

DISEÑO, PRUEBAS Y MODIFICACIONES DEL ACCELERADOR PELLETRON Y USOS FUTUROS

HECTOR LOPEZ V., MARIO VALDOVINOS A., VICTOR HERNANDEZ M., ULPIANO ALBA P.,
RUTH GARCIA R., RICARDO RODRIGUEZ, RAUL ALBA P. Y JUAN RUIZ M.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES
APARTADO POSTAL 18-1027. COL. ESCANDON
11801, MEXICO, D.F.

Se presentan soluciones a varios problemas de diseño del generador de alto voltaje y unidad de aceleración del acelerador de electrones Pelletron, diseñado y construido en el ININ. Información sobre diseño del sistema de manejo del haz de electrones, actividades propuestas para uso del hexafluoruro de azufre como gas aislante del acelerador, así como algunos usos futuros del acelerador Pelletron.

El acelerador de electrones tipo Pelletron diseñado y construido en el ININ con la colaboración del Instituto de Investigaciones Científicas de la Universidad de Guanajuato y el Instituto de Física de la Universidad Nacional Autónoma de México. Opera actualmente hasta 1.4 MeV con una presión de 7 kg/cm² de una mezcla de N₂ y CO₂. Utilizando para su construcción el mayor número posible de equipos, materiales y componentes nacionales.

El acelerador está integrado por un generador de alto voltaje de trece cadenas en paralelo y una unidad de aceleración, la cual está separada del generador y ambos se encuentran instalados dentro de un tanque para su presurización (Ver Figura 1), el acelerador se localiza en un edificio que permite su operación a control remoto y cuenta con el blindaje requerido. (Ver Figura 2). Tanto el acelerador como el laboratorio se diseñaron versátilmente para realizar investigación en diferentes campos y con posibilidad de variar la energía de 0.3 MeV hasta 1.5 MeV. En 1986 se termina el diseño y construcción del acelerador Pelletron⁽¹⁾, iniciándose su tercera etapa en cuatro fases:

- 1) Diseño, construcción, instalación y pruebas del sistema de manejo del haz.
- 2) Pruebas y modificaciones del acelerador.
- 3) Prevención de la degradación y Sepa

ración de los productos de degradación del hexafluoruro de Azufre.

4) Licenciamiento.

Generador de Alto Voltaje.

El acelerador Pelletron se diseñó para operar con hexafluoruro de azufre (SF₆) como gas aislante, pero dado su alto costo, se previó utilizar una mezcla de N₂ y CO₂ en 80%-20% respectivamente, durante la etapa de modificaciones, por la necesidad de abrir el acelerador frecuentemente. Como es sabido el SF₆ es superior como gas aislante a la mezcla de N₂-CO₂. En consecuencia se podrá llegar a los parámetros de diseño cuando se experimente con SF₆.

A continuación se describen las principales modificaciones realizadas en el acelerador de electrones Pelletron.

El generador de alto voltaje se muestra en la Figura 3, en el que se modificaron los recubrimientos de las poleas superior e inferior al ser sustituidos por neopreno semiconductor el cual permitió realizar un mejor contacto eléctrico entre cadenas y poleas. Este material es de características similares al de las poleas colectoras del mismo.

Con el fin de obtener una estabilidad óptima del alto voltaje en la terminal del generador, se realizaron las calibraciones requeridas en el sistema estabilizador⁽²⁾. Estos ajustes consistieron en modificar el tiempo de respuesta

y la ganancia del lazo de retroalimentación del sistema de control, lográndose una variación menor al 1% en condiciones de haz constante.

Unidad de Aceleración.

La fuente de alimentación del cañón de electrones presentó problemas de emisión durante el período de pruebas -- por lo que se instaló un nuevo transformador de mayor capacidad y cuyas características son 127V de alimentación al primario y 2.7V en el secundario, con una corriente máxima de 15 Amperes.

