

INSTALACIÓN PRUEBAS Y ARRANQUE DEL ACELERADOR DE IONES POSITIVOS TANDETRON



Valdovinos A. M. A. y Hernández Magadán V.

MX0100073

Introducción.

El Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares adquirió un acelerador de iones positivos tipo Tandetron de 2 MV de la compañía holandesa High Voltage Engineering, Europa B. V. (HVEE), el cual se instaló en el edificio denominado nave de irradiadores que ocupa el Irradiador Gamma y el Acelerador Pelletron. A partir de la selección del acelerador se definieron las condiciones requeridas para la operación del mismo, como son: alimentación eléctrica, calidad y cantidad de agua, aire comprimido, temperatura, humedad, etc.; así como las modificaciones necesarias del área para la instalación.

Desarrollo.

Al término del acondicionamiento del local, se inició el proceso de armado del acelerador; considerándose tres los sistemas principales del Tandetron:

1) Sistema de inyección dual, consistente en.

- Fuente de iones "Duoplasmatron" modelo 358.
- Fuente de iones "Sputter Source" modelo 860C.
- Imán de 90° de inyección y análisis.
- Sistema de vacío.

2) Sistema de aceleración, consistente en:

- Sistema "Q-snout".
- Tubo acelerador con secciones de baja y alta energía.
- Terminal de alto voltaje con "Stripper canal".
- Anillos Equipotenciales.
- Vólmetro generador.
- Sistema de alimentación de alto voltaje de estado sólido.
- Sistema aislante de alto voltaje.

- Extensión de alta energía con cuadrupolo electrostático.
- Sistema de vacío.

3) Sistema de control.

Tanto el control como la medición de la mayoría de las variables de los sistemas del acelerador se realizan desde una Consola de Control. La Consola de Control está integrada por tres partes principales: 1) una computadora principal 2) un controlador lógico programable (PLC) y 3) un sistema de telemetría para el monitoreo del perfil del haz (BPM) y el convertidor de corriente.

Para la medición y control la computadora cuenta con circuitos de salida con convertidores Digitales-Analógicos de 12 bits; circuitos de entrada con convertidores Analógicos-Digitales de 12 bits conectados a multiplexores, y un circuito de 8 bits con convertidores Analógicos-Digitales, para generar la imagen del perfil del haz (BPM).

Las entradas y salidas digitales así como los "interlocks" son manejadas por el controlador lógico programable (PLC). Toda la información analógica y digital es transferida mediante un sistema de telemetría que separa ópticamente el sistema de control y el acelerador.

El proceso de armado de los componentes del acelerador se complementó con la nivelación de las fuentes de iones, el imán de inyección y del tanque.

Las pruebas de operación y funcionamiento mecánico y eléctrico de los diferentes subsistemas del equipo se realizaron en forma independiente y con el equipo completo. También, se hicieron pruebas de generación de iones en los dos sistemas de inyección, pruebas de funcionamiento de la terminal de

alto voltaje, pruebas de operación del sistema completo en condiciones reales de aceleración de iones para verificar que las condiciones de operación del sistema completo cumplieran las especificaciones del fabricante.

Las pruebas se realizaron de acuerdo al siguiente protocolo:

1. Verificación de la presión en el sistema básico del acelerador operando en el intervalo de 10^{-7} mbar.

2. Verificación del voltaje de operación de la terminal (VT) de alto voltaje y operación a voltaje máximo de la terminal (VMT), por cuatro horas continuas. Durante este periodo también se midió la estabilidad y el rizo de la terminal de alto voltaje.

3. Verificación de la corriente y uniformidad del haz acelerando iones de $^1\text{H}^+$ y $^4\text{He}^{1+}$ a VMT, durante cuatro horas continuas. Durante este periodo también se midió las dosis de radiación que produce la operación del equipo en las inmediaciones del mismo.

4. Verificación de la corriente y uniformidad del haz acelerando iones de $^{28}\text{Si}^{3+}$ y $^{63}\text{Cu}^{2+}$ a VMT, durante cuatro horas continuas. Durante este periodo también se midió las dosis de radiación que produce la operación del equipo en las inmediaciones del mismo.

La verificación del nivel de radiación de rayos X, cuando se aceleraron iones de $^4\text{He}^{1+}$ a VMT, no excedió de $2\mu\text{Sv/hr}$ a 100 cm de la pared del tanque.

Se verificó la resolución del imán inyector usando el monitor de perfil de haz, cuando en el "Q-snout" se obtuvo $1\mu\text{A}$ de iones de $^{195}\text{Pt}^+$ a 37 keV.

Durante el proceso de pruebas fue necesario reemplazar o reparar las siguientes componentes del acelerador:

- Sistema "Q-snout" de enfoque de iones.
- Tubo para la alimentación del gas stripper.
- Bobina de la fuente del generador de alto voltaje.
- Diodos del sistema generador de alto voltaje.
- Resistencias del generador de alto voltaje.
- Tubo acelerador.
- Resistencias del tubo acelerador
- Anillos del tubo acelerador.
- Bomba turbo molecular del sistema de vacío.
- Línea de enfriamiento de la fuente de iones.
- Componentes de la fuente de iones 358.
- Compresor del sistema de manejo de gas.
- Sistema de control de temperatura del Cesio de la fuente 860.
- Módulos de comunicación.

