

ESTUDIO Y DESARROLLO DE UN BLANCO PARA LA PRODUCCION  
DE NEUTRONES CON ACELERADOR LINEAL

M.J. Abbate\* y J. V. Lolich  
Centro Atómico Bariloche  
Comisión Nacional de Energía Atómica  
Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro"  
Universidad Nacional de Cuyo

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1974

02.74.01

RESUMEN

Se ha estudiado y desarrollado un blanco pesado a fin de obtener una fuente de neutrones de alta eficiencia a partir del haz pulsado de electrones del acelerador lineal del CAB(Linac). Fueron estudiadas las propiedades de distintos materiales con respecto a la producción de neutrones y la posibilidad de aprovechar los que normalmente se pierden, por ser emitidos en direcciones no deseadas, mediante un conveniente reflector.

El diseño del blanco incluyó un sistema de refrigeración por agua forzada, calculado para disipar hasta 2Kw de potencia media. Elegido el material (Fansteel), se realizaron mediciones de la producción y distribución angular de neutrones para distintos espesores del mismo, lo cual permitió determinar la cantidad de neutrones producidos por electrón, de este material, y el espesor más conveniente.

El efecto del reflector fue modificar la distribución angular de los neutrones del blanco de modo de aumentar la intensidad en el punto de interés. Este resultó ser del 34%.

Además, fueron determinadas las distribuciones angulares en función de la corriente media y energía del Linac y se verificó que la potencia entregada al blanco en forma de calor, se disipaba convenientemente.

1. Introducción:

la investigación de campos neutrónicos en materiales, en función de variables espaciales y angulares, requiere contar con fuentes pulsadas de neutrones muy intensas.

El presente trabajo constituye una extensión de estudios y desarrollos de blancos pesados utilizables para estos fines, realizados con anterioridad, /1/ y /2/ y ha comprendido al estudio de: la eficiencia de producción de neutrones, la disipación de la potencia del haz y el uso del fenómeno de reflexión para aumentar la intensidad en direcciones determinadas.

2. Eficiencia de producción de neutrones:

El proceso utilizado comprende a una conversión del haz de electrones en radiación de frenamiento y la producción de neutrones, especialmente por reacciones ( $\gamma, n$ ).

Sobre la base de los trabajos citados y con la experiencia acumulada desde entonces se adoptó un blanco homogéneo de una aleación de tungsteno, 89W7Ni4Cu (conocida como "Fansteel") ya que su producción se estima del

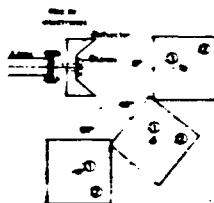
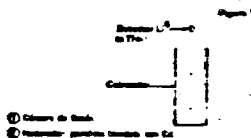
2.

orden de la del tungsteno y plomo, aunque menor que la del uranio; pero su activación y el peligro de contaminación durante y después de la irradiación es inferior a los de éste, además posee propiedades térmicas más convenientes que el plomo y mecánicas más adecuadas que el tungsteno.

Su espesor más eficiente, de 4 longitudes de radiación ( $X_0$ , cada una de 0.36cm) se determinó experimentalmente.

### 3. Reflector:

Se diseñó un reflector para neutrones rápidos que permita re-orientarlos dentro de un ángulo sólido de 3.14 radianes en la dirección de interés, figural; se construyó de acero común teniendo en cuenta el camino libre medio de "scattering" elástico a 2MeV para su espesor.



### 4. Disipación de potencia:

El empleo de haces de electrones de alta potencia crea el problema de la disipación de la parte de ella que se entrega en forma de calor. Varios fueron los aspectos considerados de cuyo estudio resultaron las siguientes conclusiones:

- de la potencia del haz un alto porcentaje se entrega en forma de calor (ionización).
- el blanco resultó compuesto por dos discos de fansteel de 5 cm de diámetro y  $2X_0$  de espesor cada uno; encapsulados en acero inoxidable y tres espacios de 2mm para circulación del refrigerante.
- la potencia máxima, durante los pulsos, alcanza hasta algunos Mw, pero su efecto no implica grandes variaciones de temperatura dada la corta duración de los mismos.
- el caudal de refrigerante (agua), e utilizar para no superar una cierta temperatura máxima y obtener una adecuada transferencia de calor, resultó ser de 11 litros/minuto.