Se diseñó un sistema para controlar y estabilizar la emisión del haz de electrones del acelerador Pelletron⁽³⁾. El control se realiza a través de una -- fuente de corriente constante, en contraste a la forma convencional que se lleva a cabo por medio de un voltaje de extracción entre filamento y la -- terminal de alto voltaje, el nuevo -- sistema permite variar la corriente de emisión y asegurar que sea constante. Para continuar con las pruebas se adaptó al circuito dos escalas de control, la primera con un intervalo de 0-300 μ A de corriente de emisión con variaciones de décimas de μ A y la segunda de 0-25 mA con variaciones de μ A.

Sistema de Manejo de Haz de Electrones (Barredor).

Para satisfacer las necesidades de obtener una distribución de dosis uniforme en diferentes materiales, se diseñó un sistema capaz de manejar el haz de electrones del acelerador⁽⁴⁾, para su utilización en forma más eficiente, el cual está integrado por un núcleo, bobinas, cámara de deflexión, cuerpo de barredor y fuente de alimentación.

El núcleo del sistema de manejo de haz consiste en un electroimán, construido por láminas de acero al silicio de -- 0.39 mm de espesor y forma rectangular. Las bobinas producen la intensidad de campo magnético requerido para el manejo del haz a través del núcleo. Se -- construyó un juego de bobinas tipo bifilares capaces de manejar 2 Amperes de corriente y deflectar el haz con 89 Gauss.

La cámara de deflexión y el cuerpo del barredor están hechos de acero inoxidable tipo 304, las cuales proporcionan un medio al vacío para permitir el movimiento del haz de electrones a lo -- largo de la ventana de titanio, lugar por donde emergen los electrones del acelerador.

El voltaje, la corriente y la frecuencia requerida para la aplicación del -- haz de electrones es proporcionada por un sistema constituido de las siguientes etapas: oscilador de señal triangular y/o cuadrada, un ajuste de sincronía y desbalance y una fuente de alimentación⁽⁵⁾.

El sistema proporciona las siguientes -- opciones de funcionamiento:

- a) Posición del haz de electrones en -- los extremos de la ventana del barredor y en el centro.
- b) Variación en la longitud de barrido 0-65 cm de longitud.
- c) Variación de frecuencia de barrido 0-200 Hz y forma de onda triangular y cuadrada.

El hexafluoruro de azufre (SF_6) siendo el mejor gas aislante eléctrico se puede degradar en presencia de descargas eléctricas a alta temperatura, en productos altamente tóxicos y corrosivos. Tomando en cuenta lo anterior y las experiencias transmitidas por el Dr. Oscar Sala⁽⁶⁾, sobre el grave daño que provocan los productos de descomposición del SF_6 principalmente en el aislante de -- las cadenas transportadoras de carga -- eléctrica del generador tipo Pelletron. Por esta razón, se planteó un proyecto para la prevención de la degradación y separación de los productos de degradación del SF_6 , el cual está dividido en cuatro etapas, que son:

- Revisión de las Técnicas de prevención de la degradación y estudio de técnicas de separación de los contaminantes del gas dieléctrico y para selección de las técnicas a experimentar.
- Experimentación, para definición del proceso de prevención de la degradación y separación de los productos de degradación.
- Experimentación para determinar dimensionamiento de equipos necesarios.
- Diseño, construcción y operación de los equipos para la prevención y purificación del SF_6 .

Licenciamiento.

La posesión y uso de un acelerador de electrones en México, requiere de una Licencia de la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias, y de un permiso sanitario de la Secretaría de Salud. Por ello, al término de la -- construcción del acelerador Pelletron

se solicitó una licencia para la posesión y uso del acelerador, así como un permiso sanitario ante la Comisión Nacional de Seguridad Nuclear y Salvaguardias (CNSNS) y la Secretaría de Salud, (SS), respectivamente⁽⁷⁾.

Para obtener la licencia de posesión y uso del acelerador, se presentó:

- a) Solicitud de Licencia.
- b) Aceptación de responsabilidades y funciones, por parte del permisionario y del encargado de seguridad radiológica.
- c) Informe de Seguridad.
- d) Un Manual de Seguridad Radiológica.

