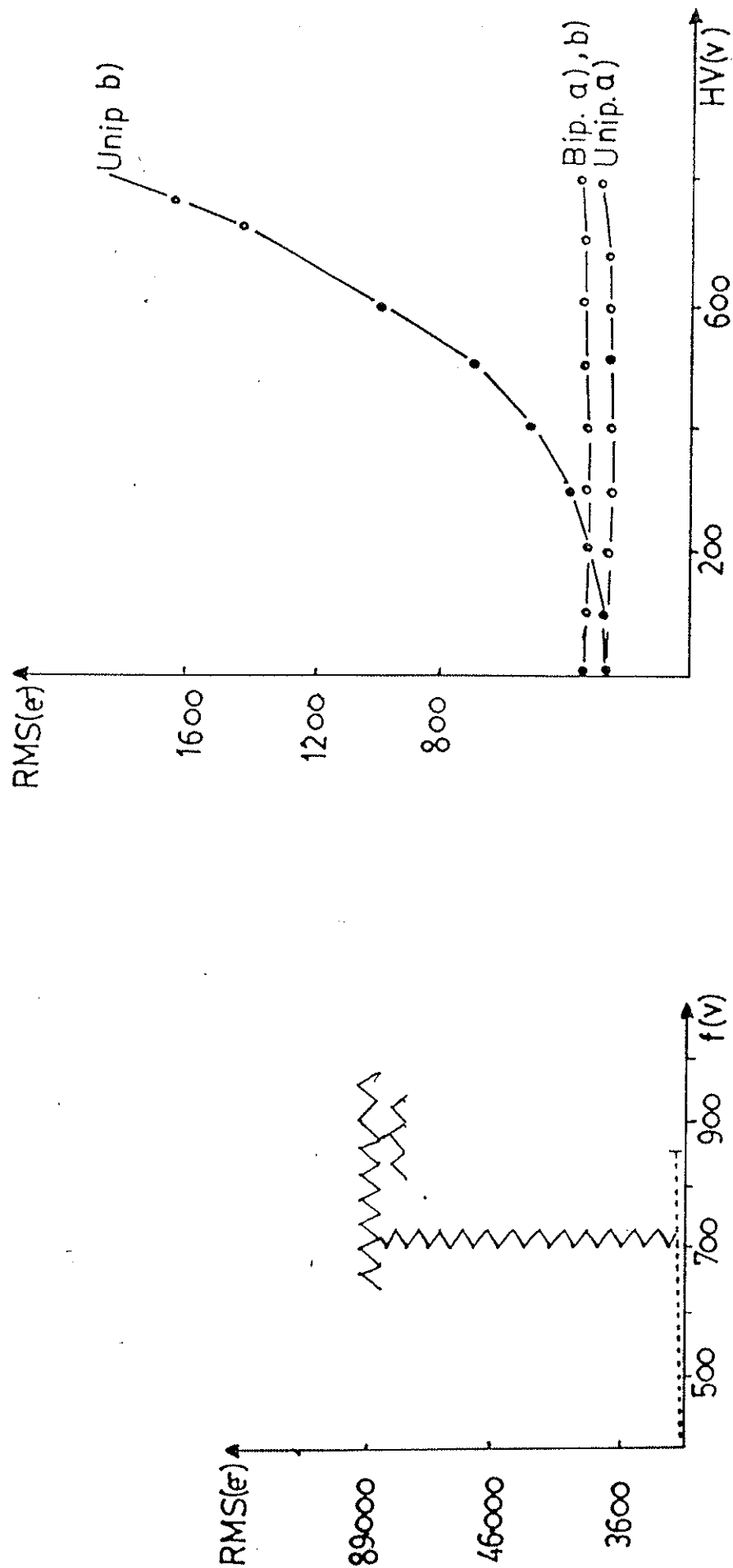


Figura V.26.-Respuesta de un triodo tipo Phillips.
a)Ruido standart.
b)Comportamiento unipolar y bipolar.

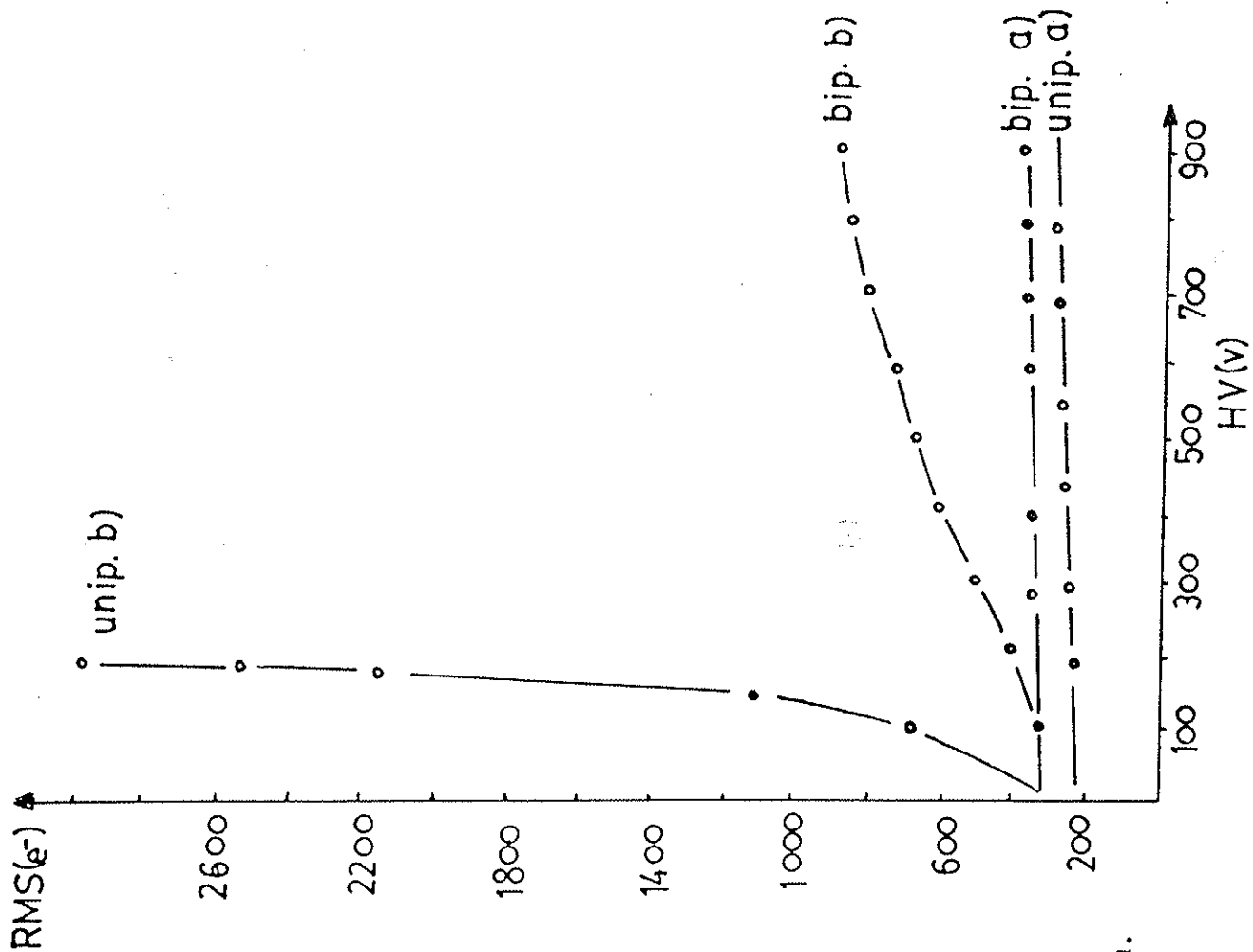
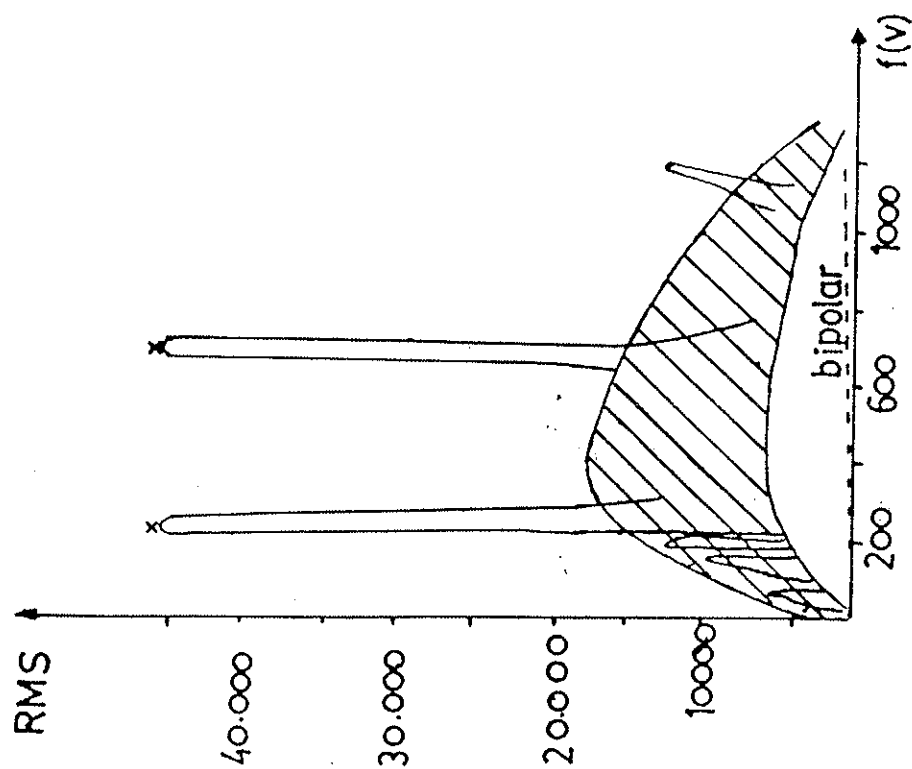


Figura V.27.-Respuesta de un triodo tipo Hamamatsu.

- a) Ruido standart.
- b) Comportamiento unipolar y bipolar.

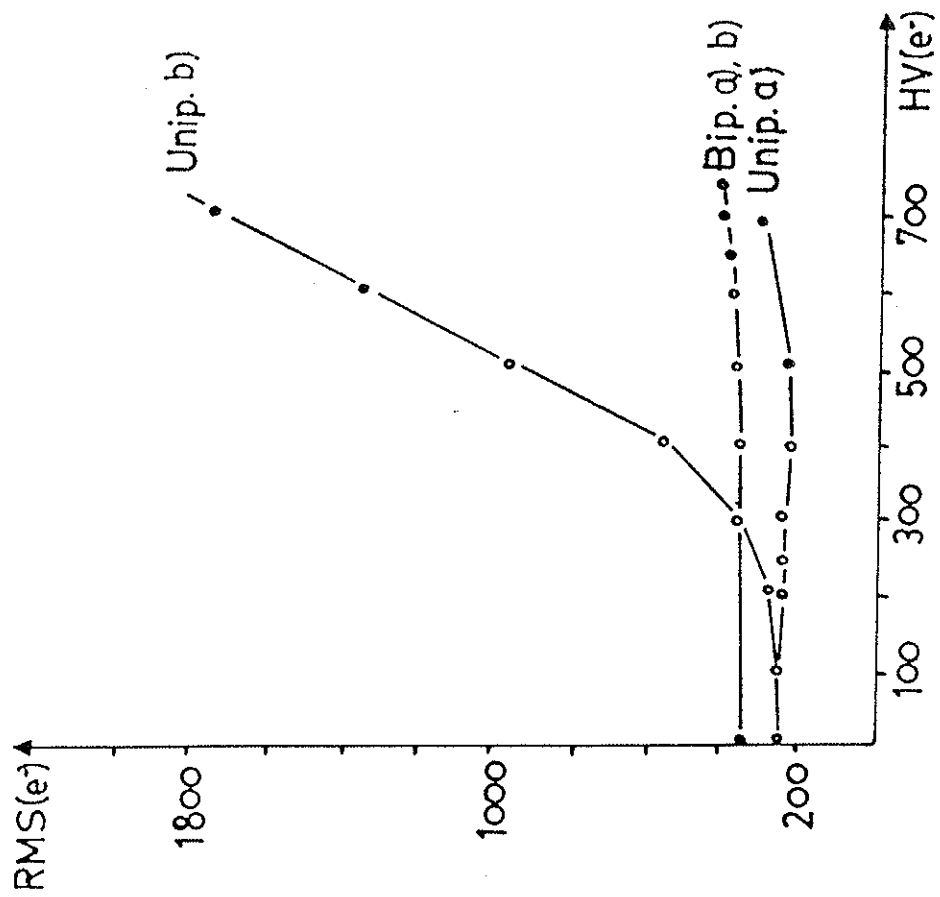
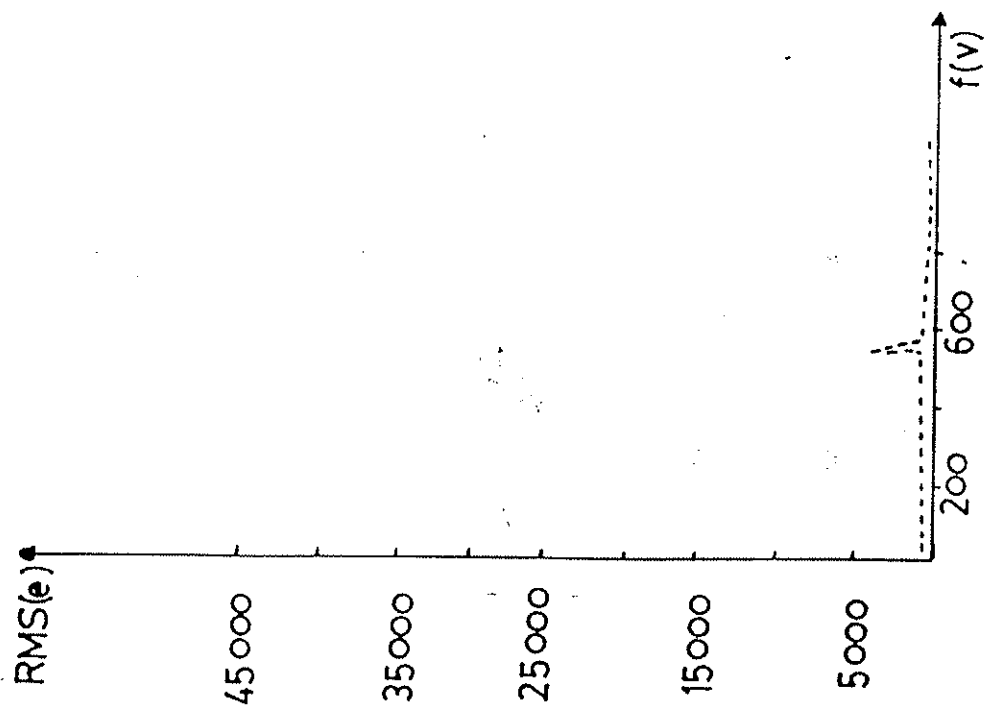


Figura V.28.-Respuesta de un triodo tipo EMI.

a) Ruido standart.

b) Comportamiento unipolar y bipolar.

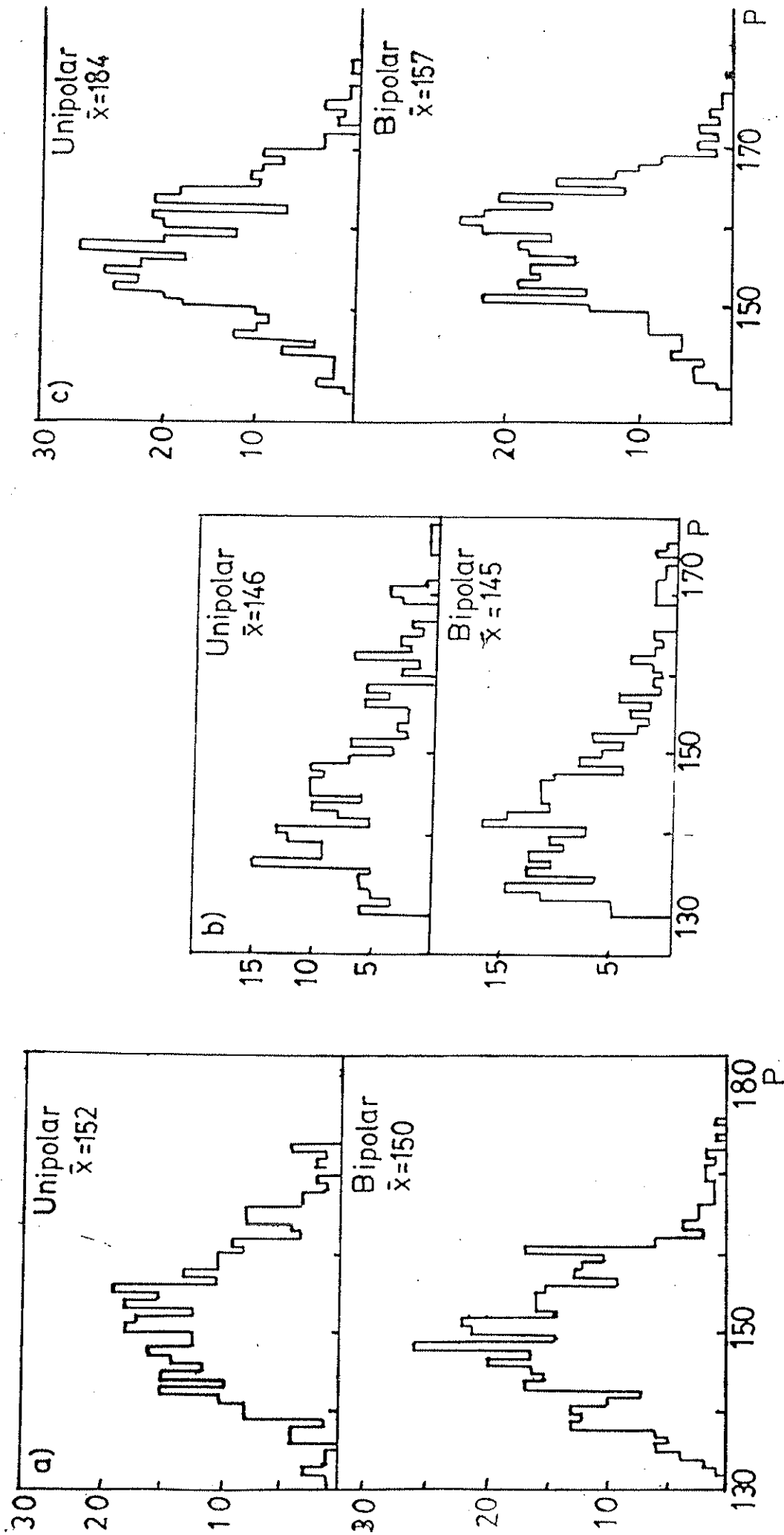


Figura V.30. -Variación de los valores de los pedestales P en comportamiento unipolar y bipolar de los triodos.
a) Velocidad límite 500 electrones por pulso.
b) Velocidad límite 4500 electrones por pulso.
c) Velocidad límite 8000 electrones por pulso.

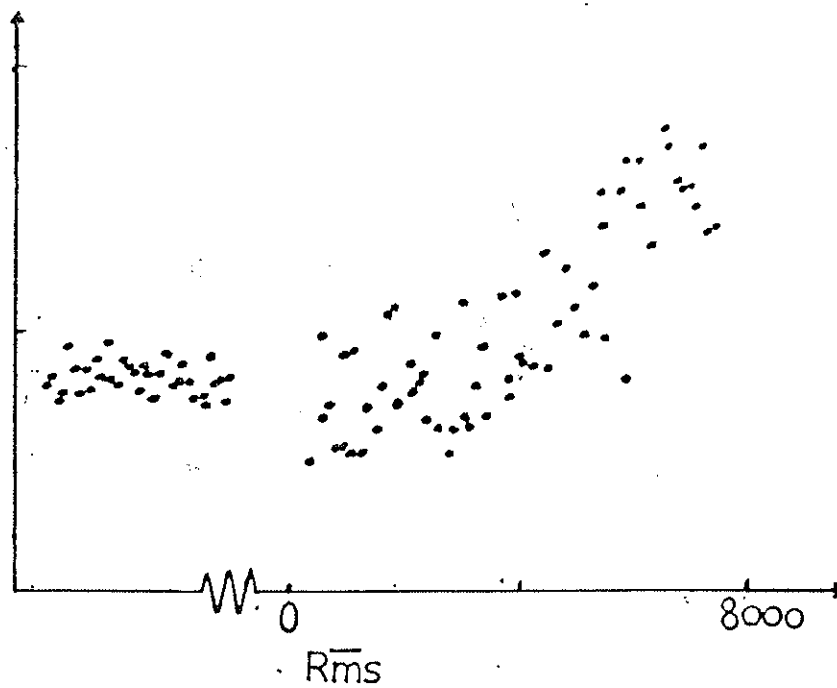


Figura V.31.-Incremento del ruido electrónico con el valor de la velocidad límite.

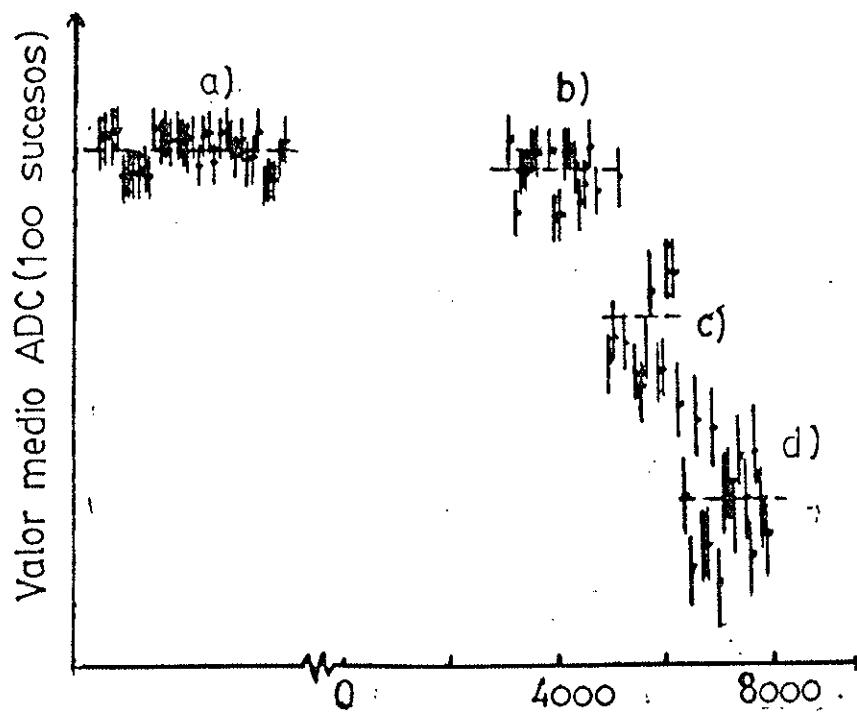


Figura V.32.-Valores de pedestales para diferentes velocidades límite.

- a) 200 electrones por pulso.
- b) 450 electrones por pulso.
- c) 2000 electrones por pulso.
- d) 8000 electrones por pulso.

Capitulo VI : RESULTADOS DE SIMULACION PARA EL FEMC.
=====

VI.1.- SIMULACION DEL FEMC.

Se ha puesto a punto un método de Monte Carlo ,que tiene en cuenta las características de transparencia,reflectividad en los bordes del vidrio y eficiencia de los fototriodos así como los datos propios del material ,tomados todos ellos de la experiencia de prueba que se realizó con el primer módulo del FEMC(VI.1). Entonces se escribió la correspondiente rutina,que nos permite obtener las distribuciones del número total de fotoelectrones generados.

Para la simulación del desarrollo de la cascada en el interior del vidrio (figura VI.1),se ha utilizado EGS(Monte Carlo para simulación de cascadas electromagnéticas),LEPSIM (conjunto de programas de simulación del LEP) con un corte a baja energía de 1 Mev. ,valor que al consultar la bibliografía se consideró como razonable, teniendo en cuenta que los electrones secundarios de energía menor que esta , son solamente y de modo aproximado el 5% del total de la luz Cerenkov(VI.2).

Los procesos electromagnéticos que se han tenido en cuenta al desarrollar el Monte Carlo han sido(VI.3) :

- 1.- Breemstrahlung.
- 2.-Produccion de pares.
- 3.- Efecto Compton.
- 4.- Producción de rayos .
- 5.- Aniquilación de positrones.

En general se han utilizado las características medias de los diferentes vidrios de plomo utilizados en los diversos prototipos , resultando este criterio suficiente a la hora de reproducir secciones eficaces tabuladas.

