

C.N.E.A. Biblioteca	
SERIE DE PUBLICACIONES	
Nº	AÑO
2	1982

735

04.82.52

"INSTRUMENTACION CON TERMOCUPLAS DE UNA PLACA COMBUSTIBLE TIPO MTR"
Jorge Oscar Oscar Delmo
J. O. GOMEZ *; O.D. HERRERO **

CNEA - Gerencia de Desarrollo - * Departamento Combustibles Nucleares -
** Departamento Reactores Nucleares

I PROPOSITO

El propósito del presente trabajo es la instrumentación, con cinco termocuplas igualmente espaciadas en la longitud activa, de una placa combustible con uranio enriquecido (Fig. 1).

Esta placa corresponde a un elemento combustible tipo MTR, con placas planas obtenidas por laminación y con un diseño como el indicado en la Fig. 2.

II GENERALIDADES

La instrumentación de placas mediante termocuplas suministra información acerca de las temperaturas desarrolladas en aquellas, durante el funcionamiento del reactor. En particular, el conocimiento de la temperatura en la superficie de la placa, se aplica a las siguientes finalidades (1):

- a) Correlacionar la potencia generada con la temperatura alcanzada.
- b) Deducir coeficientes de transferencia térmica.
- c) Determinar la potencia máxima compatible con el caudal máximo disponible de refrigerante.
- d) Determinar el caudal crítico de refrigerante a la potencia nominal y temperatura máxima admisible de vaina.
- e) Verificar condiciones de operación en régimen transitorio.
- f) Verificar el comportamiento térmico en convección natural.

Sin embargo, la incorporación de un sensor para la medición de una variable física sobre cualquier sistema en estudio, introduce perturbaciones en él, y recíprocamente. Esta interacción debe ser contemplada en la selección y emplazamiento del sensor, a fin de minimizar los efectos.

III ANTECEDENTES

Anteriormente, en dos oportunidades, se realizaron trabajos tendientes a esta finalidad. Se habían ejecutado dos tipos de trabajos: uno permitió obtener mediciones de temperatura bajo flujo mediante la implantación de tres termocuplas fijadas a una placa por "spray" de

polvo de aluminio proyectado en caliente (Fig. 3). En el otro, se implantaron 6 alambres de acero inoxidable simulando termocuplas en una placa conteniendo uranio natural en aleación. Las ranuras fueron practicadas por vía mecánica (fresado), y las termocuplas fijadas mediante aplastamiento de la rebaba resultante (Fig. 4).

IV EVALUACION DE FABRICACION

Se encaró la tarea considerando las siguientes alternativas (Fig. 5):

- 1.- Ranurado de la placa combustible
 - 1.a Ranurado del borde
 - 1.a.1 Por mecanizado (fresado)
 - 1.a.2 Por electroerosión
 - 1.b Ranurado de la cara
 - 1.b.1 Por mecanizado (fresado)
 - 1.b.2 Por electroerosión
- 2.- Fijación de las termocuplas en la placa
 - 2.a Por soldadura con aporte de bajo punto de fusión.
 - 2.b Por soldadura por ultrasonido.⁽¹⁾
 - 2.c Por "spray" de polvo de aluminio proyectado en caliente.

Se realizaron pruebas de implantación de termocuplas, utilizando chapas de aluminio y alambres de acero inoxidable, de dimensiones equivalentes a las que se utilizarán en la instrumentación. Se obtuvieron los siguientes resultados:

1.- Ranurado de la placa combustible

1.a Ranurado del borde:

Considerando las dimensiones de la placa en la zona de esta ranura, se determinó que esta operación se podía realizar en mejores condiciones por maquinado, para lo cual se emplea un dispositivo (máscara) que posiciona la placa en la fresadora. Se desestimó, para esta ranura, la operación por electroerosión.

1.b Ranurado de la cara:

Según se aprecia en la Fig. 5, esta ranura une el borde de la placa con un punto ubicado sobre el eje longitudinal de la cara, poseyendo, además, una curvatura impuesta por la fragilidad del conjunto formado por el par termoeléctrico y su vaina. De los ensayos realizados, del microexamen de las ranuras y de la facilidad de obtención y control de la misma, se optó por el procedimiento de electroerosión.