Para obtener el permiso sanitario se presentó:

- a) La Solicitud de Licencia.

La CNSNS pidió como parte del entrenamiento y escolaridad del personal, la elaboración de cuatro cursos:

Uno de Protección Radiológica para Técnicos.

Uno de Operación para Técnicos.

Uno de Protección Radiológica para Profesionistas.

Uno de Operación para Profesionistas.

Futuros Trabajos de Investigación planteados para realizarse con el acelerador de Electrones Pelletron son los siguientes:

- Calibración y Dosimetría.
- Espectrometría de Rayos X.
- Irradiación de Alimentos.
- Irradiación de Lodos Negros.
- Irradiación de Aguas Negras.
- Irradiación de Gases.

Referencias.

- 1.- Héctor López V., Mario A. Valdovinos A., Víctor Hernández M. y Ulpiano Alba P. "Diseño, construcción y pruebas del acelerador de electrones Pelletron" Simposio -- Aceleradores de electrones en México, Septiembre, 1986.

- 2.- Ruth García R., "Sistema estabilizador para el Acelerador Pelletron", Febrero, 1987 (Reporte interno).

- 3.- Francisco Javier Ramírez J., "Control de Corriente de filamento para el cañón de electrones del acelerador", 1986. (Reporte Interno).

- 4.- Víctor Hernández M., "Sistema mecánico para el barredor del acelerador de electrones Pelletron". Informe AI-88-04, Abril, 1988.

- 5.- Ruth García R. y Ricardo Rodríguez de la G. "Sistema electrónico de -- alimentación para el barredor del -- acelerador de electrones", Reporte Técnico, D-84-06-03, Diciembre, 1987.

- 6.- Comunicación personal.

- 7.- Mario A. Valdovinos A., Héctor López V., "Seguridad radiológica del acelerador de electrones Pelletron", Seminario para América Latina sobre Aplicaciones Industriales de las radiaciones. Quito, Ecuador, Octubre, 1988.

Deseamos hacer patente nuestro reconocimiento y agradecimiento a los siguientes Investigadores:

Dr. Fernando Alba Andrade, Ing. Armando López del Campo, Ing. Marcos Mazari M, y Dr. Oscar Sala; por sus valiosas aportaciones en las diferentes fases del -- proyecto, así como a las autoridades del ININ que nos han brindado su apoyo.