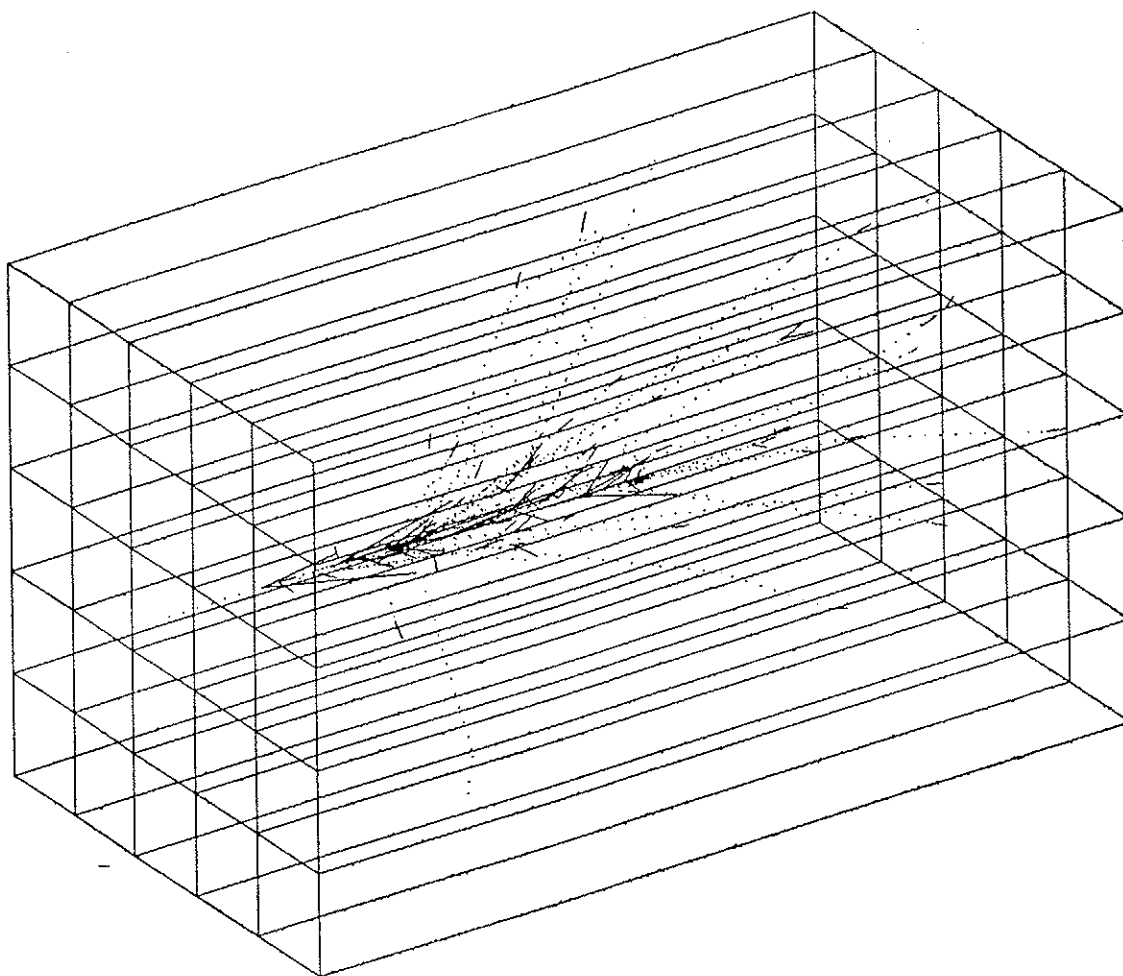


Figura VI.1.-Simulación del desarrollo de una cascada electromagnética en el interior del vidrio.

En principio el M.C. ha sido ensayado considerando sobre una geometría de tres bloques de vidrio de plomo, cuyas dimensiones son 5cm X 5cm X 20 Xo (x X y X z) similares a las de los bloques utilizados para los prototipos del FEMC es decir, pirámides truncadas con la cara anterior de dimensiones 5cm X 5cm, longitud del bloque 20 longitudes de radiación y semiángulo de apertura de 0.39° .

Ahora bien, el principal problema que se presenta al llevar a cabo estos procesos de simulación, radica en el tiempo de cálculo. La mayor parte de este tiempo se dedica a seguimiento de trazas y en definir lo mas perfectamente posible la difícil geometría del detector. Para reducir en lo posible este tiempo de de procesado se han seguido los siguientes criterios:

A.- Generar de modo previo y por medio del programa INICOM(ver apéndice de programación) las características geométricas del FEMC., referidas al sistema de coordenadas que se muestra en la figura VI.2:

- a.- Para cada punto (x,y,z) los ángulos que forma el eje del bloque con el haz de electrones en el punto de interacción.
- b.- El número del bloque al que pertenece el vértice de la cascada .
- c.- Coordenadas de las paredes de los bloques y paredes de los diferentes planos.
- d.- Coordenadas de los planos de acero que proporcionan rigidez al detector.

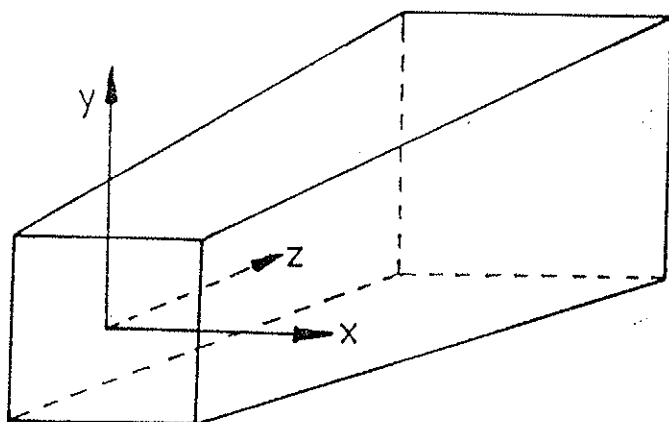


Figura VI.2

B.- Utilizar el método de "bootstrap" :

Se trata de un método híbrido, en el que el programa de simulación realiza un seguimiento de las trazas de todas las partículas (VI.3) cuya energía se encuentre por encima del "cutt-off". Este corte se fija previamente teniendo en cuenta la energía de la partícula primaria.

Las partículas por debajo de esta energía de corte son reemplazadas por cascadas pregeneradas (congeladas), tomadas de un muestrario de un banco de datos, con energías similares, y representadas por la deposición de la energía en pequeñas celdas, de tamaño conveniente (en nuestro caso cada celda estaría constituida por un único bloque de vidrio de plomo, o por el conjunto de un número pequeño de ellos). De este modo se obtiene un comportamiento más realista que el que supone una parametrización.

Este método se llama de "bootstrap" ya que las cascadas se logran a partir de las que provienen de un Monte Carlo a energía más baja.

Así pues :

1.- Todas las partículas cargadas se siguen por encima del "techo" de energía fijado. Los fotones se siguen hasta su materialización , para considerar de modo exclusivo cascadas iniciadas por electrones.

2.- Todas las partículas cuya energía esta por debajo del "techo" son reemplazadas por una cascada congelada que contiene la cantidad de energía depositada en una celda de tamaño suficiente.

3.-Sobre cada cascada congelada se realiza una traslación y una rotación y finalmente se situa a escala, de acuerdo con la relación existente entre la energía de la partícula primaria y la energía nominal de la fila que corresponde a la cascada congelada.

La ganancia de tiempo ,utilizando este método, respecto a la simulación directa,aumenta con la energía de la cascada sin que se produzca una (VI.1) degradación sensible de la exactitud del resultado, sin embargo, en los contadores Cerenkov,este procedimiento proporciona incertidumbres en los resultados, debido a que la producción de fotoelectrones varia fuertemente con el ángulo. Entonces los bancos de cascadas pregeneradas deben contener trazas de electrones,lo que requiere una gran cantidad de espacio,esto hace que el "cutt-off" no pueda ser colocado razonablemente por encima de los 10 Mev(VI.5).

VI.2.- RESULTADOS DEL PROCESO DE SIMULACION.

A.- Desarrollo longitudinal del "shower"

La longitud de la cascada está ligada al proceso de multiplicación de la misma, debido al breemstrahlung, producción de pares y también a pérdidas por ionización y a la difusión Compton.

En la figura VI.3 ,se representa la derivada de la longitud total de traza, L , con respecto a la coordenada longitudinal Z (en unidades arbitrarias)en función de la coordenada longitudinal (en longitudes de radiación).

La línea inferior corresponde a electrones incidentes de 5 Gev; la superior a electrones de 20 Gev. Los picos son 5 X_0 ,cuando el valor esperado es 5.5, y 6.5 X_0 cuando el valor esperado es de 6.9. Los centros de gravedad resultan 6.8 X_0 y 8.3 X_0 cuando deben esperarse los valores 6.9 X_0 y 8.3 X_0 .

B.- Desarrollo lateral del "shower" El desarrollo lateral de las cascadas tiene su origen en la dispersión angular media debida al "breemstrahlung" y en la producción de pares, que resulta menor que la difusión múltiple de electrones y positrones. Su característica mas importante es el radio de Moliere que como ya vimos representa el desarrollo lateral del haz de electrones una vez recorrida una longitud de radiación.

En la figura VI.4 se representa la derivada de la longitud total de traza con respecto a x , en función de con la coordenada x en longitudes de radiación. Como antes, la curva superior corresponde al ensayo con electrones de 20 Gev. y la inferior con un haz de 5 Gev. Es de notar la no dependencia del desarrollo lateral de la cascada con respecto a la energía del primario.

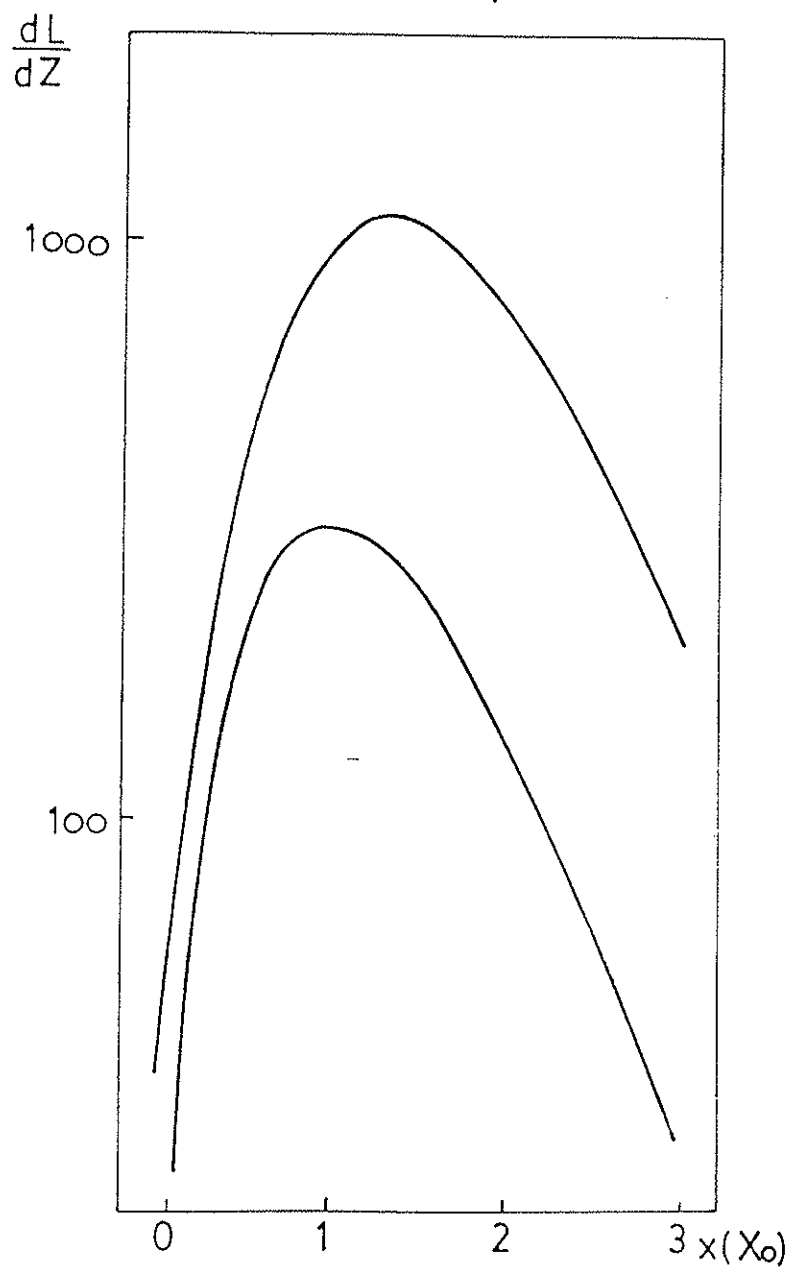


Figura VI.3.-Desarrollo longitudinal del "shower".

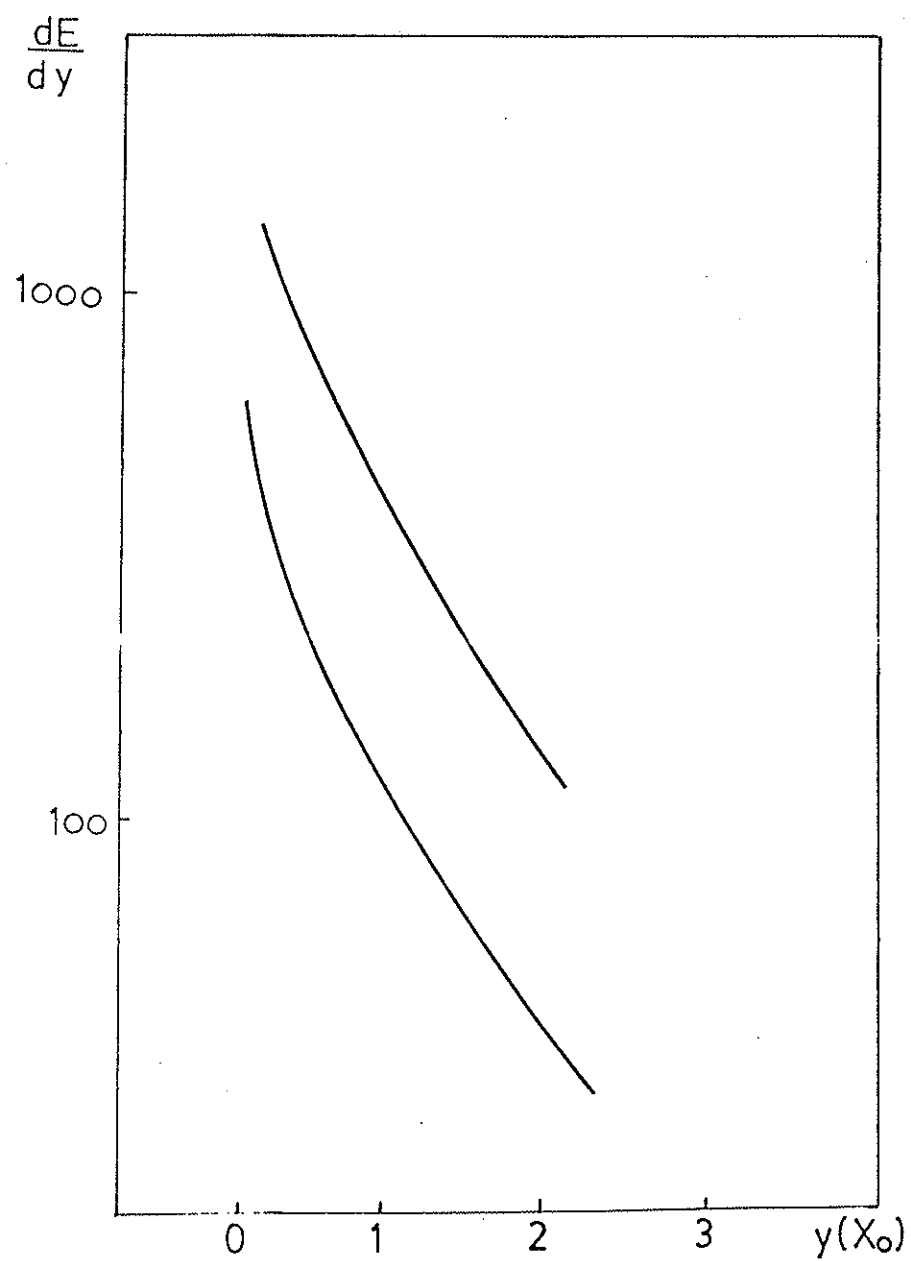


Figura VI.4.-Desarrollo lateral del "shower", para energías de 5 y 20 GeV..

C.- Longitud total de traza

Se ha estudiado la variación experimentada por la longitud total de traza, en cm. en función de la energía del electrón incidente, en un intervalo de energía del haz de electrones comprendido entre 1 y 20 GeV .

Los resultados se muestran en la figura VI.5, de la que se obtiene un valor medio de 132 cm/GeV, contra los aproximadamente 140 cm/GeV predichos teóricamente.

D.- Número de fotoelectrones

En la figura VI.6 se representa el número de fotoelectrones registrados por unidad de energía depositada en GeV..

De los datos obtenidos en los ensayos del primero y segundo prototipos, resultaron valores cercanos a 600 fotoelectrones por GeV. En cambio por simulación se han obtenido una media de 950 fotoelectrones por GeV.. Esta diferencia ,exclusivamente de escala, puede quizás ser explicada por la desestimación en el proceso de simulación de ciertos tipos de pérdidas ,que no fueron tenidos en cuenta, como por ejemplo ,la transparencia de los vidrios, la reflectancia en los bordes y la eficiencia de los triodos utilizados, datos que no fueron estudiados en los ensayos realizados sobre los citados prototipos .

En cuanto a la dispersión en el cálculo del número de fotoelectrones hemos realizado un estudio cuyos resultados se muestran en la figura VI.7 .En ella se representa la magnitud del error en función de la energía del electrón incidente. La línea continua corresponde a los resultados del ensayo.

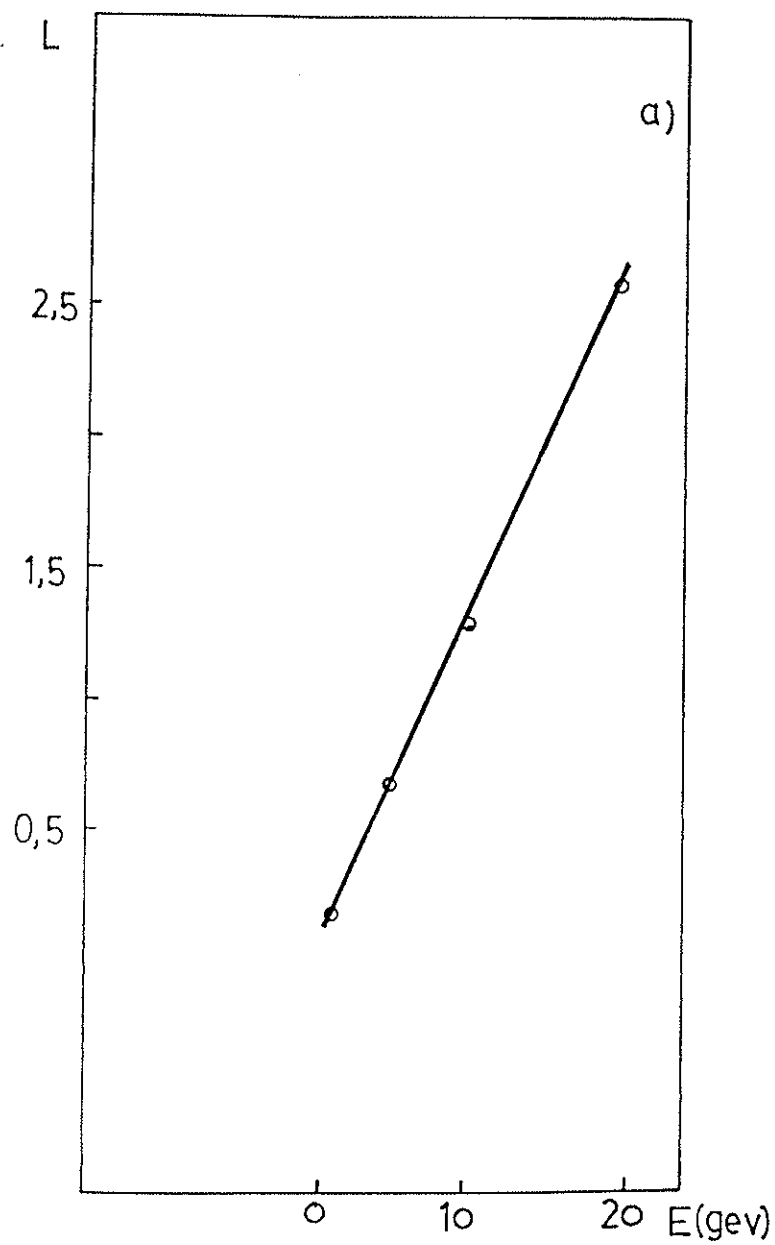
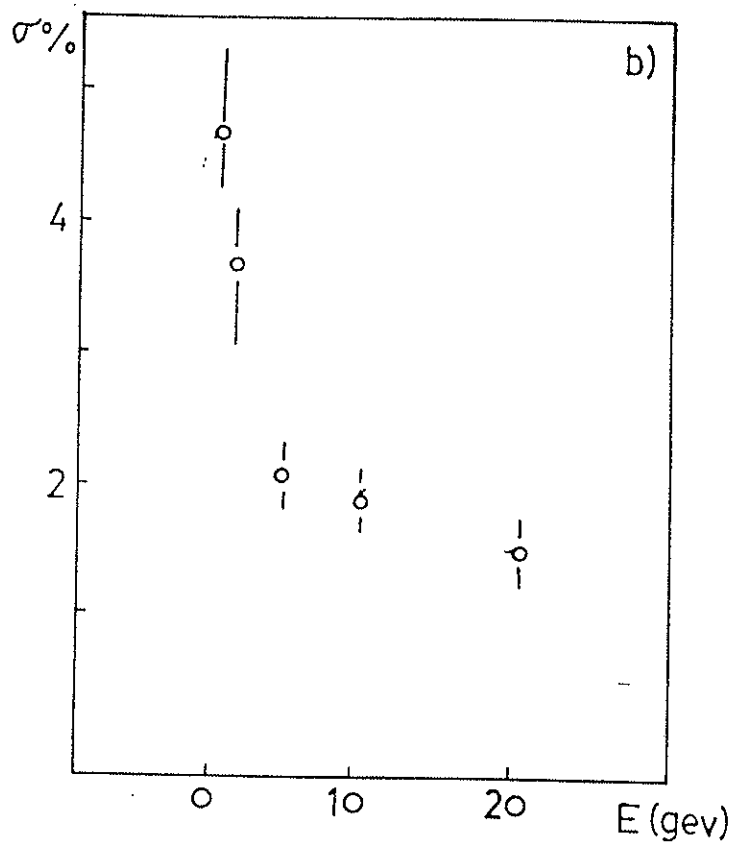


Figura VI.5.-

- a.-Longitud total de traza en función de la energía.
- b.-Dispersión de la longitud total de traza.



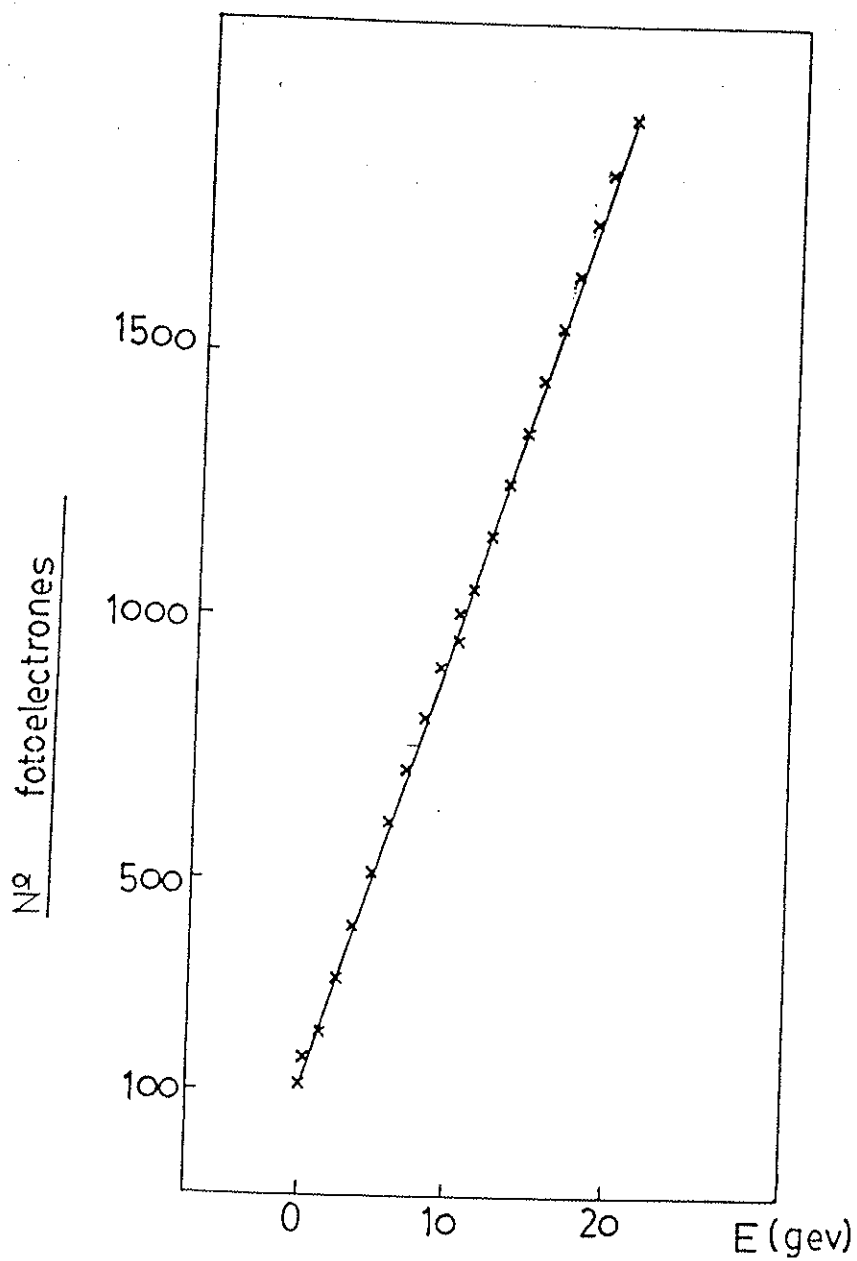


Figura VI.6.- Número de fotoelectrones recogidos en función de la energía de la partícula incidente.

Finalmente quremos hacer notar que el tipo de detección que hemos utilizado en este estudio esta basada en la recogida de luz Cerenkov ,como ya hemos comentado previamente , emitida por las trazas cargadas de una cascada. Si n es el índice de refracción del medio y β la velocidad de la partícula , el número de fotones emitidos por unidad de frecuencia vendra dado por :

$$\frac{dN}{d\omega} = -\frac{2\pi\alpha}{c} \left(1 - \frac{1}{n^2\beta^2} \right)$$

con α la constante de acoplamiento electromagnético. Los resultados se muestran en la figura VI.8 como función de la energía cinética E del electrón, tomando las características propias del vidrio SF1 utilizado en nuestros prototipos.

En nuestro caso , hemos tenido en cuenta las siguientes aproximaciones :

i.-En el proceso de "breemstrahlung" se ha despreciado el ángulo entre la partícula primaria y la secundaria (Teoria de Bethe-Hutter) Al igual que en la producción de pares.

ii.- En las perdidas por ionización, hemos utilizado las formulas corregidas por efecto de densidad de Sternheimer.

iii.- Se ha despreciado el efecto fotoeléctrico.