2.- Fijación de las termocuplas en la placa

2.a Soldadura con aporte de bajo punto de fusión

Se realizaron pruebas con distintos decapantes y materiales de aporte y "plateado" del aluminio y/o del acero inoxidable. Los resultados no fueron satisfactorios, ya que la mayoría de las aleaciones de aporte de bajo punto de fusión, contienen elementos que pueden modificar las condiciones de corrosión y/o absorción neutrónica en el enclavamiento. Se descartó este proceso.

2.b Soldadura por ultrasonido

Este método consiste en soldar por ultrasonido una laminilla de aluminio que fue, previamente, alojada en la ranura correspondiente.

Se visitó una firma privada fabricante de equipos de ultrasonido, a la que se encargó la realización de ensayos tentativos para la fijación de laminillas delgadas de aluminio sobre trozos de chapa del mismo material. Los resultados logrados no fueron los esperados, ya que las laminillas se fracturaban antes de producirse su soldadura. Se considera que deben realizarse trabajos de desarrollo tendientes a mejorar esta técnica.

2.c Por "spray" con polvo de aluminio

Este método consiste en la utilización de un soplete con características especiales, que produce una metalización "spray" utilizando una llama oxiacetilénica, con alimentación simultánea de aire comprimido y material de aporte al que, al alcanzar la fusión por contacto con la llama, un chorro de aire comprimido lo proyecta, en forma de pequeñas partículas, sobre la superficie de la pieza en cuestión.

Los ensayos realizados con este método arrojaron resultados positivos, lográndose un cierre estanco de la ranura, si la operación se realiza en condiciones apropiadas. Por tanto, se adoptó este procedimiento.

En la Fig. 6 se esquematizan los resultados.

V APLICACION

Para la presente aplicación se adaptarán termocuplas de cromel-alumel de 10 m de longitud, con vaina de acero inoxidable de 0,25 mm de diámetro, ya que sólo se dispone de, aproximadamente, 0,40 mm de espesor de cubierta, en ambas caras de la placa combustible (Fig. 7).

Sobre una cara se practicarán los ranurados por electroerosión para alojar las termocuplas. Luego de colocadas, éstas serán mantenidas en posición, deformando ligeramente el material adyacente a las ranuras, con ayuda de un elemento punzante. Esta operación debe ser practicada con sumo cuidado, bajo la lupa, para asegurarse de no alcanzar el núcleo combustible de la placa.

Sobre cada ranura se depositará, luego, un recubrimiento de aluminio, por el procedimiento de metalización "spray" ya descrito, utilizando, al efecto, una máscara metálica para limitar la zona y una limpieza previa de ésta, con una proyección de polvo de alúmina.

Una ranura practicada por mecanizado en uno de los bordes permitirá, a su vez, alojar la porción de cada termocupla desde su emplazamiento hasta el extremo terminal de la placa. En la Fig. 6 se esquematiza la secuencia de operaciones.

La porción restante, ya fuera de la misma, será protegida mediante un tubo metálico flexible de acero inoxidable, de 8 mm de diámetro exterior, cuyos extremos serán dotados de terminales apropiadas para su empalme con la caja elemento combustible (Fig. 9), y la caja de conexiones termoeléctricas.

La Fig. 10 es una vista del extremo del elemento combustible, destacándose el conector para empalme del tubo flexible, emplazado entre la placa del soporte y una placa combustible externa.

La Fig. 11 muestra el conjunto formado por el elemento combustible instrumentado, el caño flexible que protege mecánicamente a las termocuplas hasta encima del nivel de agua de la piscina del reactor y la caja de conexiones termoeléctricas.