Paralelamente al período de pruebas y arranque, el personal del acelerador Tandatron tomó un curso de operación y mantenimiento impartido por el fabricante del acelerador.

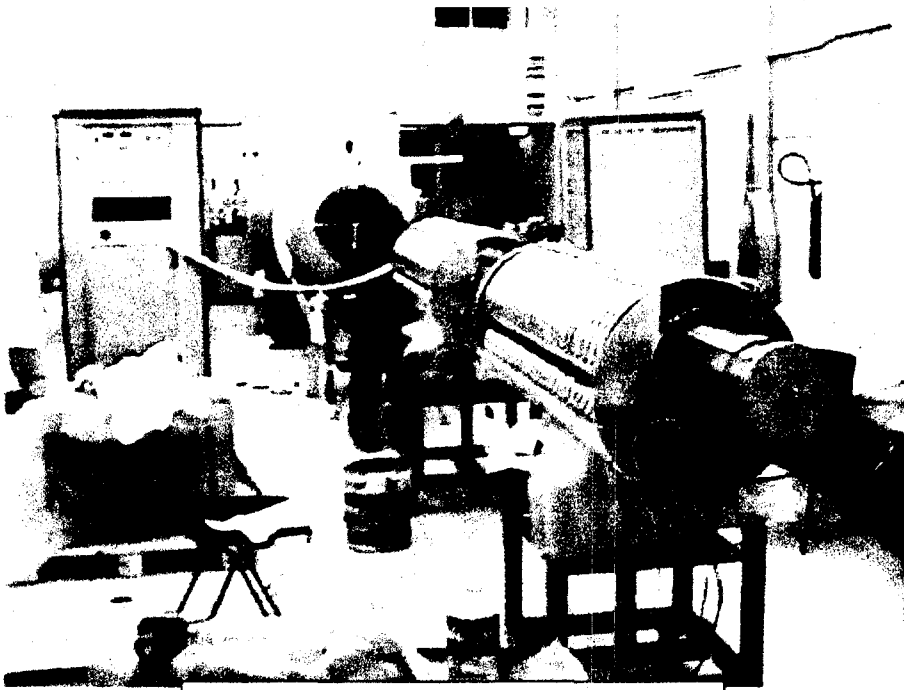
Se elaboró el informe de seguridad para la solicitud de licencia de operación del acelerador Tandatron, así como el Manual de Seguridad Radiológica de la instalación que permitió obtener la licencia de operación AOO.200/1013/2000 expedida por la CNSNS.

Aunque la instalación, pruebas y arranque del acelerador estuvo a cargo de personal de la Gerencia de Ciencias Ambientales, se contó con el apoyo de personal de varios departamentos del ININ.

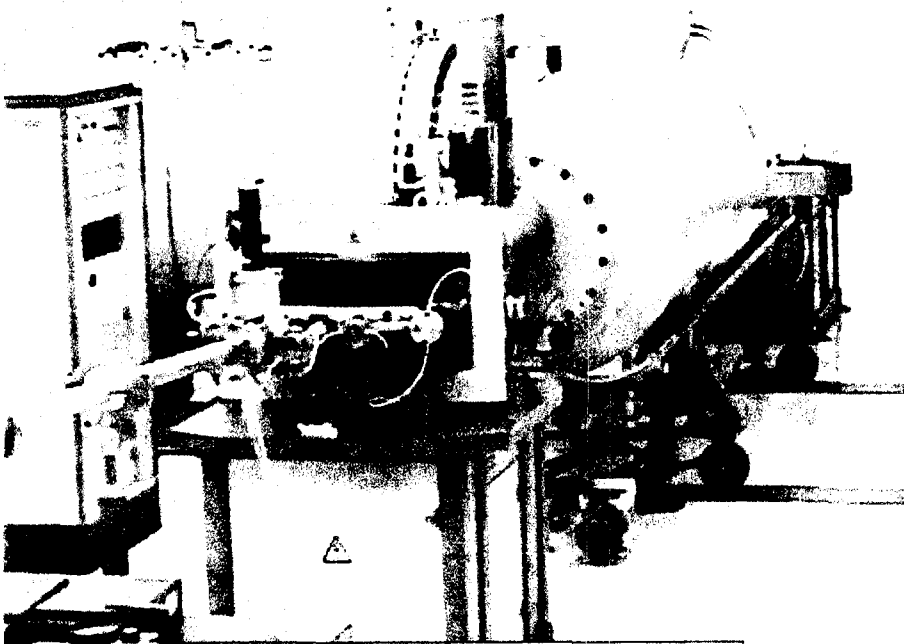
Conclusiones.

La característica principal del Tandatron es que permite acelerar haces de iones de casi cualquier elemento para análisis o modificación de materiales, lo cual permitirá su uso para realizar análisis por emisión de rayos X inducidos por partículas cargadas (PIXE), y posteriormente realizarse análisis por retrodispersión de Rutherford (RBS), análisis por reacción nuclear (NRA), análisis por emisión de rayos gamma inducidos por partículas cargadas, análisis por dispersión

resonante. análisis por detección de retroceso elástico. análisis por canalización de partículas e implantación de iones.



Aspecto del montaje del tubo acelerador



Aspecto actual del acelerador Tandatron