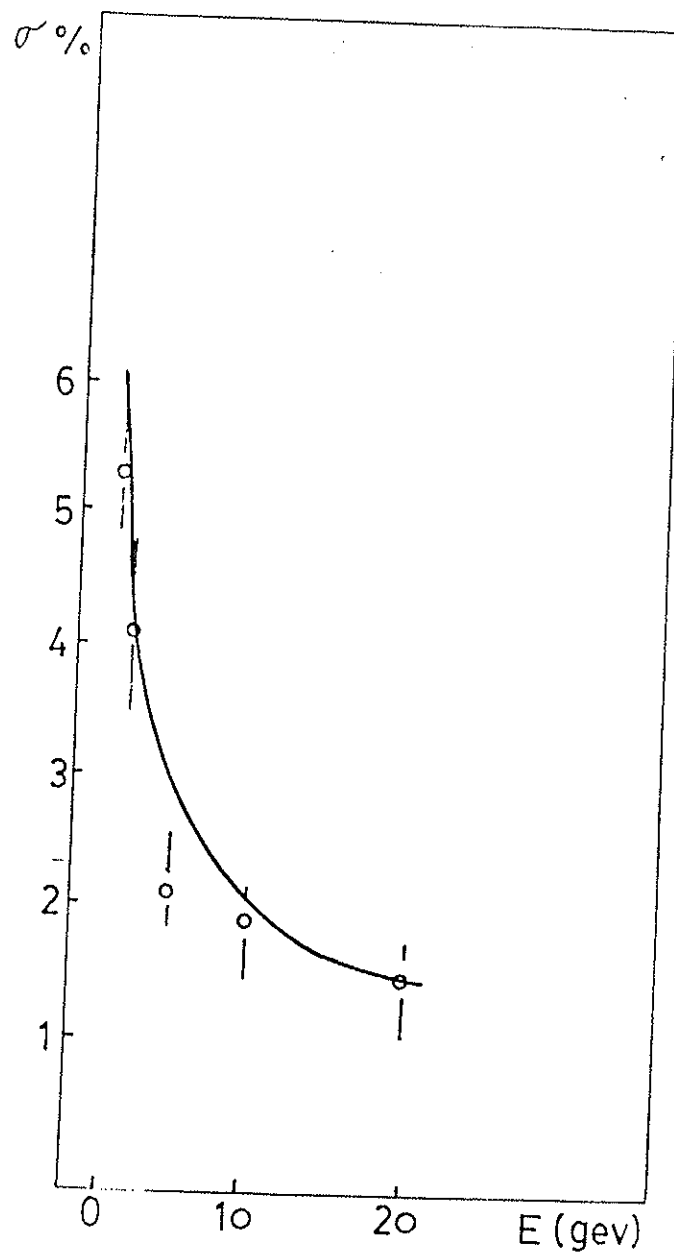


Figura VI.7.- Error en el cálculo del número de fotoelectrones.

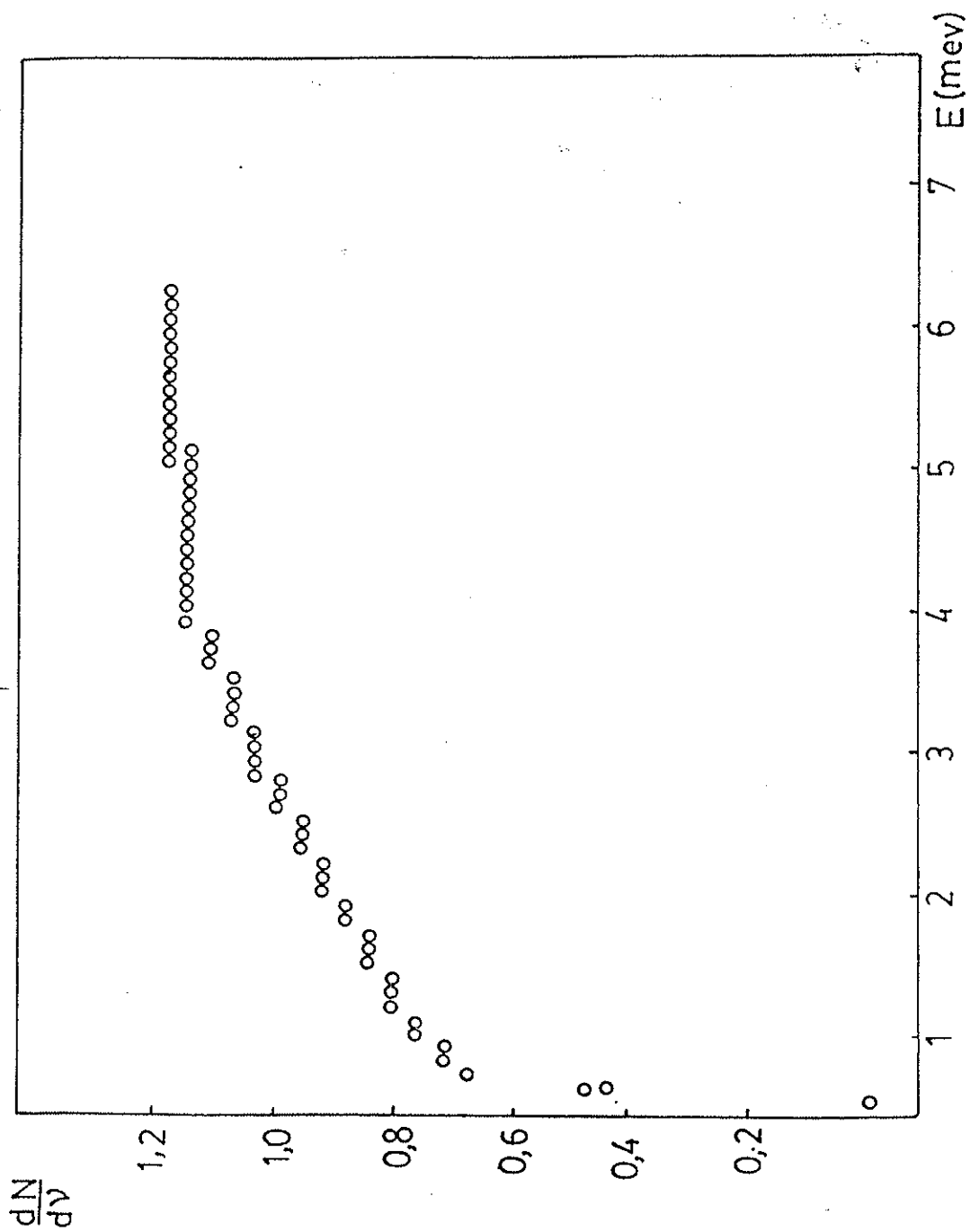


Figura VI.8.-Variación del número de fotoelectrones con la frecuencia.

Del proceso de simulación desarrollado podemos deducir un acuerdo satisfactorio en todos los casos con los resultados obtenidos en los ensayos realizados, a la vez que con la utilización del método de "bootstrap", ya mencionado, la ganancia lograda en el tiempo de cómputo es substancial.

CONCLUSIONES
=====

CONCLUSIONES

- 1.- Con el presente trabajo se ha contribuido al diseño del calorímetro electromagnético frontal (forward electromagnetic calorimeter) que forma parte del dispositivo de detección del experimento DELPHI, que es uno de los cuatro proyectos elaborados para llevar a cabo experiencias en el gran anillo de colisión $e+e^-$ (LEP) del CERN, en 1988.
- 2.- El diseño del calorímetro presenta innovaciones que tienen su origen en la búsqueda de una máxima eficiencia de detección, adecuada al enorme tamaño del detector total DELPHI (8 m. X 8 m. X 10 m.) y al pequeño volumen del área de interacción. En este sentido la característica mas original ha consistido en dotar al calorímetro de una geometría radial, de modo que el material absorbente está constituido por bloques piramidales de vidrio de plomo, cuyos ejes están dirigidos hacia el punto de interacción, minimizando así el solapamiento de las cascadas producidas por las partículas incidentes y facilitando al mismo tiempo el que la energía depositada quede localizada en un pequeño número de contadores, mejorando con ello la resolución en energía del calorímetro.
- 3.- Durante las pruebas llevadas a cabo por nosotros en el CERN, haciendo incidir haces de electrones sobre los diversos tipos de prototipos contruidos y en ausencia de campo magnético, se ha realizado una comparación entre vidrios de plomo de tipo ligero (longitud de radiación $X_0=22$ mm) y de tipo pesado (longitud de radiación $X_0=17$ mm), de diferentes marcas, observandose un 40% mas de transmisión de luz (número de fotoelectrones detectados) en los vidrios ligeros, llegando a la conclusión de que uno de los vidrios ligeros es superior, en casi un 10%, sobre el correspondiente de la otra

marca, lo que nos ha permitido seleccionar el vidrio mas conveniente.

4.- Asimismo, mediante los experimentos de prueba realizados se ha llevado a cabo una comparación sobre el comportamiento de las diferentes marcas de triodos de vacio que forman parte del dispositivo para la amplificación electrónica. En todos los casos se estudiaron las tres características fundamentales : la ganancia, los niveles de ruido electrónico y la uniformidad de los contadores. Se llegó a la conclusión de que la mejor respuesta fue lograda por dos de los diferentes tipos de triodo estudiados, siendo las diferencias entre ambos del orden de un 1%.

5.- Utilizando haces de electrones de 20 Gev. se ha realizado un estudio de la resolución en energía sobre ambos prototipos, lo que ha permitido establecer la expresión :

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \sqrt{\left(\frac{5.2}{E^{1/2}}\right)^2 + (0.17 \ln E)^2 + \left(1.71 \frac{N_{sum}^{1/2}}{E}\right)^2 + (0.11)^2}$$

como medida de la misma, o en forma más reducida :

$$\frac{\sigma(E)}{E} = \sqrt{(0.89 + 5.71/E^{1/2})^2} \%$$

en buen acuerdo con los datos que podrían esperarse, previstos al realizar la propuesta que se presentó para la construcción de nuestro detector.

6.- Se ha realizado un estudio de la resolución espacial del calorímetro. Para electrones a 5 Gev. y sobre el primer prototipo, se han obtenido errores en la localización del orden de 6 mm, para electrones incidentes cercanos al centro

del contador y de 2.7 mm. cerca de la separación entre dos contadores adyacentes. Para electrones de 20 GeV. y sobre el segundo prototipo, en las mismas condiciones los resultados están entre 3.2 mm. y 1.2 mm.. Estos resultados están en perfecto acuerdo con una ley del tipo

$$\sigma(E) = 0.15 L\%$$

Analogamente también existe un buen acuerdo con los valores que para la resolución espacial se habían previsto en el proyecto.

7.- Del estudio que hemos realizado sobre el material pasivo constituido por las paredes de acero de los módulos en donde se sitúan los vidrios de plomo absorbentes, resulta que un aumento del ángulo de incidencia (formado entre el haz y el eje del bloque en estudio) hace que disminuya el poder de resolución en energía.

8.- Se ha realizado un análisis de la respuesta del detector funcionando en un campo magnético uniforme de 1 Tesla. En estas condiciones el estudio de la señal sobre los contadores implicados, mostró una disminución de un 6.7 % frente a la señal obtenida sin campo magnético.

9.- Un programa de simulación, nos ha permitido calcular tanto el número de fotoelectrones, generados por unidad de energía depositada como los desarrollos longitudinal y transversal de las cascadas electromagnéticas. Respecto al cálculo del número de fotoelectrones se observó una discrepancia de escala con respecto a los datos obtenidos experimentalmente, debido probablemente a la desestimación en el proceso de simulación de típicas pérdidas de energía como las debidas a la transparencia de los vidrios o al porcentaje de eficiencia de los triodos utilizados.

10.-Como conclusión final quisieramos indicar que con el trabajo que hemos realizado y que presentamos en esta Memoria,hemos contribuido a la toma de decisiones respecto al diseño final del calorímetro electromagnético frontal del proyecto DELPHI,lo cual ha permitido comenzar,a mediados de este año,la producción en serie de los módulos del detector en los diferentes laboratorios,para su futura instalación en el área experimental del LEP en donde se ubicará el detector total DELPHI.

BIBLIOGRAFIA

=====

BIBLIOGRAFIA

=====

- I.1.-Potter, The CERN LEP Project, CERN ISR-ES/80-41
- I.2.-Allaby, The CERN LEP program DELPHI-85-32-GEN-29
- I.3.-Delphi, a detector with lepton, photon and hadron
identification, DELPHI 82-1
- I.4.-Delphi, Physics aims of the Delphi Colaboration,
DELPHI 82-2.
- I.5.-Delphi, Technical Proposal CERN-LEPC/83-3
- I.6.-Delphi, The component of the DELPHI detector,
DELPHI 82-3
- I.7.-Delphi, Progress Report, DELPHI 85-80, GEN-37
- I.8.-M. Bosman, B. Hyams, Delphi vertex detector,
DELPHI 83/26
- I.9.-S. Stergion, DELPHI 83-74 TRACK
- I.10.-Delphi TPC handbook , DELPHI 82-4
- I.11.-B. Koene, Forward liquid RICH, DELPHI 83-57
- I.12.-F. Vanuncci, COLLEPS 81-31
H. J Hilke , COLLEPS 81-32
P. Roudeau, COLLEPS 81-35
- I.13.-H. g. Fischer et al., IEEE trans. Nucl. Sci.,
NS-27(1980)38
- I.14.-A. Ferrer, A TOF for DELPHI, DELPHI 82-44.,
- I.15.-W. Bartl, G. Leder and M. Pernicka, Design
principles for the forward
chamber in DELPHI experiment,
DELPHI 83-49
- I.16.-M. Barrelet et al., Procc. of 1981 Isabelle
Summer Workshop , p.1370, BNL,
Upton 1981.
- I.17.-T. Baroncelli, The Delphi hadron calorimeter,
DELPHI 83-87.
- I.18.-T. Buran, K. Kirschom, B. Skaali, SAT , DELPHI 83-55
- II.1.-B. Rossi, High-Energy Particles, Prentice-Hall, Inc,
New York 1952.

- II.2.-R.L.ford and W.R.Nelson,The EGS code sistem,
SLAC-210(1978)
- II.3.-R.g.Alsmiller ORNL-4192 (1968)
- II.4.-Cranell et al.,Experimental determination of
transition effect in electromagnetic
cascade showers,Phys.Rev.182,Vol5(1969)
- II.5.-H.Messel,Radial and angular distributions of
electrons in electron-photon showers
in lead and emulsion absorbers,
Nucl.Phys.39 (1962).
- II.6.-A.B.Migdal,Breemsstrahlung and pair production,
Phys.Rev.103 ,Vol6,(1956).
- II.7.-J.W.Motz,Pair production by Photons,Rev. of
Modern Phys. 41 ,Vol4 (1969).
- II.8.-D.F.Crawford and H.Messel,Energy distribution
in low-energy electron-photon
showers in lead absobers,Phys.
Rev. 128 Vol5,(1962)
- II.9.-Bethe and Maximon,Theory of breemsstrahlung
and pair production I.Differential
cross section,Phys.Rev.93,vol4(1953)
- II.10.-Bethe and Maximon,Theory of breemsstrahlung
and pair production.Integral cross
section for pair production,Phys.
Rev.93,Vol4,(1953).
- II.11.-H.Messel and Crawford,Electron-photon shower
shower distribution funtions,
Pergamon Press Oxford 1970.
- II.12.-Moller,Passage of hard beta rays thorough matter,
Ann-Physick 14,531 (1932)
- II.13.-J.Bhabha,Scattering of positrons by electrons
with exchange on Dirac's theory of the

- positron, Proc. Roy. Soc. A154, 195 (1936).
- II.14.-J. Evans, The atomic nucleus, Mc Graw-Hill Book CO
New York 1955.
- II.15.-Klein and Nishina, Z fur Physick 52, 853 (1929)
- II.16.-Koch and Motz, Rev. Mod. Phys. 31, 920 (1959).
- II.17.-Butcher and Messel, Electron number distribution
in electron-photon shower, Phys. Rev. 112,
2096 (1958).
- II.18.-Fowler, Observation of the suppression effect on
bremsstrahlung, Phys. Mag. 4 1030 (1959)
- II.19.-Feinberg, high energy inelastic diffraction
phenomena, Nuovo Cimento Supp 3 , 652
(1956)
- III.1.-Engler, Perspectives at calorimetry, NIM A235, (1985),
pag, 301-309.
- III.2.-Blummenfeld et al, NIM 225 (1984), pag 518-521.
- III.3.-Delphi Technical Proposal, DELPHI 83-66/1
- III.4.-Blummenfeld et al., DELPHI 83-71.
- III.5.-R. Stephanson, RHEL preprint 82.082.
- III.6.-INFN (Bologna, Genova, Milano; Padova, Roma, Torino)
DELPHI 83-20
- III.7.-B. Powell et al , NIM 198 (1982) Pag 217.
- III.8.-G. Barbiellini, COLLEPS 81-22.
- III.9.-J. Drees, Forward chamber, DELPHI 83-57.
- III.10.-V. A. Dadydov et al. (GAMMS), NIM 145 (1977)
Pag 267

- III.11.-T.Engler,A spherically liquid argon end-cap calorimeter, COLLEPS 82-19.
- III.12.-DELPHI, Progress report, DELPHI 85-80 GEN-37
- IV.1.-P.L.Barberis et al.DELPHI internal note
84-67/CAL-7
- IV.2.-P.Checchia et al., "study of lead glass calorimeter with vacuum phototriodes read-out", DFPD 137/85.
- IV.3.-Rhone-Poulenc B431 grease (refractive index $n=1.54$)
- IV.4.-P.Checchia , Comunicación interna.
- IV.5.-L. Lanceri, "Status of the FEMC trigger"
Comunicación interna
- IV.6.- Zumerle, "Optimisation of light signal in the FEM calorimeter", (draft)
- IV.7.-PILOT, Vax-online user manual.
CERN
- IV.8.- FEMC colabration, Minutes on pretest meeting at CERN, comunicación interna Agosto 1984.
- IV.9.- FEMC colabration, Minutes on pretest meeting at CERN, comunicación interna Mayo 1985.
- V.1.-U. Gasparini, "Lats results at the FEMC test", Comunicación interna.
- V.2.-P.Checchia et al., "study of lead glass calorimeter with vacuum phototriodes read-out", (En publicacion en N.I.M.)
- V.3.-U. Amaldi, "Fluctuations in calorimetry measurements", Physica Scripta, Vol 23 409-424, 1981.
- V.4.- Iwata, "Calorimeter", University Nagoya.
- V.5.- Barbiellini, "Electromagnetic shower

- development in uranium and tungsten:
A comparison of data from a silicon
sampling calorimeter",
NIM A 236 (1985) 316-320
- V.6.-Binon et al., "Hodoscope gamma spectrometer
GAMS-200", NIM 188 (1981) 507-516.
- V.7.-P. Checchia, Discussion of some results of
the 84-test", comunicación interna.
- V.8.-C. Cochet et al., "The central electromagnetic
calorimeter of UA1", NIM A243(1986)45-57.
- V.9.- Bushnin, " The measurement of the spatial
coordinates of high energy photons with
a scintillation hodoscope spectrometer",
NIM 106 // 493-498
- V.10.- Akopdjanov, "Determination of photon
coordinates in a hodoscope Cherenkov
spectrometer", NIM 140(1977) 441-445
- V.11.- Fabrizio , "The encap shower counters
for the MARK III detector",
NIM 227 (1984) 220-226
- V.12.-Rameika et al., "Measurement of
electromagnetic shower position
and size with a saturated avalanche
tube hodoscope and a fine grained
scintillation hodoscope"
NIM A236(1985) 42-46.
- V.13.- Laasanen et al. , "Performance of the
lead glass spectrometer at high
energies", NIM A236 (1985)307-315
- V.14.- Engler , "Perspectives at calorimetry",
NIM A235 (1985)301-309
- V.15.- P. Checchia, comunicación interna.
- V.16.-FEMC colabration, DELPHI meeting at
CERN "(1985).
- VI.1.- A. de Angelis, "First results of a

Monte Carlo for the simulation of
the forward E.M. calorimeter in
DELPHI", DELPHI 85-63 CAL.15

VI.2.- Bianchi, "Report to Workshop on
showers simulation for LEP experiments",
CERN 29-31 1.85

VI.3.- Rossi , "High Energy Particles" New York 1952

VI.4.- Longo et Sestili, " NIM 128 (75) 283

VI.5.- Longo NIM A239 (1985) 506-512

APENDICE DE PROGRAMACION
=====

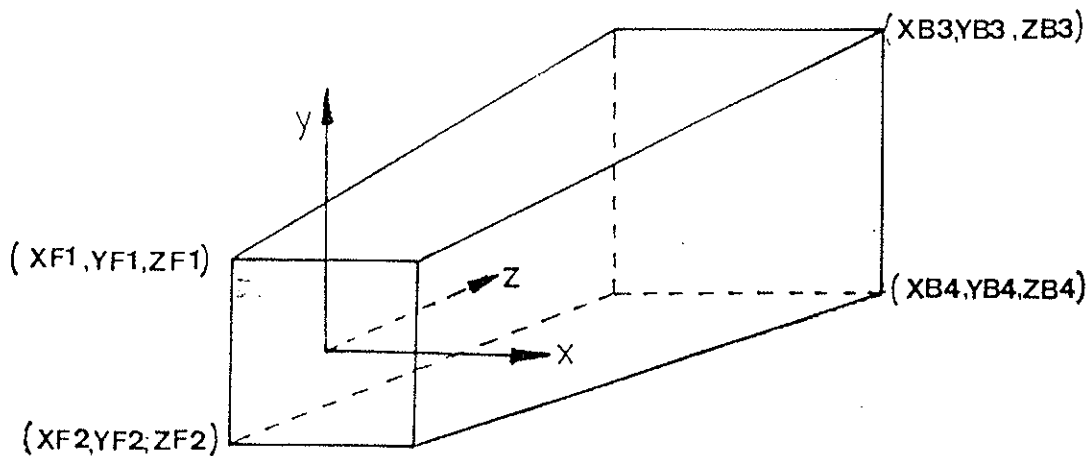
A.- INICOM:FOR .- Programa de reconstruccion
de la geometria del detector

1.- Objetivos :

A la hora de trabajar en la simulacion del detector es preciso conocer las inhomogeneidades propias del calorimetro junto con todas las caracteristicas geometricas propias.

El programa proporciona todos estos datos en la forma mostrada en la figura. Junto con ellos ,los correspondientes angulos vertical y horizontal de cada bloque de absorbente.

Por ultimo resultan necesarios para la definicion completa del detector todos los planos correspondientes a las placas delgadas que constituyen la sujeccion de los vidrios, asi como los planos maximos de deteccion,datos estos calculados de forma completa por el programa.



```

$$$$$Indicador de acciones$$$$$
$$$$$Lectura constante$$$$$
$$$$$Calculo placa inf.$$$$$
$$$$$Barrido vertical$$$$$
$$$$$Calculo datos columnas$$$$$
$$$$$Barrido horizontal$$$$$
$
$ $ Dentro $ $ Si
$ $ agujero $ $
$ $ central $ $
$
$$$$$Calculo datos lineas$$$$$
$
$ $ Angulo $ $ Mayor $ $ Angulo $ $ Menor
$ $ horizontal $ $ $ $ vertical $ $
$ $ maximo $ $ $ $ maximo $ $
$
$ $ Menor
$$$$$Calculo placa sup.$$$$$
$$$$$Escribir resultados$$$$$
$
$ $ $ $ $ $
$ $ STOP $ $
$ $ $ $ $ $

```

C
C
C
C
C
C
C
C

```

*****
*
*   COMPUTE THE GEOMETRICAL AND PHYSICAL
*   CONSTANT OF THE E M F
*   COMPUTE THE CONSTANT OF THE QUADRANT
*   WITH X > 0 AND Y > 0 OF THE END CAP
*   WITH Z > 0
*
*****

```

```

DIMENSION XXF1(40,40),YYF1(40,40),ZZF1(40,40),
+ XXF2(40,40),YYF2(40,40),ZZF2(40,40),
+ XXF3(40,40),YYF3(40,40),ZZF3(40,40),
+ XXF4(40,40),YYF4(40,40),ZZF4(40,40),
+ XXB1(40,40),YYB1(40,40),ZZB1(40,40),
+ XXB2(40,40),YYB2(40,40),ZZB2(40,40),
+ XXB3(40,40),YYB3(40,40),ZZB3(40,40),
+ XXB4(40,40),YYB4(40,40),ZZB4(40,40)
DIMENSION A1(40,40),B1(40,40),C1(40,40)
+,A2(40,40),B2(40,40),C2(40,40)
+,A5(40,40),B5(40,40),C5(40,40)
+,A6(40,40),B6(40,40),C6(40,40)
DIMENSION AVPL(40),BVPL(40),CVPL(40)
+,AOPL(40),BOPL(40),COPL(40)
+,DELZV(40),DELZO(40)
+,THV(40),THO(40),THO2(40,40),THV3(40,40)
DIMENSION XF1(40),XF4(40),XB1(40),XB4(40)
+,YF1(40),YF2(40),YB1(40),YB2(40)
+,ZF2(40),ZF4(40)
DIMENSION NBOXV(6),NBOXO(4,6)
+,ARR(3,3),RR(16),BRR(3),KA(80)
LOGICAL PRNTFL
DATA PRNTFL / .TRUE. /
DATA NBOXV / 1, 9, 17, 25, 33, 41, 100 /
DATA NBOXO / 1, 23, 100, 100,
+ 1, 13, 25, 100,
+ 1, 13, 25, 100,
+ 1, 15, 100, 100,
+ 1, 100, 100, 100,
+ 0, 0, 0, 0 /
DATA XF1,XF4,XB1,XB4 / 40*0.,40*0.,40*0.,40*0. /
DATA YF1,YF2,YB1,YB2 / 40*0.,40*0.,40*0.,40*0. /
DATA ZF2,ZF4 / 40*0.,40*0. /
DATA THV,THO / 40*0.,40*0. /
DATA DELZV,DELZO / 40*0.,40*0. /
DATA AVPL,BVPL,CVPL / 40*0.,40*0.,40*0. /
DATA AOPL,BOPL,COPL / 40*0.,40*0.,40*0. /
OPEN (UNIT=11,FILE='COEFF.DAT',STATUS='NEW')
OPEN (UNIT=26,FILE='FOR026.DAT',STATUS='NEW')

```

THE COORDINATES OF THE VERTICES OF THE BLOCKS
ARE DEFINED AS FOLLOWS:

```

ZF2                                ZF3
YF2 *****                      YF3
XF2 *                             *  XF3
*
*
*
*
*
*
*