FIGURA 1

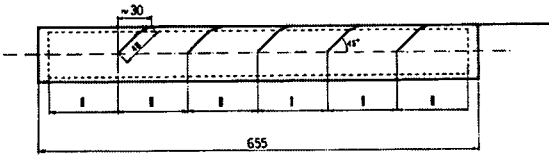


FIGURA 1

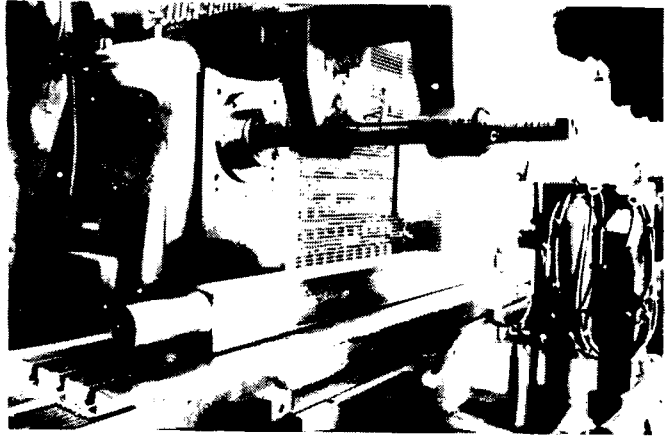


FIGURA 2

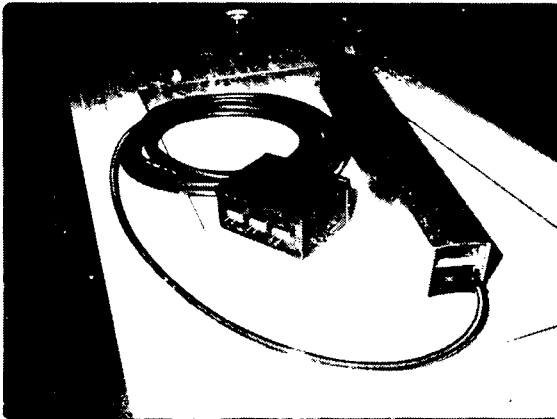


FIGURA 3

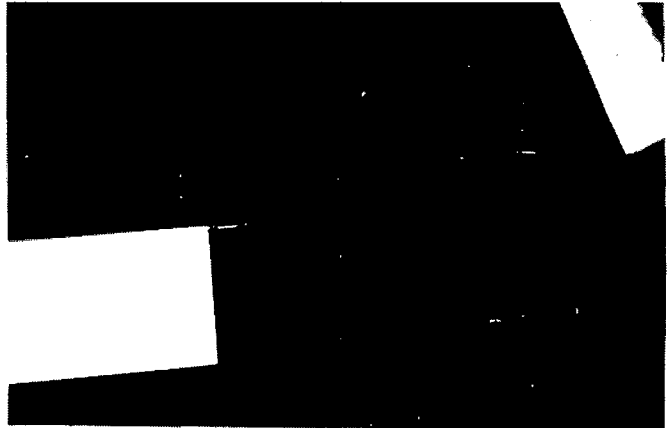


FIGURA 4

FIGURA 5

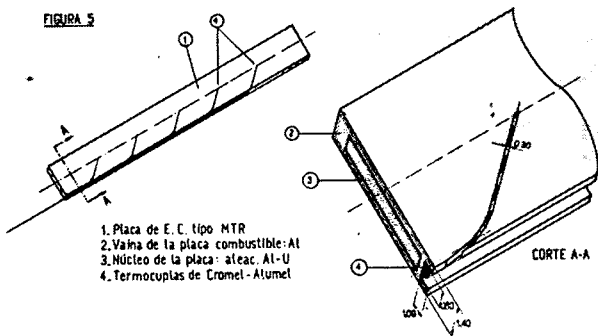
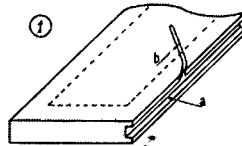
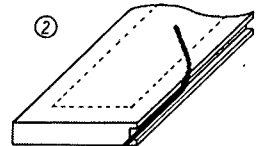


FIGURA 5

FIGURA 6 ENCLAVAMIENTO DE LAS TERMOCUPLAS



1 RANURADO		
	PROPUESTO	ADOPTADO
DEL BORDE 1a	MECANIZADO ELECTROEROSION	MECANIZADO
DE LA CARA 1b	MECANIZADO ELECTROEROSION	ELECTROEROSION



2 FIJACION DE TERMOCUPLAS		
	PROPUESTO	ADOPTADO
SOLDADURA BAJO PUNTO DE FUSION	SOLDADURA \checkmark APORTE	
SOLDADURA POR ULTRASONIDO		
SPRAY, POLVO AL.		SPRAY, POLVO AL.