### 5. Técnica experimental;

La parte experimental consistió en la medición de la intensidad relativa de neutrones producidos en el blanco en función del ángulo en que son emitidos, para distintos espesores y con y sin reflector adicionado, en iguales condiciones de irradiación, además se observó la variación de intensidad al final del tubo de vuelo de 17m Figura 1.

Se midieron las temperaturas de entrada y salida del refrigerante con termoplas de cobre constantan.

### 6. Resultados;

6.1. Disipación de potencia; del análisis de las diferencias entre las temperaturas de salida y entrada del refrigerante resultó que guardan una relación lineal y son sistemáticamente inferiores a las calculadas. Pero, independientemente del caudal y de la potencia del haz significan que el 66% de ésta es transformado en calor lo que coincide con las predicciones teóricas de /3/ asumiendo que el fansteel posee un número atómico efectivo de 69, obtenido a partir de su composición.

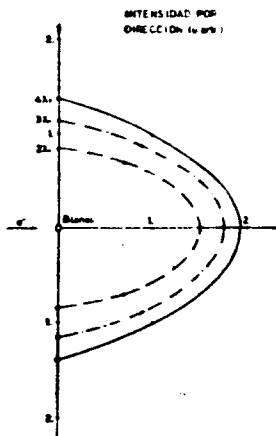
Es claro que en estas condiciones existe una adecuada disipación.

6.2. Producción de neutrones en función del espesor; en figura 2 se representan las intensidades en función de la dirección, obtenidas al irradiar en iguales condiciones blancos con espesores de 2Xo, 3Xo y 4Xo, se observa que la distribución tiende a ser más isotrópica al aumentar el espesor. La intensidad total resultó ser de 1.00, 1.31 y 1.53, respectivamente, valores que tienen perfecto acuerdo con los de W.C. Barber/4/ asumiendo, nuevamente, un número atómico de 69 para el material.

Esto significaría que la producción de neutrones por electrón de 25MeV para el fansteel sería de: 0.00191 para 2Xo; 0.00252 para 3Xo y 0.00226 para 4Xo.

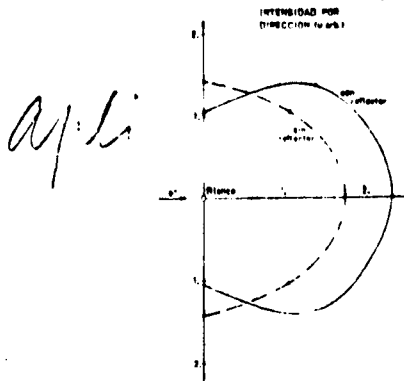
La ganancia a 17m. fué de 1.00, 1.20 y 1.41, respectivamente.

Figura 2



6.3. Efecto del reflector: en figura 3 se observa que se ha logrado el efecto de reorientar los neutrones dentro del ángulo sólido deseado. Cabe destacar que en ambos casos, con y sin reflector, la intensidad total resultó ser la misma, dentro del 2%.

Figura 3



6.4. Variación de la intensidad total a través de las distintas configuraciones: se indica en el siguiente cuadro:

Blanco	referido a:	Relación	Intensidad
con reflector	2Xo	1.53	total
" "	"	1.65	a 17m
" "	s/reflector	1.34	total

#### 7. Agradecimientos:

A los Lic. J.J. Olcese y G. García Cano por su colaboración en distintas partes del trabajo y al personal del Linac por su permanente asistencia.

El presente trabajo contó con el apoyo del Ejército Argentino a través del proyecto "Física de Neutrones y Reactores".

#### Bibliografía:

- /1/M.J. Abbate, "Espectrómetro de neutrones por el método de tiempo de vuelo", trabajo especial, CNEA-UNC, IFB, diciembre 1968.
- /2/M.J. Abbate y H.M. Antóniz, "Basic Study for the Bariloche booster Linac target specification", CNEA-CAB, Bariloche, enero 1970.
- /3/A.D. Evans, "The atomic nucleus", Mc.Graw-Hill, N.Y. (1955).-
- /4/W.C. Barber and W.D. George, Phys. Rev. 116,1551 (1959).