```

```

C  ADD THE PLATE THICKNESS AND AIRGAP
    YF2(ICV)=YF2(ICV) + DS + AIRGAP
    YB2(ICV)=YB2(ICV) + DS + AIRGAP
110 ICV = ICV + 1
C  BLOCKS GEOMETRY (SYMMETRIC OR NOT)
    AA = FRONF
    BB = BACKF
    IF(ICV .LE. NFLAT) BB = AA
C  MAXIMUM HORIZONTAL ANGLE
    DELZ = BLOCKL*COS(THMAX)
    YVEND = YF2(ICV-1) + DELZ*TAN(THV(ICV))
    TGOMAX = TGOMAX**2 - (YVEND/(Z1DET+DELZ))**2
    IF(TGOMAX .LT. 0.) GO TO 500
    TGOMAX = SQRT(TGOMAX)
    THOMAX = ATAN(TGOMAX) - NFLAT*2.*THBL2
C  PROJECT IT ON THE PLANE OF THE ROW
    TGOMPR = TAN(THOMAX)*COS(THV(ICV)+THBL2)
    IF(ICV .LE. NFLAT) TGOMPR = TAN(THOMAX)*COS(THV(ICV))
    THOMPR = ATAN(TGOMPR)
C  APERTURE OF THE CURRENT BLOCK ROW
    THBLCR = 2.*ATAN(0.5*(BB-AA)/(BLOCKL*COS(THOMPR+THBL2)))
    THV(ICV+1) = THV(ICV) + THBLCR
    TANDV2 = TAN(THBLCR/2.)
    IF(ICV .GT. 1) YF1(ICV) = YF2(ICV-1) +
+ AA*SIN(THV(ICV)+0.5*THBLCR)*TAN(THV(ICV))
    IF(ICV .GT. 1) YB1(ICV) = YB2(ICV-1) +
+ BB*SIN(THV(ICV)+0.5*THBLCR)*TAN(THV(ICV))
C  ADD THE BOTTOM PLATE THICKNESS
    JB = IUCOMP(ICV ,NBOXV,5)
    IF(JB .EQ. 0) GO TO 115
    JBOXV = JB
    DS = SPESSE/COS(THV(ICV))
    YF1(ICV) = YF1(ICV) + DS
    YB1(ICV) = YB1(ICV) + DS
115 YF2(ICV) = YF1(ICV) + AA*COS(THV(ICV)+0.5*THBLCR)
    YB2(ICV) = YB1(ICV) + BB*COS(THV(ICV)+0.5*THBLCR)
C  COMPUTE THE Z COORDINATE
    ZF4(ICV)=Z1DET
    IF((AA*AA-(YF2(ICV)-YF1(ICV))**2).GT.0.)
+ZF4(ICV)=(SQRT(AA*AA-(YF2(ICV)-YF1(ICV))**2)+Z1DET)
C  COMPUTE THE CORRECTION FOR NOT POINTING
    IF(ICV.GT.NFLAT)
-DELZV(ICV)=YF2(ICV)/TAN(THV(ICV+1))-Z1DET
    THV1 = THV(ICV)*57.3
    THV2 = THV(ICV+1)*57.3
    THOMAX = THOMAX*57.3
    THOMPR = THOMPR*57.3
C  PRINT
C  IF (PRNTFL) WRITE(6,920) ICV,YF1(ICV),YF2(ICV),THV1,YB1(ICV)
C  + ,YB2(ICV),ZF4(ICV),DELZV(ICV)
920 FORMAT(/20H NEW HORIZONTAL ROW//,
+ 1X,I3,7F10.3//)
C
C
C  BEGIN THE HORIZONTAL LOOP
C
    XF1(1) = 0.
    XB1(1) = 0.
    TH0(1) = 0.
    ICO = 0
    NHOLE = 0

```

```

      GO TO 210
200 CONTINUE
      JB = IUCOMP(ICO+1,NBOX0(1,JBOXV),4)
      IF(JB .EQ. 0) GO TO 210
      DS = SPESSV/COS(THO(ICO+1))
      XF4(ICO)=XF4(ICO) + DS
      XB4(ICO)=XB4(ICO) + DS
210 ICO = ICO + 1
C   BLOCKS GEOMETRY (SYMMETRIC OR NOT)
      AA = FRONF
      BB = BACKF
      IF(ICO .LE. NFLAT) BB = AA
C   MAXIMUM VERTICAL ANGLE
      DELZ = BLOCKL*COS(THMAX)
      YOEND = XF4(ICO-1) + DELZ*TAN(THO(ICO))
      TGVMAX = TGVMAX**2 - (YOEND/(Z1DET+DELZ))**2
      IF(TGVMAX .LT. 0.) GO TO 400
      TGVMAX = SQRT(TGVMAX)
      THVMAX = ATAN(TGVMAX) - NFLAT*2.*THBL2
C   PROJECT IT ON THE PLANE OF THE COLUMN
      TGVMPR = TAN(THVMAX)*COS(THO(ICO)+THBL2)
      IF(ICO .LE. NFLAT) TGVMPR = TAN(THVMAX)*COS(THO(ICO))
      THVMPR = ATAN(TGVMPR)
C   APERTURE OF THE CURRENT BLOCK COLUMN
      THBLCP = 2.*ATAN(0.5*(BB-AA)/(BLOCKL*COS(THVMPR+THBL2)))
      THO(ICO+1) = THO(ICO) + THBLCR
C   FIND THE BOX NUMBER
      JB = IUCOMP(ICO ,NBOX0(1,JBOXV),4)
      IF(JB .NE. 0) JBOX0 = JB
      IF(ICO .GT. 1)   XF1(ICO)=XF4(ICO-1) +
+                      AA*SIN(THO(ICO)+0.5*THBLCR)*TAN(THO(ICO))
      IF(ICO .GT. 1)   XB1(ICO)=XB4(ICO-1) +
+                      BB*SIN(THO(ICO)+0.5*THBLCR)*TAN(THO(ICO))
C   ADD THE PLATE THICKNESS
      IF(NSEP(ICO-1,NSEPO) .NE. 0) GO TO 215
      DS = SPESSV/COS(THO(ICO))
      XF1(ICO)=XF1(ICO) + DS
      XB1(ICO)=XB1(ICO) + DS
215 XF4(ICO) = XF1(ICO) + AA*COS(THO(ICO)+0.5*THBLCR)
      XB4(ICO) = XB1(ICO) + BB*COS(THO(ICO)+0.5*THBLCR)
C   BACK FACE FOR FULL FILLING
      BBPRV = AA + 2.*TANDV2*COS(THO(ICO)+THBL2)*BLOCKL
      BBPRO = AA + 2.*TAN(THBLCR/2.)*COS(THV(ICV)+THBL2)*BLOCKL
C   INTERNAL CORNER RADIUS
      RADMIN = SQRT(YF1(ICV)**2+XF1(ICO)**2)
      IF(RADMIN .LT. INRAD) NHOLE = ICO
      IF(RADMIN .LT. INRAD) GO TO 200
C   KEEP INSIDE THMAX
C   INTERNAL FRONT CORNER
      Y1 = 0.
      IF(ICV .GT. 1)   Y1 = YF2(ICV-1)
      Y2 = 0.
      IF(ICO .GT. 1)   Y2 = XF4(ICO-1)
      RBEG = SQRT(Y1**2 + Y2**2)
      AZBEG = ATAN(RBEG/Z1DET)
C   EXTERNAL-END CORNER
      TGVEND = TAN(THV(ICV+1))
      TGOEND = TAN(THO(ICO+1))
      TGEND = SQRT(TGVEND**2+TGOEND**2)
      THEND = ATAN(TGEND)

```

```

BLZ = BLOCKL * COS(THEND)
YVEND = YF2(ICV) + BLZ * TGVEND
YOEND = XF4(ICO) + BLZ * TGOEND
REND = SQRT(YVEND**2 + YOEND**2)
AZEND = ATAN(REND / (Z1DET + BLZ))
IF(AZBEG .GE. THMAX .AND.
+ AZEND .GE. THMAX ) GO TO 400
THO1 = THO(ICO) * 57.3
THV3(ICO,ICV) = THV(ICV)
THO2(ICO,ICV) = THO(ICO)
THVMAX = THVMAX * 57.3
THVMPR = THVMPR * 57.3
ZF2(ICO) = Z1DET
IF((AA*AA - (XF4(ICO) - XF1(ICO))**2) .GT. 0.)
+ ZF2(ICO) = (SQRT(AA*AA - (XF4(ICO) - XF1(ICO))**2) + Z1DET)
IF(ICO .GT. NFLAT)
- DELZO(ICO) = XF4(ICO) / TAN(THO(ICO+1)) - Z1DET
IF (PRNTFL) WRITE(6,950) ICO, XF1(ICO), XF4(ICO), XB1(ICO), XB4(ICO)
+ , THO1, ZF2(ICO), DELZO(ICO)

IF(THO1 .LT. THOMAX) GO TO 200
400 CONTINUE
ICO = ICO - 1
IF(ICO .LE. 0) GO TO 500
IF(ICV .EQ. 40) GO TO 500
IF(THV(ICV) .LT. THMAX) GO TO 100
500 CONTINUE
C CALCULA LAS CONSTANTES DEL RESTO DE LOS PLANOS
DO 15, I=1, 40
DO 16, J=1, 40
XXF1(I,J) = XF1(I)
YYF1(I,J) = YF1(I)
ZZF1(I,J) = ZF1(I)
XXF2(I,J) = XF1(J+1)
YYF2(I,J) = YF2(I)
ZZF2(I,J) = ZF2(I)
XXF3(I,J) = XF4(J+1)
YYF3(I,J) = YF1(J+1)
ZZF3(I,J) = ZF4(I)
XXF4(I,J) = XF4(I)
YYF4(I,J) = YF1(J)
ZZF4(I,J) = ZF4(I)
XXB1(I,J) = XB1(I)
YYB1(I,J) = YB1(J)
ZZB1(I,J) = ZF2(I) + 56
XXB2(I,J) = XB1(I)
YYB2(I,J) = YB2(J)
ZZB2(I,J) = ZZB1(I,J)
XXB3(I,J) = XB4(I+1)
YYB3(I,J) = YB2(I+1)
ZZB3(I,J) = ZF4(I) + 56
XXB4(I,J) = XB4(I)
YYB4(I,J) = YB1(I)
ZZB4(I,J) = ZF4(I) + 56
16 CONTINUE
15 CONTINUE
DO 17, I=1, 40
DO 18, J=1, 40
ARR(1,1) = XXF2(I,J)
ARR(1,2) = YYF2(I,J)

```

```

ARR(1,3)=ZZF2(I,J)
ARR(2,1)=XXB2(I,J)
ARR(2,2)=YYB2(I,J)
ARR(2,3)=ZZB2(I,J)
ARR(3,1)=XXB3(I,J)
ARR(3,2)=YYB3(I,J)
ARR(3,3)=ZZB3(I,J)
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
A1(I,J)=BRR(1)
B1(I,J)=BRR(2)
C1(I,J)=BRR(3)
18      CONTINUE
17      CONTINUE
DO 177,I=1,40
DO 188,J=1,40
ARR(1,1)=XXF1(I,J)
ARR(1,2)=YYF1(I,J)
ARR(1,3)=ZZF1(I,J)
ARR(2,1)=XXF4(I,J)
ARR(2,2)=YYF4(I,J)
ARR(2,3)=ZZF4(I,J)
ARR(3,1)=XXB4(I,J)
ARR(3,2)=YYB4(I,J)
ARR(3,3)=ZZB4(I,J)
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
A2(I,J)=BRR(1)
B2(I,J)=BRR(2)
C2(I,J)=BRR(3)
188     CONTINUE
177     CONTINUE
DO 1777,I=1,40
DO 1888,J=1,40
ARR(1,1)=XXB2(I,J)
ARR(1,2)=YYB2(I,J)
ARR(1,3)=ZZB2(I,J)
ARR(2,1)=XXB3(I,J)
ARR(2,2)=YYB3(I,J)
ARR(2,3)=ZZB3(I,J)
ARR(3,1)=XXB4(I,J)
ARR(3,2)=YYB4(I,J)
ARR(3,3)=ZZB4(I,J)
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
A5(I,J)=BRR(1)
B5(I,J)=BRR(2)
C5(I,J)=BRR(3)
1888    CONTINUE
1777    CONTINUE
DO 17777,I=1,40
DO 18888,J=1,40
ARR(1,1)=XXF1(I,J)
ARR(1,2)=YYF1(I,J)

```

```

ARR(1,3)=ZZF1(I,J)
ARR(2,1)=XXF4(I,J)
ARR(2,2)=YYF4(I,J)
ARR(2,3)=ZZF4(I,J)
ARR(3,1)=XXF2(I,J)
ARR(3,2)=YYF2(I,J)
ARR(3,3)=ZZF2(I,J)
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
A6(I,J)=BRR(1)
B6(I,J)=BRR(2)
C6(I,J)=BRR(3)

```

```

18888      CONTINUE
17777      CONTINUE

```

```

C          COMPUTE THE CONSTANT OF THE PLANE EQUATIONS
C

```

```

DO 300 IPLV=4,38
ARR(1,1)=XF1(IPLV)
ARR(1,2)=YF2(IPLV)
ARR(1,3)=ZF2(IPLV)
ARR(2,1)=XB4(IPLV)
ARR(2,2)=YB2(IPLV)
ARR(2,3)=Z1DET+BLOCKL*COS(THV(IPLV+1))
ARR(3,1)=XF4(IPLV)
ARR(3,2)=YF2(IPLV)
ARR(3,3)=Z1DET
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
AVPL(IPLV)=BRR(1)
BVPL(IPLV)=BRR(2)
CVPL(IPLV)=BRR(3)

```

```

C      IF (IFAIL.NE.0) WRITE (6,1001) IPLV
C 1001 FORMAT(1X,32H**** MISTAKE IN INIEMF AT IPLV =,I5)
300 CONTINUE

```

```

DO 401 IPLO=4,38
ARR(1,1)=XF4(IPLO)
ARR(1,2)=YF1(IPLO)
ARR(1,3)=ZF4(IPLO)
ARR(2,1)=XB4(IPLO)
ARR(2,2)=YB2(IPLO)
ARR(2,3)=Z1DET+BLOCKL*COS(THO(IPLO+1))
ARR(3,1)=XF4(IPLO)
ARR(3,2)=YF2(IPLO)
ARR(3,3)=Z1DET
BRR(1)=-100.
BRR(2)=-100.
BRR(3)=-100.
CALL REQN(3,ARR,3,RR,IFAIL,1,BRR)
AOPL(IPLO)=BRR(1)
BOPL(IPLO)=BRR(2)
COPL(IPLO)=BRR(3)

```

```

C      IF (IFAIL.NE.0) WRITE (6,1002) IPLO
C 1002 FORMAT(1X,32H**** MISTAKE IN INIEMF AT IPLO =,I5)
401 CONTINUE

```

```

WRITE(26,900) ((A1(I,J),B1(I,J),C1(I,J)
-             ,A2(I,J),B2(I,J),C2(I,J)
-             ,A5(I,J),B5(I,J),C5(I,J)
-             ,A6(I,J),B6(I,J),C6(I,J),I=1,40),J=1,40)

WRITE(26,900) (AVPL(I),BVPL(I),CVPL(I),AOPL(I),BOPL(I),COPL(I),
-I=1,40)

WRITE(26,900) ((THO2(I,J),THV3(I,J),I=1,40),J=1,40)

900  FORMAT(8F10.3)

DO 35,I=1,40
KA(I)=I
35  CONTINUE
WRITE(26,901)(KA(I),I=1,40)
901  FORMAT(20I4)
STOP
END

```

[illegible]

207

C...FEMC

```
-----
I          D E L P H I          I
I
I
I          F E M C          I
I          -----          I
I
-----
```

SHOWER DETECTION IN FORWARD ELECTROMAGNETIC CALORIMETER

SUCCESSIVE EDITIONS.

0.01 AUG 84 PSEUDO HYDRA VERSION FOR PROTOTYPE TEST.
0.02 MAY 85 ENERGY RESOLUTION.

AUTHORS

FEMC OFF-LINE SOFTWARE

CONTENTS

THE PAM CONTAINS THE FOLLOWING PILOT PATCHES ...

P = *GAMIN PILOT PATCH FOR SHOWER RECONSTRUCTION
 *USER PILOT PATCH FOR FEMC ANALYSIS (NO SHOWER RECONSTR)

P=FEMC	1 + D=	
P=*GAMINDB	2 + D=	
P=*GAMINPR	3 + D=	
P=*USER	4 + D=	
P=*GAMIN	5 + D=	
P=ABSEDB	6 + D=	
P=ABSEPR	7 + D=	
P=ABSE	8 + D=	
	9 + D=ABSE	Main program.Analysis.
	10 + D=EQLOC	Read equipement.
	11 + D=PEDEST	Subtraction of pedestals
	12 + D=HWTOSW	ADC-glass correlation
	13 + D=CALIB	Usé calibration constants
	14 + D=PUPOLO	Print histograms.
P=PATTERNND	15 + D=	
P=PATTERN	16 + D=	
	17 + D=FINDSH	Shower search

```

C.      18 + D=SPIRAL      Steering routine for pattern..
C.      19 + D=SPIRWR
C.      20 + D=SUMTUV
C.      21 + D=SHWFIL
C.      22 + D=SHWCOR
C.      23 + D=SHWTRA
C.      24 + D=ENCAL      Energy resolution.
C.      P=USER      25 + D=
C.      26 + D=USER
C.      27 + D=COMCAL      Compute calibrations constants.
C.      28 + D=DWC      Drift chambers calibration.
C.      29 + D=POSITION Position resolution.

```

```

C. OPTIONS ... (DECLARED IN IF= ...)

```

```

C.      = *USER      USER ROUTINE (HISTOGRAMS,...)

```

```

C.      CONTEXT ...
C.      -----

```

```

C.      THIS PAM REQUIRES PROCESSORS AND ROUTINES FROM ...

```

```

C.      MAIN PROGRAM

```

```

C.      INPUT IN IBUF
C.      FEMC DATA IN IREC, NWREC DATA STRTING IN IREC(IPOS+1)
C.      NWREC MUST BE LESS THAN 150

```

```

*****
*      NCHOOS(I) Numero de bloques en el cluster      *
*      ICHOOS(I) Numero de los adc correspondientes al CLUSTER      *
*      IFLAG(I) Matriz de correlacion ADC-vidrio      *
*      IGLASS(I) Identificador del tipo de vidrio      *
*      IPHTR(I) Identificador del tipo de triodo      *
*****

```

```

COMMON /FEMC/IQPRNT

```

```

+,      LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1

```

```

+,FIRST

```

```

+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH

```

```

+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ

```

```

+,      T(150)

```

```

+,LAST

```

```

+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2

```

```

+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO

```

```

+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20

```

```

+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA

```

```

+,      IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG

```

```

+      NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC
COMMON /DWCC/DLR(2),DDU(2),SLR(2),SDU(2),ANODO(2)
COMMON /IFLAG/IFLAG(150)
COMMON // DUMMY(50000)
COMMON/POSITION/X(96),Y(96)
DIMENSION IBUF(10000),IOUTP(500),AMED(15),RMED(15),RMS(15)

DIMENSION ICHOOS(150),PEDES(96),RMSPED(96),EMED(15),ERMS(15)
DIMENSION CALIB(150)
DIMENSION IFLAG1(58),ESUM(15),DSUM(15)
INTEGER*2 NW
DATA IFLAG1 / 50, 54, 58, 62, 66, 70, 74,
+             49, 53, 57, 61, 65, 69, 73,
+             4, 8, 12, 16, 20, 24, 28, 32,
+             3, 7, 11, 15, 19, 23, 27, 31, 35, 39, 43, 47,
+             2, 6, 10, 14, 18, 22, 26, 30, 34, 38, 42, 46,
+             1, 5, 9, 13, 17, 21, 25, 29, 33, 37, 41, 45 /

DATA NRUN / 565 /
DATA IPED/ 178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176,
+          178,176,192,188,178,196,195,194,175,198,203,176/
DATA ISWHW/0/, NCHOOS/9/
DATA ICHOOS/25,26,27,28,29,30,31
+          37,38,39,40,41,42,43
+          49,50,51,52,53,54,55,56
+          61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72
+          73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84
+          85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96
+          92 * 0 /
DATA X /-386.3,-331.5,-275.4,-219.8,-162.9,-106.5, -48.6, 8.5
+       67.3, 125.4, 185.3, 244.4,-386.0,-331.4,-275.1,-219.6
+       -162.6,-106.4,-48.5, 8.6, 67.5, 125.6, 185.4, 244.6
+       -385.9,-331.3,-275.0,-219.5,-162.5,-106.3,-48.4, 8.9
+       67.6, 125.9, 185.6, 244.9,-385.9,-331.0,-274.9,-219.3
+       -162.4,-106.0,-48.1, 9.1, 67.9, 125.9, 185.9, 244.9
+       -385.6,-330.9,-274.6,-219.1,-162.1,-105.9,-47.9, 9.3
+       68.1, 126.1, 186.1, 245.1,-385.5,-330.8,-274.5,-219.0
+       -162.0,-105.6, -47.9, 9.4, 68.3, 126.4, 186.1, 245.4
+       -385.4,-330.5,-274.4,-218.8,-161.9,-105.5, -47.6, 9.6
+       68.4, 126.6, 186.4, 245.6,-385.3,-330.5,-274.3,-218.8
+       -161.6,-105.4, -47.4, 9.8, 68.6, 126.8, 186.6, 245.8/
DATA Y/215.4,215.4,215.3,215.3,215.2,215.1,215.1,215.0
+       ,215.0,214.9,214.9,214.8,164.3,164.3,164.2,164.2
+       ,164.1,164.1,164.0,164.0,163.9,163.9,163.8,163.8
+       ,113.1,113.0,113.0,113.0,112.9,112.9,112.8,112.8
+       ,112.8,112.7,112.7,112.7,61.7, 61.7, 61.7, 61.6
+       , 61.6, 61.6, 61.5, 61.5, 61.5, 61.5, 61.4, 61.4
+       ,10.2, 10.2, 10.2, 10.2, 10.1, 10.1, 10.1, 10.1
+       , 10.1, 10.0, 10.0, 10.0,-41.4,-41.4,-41.5,-41.5
+       ,-41.5,-41.5,-41.5,-41.5,-41.5,-41.5,-41.5,-41.6
+       ,-93.2,-93.2,-93.2,-93.3,-93.3,-93.3,-93.3,-93.3
+       ,-93.3,-93.3,-93.3,-93.3,-145.3,-145.2,-145.2,-145.2
+       ,-145.2,-145.2,-145.2,-145.2,-145.2,-145.2,-145.2,-145.2/

```

```
NBADEV = 0
NOKEV = 0
NOKEVX = 1000
```

C. HISTOGRAM INITIALISATION

```
CALL HOUTPU(3)
CALL HERMES(3)
CALL HRESET(0,0)
```

C CALL HBOOK1(40,'CHANN. IN THE CLUSTER\$',30,0.,30.,0)

```
DO I=1,4
```

```
CALL HBOOK1(I,'CHAMBER NO 1.$',100,-300.,300.)
```

```
CALL HBOOK1(10+I,'CHAMBER NO 2.$',100,-300.,300.)
```

```
ENDDO
```

```
DO 6 L=1,2
```

```
L10=L*10
```

CC DO 66 LL=1,7

```
CALL HBOOK1(200+L,'ENERGY $',60,1700.,2300.)
```

```
CALL HBOOK2(420+L,'Z VS ZMAG$',60,10.,16.,30,-210.,90)
```

```
CALL HBPROY(420+L)
```

CC66 CONTINUE

6 CONTINUE

```
CALL HBOOK1(200,'SUM ADC - USER$',60,2500.,3700.)
```

CC CALL HBOOK2(521,' ZGL VS ZMAG \$',50,200.,300.,50,0.,5.)

