

MESA No. 10: APLICACIONES INDUSTRIALES DE LA RADIACION.

INSTITUCION: INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES.

PONENCIA: PROTOTIPO DE ACELERADOR DE ELECTRONES INDUSTRIAL.

AUTORES: ING. HECTOR LOPEZ VALDIVIA E ING. MARIO A. VALDOVINOS AGUILAR.

CURRICULUM VITAE: ING. HECTOR LOPEZ VALDIVIA.

Licenciatura en Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Facultad de Ingeniería, Universidad de Guadalajara, 1969. 22 años de experiencia en aceleradores de electrones. Responsable del diseño, construcción y puesta en operación del Acelerador de Electrones Pelletron. Premio Nabor Carrillo por Desarrollo Tecnológico (1988). Jefe del Departamento de Tecnología de Irradiación.

CURRICULUM VITAE: ING. MARIO A. VALDOVINOS AGUILAR.

Ing. Electricista de la E.S.I.M.E., IPN. Ingeniero diseñador en las Compañías Bufete Industrial y Procesos de México. Desde 1979 investigador en el ININ, colaboró en el montaje de la Planta de Gammas y en el Diseño y Construcción del Prototipo de Acelerador de Electrones Pelletron.

RESUMEN:

El interés y necesidad de la industria en México en el uso del proceso de irradiación se ha incrementado en los últimos años, como ejemplos se encuentran la irradiación de gases de combustión (eliminación de NO_x y SO₂) y la reticulación de polímeros, entre otros. En la actualidad al menos 12 empresas lo requieren de inmediato y todas ellas han sido contactadas por proveedores de aceleradores de electrones de otros países.

La primera etapa del proyecto consistió en identificar el tipo de acelerador de electrones que podría ser construido en México con el mayor número posible de equipos, instrumentos, componentes y materiales de adquisición local y útil para el mayor número de usuarios. Las características del prototipo de acelerador son: Acelerador tipo transformador con secundarios múltiples aislados y circuitos rectificadores con un potencial de 0.8 MV de voltaje, la segunda etapa consistió en un estudio económico que permitió demostrar la factibilidad económica de su construcción.

PROTOTIPO DE ACELERADOR DE ELECTRONES INDUSTRIAL

ING. HECTOR LOPEZ VALDIVIA. I.N.I.N.
ING. MARIO A. VALDOVINOS AGUILAR. I.N.I.N.

México requiere del uso de tecnologías más avanzadas, eficientes y menos contaminantes. Los aceleradores de electrones han demostrado ser una alternativa como máquinas útiles y competitivas con los procesos convencionales que permiten la reducción de contaminantes ambientales y que también pueden ser utilizados en forma combinada con los procesos convencionales para incrementar la eficiencia y ahorrar energía.

Los aceleradores de electrones son máquinas eléctricas que se usan como fuentes de radiación ionizante y son útiles para aplicaciones industriales, médicas y de investigación. Actualmente hay más de 600 aceleradores de electrones que se están utilizando para aplicaciones industriales, a nivel mundial. En México se han construido dos aceleradores de electrones para investigación, un acelerador Van de Graaff de 0.6 MeV en la Universidad de Guanajuato (1967) y un acelerador Pelletron de 1.5 MeV en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (1986).

A finales de los 70's se realizó un análisis del potencial de las aplicaciones industriales, en México, de los aceleradores de electrones y se planteó diseñar y construir un acelerador industrial para la irradiación de polímeros y para el estudio de la irradiación de gases de chimenea, para lo cual se solicitó la evaluación del Grupo responsable del diseño y construcción del acelerador de electrones Pelletron del ININ, para detectar si contaba con la capacidad requerida para el diseño de un acelerador tipo transformador con secundarios múltiples aislados. La evaluación fue realizada por el Dr. Roy Emmanuelson, experto del Organismo Internacional de Energía Atómica y colaborador de Van de Graaff en la Cía. High Voltage Engineering Corp. El resultado de dicha evaluación fue aprobatoria para el Grupo.

Al término de la construcción del acelerador Pelletron se propuso iniciar un estudio de viabilidad^(1,2) para la construcción del acelerador de electrones industrial que pudiese estar integrado por el mayor número posible de equipos, instrumentos, materiales y componentes de adquisición nacional y que el acelerador pudiese ser utilizado por el mayor número de usuarios. Como resultado del estudio se definieron las características del acelerador de electrones, las cuales son:

- Acelerador tipo transformador con secundarios múltiples aislados y circuitos rectificadores.
- Energía de 0.8 MeV.
- Corriente de 40 mA.

En el estudio también se detectó el interés de 12 empresas, por el uso de aceleradores de electrones.