FIGURA 6

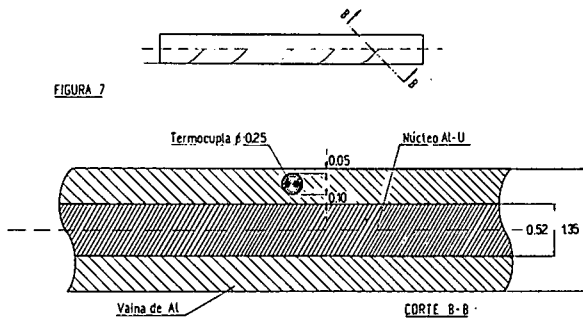


FIGURA 7

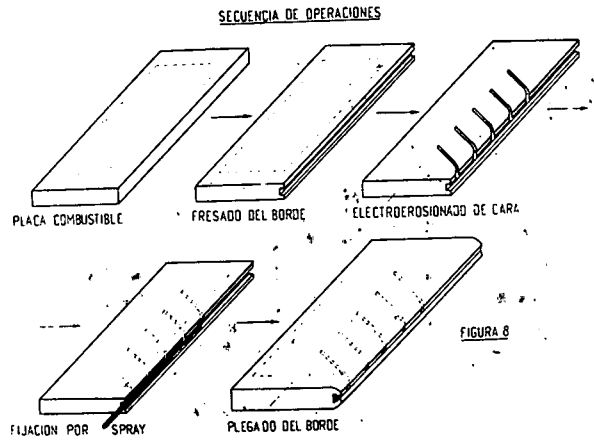


FIGURA 8

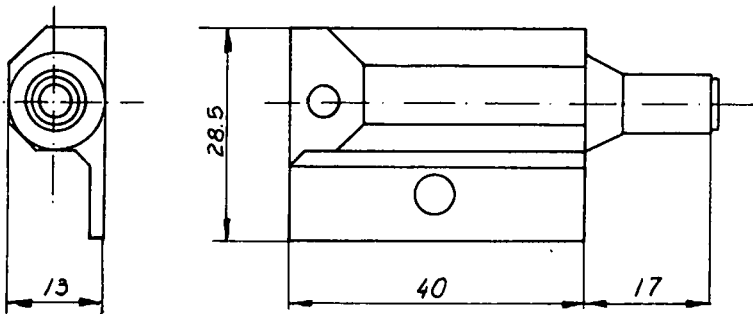


FIGURA 9

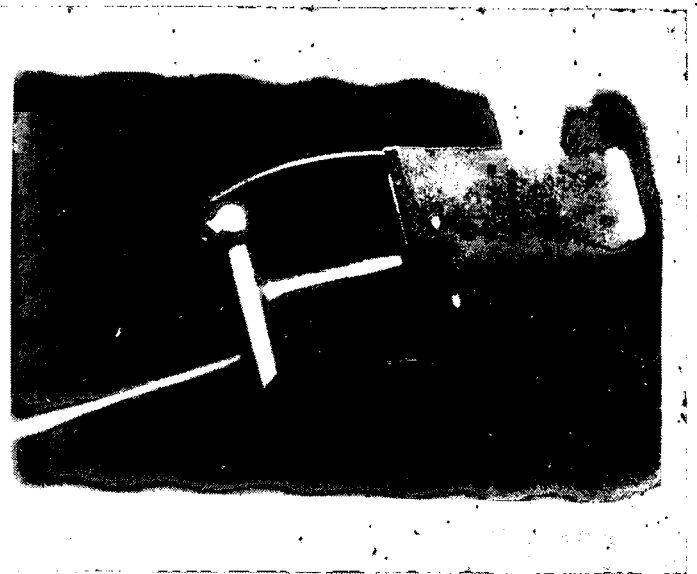


FIGURA 10

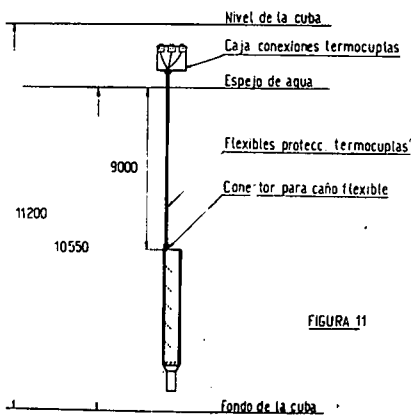


FIGURA 11

FIGURA 11