CC CALL HBPRO(521)

```
CALL HBOOK1(402,'Y-Z POSITION$',60,-30.,130.)
```

```
CALL HBOOK1(403,'Y-Z POSITION$',60,-30.,130.)
```

```
CALL HBOOK2(412,'Y-Z VS Y-ZMAG$',60,12.,18.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBOOK2(413,'Y-Z VS Y-ZMAG$',60,-13.,-7.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBPRO(412)
```

```
CALL HBPRO(413)
```

```
CALL HBOOK2(414,'DLR1-DLR2$',40,-270.,130.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBOOK2(415,'DLR1-DLR2$',40,-270.,130.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBOOK2(416,'RES. VS ZMAG$',60,12.,18.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBPROX(416)
```

```
CALL HBOOK2(417,'RES. VS YMAG$',60,-13.,-7.,40,-270.,130.)
```

```
CALL HBPROX(417)
```

*

Hbook propios de la resolucion en posicion

```
CALL HBOOK1(432,'EJE X',100,0.,10.)
```

```
CALL HBOOK1(433,'EJE Y',100,0.,10.)
```

```
CALL HBOOK2(330,'ETOT VS ZMAG$',50,200.,300.,50,500.,2500.)
```

```
CALL HBSTAT(0)
```

C. 'HYDRA' CONSTANT

```
IQPRNT = 3
```

```
IPRE = 0
```

```
LSHW = 200
```

```
LDM = 300
```

```
LRTP = 400
```

```
LQ1 = 500
```

C IPOS = 1

C. COSTANT FOR FINDSH

```
TABWRK = -50.
```

```
TABEMN = 0.
```

```
TABEMX = 10000.
```

```
TABSUM = 20.
```

```
TABMI1 = 10.
TABMI2 = 5.
TABSLO = .8
TABSCA = 1.1
MXWIAB = 1
```

```
CALL VZERO(Q,1000)
```

```
*****
*
* Q(LDM+10)= Numero de bloques en el modulo en la vertical.
* Q(LDM+11)= Coord. vertical de la cara anterior del bloque
*           en cm.
* Q(LDM+12)= Angulo minimo del modulo .
* Q(LDM+13)= Numero de bloques en el modulo en la horizontal.
* Q(LDM+14)= Coord. horizontal de la cara posterior del bloque
*           en cm.
* Q(LDM+15)= Angulo maximo del bloque.
*
*****
```

C. MODULE CONSTANT

```
Q(LDM+10) = 8.
Q(LDM+11) = 5.
Q(LDM+12) = -20.
Q(LDM+13) = 12.
Q(LDM+14) = 5.
Q(LDM+15) = -30.
Q(LDM+16) = 0.
Q(LDM+17) = 1.
```

C. ROTO-TRANSLATION MATRIX

```
Q(LRTP+ 1) = 1.
Q(LRTP+ 2) = 0.
Q(LRTP+ 3) = 0.
Q(LRTP+ 4) = 0.
Q(LRTP+ 5) = 1.
Q(LRTP+ 6) = 0.
Q(LRTP+ 7) = 0.
Q(LRTP+ 8) = 0.
Q(LRTP+ 9) = 1.
Q(LRTP+10) = 1000.
Q(LRTP+11) = 0.
Q(LRTP+12) = 0.
```

C. SHOWER CONSTANT

```
SHWDIM = .9
Q(LQ1+2) = SHWDIM
Q(LQ1+3) = SHWDIM / Q(LDM+11)
Q(LQ1+4) = SHWDIM / Q(LDM+14)
Q(LQ1+5) = 2. * SINH (0.5 / Q(LQ1+3))
Q(LQ1+6) = 2. * SINH (0.5 / Q(LQ1+4))
```

```
IF (Q(LQ1+5).GT.1000.) Q(LQ1+3) = -1.
IF (Q(LQ1+5).GT.1000.) Q(LQ1+5) = -1.
IF (Q(LQ1+6).GT.1000.) Q(LQ1+4) = -1.
IF (Q(LQ1+6).GT.1000.) Q(LQ1+6) = -1.
```

```
*****
*
* Constantes propias de la reconstruccion de "Shower" en forma de
* parametros de ajuste de la distribucion de energia (al log E)
*
```

Q(LQ1+7) = 0.0833
Q(LQ1+8) = 0.0850
Q(LQ1+9) = 0.0170

C-- READ PEDESTALS FOR SUBTRACTION
C-- FROM OUTPUT FILE

C READ(11) (PEDES(J),J=1,96)

C-- READ CALIBRATION CONSTANTS

C READ(12) (CALIB(N),N=1,96)
C WRITE(3,7100) (CALIB(J),J=1,96)
7100 FORMAT(///,20X,'USED CALIBRATION CONSTANTS :',//
+, 8(5X,12F8.3,///))
CALL EPINIT
CALL EPSETW(10,1,23040,IERR)
CALL EPSETW(10,27,1,IERR)
IF(IERR.NE.0) GO TO 200
C-- EVENT LOOP

ISTOP = 0

ZMED=0.
P51=0.
P52=0.
P53=0.
R51=0.
R52=0.
R53=0.
ICONT=1

10 CONTINUE
CALL EPREAD(10,20,NW,IERR,IBUF,IERR)
C WRITE(IQPRNT,3000) NW,IERR
3000 FORMAT(20X,2I20)
IF(IERR.EQ.3) GO TO 300
IF(IERR.EQ.0.AND.NW.EQ.19.AND.IERR(3).EQ.1001)GO TO 20
WRITE(6,3001)
3001 FORMAT(1X,'PASA1')
NW=IERR(1)
WRITE(6,*)'PASA2'
15 NBADEV = NBADEV + 1
GO TO 10
20 CONTINUE
WRITE(6,*) IERR(9),'PASA3'
IF(IERR(9).GT.NRUN) THEN
ISTOP=1
GO TO 100
ENDIF
IF(IERR(9) .NE.NRUN) GO TO 10
WRITE(6,*)'LEO DATOS'
30 CONTINUE
CALL EPREAD(10,12,NW,IERR,IBUF,IERR)
WRITE(6,*) NW,NW,IERR,IERR

```

IF(IERR.NE.0) GO TO 15
IF(NW.LT.162) GO TO 15
NW = NW - 19
C CALL UCOPY2(IREC(20),IREC(1),NW)
CALL EQLOC(NW,IREC,6,IPOS,LENG,IERR)
WRITE(6,*)'PSA EQLOC'
IF(LENG.NE.128)WRITE(5,92)
92 FORMAT ('ERROR EN CALORIMETRO')
IF(IERR.NE.0) GO TO 15
IPOS=IPOS+1

NWREC = 125

CALL VZERO(ERROR,10)
WRITE (IQPRNT,9001)
9001 FORMAT (///,34H ++++++++ F E M C +++++++)
9002 FORMAT (///,(1X,12F10.3))
8001 FORMAT (///,(1X,12I10))
C WRITE (IQPRNT,8001) (IREC(IPOS+J),J=1,NWREC)

CALL PEDEST
WRITE(6,*)'PASA PEDEST'
C WRITE (IQPRNT,8001) (IREC(IPOS+J),J=1,NWREC)

CALL HWTOSW
WRITE(6,*)'PASA HWTOSW'

CALL PUPOLO(NCHA,Q(IPRE+1))
C WRITE (IQPRNT,9002) (Q(IPRE+J),J=1,NCHA)

CALL CALIBR
- WRITE(6,*)'PASA CALIB'

CALL PUPOLO(NCHA,Q(IPRE+1))
C WRITE (IQPRNT,9002) (Q(IPRE+J),J=1,NCHA)

123 CONTINUE
C
C DWCHAMBERS FOR POSITION DETERMINATION
CALL EQLOC(NW,IREC,32,LDWC,LENG,IBAD)
WRITE(6,*)'PASA EQLOC CAMARA'
IF(LENG.NE.34)WRITE(6,91)
91 FORMAT('ERROR EN CAMARA')
IF(LENG.NE.34) GO TO 95
CC IF(IBAD.NE.0) GO TO 95
CALL DWC(LDWC,LENG,IFLB)
WRITE(6,*)'PASA DWC'
CC IF(IFLB.EQ.0) GO TO 95

CALL USER
WRITE(6,*)'PASA USER'
CC CALL HFILL(321,DTHET,SOM)
DSOM = (DTHET/0.032)*2150.
CALL HFILL(330,ZMAG,Q(78))
CC SOM = SOM + DSOM
CC IF(ERROR(2).GT.0.) GO TO 95

CALL FINDSH

```

```

        WRITE(6,*) 'PASA FINDSH'
124      CONTINUE
        IF (ERROR(1).GT.0.) GO TO 90
        WRITE (IQPRNT,9005) (Q(LSHW+J),J=1,15)
9005    FORMAT (///,1X,'SHW PARAMETERS : MID,SID,X,Y,Z,D2Y,D2Z,CYZ,E,DE,E/E
+M,YMX,ZMX,YMNMX,ZMNMX',/,1X,2F5.0,9F10.2,4F7.0)
        WRITE(6,*) 'ESTOY PASANDO'
        GO TO 95

90      CONTINUE

        WRITE (IQPRNT,9900)
9900    FORMAT (36H ..... ERROR IN ABSE ..... )
95      NOKEV = NOKEV + 1
        IF(NOKEV.LT.NOKEVX) GO TO 10
        ISTOP = 1

C--     END EVENT LOOP

100     CONTINUE

C
CC       IF(NRUN.GT.0) GO TO 245
CC       WRITE(3,1111) NBIT1
C245     CONTINUE
        WRITE(IQPRNT,7000) NOKEV,NBADEV
7000    FORMAT (////////,' NUMBER OF OKEY EVENTS : ',I10,////,
+' NUMBER OF BAD EVENTS : ',I10)
        WRITE ( IQPRNT, 6000) NRUN
6000    FORMAT ( 1H1 , '*****RUN NUMBER : ',I10 )

C--     COMPUTE PEDESTALS FOR THIS RUN
C--     WRITE THEM ON OUTPUT FILE
        WRITE(6,*) 'TODAVIA PASO'

C       CALL VZERO(PEDES,96)
C       DO 110 JCHA=1,NCHOOS
C       IDH = 100 + ICHOOS(JCHA)
C       IF(ICOOS(JCHA).NE.0) IPED(JCHA)=HSTATI(IDH,1)
C       RMSPED(JCHA) = HSTATI(IDH,2)
110     CONTINUE
C       WRITE(3,7006)
C7006    FORMAT(///,20X,'SUBTRACTED PEDESTALS :')
C       WRITE(3,7007)(IPED(J),J=1,96)
C7007    FORMAT(//,5X,12F8.1)

        CALL HPRINT(0)
1111    FORMAT(1X,I4)
        WRITE(6,*) 'TAMBIEN PASA'
C       CALL COMCAL(D,ND,2)
        WRITE(6,*) 'PASA COMCAL'
        IF( ISTOP .EQ. 1 ) GO TO 200

        GO TO 30

300     ISTOP = 1
        GO TO 100

```

200 CONTINUE

STOP
END
SUBROUTINE EQLOC(NW,IEV,IEQP,IPOINT,LENG,IERR)

INTEGER*2 IEV(10000)

TYPE *,NW,IEQP

LENG = 0

IBLOCK = 0

LENTOT = NW+19

1 LEN=LENTOT - IBLOCK

IF(LEN.LE.0) GO TO 99

LEN = 2*LEN-1

LENEQP = IEV(LEN)

IEQ = IEV(LEN-2)

TYPE *,LEN,LENEQP,IEQ

IF(IEQ.NE.IEQ) THEN

IBLOCK=IBLOCK+LENEQP

GO TO 1

ELSE

IPOINT=LEN-LENEQP

LENG=LENEQP

IERR=0

TYPE *,IPOINT,LENG

GO TO 100

ENDIF

99 IERR=1

100 RETURN

END

SUBROUTINE PEDEST

C-- PEDESTAL SUBTRACTION (HARDWARE CONVENTION)

C-- NO NEGATIVE VALUES ALLOWED

COMMON /FEMC/IQPRNT

+, LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1

+,FIRST

+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH

+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ

+, T(150)

+,LAST

+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2

+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO

+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20

+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA

+, IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG

+, NCHA,Q(1000)

IPOSC = IPOS + 1

DO 1 I=1,NWREC

IREC(IPOSC) = IREC(IPOSC) - IPED(I)

IREC(IPOSC) = MAX0 (0,IREC(IPOSC))

1 IPOSC = IPOSC + 1

RETURN

END

SUBROUTINE HWTOSW

```

*      Matriz de transformacion numero de ADC ,numero de      *
*      vidrio.                                                  *
*      HARDWARE TO SOFTWARE TRANSFORMATION                      *
*      POSITIVE IFLAG VALUES : OKEY FOR TRANSFORMATION        *
*      IFLAG = 0 :                                              *
*      -1 :                                                    *
*      -2 :                                                    *
*      -3 :                                                    *
*      -4 :                                                    *
*      -5 : BAD CHANNEL                                         *
*****
COMMON /FEMC/IQPRNT
+,      LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,      T(150)
+,LAST
+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,      IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,      NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

COMMON/IFLAG/IFLAG(150)

DATA IFLAG/ 36*-5,
+          5*-5,          65, 42, 41,          4*-5,
+          2*-5, 50, 51, 66, 67, 40, 39, 24, 23, 8, 7,
+          2*-5, 52, 53, 68, 69, 38, 37, 22, 21, 6, 5,
+          2*-5, 54, 55, 70, 71, 36, 35, 20, 19, 4, 3,
+          2*-5, 56, 57, 72, 1*-5, 34, 33, 18, 17, 2, 1,
+          54 * -5 /
CC      DATA IFLAG/ 48*-5,
CC      +          41, 42, 33, 34, 25, 26, 17, 18, 9, 10, 1, 2,
CC      +          43, 44, 35, 36, 27, 28, 19, 20, 11, 12, 3, 4,
CC      +          45, 46, 37, 38, 29, 30, 21, 22, 13, 14, 5, 6,
CC      +          47, 48, 39, 40, 31, 32, 23, 24, 15, 16, 7, 8,
CC      +          54 * -5/

IPREC = IPRE + 1

DO 1 I=1,NWREC
  IDEF = IFLAG(I)
  Q(IPREC) = 0
  IF(IDEF.GT.0) Q(IPREC) = IREC(IPOS+IDEF)
1 IPREC = IPREC + 1

RETURN
END
SUBROUTINE CALIBR
*****
*      Normalizacion de la respuesta de los diferentes      *
*      tipos de triodos.                                     *
*      CALIBRATION (SOFTWARE CONVENTION)                     *
*
*****

```

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+,          LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1
+,FIRST
+,          NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,          IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,          T(150)
+,LAST
+,          ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,          TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,          TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,          TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,          IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,          NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

      DIMENSION ICHOOS(150)
      DIMENSION COEF(9)
CC      DIMENSION CALIB(150)
      DATA ISWHW/0/, NCHOOS/9/
      DATA ICHOOS/53,54,55,65,66,67,77,78,79
+,          141 * 0 /
      DATA COEF/1.01,1.53,1.00,1.,1.43,1.43,1.2,1.38,1.28/
C DATI PER CENTRAGGIO SUL 79
CC      DATA COEF/1.53,1.,1.,1.43,1.43,1.,1.38,1.28,1./
CC      DATA COEF/1.53,1.00,1.43,1.43,1.38,0.001,0.001,0.01,0.01/
      DATA NCHA/ 96/, BIAS/ 0.0/
      DATA CALIB/ 150 * 1./

      IPREC = IPRE + 1

CC      PEDSUM1=(Q(87)+Q(75)+Q(63))/3.
CC      PEDSUM(1)=(PEDSUM1+PEDSUM2+PEDSUM3)/3.
CC      IJ=1
      DO 1 I=1,NCHA
CC      IF(I.EQ. ICHOOS(IJ)) THEN
CC      Q(I)=Q(I)-PEDSUM(3)
CC      IJ=IJ+1
CC      ENDIF
CC      I1= ICHOOS(I)
CC      IPREC=I1
CC      Q(IPREC)=Q(IPREC)-COEF(I)*PEDSUM(2)
CC      Q(I)=(Q(I)+BIAS) * CALIB(I)
1 CONTINUE

      RETURN
      END
      SUBROUTINE PUPOLO(NCHA,CHA)

      DIMENSION CHA(120)

      DO 5000 J=1,NCHA
      CALL HFILL (40,FLOAT(J),CHA(J))
5000 CONTINUE
C      CALL HPRINT(1)
      CALL HRESET(1)

      RETURN
      END
      SUBROUTINE FINDSH

```

C-- SHOWER SEARCH

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+,          LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+,          NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,          IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,          T(150)
+,LAST
+,          ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,          TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,          TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,          TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,          IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,          NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

ERROR(1) = 0

JJVEC(5) = Q(LDM+13)
JJVEC(9) = Q(LDM+10)

NUVTOT = JJVEC(5) * JJVEC(9)
SUM(7) = 0.

DO 10 JUV = 1,NUVTOT
  BUV = Q(IPRE+JUV)
  TUV = AMAX1 (TABWRK,BUV)
  SUM(7) = SUM(7) + TUV
  IF (BUV.LT.TABWRK) TUV = -100.
10 T(JUV) = TUV

  JJVEC(1) = 0
  SUMRES = SUM(7)
  IF (SUMRES.LT.TABEMN.OR.SUMRES.GT.TABEMX) GO TO 50

20 IF (SUMRES.LT.TABSUM) GO TO 50

  JJHIGH = LVMAX (T,NUVTOT)
  TUV = T(JJHIGH)
  IF (TUV.LT.TABMI1) GO TO 50
  JJVEC(6) = (JJHIGH-1) / JJVEC(5) + 1
  JJVEC(2) = JJHIGH - (JJVEC(6)-1) * JJVEC(5)
  JJVEC(1) = JJVEC(1) + 1

  CALL VZERO (IBIT,3)
  T(JJHIGH) = -FLOAT (JJVEC(1))

  TXXMI2 = TABMI2
  TXXSLO = TABSLO
  MXWIXX = MXWIAB
  TXXSCA = TABSCA

  CALL SPIRAL
  CALL SUMTUV
  CALL SHWFIL
  CALL SHWCOR
  CALL SHWIRA

```

```

SUMRES = SUMRES - SUM(1)

C    WRITE (IQPRNT,9003) JJVEC,SUM,IBIT
9003 FORMAT (7H SHW N.,I3,5X,3HU,V,9I3,5X,3HSUM,7F8.4,5X
+          ,4HBITS,4I3)

GO TO 99

50 CONTINUE
ERROR(1) = 1.

WRITE (IQPRNT,9008)
9008 FORMAT (42H0+++++++ ERROR IN FINDSH +++++++)

99 RETURN
END
SUBROUTINE SPIRAL

C-- STEERING ROUTINE FOR TWO DIMENSIONAL PATTERN RECOGNITION

COMMON /FEMC/IQPRNT
+, LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1
+,FIRST
+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+, T(150)
+,LAST
+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+, IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+, NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

JJREF(1) = 0

10 JJREF(1) = JJREF(1) + 1
IF (JJREF(1).GT.MXWIXX) GO TO 20
JJREF(2) = 1
JJREF(5) = 0
JJREF(3) = 1
JJREF(6) = 1
JJREF(4) = 0
JJREF(7) = 1
CALL SPIRWR

JJREF(2) = 0
JJREF(5) = 1
JJREF(3) = -1
JJREF(6) = 1
JJREF(4) = -1
JJREF(7) = 0
CALL SPIRWR

JJREF(2) = -1
JJREF(5) = 0
JJREF(3) = -1
JJREF(6) = -1
JJREF(4) = 0

```

```
JJREF(7) = -1
CALL SPIRWR
```

```
JJREF(2) = 0
JJREF(5) = -1
JJREF(3) = 1
JJREF(6) = -1
JJREF(4) = 1
JJREF(7) = 0
CALL SPIRWR
```

```
GO
```

```
TO 10
```

```
20 CONTINUE
```

```
C      WRITE (IQPRNT,9004) (T(J),J=1,NCHA)
C 9004 FORMAT (///,(1X,12F10.3))
```

```
RETURN
END
SUBROUTINE SPIRWR
```

```
C-- TWO DIMENSIONAL PATTERN RECOGNITION
```

```
COMMON /FEMC/IQPRNT
+,          LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+,          NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,          IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,          T(150)
+,LAST
+,          ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,          TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,          TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,          TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,          IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,          NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC
```

```
JU = JJVEC(2) - JJREF(1) * JJREF(3)
JV = JJVEC(6) - JJREF(1) * JJREF(6)
```

```
NSTEP = 2*JJREF(1)
```

```
HSHO = -FLOAT (JJVEC(1))
```

```
DO 60 J = 1,NSTEP
```

```
ITEMP = 0
```

```
IWORK = 0
```

```
IF (JU.GT.JJVEC(5))
```

```
GO TO 50
```

```
IF (JU.LE.0)
```

```
GO TO 50
```

```
IF (JV.GT.JJVEC(9))
```

```
GO TO 50
```

```
IF (JV.LE.0)
```

```
GO TO 50
```

```
JUV = (JV-1)*JJVEC(5) + JU
```

```
TUV = T(JUV)
```

```
IF (TUV.GT.TXXMI2)
```

```
GO TO 10
```

```
IF (TUV.GE.TABWRK)
```

```
GO TO 50
```

```
IF (TUV.EQ.-100.) IWORK = 1
```

```
IF (TUV.GT.-100.) ITEMP = - INT (TUV)
```

```
TUV = AMAX1 (TABWRK,Q(IPRE+JUV))
```

```

10 JUL = JU + JJREF(3)
   JVL = JV + JJREF(6)
   JUV1 = (JVL-1)*JJVEC(5) + JUL
   TREF = T(JUV1)
   IF (TREF.EQ.HSHO) GO TO 20
   IF (TREF.EQ.-100.) GO TO 30
   TREF = - AMOD (-TREF,100.)
   IF (TREF.NE.HSHO) GO TO 50

20 IF (IWORK.EQ.1) GO TO 40
   BREF = Q(IPRE+JUV1)
   IF (TUV.GT.BREF*TXXSLO) GO TO 50
   SLOPE = TUV / BREF
   IF (SLOPE.GT.TXXSLO.AND.JJREF(1).GT.1) IBIT(1) = 1

30 IF (IWORK.EQ.1) GO TO 40

   IF (T(JUV).GE.TABWRK) TUV = HSHO
   IF (T(JUV).LT.TABWRK) TUV = 100. * T(JUV) + HSHO
   T(JUV) = AMAX1 (-9999.,TUV)
40 IF (IWORK.EQ.1.AND.TREF.NE.-100.) IBIT(2) = 1
   IF (ITEMP.EQ.0) GO TO 50
   IF (IBIT(3).EQ.0) IBIT(3) = ITEMP
   IF (IBIT(3).NE.ITEMP) IBIT(3) = -1

50 JJREF(3) = JJREF(4)
   JJREF(6) = JJREF(7)
   JU = JU + JJREF(2)
   JV = JV + JJREF(5)
60 CONTINUE

```

```

RETURN
END
SUBROUTINE SUMTUV

```

C-- COMPUTE TWO DIMENSIONAL SHOWER PARAMETERS

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+, LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+, T(150)
+,LAST
+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+, IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+, NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

```

```

CALL VZERO (SUM,6)
JJVEC(3) = JJVEC(2)
JJVEC(4) = JJVEC(2)
JJVEC(7) = JJVEC(6)
JJVEC(8) = JJVEC(6)
HSHO = -FLOAT (JJVEC(1))
NUVTOT = JJVEC(5) * JJVEC(9)

```

JUV = 1

NJJ=0

10 JJ = IUFIND (HSHO,T,JUV,NUVTOT)
IF (JJ.GE.NUVTOT+1)

GO TO 20

NJJ=NJJ+1

JV = (JJ-1) / JJVEC(5) + 1

JU = JJ - (JV-1) * JJVEC(5)

TUV= AMAX1 (0.,Q(IPRE+JJ))

SUM(1) = SUM(1) + TUV

SUM(2) = SUM(2) + TUV * FLOAT (JV)

SUM(3) = SUM(3) + TUV * FLOAT (JU)

SUM(4) = SUM(4) + TUV * FLOAT (JV * JV)

SUM(5) = SUM(5) + TUV * FLOAT (JU * JU)

SUM(6) = SUM(6) + TUV * FLOAT (JV * JU)

IF (JU.GT.JJVEC(3)) JJVEC(3) = JU

IF (JU.LT.JJVEC(4)) JJVEC(4) = JU

IF (JV.GT.JJVEC(7)) JJVEC(7) = JV

IF (JV.LT.JJVEC(8)) JJVEC(8) = JV

JUV = JJ + 1

GO

TO 10

20 CONTINUE

RETURN

END

SUBROUTINE SHWFIL

C-- FILL SHW BANKS

COMMON /FEMC/IQPRNT

+, LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1

+,FIRST

+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH

+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ

+, T(150)

+,LAST

+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2

+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO

+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20

+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA

+, IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG

+, NCHA,Q(1000)

INTEGER*2 IREC

SCALE = 1. / SUM(1)

CALL VSCALE (SUM(2),SCALE,SUM(2),5)

SUM(4) = SUM(4) - SUM(2)*SUM(2)

SUM(5) = SUM(5) - SUM(3)*SUM(3)

SUM(6) = SUM(6) - SUM(2)*SUM(3)

Q(LSHW+ 2) = JJVEC(1)

Q(LSHW+ 3) = 0.

CALL UCOPY (SUM(2),Q(LSHW+4),5)

Q(LSHW+ 9) = SUM(1)

Q(LSHW+11) = SUM(1) / SUM(7)

Q(LSHW+12) = FLOAT (JJVEC(6))

Q(LSHW+13) = FLOAT (JJVEC(2))

```

Q(LSHW+14) = FLOAT (JJVEC(7)*1000 + JJVEC(8))
Q(LSHW+15) = FLOAT (JJVEC(3)*1000 + JJVEC(4))

```

```

RETURN
END
SUBROUTINE SHWCOR

```

```

C--  SHOWER POSITION CORRECTION (FINITE WIDTH)
C--  (SEE N.I.M. 140,PAG. 441 (1977))
C--  ERROR ON POSITION
C--  ENERGY RESOLUTION COMPUTATION

```

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+,      LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,      T(150)
+,LAST
+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,      IPOB,NWREC,IREF(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,      NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

```

```

DO 10 J=1,2
IF (Q(LQ1+J+2).LE.0.) GO TO 10
T0 = Q(LSHW+J+3)
T1 = AINT (T0+.5)
T2 = (T0-T1) * Q(LQ1+J+4)
T3 = Q(LQ1+J+2) *ALOG (T2 + SQRT (1. + T2*T2))
Q(LSHW+J+3) = T1 + T3
IF(J.EQ.1) THEN
T3X=-T3
IV=T1
ELSE
T3Y=T3
IU=T1
ENDIF
10 CONTINUE

```

```

C
C--
C
CALL ENCAL(IV,IU)
Q(LSHW+6) = AMAX1 (Q(LSHW+6),Q(LQ1+7))
Q(LSHW+7) = AMAX1 (Q(LSHW+7),Q(LQ1+7))
Q(LSHW+9) = AMAX1 (Q(LSHW+9),0.)
*****
*
*  Resolucion en energia :
*
*
*      sigma =[A/sqrt(E) + B] E
*
*
*****
Q(LSHW+10)= Q(LQ1+8) * SQRT (Q(LSHW+9)) + Q(LQ1+9) * Q(LSHW+9)
C
WRITE (IQPRNT,9000) Q(LDM+1),Q(LSHW+2),Q(LSHW+4),Q(LSHW+5)

```

```

C      + ,Q(LSHW+6),Q(LSHW+7),Q(LSHW+10)
9000 FORMAT (8H0SHWCOR.,2X,2HID,F6.0,5X,6HSHW N.,F4.0,5X,4HUV =
+      2F9.3,5X,5HDUV =,2F9.3,5X,4HDE =,F9.3)

```

```

RETURN
END
SUBROUTINE SHWTRA

```

C-- TRANSFORM SHW BANKS INTO BASIC REFERENCE SYSTEM

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+,      LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST
+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,      T(150)
+,LAST
+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,      IPOB,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,      NCHA,Q(1000)
INTEGER*2 IREC

DIMENSION XDM(2),XDS(3),XBR(3)

```

```

XDM(1)=Q(LDM+12)+Q(LDM+11)*(Q(LDM+10)-Q(LSHW+4)+0.5)
XDM(2) = Q(LDM+15) + Q(LDM+14) * (Q(LSHW+5) - .5)
XDS(1) = 0.
XDS(2) = Q(LDM+16) * XDM(2) + Q(LDM+17) * XDM(1)
XDS(3) = Q(LDM+17) * XDM(2) - Q(LDM+16) * XDM(1)

```