Una de las aplicaciones actuales de este tipo de acelerador, es la remoción del NO_x y SO_2 (gases de chimenea)⁽³⁾, en un solo proceso se remueven ambos gases y uno de los principales problemas a que se enfrenta esta nueva tecnología es el alto costo que representan los aceleradores de electrones, es por esto que en el ININ se considera conveniente diseñar y construir un prototipo de acelerador de electrones industrial.

PRINCIPIOS DE FUNCIONAMIENTO DEL ACCELERADOR PROPUESTO

El acelerador seleccionado es del tipo directo, es decir requiere de un alto voltaje para la aceleración de los electrones. El generador de alto voltaje es del tipo transformador de núcleo aislado, que consiste en un transformador de tres fases con secundarios múltiples, en el cual la corriente alterna de salida de cada devanado secundario es rectificadora y conectada en serie con las demás para obtener el voltaje de corriente directa total requerido. Las componentes de cada sección secundaria están aisladas de las secciones secundarias adyacentes y la energía de cada circuito rectificador es alimentada como energía magnética a través del sistema de núcleos. El circuito magnético comprende tres conjuntos de núcleos colocados simétricamente, construídos en pequeñas secciones laminadas de acero al silicio, con una bobina alrededor; a cada extremo de una sección secundaria existe una placa para aislar eléctricamente a cada sección. La excitación del sistema la proporciona tres devanados primarios conectados en delta, colocados en la base de las piernas de los núcleos; el primario es alimentado por un autotransformador variable. Las bobinas de los secundarios tienen mayor número de vueltas a medida que están más alejadas de los devanados primarios para que el voltaje de salida de cada bobina sea el mismo sin importar su ubicación. Luego de ser rectificadora la salida de cada una de las tres fases de una sección secundaria se conectan en serie para proporcionar un total de 50 kV por sección. El generador de alto voltaje se encuentra presurizado con SF_6 . En la parte superior del generador se encuentra una terminal donde se obtiene el potencial de aceleración, en esa terminal se encuentra una conexión para transmitir el potencial a la unidad de aceleración. Un esquema del transformador de núcleo aislado se muestra en la Fig. 1.

La unidad de aceleración consiste de un tubo acelerador dentro de un tanque presurizado con SF_6 . Un extremo del tubo acelerador está dentro de una terminal de alto voltaje, que recibe el potencial del generador; en ese extremo del tubo acelerador existe un cañón que produce los electrones que serán acelerados. Dentro del tubo acelerador se enfoca el haz de electrones mediante campos eléctricos. El haz de electrones es deflectado dentro de una cámara triangular mediante unas bobinas, para finalmente salir a través de una laminilla de titanio hacia el producto que se desea irradiar. En la Fig. 2 se presenta un esquema de un irradiador que utiliza un acelerador tipo transformador de núcleo aislado.

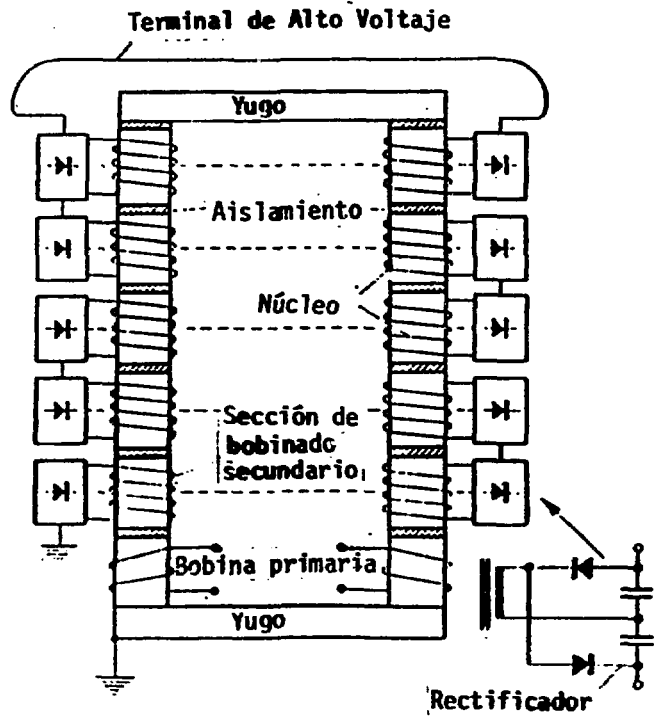


Figura 1. Esquema de un transformador de núcleo aislado.