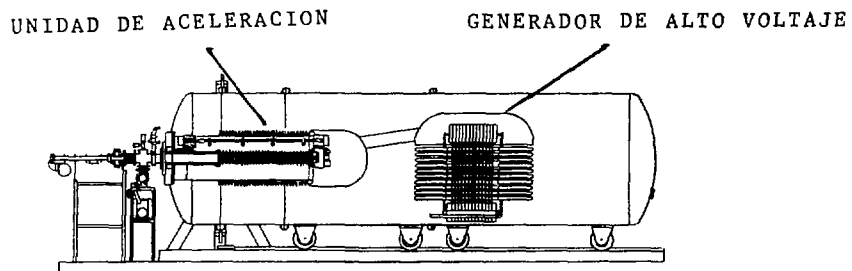


Figura 1.- Acelerador de electrones Pelletron

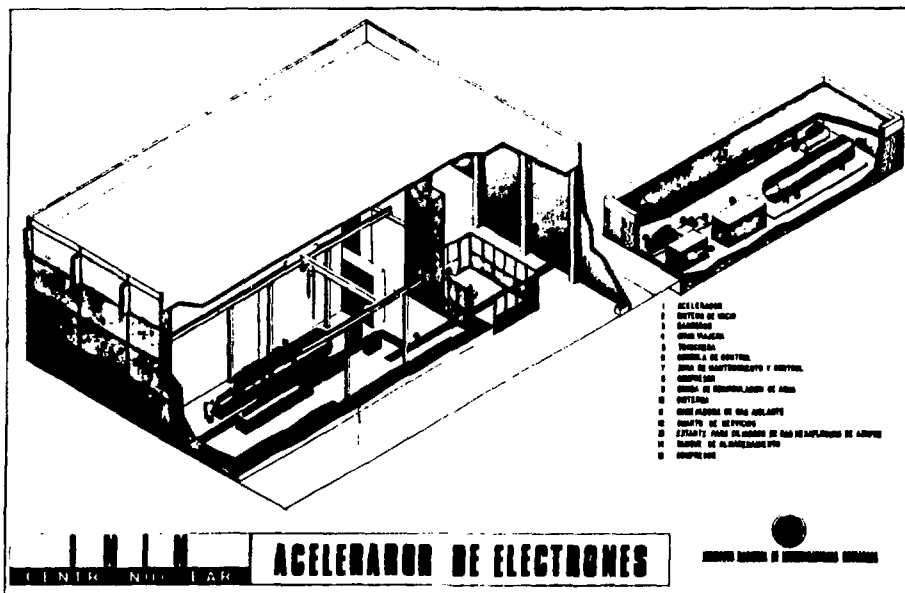


Figura 2.- Instalación del acelerador Pelletron

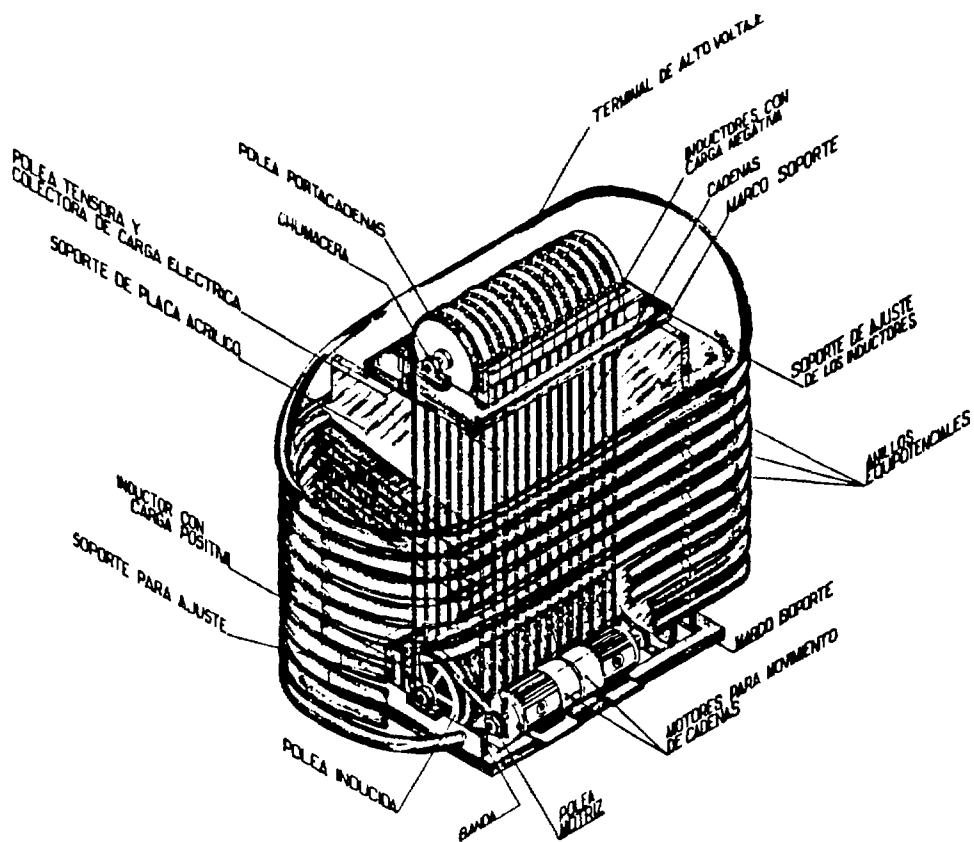


Figura 3.- Esquema del generador de alto voltaje del acelerador Pelletron, donde se muestran las componentes principales.