```

CALL VADD (XDS(1),Q(LDM+4),XDS(1),3)
CALL UCOPY (Q(L RTP+10),XBR(1),3)

```

```

IF (Q(L RTP+1).EQ.1.) GO TO 10

```

```

CALL MXMAD (Q(L RTP+1),XDS(1),XBR(1),3,3,1)
GO TO 20

```

```

10 CALL VADD (XBR(1),XDS(1),XBR(1),3)

```

```

20 CALL UCOPY (XBR(1),Q(LSHW+3),3)

```

```

Q(LSHW+ 6) = Q(LSHW+ 6) * Q(LDM+11) * Q(LDM+11)
Q(LSHW+ 7) = Q(LSHW+ 7) * Q(LDM+14) * Q(LDM+14)
Q(LSHW+ 8) = -Q(LSHW+ 8) * Q(LDM+11) * Q(LDM+14)

```

```

RETURN
END
SUBROUTINE ENCAL(IV,IU)

```

```

C
C-- CALCULATE THE SHOWER ENERGY --
C-- (SUMMING N*N COUNTERS) --
C

```

```

COMMON /FEMC/IQPRNT
+,      LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
+,FIRST

```

```

+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,      T(150)
+,LAST
+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,      IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,      NCHA,Q(1000)
  INTEGER*2 IREC
  ETOT=0.
  DO 10 NV=IV-MXWIXX,IV+MXWIXX
  IF(NV.LT.1.OR.NV.GT.JJVEC(9)) GO TO 10
  DO 20 NU=IU-MXWIXX,IU+MXWIXX
  IF(NU.LT.1.OR.NU.GT.JJVEC(5)) GO TO 20
  JJ=NU+(NV-1)*JJVEC(5)
CC    WRITE(3,9999) Q(IPRE+JJ)
  ETOT=ETOT+Q(IPRE+JJ)
20   CONTINUE
10   CONTINUE
  Q(LSHW+9)=ETOT
9999  FORMAT(1X,F10.3)
  RETURN
  END
  SUBROUTINE USER

```

```

  COMMON /FEMC/IQPRNT
+,      LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1
+,FIRST
+,      NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
+,      IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,      T(150)
+,LAST
+,      ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,      TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,      TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,      TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,      IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,      NCHA,Q(1000)
  INTEGER*2 IREC
  COMMON// ICHOOS(150)
  COMMON/IFLAG/IFLAG(150)
  COMMON/POSITION/X(96),Y(96)
  DIMENSION IGLASS(150),IPHTR(150)
  DIMENSION TABLE1(96),TABLE2(96)
  DIMENSION A(36),SOMA(3)
  DATA ISWHW/0/, NCHOOS/58/
  DATA ICHOOS/25,26,27,28,29,30,31
+,      37,38,39,40,41,42,43
+,      49,50,51,52,53,54,55,56
+,      61,62,63,64,65,66,67,68,69,70,71,72
+,      73,74,75,76,77,78,79,80,81,82,83,84
+,      85,86,87,88,89,90,91,92,93,94,95,96
+,      92 * 0 /

```

```

C      :      C22==1
C  --GLASS-- :      SF1==2
C      :      SF3==3
  DATA IGLASS/ 24*0,

```

```

+      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
+      2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 0, 0, 0, 0, 0,
+      2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 1, 1, 0,
+      2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 2, 1, 3, 3, 3,
+      2, 2, 2, 2, 1, 1, 1, 1, 2, 3, 3, 3,
+      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 3, 3,
+      54*0/

```

```

C      HAM.          ====1
C      -- PHOTOTR.   PHIL.      ====2
C      EMI          ====3
C      HAM. PHOTETR.  ====4
C      HAM. TORINO   ====5

```

```

DATA IPHTR/ 24*0,
+      1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 0, 0, 0, 0, 0,
+      1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 0, 0, 0, 0, 0,
+      1, 1, 1, 1, 2, 2, 2, 3, 5, 5, 5, 0,
+      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 3, 4, 2, 1, 1,
+      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 4, 2, 1, 1,
+      1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 2, 1, 1,
+      54*0/

```

C=====

DATA INIZ /0/

C -----PRINT CHAN. / RUN -----

```

IF (INIZ.NE.0) GO TO 5
IF(NW.EQ.34) GOTO 2000
CALL COMCAL(D,ND,0)
WRITE(6,*)'PASA COMCAL USER'
CALL VZERO(TABLE1,96)
CALL VZERO(TABLE2,96)
DO 2 I=1,NCHOOS
I1 = ICHOOS(I)
IF(ISWHW.EQ.1) I1 = IFLAG (I1)
IPRE1 = IPRE + I1
CC      CALL HBOOK1(I1+100,'ADC(SW) CONTENT$',100,0.,4.)
CC      CALL HBOOK1(I1+100,'ADC(SW) CONTENT$',100,0.,4000.)
TABLE1(I1)=100*IGLASS(I1)+IPHTR(I1)
2      TABLE2(I1)=Q(IPRE1)

WRITE ( IQPRNT, 9000)
WRITE ( IQPRNT, 9004)(TABLE1(I2), I2= 1 , 96)
WRITE (IQPRNT, 9006)
WRITE ( IQPRNT, 9004) (TABLE2(I2), I2= 1, 96)
INIZ=1

```

C-----

```

5      CONTINUE
      ERROR(2) = 0
      SOM = 0

      DO 10 I=1,NCHOOS
      IPRE1 = IPRE + ICHOOS(I)
      I1=ICHOOS(I)
      CALL HFILL(100+I1,Q(IPRE1))
      IF(ICHOOS(I).EQ.NCENTR) ECENTR=Q(IPRE1)
      A(I) = Q(IPRE1)
CC      IF(A(I).EQ.0.) WRITE (3,6854) A(I)
C6854  FORMAT(1X,F10.4)

```

```
10 SOM = SOM + Q(IPRE1)
```

```
CALL POSITION
```

```
WRITE(6,*) 'PASA POSITION'
```

```
C CALL COMCAL(A,NCHOOS,1)
```

```
WRITE(6,*) 'PASA COMCAL AFTER '
```

```
ERROR(2) = 0.
```

```
9000 FORMAT (1H1, 'FOR THIS RUN, THE CHOSEN CHANNELS ARE : ',///)
```

```
9004 FORMAT (1X,12F10.0)
```

```
9006 FORMAT (///)
```

```
2000 RETURN
```

```
END
```

```
SUBROUTINE COMCAL(A,N,IPT)
```

```
COMMON /FEMC/IQPRNT
```

```
+, LDM,LSHW,IPRE,L RTP,LQ1
```

```
+, FIRST
```

```
+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH
```

```
+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
```

```
+, T(150)
```

```
+, LAST
```

```
+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
```

```
+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
```

```
+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20
```

```
+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
```

```
+, IPOS,NWREC,I REC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
```

```
+, NCHA,Q(1000)
```

```
INTEGER*2 IREC
```

```
DIMENSION A(36),C(36,36),CN(36),X(36)
```

```
IF(IPT.NE.0) GO TO 5
```

```
CALL VZERO(C,81)
```

```
CALL VZERO(CN,36)
```

```
CALL VZERO(X,36)
```

```
GO TO 200
```

```
5 IF(IPT.EQ.2) GO TO 50
```

```
DO 20 I=1,N
```

```
CN(I) = CN(I) + A(I)
```

```
DO J=1,N
```

```
C(I,J) = C(I,J) + A(I) * A(J)
```

```
END DO
```

```
20 CONTINUE
```

```
GO TO 200
```

```
50 CALL VZERO(X,36)
```

```
C WRITE(3,8654) ((C(I,J),I=1,9),J=1,9)
```

```
8654 FORMAT(1X,'C = ',9F12.1)
```

```
CALL SMXINV(C,36,IFAIL)
```

```
IF(IFAIL.NE.0) GO TO 100
```

```
*****
```

```
*
*      Calculo de constantes de calibracion por el
*      metodo de matriz inversa.
*
```

```
*
*
*
*
*
```

CALL VMATL(C,CN,X,36,36)

100 WRITE(IQPRNT,9000) (X(I),I=1,36)
9000 FORMAT (//,1X,'THE CALIBRATION CONSTANT ARE : ',//,(1X,10E12.5))

200 CONTINUE

RETURN

END

SUBROUTINE DWC(LDWC,LENG,IFLB)

C
C
C DRIFT CHAMBERS FOR POSITION DETERMINATION

COMMON /FEMC/IQPRNT

+, LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1

+,FIRST

+, NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSHO,SUMRES,JJHIGH

+, IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ

+, T(150)

+,LAST

+, ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2

+, TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO

+, TABSCA,MXWIAB,I10,I20

+, TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA

+, IPOB,NWREC,IREF(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG

+, NCHA,Q(1000)

INTEGER*2 IREF

COMMON /DWCC/DLR(2),DDU(2),SLR(2),SDU(2),ANODO(2)

EQUIVALENCE (IXCH,KBUF)

INTEGER*4 IXCH(16)

INTEGER*2 KBUF(32)

* CUTS

*

* Diferentes cortes en las camaras:

* CLH Corte horizontal en la diferencia.Camara 1

* CHH Corte horizontal en la diferencia.Camara 2

* CLV Corte vertical en la diferencia .Camara 1

* CHV Corte vertical en la diferencia .Camara 2

* CLS Corte horizontal en la suma .Camara 1

* CHS Corte horizontal en la suma .Camara 2

* CHSV Corte vertical en ambas camaras.

*

DIMENSION CLH(2),CHH(2),CLV(2),CHV(2),CLS(2),CHS(2),CLSV(2)

DATA CLH/-130.,-150./,CHH/30.,18./,CLV/-84.,-114./

+, CHV/96.,54./,CLS/-30.,36./,CHS/18.,78./,CLSV/90.,156./

*.....

IFLB=0

ZMAG=10000.

YMAG=10000.

DO 27 I=1,32

KBUF(I)=IREF(LDWC+I)

27 CONTINUE

*

* calculate delay time and check if negative numbers

*

```

C      DO I=2,32,2
C          IF(JBIT(KBUF(I),8).EQ.1) GOTO 26
C      ENDDO
      IFNEG=0
      DO I=1,16
          IF(BTEST(IXCH(I),23)) THEN
              IFNEG=1
              CALL NEGATIVE(IXCH(I),IXCH(I))
          END IF
      END DO
      OK no negative numbers
*
*
CC      PRINT 1222, KBUF,IXCH
1222  FORMAT(2X,I3,8I10/5X,8I10/)
      ICHECK=0
      DO I=1,13
          ICHECK=ICHECK+IXCH(I)
      END DO
      NEGAT=NEGAT+1
      IF(NEGAT.LE.50) THEN
          WRITE(67,1222)IFNEG,IXCH
      END IF

```

```

*****
*
*      Anodo (i) Senal en el anodo en camara i
*      DLR(i)      Diferencia left-right en camara i
*      DDU(i)      Diferencia down-up en camara i
*      SLR(i)      Suma left-right en camara i
*      SDU(i)      Suma down-up en camara i
*
*****

```

```

      DO I=1,2
          IF (ICHECK.EQ.0) THEN
              ANODO(I)=10000.
              DLR(I) =10000.
              DDU(I) =10000.
              SLR(I) =10000.
              SDU(I) =10000.
          ELSE
              ANODO(I)=IXCH(8*(I-1)+1)
              DLR(I)=IXCH(8*(I-1)+2)-IXCH(8*(I-1)+3)
              DDU(I)=IXCH(8*(I-1)+4)-IXCH(8*(I-1)+5)
              SLR(I)=IXCH(8*(I-1)+2)+IXCH(8*(I-1)+3)-ANODO(I)*2
              SDU(I)=IXCH(8*(I-1)+4)+IXCH(8*(I-1)+5)
          END IF

```

```

C
C-- CUTS

```

```

C
C23456789

```

```

      IF(DLR(I).LT.CLH(I).OR.DLR(I).GT.CHH(I)) GO TO 110
      IF(DDU(I).LT.CLV(I).OR.DDU(I).GT.CHV(I)) GO TO 110
      IF(SLR(I).LT.CLS(I).OR.SLR(I).GT.CHS(I)) GO TO 110
      IF(SDU(I).LT.CLSV(I)) GO TO 110
          CALL HFILL(10*(I-1)+1,DLR(I))
          CALL HFILL(10*(I-1)+2,DDU(I))
          CALL HFILL(10*(I-1)+3,SLR(I))
          CALL HFILL(10*(I-1)+4,SDU(I))

```

```

      ENDDO
*****
*C
*C-- POSITION AT MAGILLA --
*C
*   Posicion del haz en el sistema de referencia de MAGILLA
*
*****
      WRITE(6,*) 'MAGILLA',ZMAG,YMAG
      ZMAG=DLR(2)+(DLR(2)-DLR(1))/7.45
      YMAG=DDU(2)+(DDU(2)-DDU(1))/7.45
      WRITE(6,*) 'MAGILLA',ZMAG,YMAG
      NEVE=NEVE+1
100   CONTINUE
      RETURN
C
110   IFLB=1
      RETURN
      END
      SUBROUTINE NEGATIVE (I1,I2)
      INTEGER*4 I1,I2,ISTEP
*
*   PURPOSE:
*   Converts a 24-bit integer right justified in a 32-bit word
*   into a 32-bit value, using the formula:
*
*   ISTEP=[-(2**23)*B23+(2**22)*B22+...+(2**2)*B2+(2**1)*B1+(2**0)*B0]
*
*   where B0,...,B23 are the twenty-four bits of the initial value,
*   B0 being the less significative and B23 (really the 24th) being
*   the most one.
*   This subroutine is used when the input data (I1) is negative and
*   written using the "two's complement convention". This explains
*   the minus sign in the first term.
*
      IF(BTEST(I1,23)) THEN
        ISTEP=-(2**23)
      ELSE
        ISTEP=0
      END IF
*
      DO K=0,22
        IF(BTEST(I1,K)) THEN
          ISTEP=ISTEP+(2**K)
        END IF
      END DO
*
      I2=ISTEP
      RETURN
      END
*
*****

```

SUBROUTINE POSITION

COMMON /FEMC/IQPRNT

```

+,          LDM,LSHW,IPRE,LRTP,LQ1
+,FIRST
+,          NUVTOT,TUV,BUV,JJVEC(10),HSH0,SUMRES,JJHIGH
+,          IBIT(4),SUM(7),JJREF(7),RATIO,JUV,JJ,NJJ
+,          T(150)
+,LAST
+,          ERROR(10),SOM,PEDSUM(3),PEDSUM1,PEDSUM2
+,          TABWRK,TABEMN,TABEMX,TABSUM,TABMI1,TABMI2,TABSLO
+,          TABSCA,MXWIAB,I10,I20
+,          TXXMI2,MXWIXX,TXXSLO,TXXSCA
+,          IPOS,NWREC,IREC(10000),IPED(96),CALIB(150),ZMAG,YMAG
+,          NCHA,Q(1000)

```

```

INTEGER*2 IREC
COMMON // ICHOOS(150)
COMMON/POSITION/X(96),Y(96)
DIMENSION MATP(3,3),XY0(2),XY(2),ADC(150)
DATA MATP/1,2,3,4,5,6,7,8,9/
DATA B/.60/,DEL/5./,ECUT/0.1/

```

*

```

CALL VZERO(XY0,2)
CALL VZERO(XY,2)
SUMCL=0
SUMR =0
SUML =0
SUMUP=0
SUMD =0
CONT1=0
XNUM= 0
YNUM =0

```

```

* Lee las coordenadas centrales de
* cada bloque

```

```

DO I=1,9
N=ICHOOS(I)
ADC(I)=IREC(N)
ADC(I)=ADC(I)/220.
K=96-N
X(I)=X(K)
Y(I)=Y(K)
END DO

```

*

```

DO IR=1,3
DO IC=1,3
IN=MATP(IR,IC)
IF(ADC(IN).LT.ECUT) GOTO 100
CONT1=CONT1+1.
IF(IC.EQ.1) THEN
SUML=SUML+ADC(IN)
GOTO 50
END IF
IF(IC.EQ.3) SUMR=SUMR+ADC(IN)
50 IF(IR.EQ.1) THEN
SUMUP=SUMUP+ADC(IN)
GOTO 60
END IF
IF(IR.EQ.3) SUMD=SUMD+ADC(IN)
WRITE(6,*)ADC(IN)
60 SUMCL=SUMCL+ADC(IN)
XY0(1)=XY0(1)+ADC(IN)*IR

```

```

XY0(2)=XY0(2)+ADC(IN)*IC
WRITE(6,*)'POSICION',XY0(1),XY0(2),SUMCL

```

```

*****
*      CALCULO SIMPLE DEL CENTRO DE GRAVEDAD DEL "SHOWER" SIN
*      CORRECCIONES
*****

```

```

C      XNUM=XNUM + X(IN)*ADC(IN)
C      YNUM=YNUM + Y(IN)*ADC(IN)

C      WRITE(6,*)X(IN),Y(IN),ADC(IN),'HAZ'
100    END DO

```

```

END DO
IF(SUMCL.EQ.0) GOTO 200
C      CALL HFILL(200,CONT1,0.,1.)
*
DO K=1,2
  XY0(K)=XY0(K)/SUMCL
  T1=AIN(T(XY0(K)+.5)
  T2=XY0(K)-T1
  SHIP=2.*SINH(.5*DEL/B)
  T2=T2*SHIP
  T3=B/DEL*ALOG(T2+SQRT(1.+T2**2))
*
  XY0(K)=T1+T3
  XY(K)=(XY0(K)-1.)*5.

  CALL HFILL(401+K,XY(K),0.,100.)
END DO

```

```

*
C      CALL HFILL(412,SUML/SUMCL)
C      CALL HFILL(413,SUMR/SUMCL)
C      CALL HFILL(414,SUMUP/SUMCL)
C      CALL HFILL(415,SUMD/SUMCL)
C      CALL HFILL(416,XY(1)/SUMCL)
C      CALL HFILL(417,XY(2)/SUMCL)

```

```

200    RETURN
      END

```

```

*
*
*

```

C.-FCONLINE : Programa de monitoraje on-line

Estructura

Para escribir el proceso para ejecutar bajo el sistema on-line el usuario debe utilizar siete rutinas básicas, gobernadas por un proceso "skeleton".

El esquema típico es el siguiente:

1.- Fase de inicialización : Rutina UINIT

.Comienzo y fin del procesado.

2.- Fase de procesado Rutina UPROC

.Entrada y salida de fase.

.Continuación en la fase de
procesado

.Fase de comunicación.

3.- Fase de comunicación. Rutina UCOMM

.Comunicación con el usuario

4.- Fase de salida . Rutina UEXIT

.Mensajes de error o sistemas

de control.

5.- Fase de comienzo . Rutina USOR

6.- Fase de final. Rutina UEOR

.Final de run

7.- Fase de escritura de histogramas.

Rutina UHIST.

```
=====
SUBROUTINE UINIT (IPARM,IRET)
```

```
FEMC TEST MONITORING TASK
```

```
THIS ROUTINE ALLOWS OPERATOR TO SET INITIAL PARAMETERS
AND THEN START THE SAMPLING.
```

```
CALL UINITAC (IPARM,IRET)
RETURN
END
=====
```

```
=====
SUBROUTINE UCOMM(IPARM,IRET)
```

```
THIS ROUTINE ALLOWS THE OPERATOR TO COMMUNICATE
WITH THE MONITORING TASK WHEN IT IS ACTIVE
```

```
CALL UINITAC (IPARM,IRET)
RETURN
END
=====
```

```
=====
SUBROUTINE UINITAC (IPARM,IRET)
```

```
DISPLAY THE MENUS
```

```
INCLUDE 'FEMCCOM.FOR'
DATA IFIRST /0/
```

```
IRET = 2
```

```
ENABLE FULL EVENT SAMPLING
```

```
IF (IFIRST.EQ.0) CALL DGFULL
```

```
GO TO 1 TO SET RUN CONDITION, START/STOP RUN ECC.
```

```
GO TO 1
```

```
BOOK ISTOGRAMS HERE & NOW
```

```
PUT IN ASCII RUN PARAMETERS FOR HBOOK TITLE
```

```
HIST      1-9   ADC OF CLUSTER
           10   SUM OF ADC OF CLUSTER
           31   SUM OF ALL SELECTED ADC
           51   ONE EVENT WITH LIGHT IN ALL GLASS
           52   AVERAGE WITH LIGHT IN ALL GLASS (ONLY IN ALL ADC
           71   LEGO PLOT OF CONTENTS OF ALL GLASSES
           101-100+NADC ADC ONLY IF REQUESTED IN ALTERNATIVE WITH CLUSTER
           501-500+NADC ADC PEDESTALS (ONLY IF FLPED IS ON END TRIGGER & C
```

```
1 CONTINUE
```

```
2 FORMAT(I4)
```

```
3 FORMAT(F4.1)
```

```
DO I=1,NADC
```

```
EXADC(I) = .FALSE.
```

```
ENDDO
```

```
11 CALL HBOOK2(71, SIGNAL ON ALL GLASSES, 13, 0., 13., 9, 0., 9., 100000.)
```

```
IF (.NOT. FLINIT) GO TO 15
```

```
IF (FLCLUS .AND. .NOT. FLPED) GO TO 115
```

```
IF (FLPED .AND. .NOT. FLHSPD) GO TO 15
```

```
9 CALL DLDEC ( FIRST ADC CHAN TO HIST (0=END) I, NFIRST, NFIRST)
```

```
EXADC(I) = .TRUE.
```

```
IF (NFIRST.EQ.0) GO TO 15
```

```
CALL DLDEC ( LAST ADC CHAN TO HIST
```

```
I, ILAST, ILAST)
```

```
IF (ILAST.LT.NFIRST) GO TO 19
```

```
J=NFIRST
```

```

174 CALL DLDEC('NUMBER OF CHANNELS (MONITOR RUN)',NXPD(J),NXPD(J))
    IF(NX(J).LT.0.OR.NX(J).GT.100)GO TO 174
175 CALL DLDEC('LOWER EDGE',XPMI(J),XPMI(J))
    CALL DLDEC('UPPER EDGE',XPMI(J),XPMI(J))
    IF(XPMA(J).LE.XPMI(J)) GO TO 175
* CHANGE HBOOK PARAM FROM FIRST TO LAST ADC CHANNEL
    DO J=NFIRST,ILAST
        EXADC(J) = .TRUE
        NXPD(J)=NXPD(NFIRST)
        XPMI(J)=XPMI(NFIRST)
        XPMA(J)=XPMA(NFIRST)
    ENDDO
    ENDIF
    GO TO 19
15 CONTINUE

    FLPED=.TRUE. MEANS CHECK OUTSIDE EVENT BURST
    IF(FLPED) THEN
        IF(FLHSPD) THEN
            DO I=1,NADC
                IF(EXADC(I)) THEN
                    ENCODE(4,12,TITPD(3)) I
                    CALL HBOOK1(500+I,TITPD,NXPD(I),XPMI(I),XPMA(I))
                ENDIF
            ENDDO
        ENDIF
        CALL HBOOK1(51,' 1 EVENT WITH LIGHT IN ALL GLASS',100,0.,100.)
        CALL HBOOK1(52,' AVERAGE WITH LIGHT IN ALL GLASS',100,0.,100.)
    IF PEDES AND TRIGGER 7 ON FILL EVENT HISTOS
        GO TO 14
    ENDIF
    CHECK IF ONLY CLUSTER HISTOS TO BE OPEN
115 IF(FLCLUS) THEN
119 IF(.NOT.FLIMIT) GO TO 175
    CALL DLDEC('FIRST CLUSTER CHAN TO HIST (0=END)',
    1 NFIRST,NFIRST)
    IF(NFIRST.EQ.0) GO TO 125
    CALL DLDEC('LAST CLUSTER CHAN TO HIST',ILAST,ILAST)
    IF(ILAST.LT.NFIRST) GO TO 119
    IFIRST=1
    ILAST=9
    J=NFIRST
124 CALL DLDEC('NUMBER OF CHANNELS',NXCL(J),NXCL(J))
126 IF(NXCL(J).LT.0.OR.NXCL(J).GT.100)GO TO 124
    CALL DLDEC('LOWER EDGE',XMICL(J),XMICL(J))
    CALL DLDEC('UPPER EDGE',XMICL(J),XMICL(J))
    IF(XMACL(J).LE.XMICL(J)) GO TO 126
    CHANGE HBOOK PARAM FROM FIRST TO LAST ADC CHANNEL
    DO J=NFIRST,ILAST
        NXCL(J)=NXCL(NFIRST)
        XMICL(J)=XMICL(NFIRST)
        XMACL(J)=XMACL(NFIRST)
    ENDDO
    GO TO 119
125 ENCODE(4,12,TITCLU(10)) IENCODE(1)
    ENCODE(4,12,TITCLU(11)) IENCODE(2)
    ENCODE(4,12,TITCLU(12)) IENCODE(3)
    ENCODE(4,12,TITCLU(13)) IENCODE(4)
    DO KLST=1,9
        IADC=NCLUST(KLST)
        IGLASS=NFLAG(IADC)
        ENCODE(4,12,TITCLU(2)) IADC
        ENCODE(4,12,TITCLU(4)) IGLASS
        ENCODE(4,12,TITCLU(6)) IPEDES(IADC)
        ENCODE(4,12,TITCLU(8)) IPNVOL(IADC)
        CALL HBOOK1(KLST,TITCLU,NXCL(KLST),XMICL(KLST),XMACL(KLST))
    ENDDO
    CALL HBOOK1(10,' SUM OF CLUSTERS',NXCL(5),XMICL(5),
    1 XMACL(5))
    ELSE
    ENCODE(4,12,TITLE(10)) IENCODE(1)
    ENCODE(4,12,TITLE(11)) IENCODE(2)
    ENCODE(4,12,TITLE(12)) IENCODE(3)
    ENCODE(4,12,TITLE(13)) IENCODE(4)
    ENCODE(4,12,TITLE(14)) NGEV
    DO I=1,NADC
        IF(EXADC(I)) THEN
            IF(NFLAG(I).EQ.-5) GO TO 10
            ENCODE(4,12,TITLE(2)) I
            ENCODE(4,12,TITLE(4)) NFLAG(I)
            ENCODE(4,12,TITLE(8)) IPNVOL(I)
            ENCODE(4,12,TITLE(6)) IPEDES(I)
            CALL HBOOK1(100+I,TITLE,NX(I),XMI(I),XMA(I))
        ENDIF
    CONTINUE

```