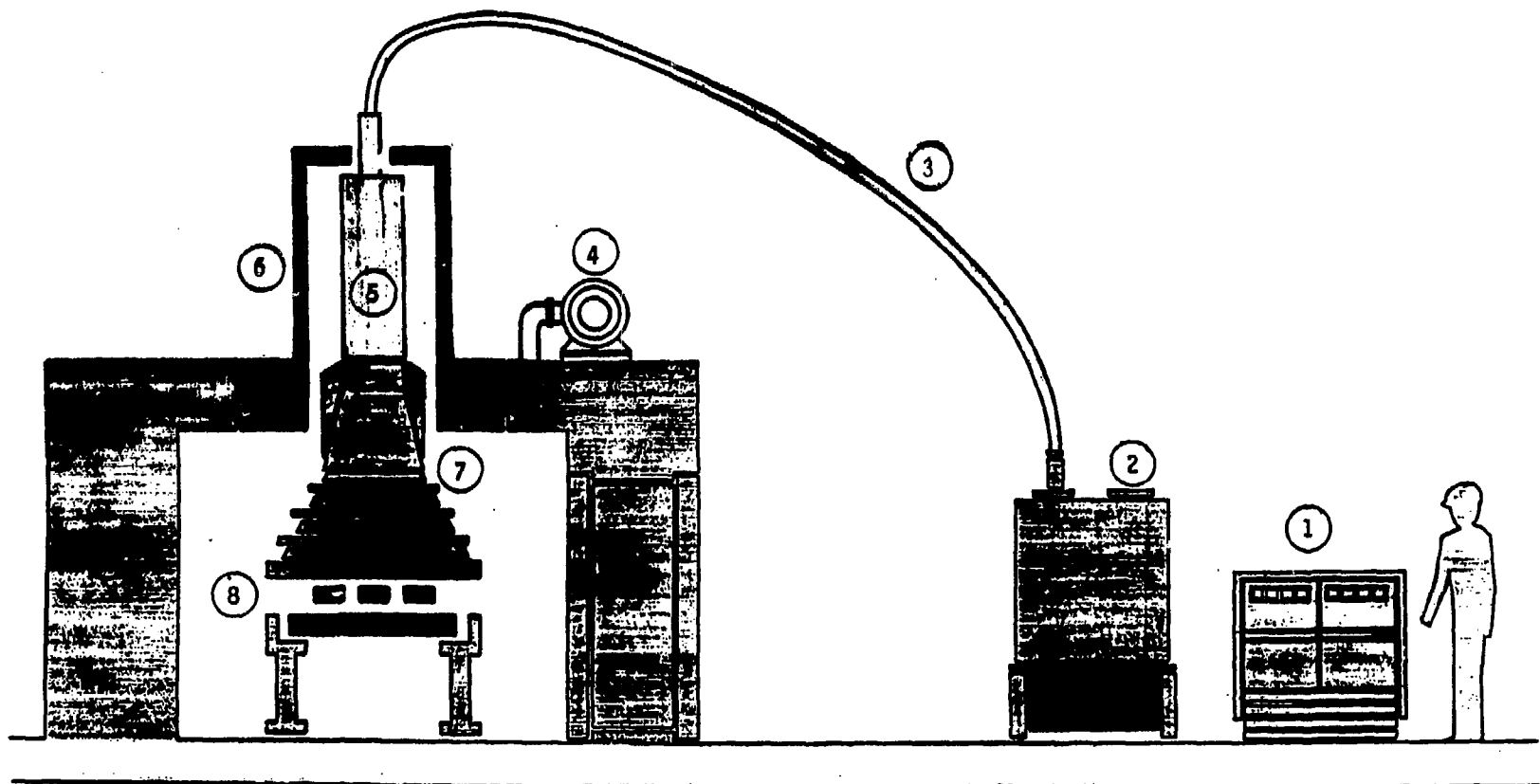


Figura 2.- Acelerador de electrones de energía intermedia tipo de interconexión por cable. 1) Consola de control, 2) Generador de alto voltaje tipo transformador de núcleo aislado, 3) Cable de alto voltaje, 4) Extractor de ozono, 5) Unidad de aceleración, 6) Blindajes, 7) Barredor, 8) Producto.

REFERENCIAS.

- 1) M.A. Valdovinos A. "Justificación del Tipo de acelerador que sería deseable construir", ININ, (1990).
- 2) M.A. Valdovinos A., H. López V., "Estudio de Viabilidad para el Diseño de un Prototipo de Acelerador de Electrones Industrial", IAEA, Quito, Ecuador.(Octubre, 1988).
- 3) G. Piña V. "Reducción de Emisiones de SO₂ y NO_x en Gases de Chimenea con Electrones", ININ, Julio 1990.pf