```

1 CALL HBOOK1(31, 'SUM OF ALL SELECTED ADCS', NX(NADC+1),
  XMI(NADC+1), XMA(NADC+1))
  ENDDO
  CALL HBOOK1(61, 'X CENTER OF MASS OF 4 PMs', NXCH, XMICH, XMACH)
  CALL HBOOK1(62, 'Y CENTER OF MASS OF 4 PMs', NYCH, YMICH, YMACM)
  CALL HBOOK1(63, 'X SHOWER CENTER WITH LOGS', NXBR, XMIBB, XMABR)
  CALL HBOOK1(64, 'Y SHOWER CENTER WITH LOGS', NYBR, YMIBB, YMABR)
  OPEN HISTOS FOR SPECTR
  IF (FLSPECT) THEN
    DO I=1,4
      CALL HBOOK1(310+I, 'X SPECTR CHAMBER 31X-310', $1,100,-47,5,52,5,0)
      CALL HBOOK1(320+I, 'NUMBER OF HIT PER CHAMBER', $1,20,0,20,0)
    ENDDO
    CALL HBOOK1(315, 'SPECTR X2-X1', $1,100,-25,25,0)
    CALL HBOOK1(316, 'SPECTR X4-X3', $1,100,-25,25,0)
    CALL HBOOK1(317, 'DTHETH', $1,100,-.008,.008,0)
    CALL HBOOK1(326, 'X3 EXTRAPOLATED', $1,100,-50,50,0)
    CALL HBOOK1(327, 'DX3=X3-X3 EXTRAP', $1,100,-50,50,0)
    CALL HBOOK1(328, 'X4 EXTRAPOLATED', $1,100,-50,50,0)
    CALL HBOOK1(329, 'DX4=X4-X4 EXTRAP', $1,100,-50,50,0)
    CALL HBOOK1(330, 'DX4P FROM FIRST PART OF TRACKS', $1,100,-50,50,0)
  ENDIF

```

```

14 CONTINUE
  CALL HSTAT(0)
  NEVL=0
  NPEDE=0
  NEVZERO=0
  CALL VZERU(SOMP,150)
  CALL VZERU(SOMP2,150)
  NC32=0

  SET FLAG TO END OF RUN

  FLEND=.FALSE.
  GO TO TAKE DATA
  GO TO 901
  SET UP FIRST LEVEL MENU

```

```

1 CALL MNCLR
  CALL MNHEAD('F E M C TEST MONITORING TASK')
  CALL MNOPT(1, 'SET RUN PARAMETERS')
  CALL MNDECC(2, 'HOW MANY EVENTS TO COLLECT?', NEVTOT, NEVTOT)
  CALL MNOPT(3, 'CHANGE ADC CHAN HISTOGRAMS PARAMETERS')
  CALL MNOPT(4, 'CHANGE PEDES CHAN HISTOGRAMS PARAMETERS')
  CALL MNOPT(5, 'CHANGE C.H. HISTOGRAM PARAM $ CONSTANT FOR LOG.CM')
  IF (FLAG7) CALL MNOPT(6, 'TRIGGER SWITCH (NOW TRIG 7 ACTIVE)')
  IF (.NOT. FLAG7) CALL MNOPT(6, 'TRIGGER SWITCH (NOW TRIG 6 ACTIVE)')
  CALL MNOPT(7, 'EXIT TASK, OUTPUT HISTOGRAMS AND RESULTS')
  CALL MNOPT(8, 'OUTPUT HISTOGRAMS AND RESULTS NOW')
  CALL MNOPT(9, 'EXIT TASK')
  CALL MNOPT(10, 'CLEAR HISTO AND PESTART RUN WITH THE SAME
1CONDITION')
  CALL MNOPT(11, 'SET NEW RUN CONDITION AND START RUN')
  CALL MNOPT(12, 'PRINT ON PAPER ALL TABLES AND MATRIX')
  CALL MNDECC(13, 'NUMBER OF PROCESSED EVENTS', NPEVE, NNNN)
  CALL MNDECC(14, 'NUMBER OF MONITORING EVENTS', NPEDE, NNNN)
  CALL MNDECC(15, 'CHECK THE SPECTROMETER', FLSPECT)
  IF (FLEND) CALL MNOPT(16, 'END OF RUN')
  CALL MNDISP
  CALL MNIN(1)
  GO TO (901,901,1,50,1,250,280,270,240,902,300,900,200,100,290)I+3
  GO TO 1

```

```

  SET/CHANGE SETUP & RUN PARAMETERS

```

```

  CALL MNCLR

```

```

  SET ADC CORRELATION CONSTANTS

```

```

  NFLAG(IADC) = NGLASS [1:96]

```

```

    = -5 IF READ

```

```

    = 0 IF NO GLASS CONNECTED

```

```

  MAT(I,J) = IADC      I = MOD(NGLASS-1,12)+1 [I=1:12]
                  J = 1+(NGLASS-1)/12 [J=1:8]
                  NGLASS=12*(J-1)+I
    =0 IF VIRTUAL GLASS

```

```

  INCLUST(K) = IADC

```

```

    K [1:96]

```

```

    1 4 7
    2 5 8
    3 6 9

```

```

    IADC 5 CENTER OF CLUSTER

```

```

    =0 IF OUT OF BORDER OR NOT EXISTING GLASS

```

```

  NFLAG(NGLASS) = -1 FOR EXISTING GLASSES
                  = 0 FOR VIRTUAL GLASSES

```

```

    (NGLASS=1:96)

```

```

55 CONTINUE
56 CALL DLHEAD('ADC - GLASS CORRELATION')
WRITE(5,1554)(I,I=1,10)
WRITE(5,1553)
DO K=0,NADC-10
WRITE(5,62) K,(NFLAG(I),I=K+1,K+10)
ENDDO
WRITE(5,1552)
CALL VZERO(KG,96)
DO J=1,NADC
I=NFLAG(J)
IF(I.GT.0) THEN
IF(NFLAG(I).EQ.0) WRITE(5,*) 'NOT EXISTING GLASS
1 CONNECTED ADC',J
KG(I)=KG(I)+1
MADC(I,KG(I))=J
END IF
END DO
DO I=1,96
IF(KG(I).GT.1) THEN
WRITE(5,1560) I,(MADC(I,M),M=1,KG(I))
ELSE IF (KG(I).EQ.0 AND NFLAG(I).GT.0) THEN
WRITE(5,*) 'NO ADC CONNECTED WITH GLASS N. ',I
END IF
END DO

```

```

57 CALL DLDEC('WHICH ADC NFLAG ? (0=END) ',J1,J1)
IF(J1.GT.NADC OR J1.LT.0) GO TO 57
CHECK IF LAST ADC TO BE CHANGED
IF(J1.EQ.0) GO TO 59
ENCODE(4,12,STR1(3)) J1
54 CALL DLDEC(STR1,NFLAG(J1),NFLAG(J1))
IF(NFLAG(J1).LE.0) GO TO 56
53 IF (NFLAG(J1).GT.96) GO TO 54
IF(NFLAG(J1).EQ.0) THEN
CALL DLDEC('NO GLASS THERE: PLEASE RETYPE ',NFLAG(J1),
1 NFLAG(J1))
GO TO 53
END IF
GO TO 56

```

CHANGE THE INVERSE MATRIX GLASS AS FUNCTION OF ADC CHANNEL

```

59 CALL VZERO(MAT,96)
DO J=1,NADC
IF(NFLAG(J).LE.0) NFLAG(J)=0
IF (NFLAG(J).GT.0) THEN
KK=NFLAG(J)-1
J1=MOD(KK,12)+1
I2=1+KK/12
MAT(I1,I2)=J
END IF
ENDDO
CALL DLHEAD('ADC DISTRIBUTION ON GLASS MATRIX')
WRITE(5,1555)(I,I=1,12)
DO I=1,8
I1=12*(I-1)
WRITE(5,1561) I1,(MAT(K,I),K=1,12)
END DO
WRITE(5,1562)
CALL DLKEY
GO TO 50

```

```

60 J=0
61 CALL DLHEAD('CHANGE ADC PEDESTALS')
WRITE(5,1554)(I,I=1,10)
WRITE(5,1553)
DO K=0,NADC-10
WRITE(5,62) K,(IPEDES(I),I=K+1,K+10)
ENDDO
WRITE(5,1552)
IF(J.EQ.0) GO TO 50
ENCODE(4,12,STR7(5)) J
CALL DLFL1(STR7,W(J),H(J))
GO TO 81

```

```

58 CALL MNCLR
1 CALL MNHEAD('SET/CHANGE NUMBER AND POSITION OF ADC,
TO MAKE C.M. DISTRIBUTION')
DO 150 J=1,NADCON
ENCODE(4,12,STR4(1)) J
CALL MNDEC(J,STR4,NA(J),NA(J))
DO 151 J=1,NADCON
ENCODE(4,12,STR5(5)) J
STR6(5)=STR5(5)

```

51

```

CALL HREFL(IND-1,STR5,XX(J),XX(J))
CALL HREFL(IND,STR6,YY(J),YY(J))
CALL HREFL(IND,STR6,YY(J),YY(J))
CALL HREFL(IND,STR6,YY(J),YY(J))
CALL HREFL(IND,STR6,YY(J),YY(J))
IF(I.GT.0) GO TO 58
GO TO (50,1,58) I+3
GO TO 58

```

100

```

CLEAR HISTOGRAMS AND CONTINUE SAMPLING

```

```

CONTINUE
CALL RORSBF
FLINIT=.TRUE.

```

```

CHECK TRIGGER 7

```

```

IVAL9=1
IF(FLPED) IVAL9=0
CALL DLYENO(' EVENT RUN (NO = MONITOR RUN)',IVAL9,IVAL9)
IF(IVAL9.LE.0) FLPED=.TRUE.
IF(IVAL9.EQ.1) FLPED=.FALSE.

```

```

CHECK IF ONLY RMS OR ALSO PEDES HISTOG

```

```

IF TEST RUN

```

```

IF (FLPED) THEN
  IVAL10=0
  IF(FLHSPD) IVAL10=1
  CALL DLYENO(' ALSO HISTOG. (IF NO ONLY MEAN & RMS)',IVAL10,IVAL10)
  IF(IVAL10.EQ.1) FLHSPD=.TRUE.
  IF(IVAL10.LE.0) FLHSPD=.FALSE.
  GO TO 11

```

```

EVENT TREATMENT

```

```

END IF
CALL HNCLE
WRITE(5,*)
WRITE(5,*)
WRITE(5,*)
IF(ELCLOS) THEN
  WRITE(5,*) ' NOW YOU'LL FILL ONLY CLUSTER HISTOGRAMS. '
  WRITE(5,*) ' IF YOU WANT TO FILL ALL ADC HIST. '
  1 CHANGE THE CONDITION
  IVAL2=1

```

```

ELSE
  WRITE(5,*) ' NOW YOU'LL FILL ALL THE ADC HISTOGRAMS. '
  WRITE(5,*) ' IF YOU WANT TO FILL ONLY THE CLUSTER CHANGE THE '
  1 CONDITION
  IVAL2=0

```

```

END IF
DO I=1,9
  IF(NCLUST(I).EQ.0) THEN
    NGLA(I)=0
  ELSE
    NGLA(I)=NFLAG(NCLUST(I))
  END IF
END DO

```

```

WRITE(5,1546)NCLUST(5),NFLAG(NCLUST(5)),NCLUST,NGLA
CALL DLYENO(' ONLY CLUSTER (NO = GO TO CHOOSE ADC)',IVAL2,IVAL2)

```

```

FIRST IF: CHANGE OR NOT CLUSTER/ALL ADC

```

```

END THIRD IF

```

```

KK= NGLA-1
I1=MOD(KK,12)+1
I2=1+KK/12
KLST=0
DO 112 K1=I1-1,I1+1
DO 112 K2=I2-1,I2+1
KLST=KLST+1
IF((K1.LE.0.OR.K1.GT.12).OR.(K2.LE.0.OR.K2.GT.8))THE
  NCLUST(KLST)=0
ELSE
  NCLUST(KLST)=MAT(K1,K2)

```

```

END IF

```

```

CONTINUE
DO I=1,9
  IF(NCLUST(I).EQ.0) THEN
    NGLA(I)=0
  ELSE
    NGLA(I)=NFLAG(NCLUST(I))
  END IF
END DO

```

112

```

WRITE(5,1546)NCLUST(5),NFLAG(NCLUST(5)),NCLUST,NGLA
ENDIF
END FIRST IF
GO TO 11
RESTART WITH SAME HISTOG FILLING AS BEFORE NOT POSSIBLE IF THE FIR.
200 FLINIT=.FALSE.
GO TO 1011
SWITCH THE TRIGGER
240 IF (FLAG7) THEN
      FLAG7=.FALSE.
ELSE
      FLAG7=.TRUE.
END IF
GO TO 1
CHANGE ADC HISTOGRAMS PARAMETERS
250 CONTINUE
CALL MNCLR
CALL MNHEAD(: SET/CHANGE HBOOK ADC PARAMETERS :)
      FIRST TO LAST ADC
      CHANGE REMEMBER TO CHANGE ALSO CHAN NADC+1 SUM OF ADC:)
1 IF (FLMENU) CALL MNOPT(1, FIRST CHAN. GRATER THAN LAST: CHECK YOUR
NUMBER:)
CALL MNDEC(4, FIRST ADC CHANNEL TO BE CHANGED, NFIRST, NFIRST)
CALL MNDEC(5, LAST ADC CHANNEL TO BE CHANGED, ILAST, ILAST)
CALL MNOPT(6, CHANGE HBOOK ADC CHANNEL PARAMETERS :)
CALL MNDISP
CALL MNIN(1)
FLMENU=.FALSE.
IF (ILAST LT NFIRST) THEN
      FLMENU=.TRUE.
      GO TO 250
END IF
GO TO (1,901,250,250,250,250,250,250,260)I+3
GO TO 250
CONTINUE
50 J=NFIRST
CALL DLHEAD(: SET/CHANGE HBOOK PARAM. OF ADC CHANNELS :)
264 CALL DLDEC(: NUMBER OF CHANNELS, NX(J), NX(J))
IF (NX(J) LT 0 OR NX(J) GT 100) GO TO 264
255 CALL DLFLT(: LOWER EDGE, XMI(J), XMI(J))
CALL DLFLT(: UPPER EDGE, XMA(J), XMA(J))
IF (XMA(J) LE XMI(J)) GO TO 265
CHANGE HBOOK PARAM FROM FIRST TO LAST ADC CHANNEL
DO 263 J=NFIRST, ILAST
261 NX(J)=NX(NFIRST)
XMI(J)=XMI(NFIRST)
263 XMA(J)=XMA(NFIRST)
GO TO 1
CHANGE CH HBOOK PARAMETERS
70 CALL MNCLR
CALL MNHEAD(: SET/CHANGE C.M. HBOOK PARAMETERS :)
CALL MNDEC(1, NUMBER OF CHANNELS IN X C.M. PLOT, NXCM, NXCM)
CALL MNFLT(2, LOWER EDGE OF FIRST X CHANNEL, XMICM, XMICM)
CALL MNFLT(3, LOWER EDGE OF LAST X CHANNEL, XMACH, XMACH)
CALL MNDEC(4, NUMBER OF CHANNELS IN Y C.M. PLOT, NYCM, NYCM)
CALL MNFLT(5, LOWER EDGE OF FIRST Y CHANNEL, YMICM, YMICM)
CALL MNFLT(6, UPPER EDGE OF LAST Y CHANNEL, YMACM, YMACM)
CALL MNDEC(7, NUMB OF CHAN FOR SHOWER X LOG C.M., NXBB, NXBB)
CALL MNFLT(8, LOWER EDGE OF SHOWER X LOG C.M., XMICM, XMICM)
CHANGE HBOOK PARAMETERS FOR THE PEDESTALS
FROM HISTOGRAM NFIRST TO HIST. NPLAST
283 DO 284 J=NPFIRST, NPLAST
NXP(J)=NXP(NPFIRST)
XPMI(J)=XPMI(NPFIRST)
284 XPMI(J)=XPMI(NPFIRST)
XPMI(J)=XPMI(NPFIRST)
XPMI(J)=XPMI(NPFIRST)
GO TO 1
PRINT ON PAPER TABLES AND MATRIX
290 OPEN (UNIT=27, FILE='FOR027', STATUS='UNKNOWN')
GLASS PLOT
WRITE(27,1539)
DO I=1,8
      IUN=12*(I-1)+1
      WRITE(27,1551)(IH, IH=IUN, IUN+11)
END DO
WRITE(27,1540)

```

```

*
*
*      GLASS SETTING
WRITE(27,1530)(I,I=1,12)
DO I1=1,8
  I2=12*(I1-1)
  I3=12*I1
  WRITE(27,1531)I1,(NFGGLASS(K),K=I1+1,I2),I2
END DO
WRITE(27,1532)(I,I=1,12)
WRITE(27,1556)
*      ADC CH. ON GLASS
WRITE(27,1541)(I,I=1,12)
DO I2=1,8
  I1=12*(I2-1)
  WRITE(27,1558) I1,(MAT(I1,I2),I1=1,12)
END DO
WRITE(27,1542)
*      GLASS ON ADC CH.
WRITE(27,1544)(I,I=1,10)
DO K=0,(NADC,10)
  WRITE(27,1543)K,(MFLAG(I),I=K+1,K+10)
END DO
WRITE(27,1545)
*      ADC PEDESTALS
WRITE(27,1564)(I,I=1,10)
DO K=0,(NADC,10)
  WRITE(27,1543)K,(IPEDES(I),I=K+1,K+10)
END DO
WRITE(27,1565)
*      ADC-TRIOLE VOLTAGES
WRITE(27,1574)(I,I=1,10)
DO K=0,(NADC,10)
  WRITE(27,1543)K,(IPMVOL(I),I=K+1,K+10)
END DO
WRITE(27,1575)
*
*      CLOSE(UNIT=27,DISP='PRINT/DELETE')
*      GO TO 1

```

FORMAT BLOCK

```

62  FORMAT(5X,I4,' # ',10I5)
1400 FORMAT(2/5X,12I6,4X,75(' '))
1401 FORMAT(' ',13,' ',12I6,' ')
1530 FORMAT(1/15X,'GLASS SETTING',2/25X,12I5/20X,67(' ')/)
1531 FORMAT(17X,13,' ',12I5,' ',13/)
1532 FORMAT(20X,65(' ')/25X,12I5/)
1539 FORMAT(215X,'GLASS NUMERATION USED',46X,' FRONT VIEW',
1 20X,63(' ')/)
1540 FORMAT(20X,63(' ')/20X,' * NUMBERS ARE RELATIVE TO THE
1  GLASS PLATE IN THE BOX'//)
1541 FORMAT(2/15X,'ADC CHANNEL VS. GLASS MATRIX',15X,28(' ')/25X
1,12I5/20X,65(' ')/)
1542 FORMAT(20X,65(' ')/20X,' * PRINTED ARE ADC.CHAN.',1/20X,
1* CORRESPONDING GLASS IS GIVEN BY ROW+COLUMN'//)
1543 FORMAT(17X,13,' ',10I5/)
1544 FORMAT(15X,'GLASS-ADC CORRELATION',15X,21(' ')/25X,10I5/20X,55
1 (' ')/)
1545 FORMAT(20X,55(' ')/20X,' * PRINTED ARE GLASS NUMBERS',1/
1 20X,' * CORRESPONDING ADC IS GIVEN BY ROW+COLUMN'//)
1546 FORMAT(2/15X,'NOW THE CENTER OF THE SELECTED CLUSTER IS THE ADC: ',
1I5,' --> GLASS',15/
2  ADC OF CLUSTER ARE: ',9I5/' GLASS OF CLUSTER ARE: ',9I5//)
1551 FORMAT(20X,11,' ',12I5,' ')
1552 FORMAT(11X,53(' ')/)
1553 FORMAT(11X,53(' ')/)
1554 FORMAT(2/14X,10I5)

```

SUBROUTINE UEXIT

EXIT ROUTINE

OUTPUT HISTOGRAMS IF NOT ALREADY DONE
IFIRST = 0 ! TO RESTORE THE INITIAL VALUE

END

SUBROUTINE UNIST(IPARM,IRET)

```

CALL IFFIL( , , 'FEMC')
IRET=2
RETURN
END

```

```

=====
SUBROUTINE UEVNT(IRET,IBUF,ITIM,ITIMU)

```

```

PROCESSING ROUTINE

```

```

INCLUDE 'FEMCON.FOR'

```

```

SET ROMULUS TREE CONSTANTS FOR OUR APPARATUS AND EV 32

```

```

INTEGER*2 IKODE6(4),IKODE7(4),IKOD32(4)
DATA IKODE6 /6,-1,0,0/,IKODE7/7,-1,0,0/,IKOD32/32,-1,0,0/
DIMENSION ADC(150)

```

```

SET TIME UNIT/BURST

```

```

ITIM=1 HAW MANY UNIT TIME TO WAIT
ITIMU=2 TIME UNIT=1SEC =5 1BURST
ITIM=1
ITIMU=5

```

```

GET DATA OF F E M C EQUIPMENT AS MUCH AS POSSIBLE IF IRET=1
ONLY 1 FOR UNIT TIME IF IRET=2

```

```

IRET=1

```

```

SEE SPECTROMETER IF REQUESTED

```

```

IF(FLSPECT) THEN
  CALL DQEQPL(IBUF,IKOD32,IPOINT,LENGHT,,IERR)
  IF(IERR.NE.0) GO TO 200
  IF(LENGHT.EQ.0) GO TO 101
  NC32=NC32+1
  CALL SPECTROM(IPOINT,LENGHT,IBUF)
ENDIF

```

```

; CALCULATE AND SET PEDESTALS IF DIFFERENT FROM BEFORE

```

```

101 CONTINUE
  IF(FLPED) THEN
    IF(FLAG7) THEN
      CALL DQEQPL(IBUF,IKODE7,IPOINT,LENGHT,,IERR)
    ELSE
      CALL DQEQPL(IBUF,IKODE6,IPOINT,LENGHT,,IERR)
    END IF
    IF(IERR.NE.0) GO TO 200
    IF(LENGHT.LE.0) GO TO 900

```

```

CHECK IF 2280 IN LINE

```

```

  IF(LENGHT.NE.128) THEN
    CALL MESLOG(4,LENGHT,101)
    GOTO 900
  END IF

```

```

CHECK PATTERN UNIT

```

```

  BIT 1 PEDESTAL RUN
      2 LIGHT ON ALL GLASSES
      3 TEST IN
      4 EVENT

```

```

  IPOINT=IPOINT+1 BECAUSE FIRST WORD FROM 2280 IS THE ADDRESS
  GOTO 900
  END IF

```

```

200 IF(IERR.NE.0) THEN
  CALL DLOUT(' ERROR IN DQEQPL',IERR)
  GO TO 900
ENDIF

```

```

OK NO ERROR

```

```

*.....C.....
C C C C C 1001 IF(NEVE.EQ.10.AND.IDUMP) THEN
C C C C C OPEN (UNIT=26,FILE='FOR026',STATUS='UNKNOWN')
C C C C C WRITE(26,1001)(IBUF(I),I=IPOINT,IPOINT+LENGHT+2)
C C C C C FORMAT(' DUMP OF ONE EVENT',/,(10I10))
C C C C C CLOSE (UNIT=26,DISP='PRINT/DELETE')
C C C C C END IF
C C C C C IF(MOD(NEVE,50).EQ.0) CALL MESLOG(1,NEVE,101)

```

```

* AND DO WHAT YOU WANT ON DATA
* IBUF DATA BUFFER
* IPOINT POINTER TO PROPER EQUIPMENT DAT
* IBUF(IPOINT+1) IS THE FIRST DATA WORD OF THE BLOCK
* IPOINT = 0 IF THE BLOCK IS NOT FOUND
* LENGTH LENGTH OF THIS DATA
*
*.....

```

```

SUM=0
XB=0
YB=0
NZ2232=0
NZ2280=0

```

```

*
* FILL TEMP HISTOS

```

```

C IF(FLTEMP)CALL GETTIME (2,IPOINT,IBUF)

```

```

* CHECK IF THERE ARE MORE THAN 5 EMPTY CHANNELS (ALL EMPTY)
*

```

```

DO 27 I=1,NADC
  IF(NFLAG(I).EQ.-5) GO TO 27
  XA=IBUF(IPOINT+I)
  IF(XA.LE.0.1.AND.I.LT.96) NZ2280 = NZ2280+1
  IF(XA.LE.0.1.AND.(I.GE.121.AND.I.LE.126)) NZ2232 = NZ2232+1
  IF(NZERO.GT.5) THEN
    NEVZERO=NEVZERO+1
    CALL MESLOG(5,NEVZERO,101)
    GO TO 100
  END IF
  ADC(I)=XA-IPEDS(I)
  IF(ADC(I).LT.0) ADC(I)=0
27 CONTINUE

```

```

* IF (NZ2232.EQ.6)CALL MESLOG(6)
* IF (NZ2280.GT.48) THEN
*   CALL MESLOG(5,NZ2280,101)
* END IF
* NEVE=NEVE+1

```

```

* DO 20 I=1,NADC
*   IF(NFLAG(I).EQ.-5) GO TO 20
*   IF(EXADC(I)) SUM=SUM+ADC(I)
*   IF(.NOT.FLCLOS.AND.EXADC(I)) CALL HFILL(100+I,ADC(I),0.,W(I))
20 CONTINUE

```

```

DO 28 I=1,12
DO 28 J=1,8
  K=12*(J-1)+I
  IF(NFGLASS(K).EQ.0)GO TO 28
  KADC=MAT(I,J)
  IF(KADC.EQ.0) GO TO 28
  YI=I
  YJ=9-J
  CALL HFILL(71,YI,YJ,ADC(KADC)/10.)
28 CONTINUE

```

```

C IF (NEVE.LT.10) GO TO 900
C IF (NEVE.EQ.10) THEN

```

```

* FINDS THE CLUSTER CENTER

```

```

C XMAX=0
C IMAX=0
C DO 111 J=1,NADC
C   IF(NFLAG(J).EQ.-5) GO TO 111
C   AVER=HSTATI(100+J,1)
C   IF(AVER.GT.XMAX) THEN
C     XMAX=AVER
C     IF(NFLAG(J).EQ.-5) THEN
C       SUM9=0
C       DO 24 J=1,9
C         IN=NCLUST(J)
C         IF(IN.EQ.0) GO TO 24
C         CALL HFILL(J,ADC(IN),0.,W(IN))
C         SUM9=SUM9+ADC(IN)
C       CONTINUE
C       CALL HFILL(10,SUM9,0.,1.)
C     ENDIF

```

```

* FILL CENTER OF MASS HISTOGRAMS.

```

```

* GO TO 100
* JUMPS ALL THIS STUFF, FOR THE MOMENT

```

```

* 105. IF(NADCON.LT.2)GO TO 100
* CALL HFILL (62,YB,0.,1.)

```

```

* 23 CONTINUE
* CHECK IF THERE ARE 2 OR 4 ADC END DO THE PROPER ALGORITHM

```

IF (RADCON.EQ.2) THEN

CENTER OF SHOWER FOR 2 ADC

```

AMINUS=AMIN1(ADC(NA(2)),ADC(NA(1)))
APLUS=AMAX1(ADC(NA(2)),ADC(NA(1)))
IF((APLUS+AMINUS).LE.0.)GO TO 30
AA=2*AMINUS/(APLUS+AMINUS)
IF(AA.LE.0.)GO TO 30
XC=-XX0*ALOG(AA)
IF(ADC(NA(1)).GT.ADC(NA(2))) XC=-XC
CALL HIFILL(63,XC,0.,1.)
CONTINUE

```

ELSE IF (RADCON.EQ.4) THEN

SET THE ADC CHANNEL 1,2,3,4 AND TREAT THEM

I	1	I	2	I
---	---	---	---	---
I	3	I	4	I

```

PMX1=ADC(NA(1))+ADC(NA(3))
PMX2=ADC(NA(2))+ADC(NA(4))
PMY1=ADC(NA(1))+ADC(NA(2))
PMY2=ADC(NA(3))+ADC(NA(4))
AMINUS=AMIN1(PMX1,PMX2)
APLUS=AMAX1(PMX1,PMX2)
IF((APLUS+AMINUS).LE.0.)GO TO 60
AA=2*AMINUS/(APLUS+AMINUS)
IF(AA.LE.0.)GO TO 60
XC=-XX0*ALOG(AA)
IF(PMX1.GT.PMX2) XC=-XC
CALL HIFILL(63,XC,0.,1.)
CONTINUE
AMINUS=AMIN1(PMY1,PMY2)
APLUS=AMAX1(PMY1,PMY2)
IF((APLUS+AMINUS).LE.0.)GO TO 70
AA=2*AMINUS/(APLUS+AMINUS)
IF(AA.LE.0.)GO TO 70
YC=-YY0*ALOG(AA)
IF(PMY1.GT.PMY2) YC=-YC
CALL HIFILL(64,YC,0.,1.)
CONTINUE

```

ENDIF

CONTINUE

ALL DATA COLLECTED ?

```

IF (NEVE.GE.NEVTOT) THEN
IF (NEVE.GE.NEVTOT.OR.NPEDE.GT.NEVTOT) THEN
IRET = 4 ! TO TERMINATE THE TASK AND ASK FOR COMMU
FLEND=.TRUE.
ENDIF

```

```

IF (MOD(NEVE,10).EQ.0)CALL IHFFIL( , , 'FEMC')
CALL IHFFIL( , , 'FEMC')

```

RETURN
END

SUBROUTINE SPECTPDM(LSP,LENGHT,IREC)

THIS ROUTINE LOOK AT TRACK ALIGNMENT

LOOK AT THE SPECTROMETER

```

INTEGER*2 IREC(10000)
DIMENSION XSP(4,100),J(4)
FIRST WIRE AT X=-31.5 (X=-47.5 FOR CHAMBER 1)

```

```

XSP(1CHA,IHIT(1CHA))=-31.5+FLOAT(1WIRE-1)
IF(1CHA.EQ.1) XSP(1CHA,IHIT(1CHA))=XSP(1CHA,IHIT(1CHA))-16.
CALL HIFILL(310+1CHA,XSP(1CHA,IHIT(1CHA)))
IFLAG=KK-1CHA
IF(IFLAG.NE.0) JFLAG=1
IF(NEVE.LE.2) THEN
XS=XSP(1CHA,IHIT(1CHA))
CALL MESLOG(2,MMOD,101,1CHA,101,1WIRE,101,XS,102)
ENDIF

```

```

CHECK IF LAST INFORM
IF(JBIT(IREC(LSP+KK),15).EQ.1) GO TO 73
CONTINUE
CONTINUE

```

```

DO 80 J=1,4
CALL HIFILL(300+J,FLOAT(IHIT(J)))
IF(JFLAG.EQ.0)GO TO 606
KEEP ONLY 1 TRACK EVENTS (IF 2 HITS < 1 MM I.E 2 CONSECUT WIRES)

```

74

```

ONJRG=ABS(XSP(N,2)-XSP(N,1))
IF (LWIFL.GT.1.01) GO TO 667
XSP(N,1)=(XSP(N,1)+XSP(N,2))/2
CONTINUE

```

```

*
* EVENTS WITH ONLY ONE TRACK
* CONSIDER ONLY TRACKS IN CENTRAL REGION
* DX1,DX2 DISPLACEMENT OF TRACK IN X BEFORE AND AFTER DEFLECTION

```

666

```

CONTINUE
IF (XSP(4,1).GT.-10.5.AND.XSP(4,1).LT.14.5) THEN
IF (XSP(1,1).GT.-10.5.AND.XSP(1,1).LT.10.) THEN
DX1=XSP(2,1)-XSP(1,1)
DX2=XSP(4,1)-XSP(3,1)
CALL HFILL(315,DX1)
CALL HFILL(316,DX2)

```

```

*
* CHECK THE SPECTROMETER SPATIAL RESOLUTION
* 2.7284=15.47/5.67 (DY23/DY12)

```

```

* 1.373=7.785/5.67

```

```

* 7.508=5.77/7.686

```

```

* 1.0176=5.77/5.67

```

```

* X3=EXTRAPOLATION OF X CH3 WITHOUT DEFLECTION
* XMAG POSITION OF LENS

```

```

*
* Y3=XSP(2,1)+DX1*2.7284
* CALL HFILL(326,X3)
* DX3=XSP(3,1)-X3
* CALL HFILL(327,DX3)
* XMAG=XSP(2,1)+DX1*1.373
* X4=XSP(3,1)+(XSP(3,1)-XMAG)*.7508
* CALL HFILL(328,X4)
* DX4=XSP(4,1)-X4

```

```

* X4P EXTRAP FROM SLOPE OF FIRST PART OF TRACK

```

```

* X4P=XSP(3,1)+DX1*1.0176
* DX4P=XSP(4,1)-X4P
* CALL HFILL(330,DX4P)
* CALL HFILL(329,DX4)

```

```

*
* DTHET DEFLECTION IN URD OF TWO PIECES OF TRACK
* XDET1,XDET2 COORDINAT IN CM AT DY=1MM

```

```

* DTHET=DX1/5670.-DX2/5770.
* CALL HFILL(317,DTHET)
* XDET1=XSP(3,1)+DX2/5770.*7700.

```

```

* XDET1=XDET1/10.
* CALL HFILL(8,XDET1)
* XDET2=XSP(3,1)+DX2/5770.*8700.

```

```

* XDET2=XDET2/10.

```

```

* CALL HFILL(9,XDET2)

```

```

* CALL HFILL(3,SUM)

```

```

* IF (SUM.GE.10.) CALL HFILL(331,SUM)

```

```

* IF (XSP(4,1).LT.-10.) CALL HFILL(331,SUM)

```

```

* IF (XSP(3,1).GT.-5.5.AND.XSP(4,1).LT.0.) CALL HFILL(332,SUM)

```

```

* IF (XSP(3,1).GT.0.AND.XSP(4,1).LT.7.5) CALL HFILL(333,SUM)

```

```

* IF (XSP(4,1).GT.7.5) CALL HFILL(334,SUM)

```

```

* ENDIF

```

667

```

CONTINUE

```

20

```

CONTINUE

```

```

RETURN

```

```

END

```

```

*
* =====
*
* SUBROUTINE PEDEST(INDICE,IPOINT,IBUF)

```

```

*
* IF CALLED,PEDEST CALCULATES PEDESTALS AND COMPARES WITH PREVIOUS
* SET IN COMMON AND ASKS IF YOU WANT TO CHANGE PEDESTALS

```

```

* INCLUDE IFEMCCOM.FOR

```

```

* INDICE=1 FILL HISTOS

```

```

* INDICE=2 CALCULATE HISTOS

```

```

* GO TO (1,2),INDICE

```

```

* CONTINUE

```

```

* CALL HRESET(51)

```

```

*
* CHECK IF THERE ARE MORE THAN 5 EMPTY CHANNELS (ALL EMPTY)

```

```

* NZ2280=0

```

```

* NZ2232=0

```

```

* DO 27 I=1,NADC

```

```

* PH(I)=IBUF(IPOINT+I)

```

```

* IF (PH(I).LE.0.1.AND.I.LT.96) NZ2280=NZ2280+1

```

```

* IF (PH(I).LE.0.1.AND.(I.GE.121.AND.I.LE.126)) NZ2232=NZ2232+1

```

```

* IF (NZ2280.GT.5) THEN

```

```

* NZ2280=NZ2280+1

```

```

* CALL PEDEST(1,IBUF,IPOINT,IBUF)

```

```

IF (NZ2232.EQ.6) CALL MESLOG(6)
IF (NZ2280.GT.48) THEN
  CALL MESLOG(5,NZ2280,101)
ENDIF
NPEDE=NPEDE+1
DO 20 I=1,NADC
  IF (FLHSPD) THEN
    IF (EXADC(I)) CALL HFILL(500+I,PM(I),0.,1.)
  ELSE
    SOMP(I)=SOMP(I)+PM(I)
    SOMP2(I)=SOMP2(I)+PM(I)**2
  END IF

```

* FILLS ISTOGRAM 51 WITH ONE EVENT IF BIT OF LIGHT ON

```

IF (ILIGHT.EQ.0) GO TO 20
IF (NFLAG(I).GT.0) THEN
  X1X=NFLAG(I)
  CALL HFILL(51,X1X,0.,PM(I)-IPEDES(I))
END IF

```

```

20 CONTINUE
DO 28 I=1,12
DO 28 J=1,8
  K=12*(J-1)+I
  IF (REFGLASS(K).EQ.0) GO TO 28
  KADC=MAT(I,J)
  IF (KADC.EQ.0) GO TO 28
  YI=I
  YJ=9-J
  CALL HFILL(71,YI,YJ,PM(KADC)/10.)
28 CONTINUE

```

GO TO 100

RESULTS AND HISTOGRAMS

2 CONTINUE

CALCULATE PEDESTALS AND COMPARE WITH PREVIOUS ONE

```

NDIFF=0
DO 40 I=1,NADC
  IF (FLHSPD) THEN
    IF (.NOT.EXADC(I)) GO TO 40
    XPENEW(I) = HSTATI(500+I,1)
    RMSPED(I) = HSTATI(500+I,2)
  ELSE
    IF (NPEDE.EQ.0) WRITE(5,*) 'WARNING: 0 PEDESTAL EVENTS'
    IF (NPEDE.EQ.0) GO TO 25
    XPENEW(I)=SOMP(I)/NPEDE
    RMSPED(I)=SQRT(SOMP2(I)/NPEDE - XPENEW(I)**2)
25 END IF
    IPEDE(I) = XPENEW(I)
    IF (IABS(IPENEW(I)-IPEDES(I)).GT.2) THEN
      NDIFF=NDIFF+1
      WRITE(5,*) 'PEDESTAL ',I,' NEW',IPENEW(I),
        ' OLD',IPEDES(I)
1      ENDIF
40 CONTINUE

```

```

40 CONTINUE
CALL DLYEND('DO YOU WANT TO HIST THE SUM OF LIGHT ',IVAL5,IVALE)
IF (IVAL5.GT.0) THEN
  DO I=1,12
    DO 18 J=1,8
      IND=MAT(I,J)
      IF (IND.EQ.0) GO TO 18
      X1X=12*(J-1)+I
      AV=HSTATI(500+IND,1)
      CALL HFILL(52,X1X,0.,AV)
18 CONTINUE
    END DO
  END DO
ENDIF

```

```

IVAL2=1
CALL DLOUT('IN TOTAL DIFFERENT PEDESTALS ',NDIFF)
CALL DLYEND('DO YOU WANT TO SEE PED. TEST RESULT ',IVAL2,IVALE2)
IF (IVAL2.LE.0) GO TO 42
I2=2
CALL DLDEC('PRINT ON PAPER (1) OR ON MONITOR (2) ',I2,I2)
IF (I2.LT.1.OR.I2.GT.2) GO TO 444
IF (I2.EQ.1) THEN
  OPEN(UNIT=29,FILE='FOR029',STATUS='UNKNOWN')
  DO I=1,NADC
    IF (FLHSPD.AND..NOT.EXADC(I)) GO TO 43
    XPEOLD=IPEDES(I)
    DIFF=ABS(XPENEW(I)-XPEOLD)
    COV=0

```

```

00 IF (DIFF.GT.0.000005).EQV=(47000./DIFF)*RMSPED(I)
WRITE(29,1000)I,NFLAG(I),IPEDES(I),XPENEW(I),RMSPED(I),EQV
00 FORMAT(1X,'ADC',I4,'GLASS',I4,'OLD PED',I5,
1: NEW,F12.2,'RMS',F8.2,'RMS(EL.)',F10.0)
43 CONTINUE
END DO
CLOSE(UNIT=29,DISP='PRINT/DELETE')
ELSE
DO I=1,NADC
IF (FLRSPD.AND..NOT.EXADC(I)) GO TO 45
XPEOLD=IPEDES(I)
DIFF=ABS(XPENLW(I)-XPEOLD)
EQV=0
IF (DIFF.GT.0.000005).EQV=(47000./DIFF)*RMSPED(I)
WRITE(5,1000)I,NFLAG(I),IPEDES(I),XPENEW(I),RMSPED(I),EQV
45 CONTINUE
END DO
END IF
42 CONTINUE
CALL DLYEND? DO YOU WANT CHANGE PEDESTALS? ,IVAL,IVAL)
IF (IVAL.GT.0) THEN
DO J=1,NADC
41 IPEDES(I)=IPENEW(I)
WRITE ON FILE 15
OPEN(UNIT=15,FILE='FOR015',STATUS='UNKNOWN')
WRITE(15,43) IPEDES
43 FORMAT(10I10)
CLOSE(UNIT=15,DISP='KEEP')
ENDIF
00 RETURN
END

```

=====

=====SUBROUTINE EQLOC(IEV,IEQP,IPOINT,LENGTH)=====

THIS ROUTINE LOCATE THE EQUIPMENT IN THE BUFFER

INCLUDE 'FEMCCOM.FOR'
INTEGER*2 IEV(I)

```

IBLOCK = 0
LENTOT=IEV(1) TOTAL LENGTH OF THE EVENT IN BUFFER
LEN = LENTOT - IBLOCK
IF (LEN.LE.19) GO TO 99 !!WARNING -99 IS THE HEADER LENGTH
LENEQP = IEV(LEN) !! LENGTH OF THE EQUIPMENT BLOCK
IEQ = IEV(LEN-1) IEQUIPMENT NUMBER
IF (IEQ.NE.IEQP) THEN
IBLOCK = LENEQP
GO TO 1
ELSE
IPOINT = LEN - LENEQP
LENGTH = LENEQP
IERROR = 0
GO TO 100
ENDIF

```

IERROR = 1

00 RETURN
END

=====

=====

SUBROUTINE HSTOUT

OUTPUT HISTOGRAM AND FIT TO GAUSSIAN

INCLUDE 'FEMCCOM.FOR'
DIMENSION VAR(100),ERR(100)
LOGICAL LOGVAR,HEXIST

CHOOSE HISTOG TO PRINT AND FIT GAUSSIAN WITH PROPER WINDOW

NVAL=0
OPEN(UNIT=28,FILE='FOR028',STATUS='UNKNOWN')

CALCULATE PEDEST

IF (FLRSPD) THEN

```

FLGAUSS=.TRUE.
CALL DLYEND('WOULD YOU MAKE A FIT ON HISTOGRAMS ',IVAL6,IVAL6)
IF (IVAL6.LE.0) FLGAUSS=.FALSE.
CALL VZERO(VAR,100)
IADC=IADC+1
CALL DLOEC(' HIST NUMBER TO PRINT (0=END) ',IADC,IADC)
IF(IADC.EQ.0) GO TO 16
CALL HPRINT(IADC)
CALL DLYEND('DO YOU WANT TO PRINT ON PAPER THIS HIST',IVAL2,IVAL2)
IF(IVAL2.GT.0) THEN
CALL HOUTPU(28)
CALL HPRINT(IADC)
CALL HOUTPU(6)
NVAL=NVAL+1
ENDIF

```

JUMP THE POSSIBILITY OF FIT

```

IF(.NOT.FLGAUSS)GO TO 11
CALL MNCLR
CALL MNDEAD('CHOOSE WINDOW TO FIT GAUSSIAN')
CALL MNDEC(1,'FIRST BIN TO PLOT',ILOW,ILOW)
CALL MNDEC(2,'LAST BIN TO PLOT',IHIGH,IHIGH)
CALL MNOPT(3,'GO TO FIT')
CALL MNOPT(4,'DISPLAY ANOTHER HISTOGRAM')
CALL MNDISP
CALL MNIN(1)
GO TO (16,16,15,15,15,20,14)I+3
CONTINUE
LOGVAR=DEXIST(800+IADC)
IF(LOGVAR) CALL HDELET(800+IADC)
CALL HBOOK1(800+IADC,GAUTIT,NX(IADC),XMI(IADC),XMA(IADC))
CALL HUNPAK(IADC,VAR)
DO 29 J=1,100
ERR(J)=0
DO 28 J=ILOW,IHIGH
ERP(J)=SORT(VAR(J))
CALL HPAK(800+IADC,VAR)
CALL HPAKE(800+IADC,ERR)
CALL HEFITGA(800+IADC,HEIGH,AVER,SD,CHI2,2,SIG)
SET TITLE WITH CURRENT VALUE FROM FIT
FORMAT('8.2)
FORMAT(I4)
ENCODE(4,12,GAUTIT(2))IADC
ENCODE(8,13,GAUTIT(5)) AVER
ENCODE(8,13,GAUTIT(9)) SD
CALL HCOPY(800+IADC,1000,GAUTIT)
CALL HDELET(800+IADC)
CALL HCOPY(1000,800+IADC,GAUTIT)
CALL HDELET(1000)
CALL HPRINT(800+IADC)
CALL DLOUTF(' HEIGH AND AVER',HEIGH,AVER)
CALL DLOUTF(' STAND DEV',SD)
WRITE FILE ON DISK
CALL DLYEND(' DO YOU WANT THIS HIST PRINTED ON PAPER',IVAL1,IVAL1)
IF(IVAL1.GT.0) THEN
NVAL=NVAL+1
CALL HOUTPU(28)
CALL HPRINT(IADC+800)
WRITE(28,25) HEIGH,AVER,SD
25 1  FORMAT(' RESULT OF GAUSSIAN IFHIGH',F10.4,' AVER',F10.3,
1 SD',F10.3)
CALL HOUTPU(6)
ENDIF
16 CALL DLYEND(' DO YOU WANT ANOTHER HISTOGRAM ',IVAL,IVAL)
IF(IVAL.EQ.1) GO TO 14
CONTINUE
IF(IVAL.GT.0)THEN
CLOSE(UNIT=28,DISP='PRINT/DELETE')
ELSE
CLOSE(UNIT=28,DISP='DELETE')
ENDIF
CALL INFFIL(.,'FENC')
RETURN
END

```

SUBROUTINE GETTIME (INDEX,IPOINT,IBUF)

INDEX= 1 PRINT HISTOS E/O RESTART
OF TEMPERATURE

```

* INCLUDE 'FEMCCUM.FOR'
CHARACTER*8 XTIME
DIMENSION NLAY(12), VECT(100)
DATA NLAY/31,28,31,30,31,30,31,31,30,31,30,31/

```

```

* GO TO (1,2) INDEX

```

```

* CALL INCLR
* CALL HHEAD(1, 'MANAGEMENT OF TEMPERATURE HISTOS')
* CALL HNOPT(1, 'PRINT TEMP. HISTOS AND CONTINUE SAMPLING')
* CALL HNOPT(2, 'PRINT TEMP. HISTOS AND RESTART')
* CALL HNOPT(3, 'PRINT TEMP. HISTOS, CHANGE BIN, RESTART')
* CALL HNOPT(7, 'TEMPERATURE CONTROL', FLTEMP)
* CALL HNDISP
* CALL HWIN(1)
GO TO (900,900,1,100,200,300) I+3
GO TO 1

```

```

PRINT RESULT WITHOUT RESTART

```

```

100 IOPTION=1

```

```

PRINT HISTOGRAMS

```

```

110 OPEN (UNIT=31, FILE='TEMPER', STATUS='UNKNOWN')

```

```

CALL HOUTPU(31)

```

```

DO I=1,6

```

```

ENCODE(4,1001,TITEMP(3))I

```

```

OLD TIME IN TITLE

```

```

IHOURL=ITIME/60

```

```

MINUT=MOD(ITIME,60)

```

```

ENCODE(4,1001,TITEMP(6)) IHOURL

```

```

ENCODE(4,1001,TITEMP(7)) MINUT

```

```

LASTIM=ITIME+INTIME*NTIME

```

```

IHOURL=LASTIM/60

```

```

MINUT=(MOD(LASTIM,60))

```

```

ENCODE(4,1001,TITEMP(10)) IHOURL

```

```

ENCODE(4,1001,TITEMP(11)) MINUT

```

```

CALL HBOOK(40+I,TITEMP,100,0.,100.)

```

```

DO J=1,100

```

```

VECT(J)= IDEGREE(I,J)

```

```

ENDDO

```

```

CALL HPAK(40+I,VECT)

```

```

CALL HPRINT(40+I)

```

```

CALL HDELETE(40+I)

```

```

ENDDO

```

```

CLOSE(UNIT=31, DISP='PRINT/DELETE')

```

```

CALL HOUTPU(6)

```

```

GO TO (900,310,310,310) IOPTION

```

```

END PRINT HISTOS

```

```

200 IOPTION=2

```

```

GO TO 110

```

```

300 IOPTION=3

```

```

GO TO 110

```

```

310 CALL VZERO(IDEGREE,720)

```

```

NTIME=0

```

```

CALL TIME(XTIME)

```

```

DECODE(8,15,XTIME) IHOURL,MIN,ISEC

```

```

ITIME=IHOURL*60+MIN

```

```

CALL IDATE(LMONTH,LDAY,LYEAR)

```

```

IF(IOPTION.NE.3) GO TO 900

```

```

SET NEW WINDOW OF TIME UNIT

```

```

WRITE(5,*) 'NT,ITO,LM,LD,DT: ',NTIME,ITIME,LMONTH,LDAY,INTIME

```

```

315 CALL DLOC('NEW TIME INTERVAL FOR HISTOGRAMS',INTIME,INTIME)

```

```

IF(INTIME.LE.0) GO TO 315

```

```

GO TO 900

```

```

CONTINUE

```

```

CALL IDATE(MONTH,IDAY,IYEAR)

```

```

CALL TIME(XTIME)

```

```

IF(MONTH.EQ.LMONTH) THEN

```

```

JDAY=IDAY-LDAY

```

```

ELSE

```

```

JDAY=NDAY(LMONTH)-LDAY+IDAY

```

```

END IF

```

```

CALL IDATE(1,1,1)

```

```

OCCUR(8,15,XTIME) I HOUR, MIN, I SEC
FORMAT(I2,1X,I2,1X,I2)
LASTMIN=ITIME0 + 100*INTIME
MINUTS=1440*JDAY + 60*I HOUR + MIN
IF ((LASTMIN-MINUTS).LT.0) THEN
  IOPTION=4
  GO TO 110
END IF

LINTIME=ITIME0 + NTIME*INTIME
IF ((MINUTS-LINTIME).LT.0) GO TO 900

CALCULATE INTERVAL TO BE FILLED
LINT=(MINUTS-ITIME0)/INTIME + 1
RETURN IF BIN ALREADY FILLED
IF (LINT.LE.NTIME) GO TO 900
NTIME=LINT
DO I=1,L0
  IDEGREE(I,NTIME)=IBUF(IPOINT+120+I)
END DO
IF (NTIME.EQ.100) THEN
  IOPTION=4
  GO TO 110
ENDIF
GO TO 900

```

01 FORMAT(I4)

00 CONTINUE
RETURN
END

BLOCK DATA

INCLUDE 'FENCCOM.FOR'

SET INITIAL PARAMETERS

```

1 DATA XTITLE/ 'ADC' 'GLA' 'RED' '0' 'PM'
1 DATA XGAUT1/ '0' 'ANG' '0' 'GAU' 'AVE' 'BEAM' '0' 'ST'
1 DATA XTICL1/ 'ADC' 'GLA' 'PED'
1 DATA XTITRD/ 'PEDE' 'STAL'
1 DATA XTITRD/ 'TEMP' 'CHA' 'STA' 'RT'
1 DATA XTITRD/ 'END'
1 DATA XSTR1/ 'ADC' 'CHAN' 'NEL' '0' 'CUR' 'GLA'
1 DATA XSTR2/ 'PEDE' 'STAL' 'CHA' 'NEL' '0'
1 DATA XSTR3/ 'PM' 'T' 'ENS' 'IN' 'V' 'ULTS' '0'
1 DATA XSTR4/ 'TH' 'ADC' 'CHAN' 'NEL' '0' 'TO' 'WEIG'
1 DATA XSTR5/ 'X' 'CO' 'ORD' 'OF' 'ADC' 'TH' 'I' 'IN' 'MM'
1 DATA XSTR6/ 'Y' 'CO' 'ORD' 'OF' 'ADC' 'TH' 'I' 'IN' 'MM'
1 DATA XSTR7/ 'WEIG' 'TH' 'FOR' 'ADC' '***'

```

MNCOMH MAXIMUM BUFFER FOR MENU ROUTINES

```

DATA NWORDS/12000/
BUFEVT
DATA MAXLGT/15000/
DATA FLSPECT/.FALSE./
END

```