

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión ()

El Departamento de Radioisótopos ha desarrollado

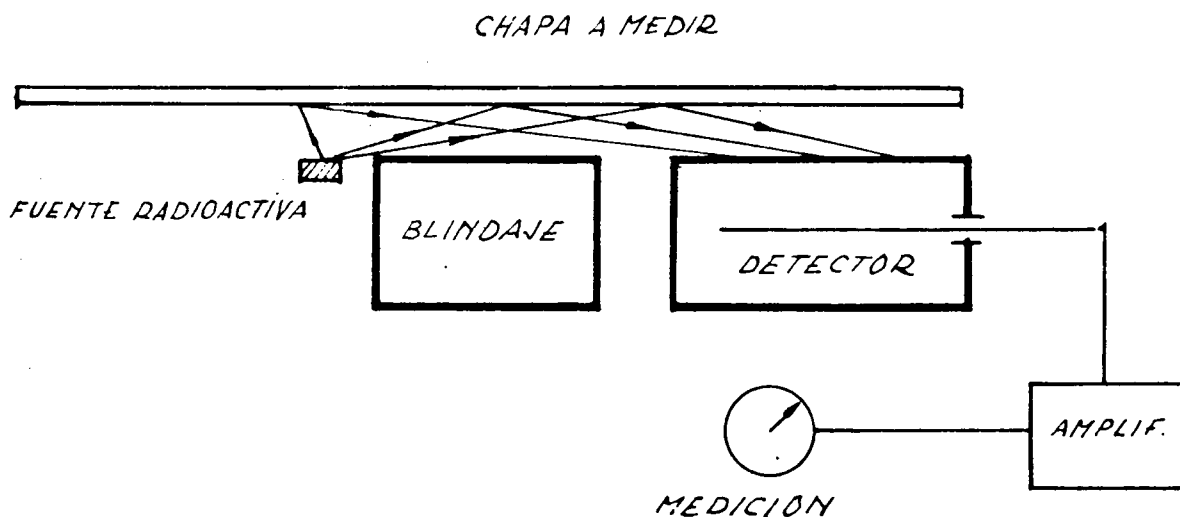
un sistema de reciente aplicación en la medición de espesores para diferentes materiales, mediante el empleo de radioisótopos.

En esencia se basa en la detección de la radiación reflejada o absorbida por esos materiales, la que depende del espesor. La medición por reflexión ("backscattering") ha sido experimentada, habiéndose alcanzado para diferentes materiales una exactitud en las medidas, acorde con las exigencias de los procesos industriales.

En esta técnica la fuente radiactiva se selecciona conforme al material que se desea medir, y se blindajea en forma adecuada para impedir que la radiación directa alcance al detector, el que acusará solamente variaciones del haz reflejado.

Esas variaciones son función de los cambios de espesor de la sustancia reflectora, y son acusadas por los aparatos de lectura en forma casi instantánea.

El siguiente esquema ilustra este proceso:



C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión (Cont.)

Como se observa durante la medición, se prescinde de todo contacto con el material, el cual puede hallarse en movimiento (trenes de laminación, fabricación del papel, etc.).

Dos ejemplos concretos aplicados a materiales totalmente distintos en su naturalidad, ilustrarán acerca del alcance y adaptabilidad de esta técnica.

Medición de acero: Se usa Co^{60} como fuente radioactiva. Los fotones que éste emite (1,33 y 1,17 MeV) son reflejados cuando inciden sobre un electrón libre o débilmente unido al átomo del material reflector.

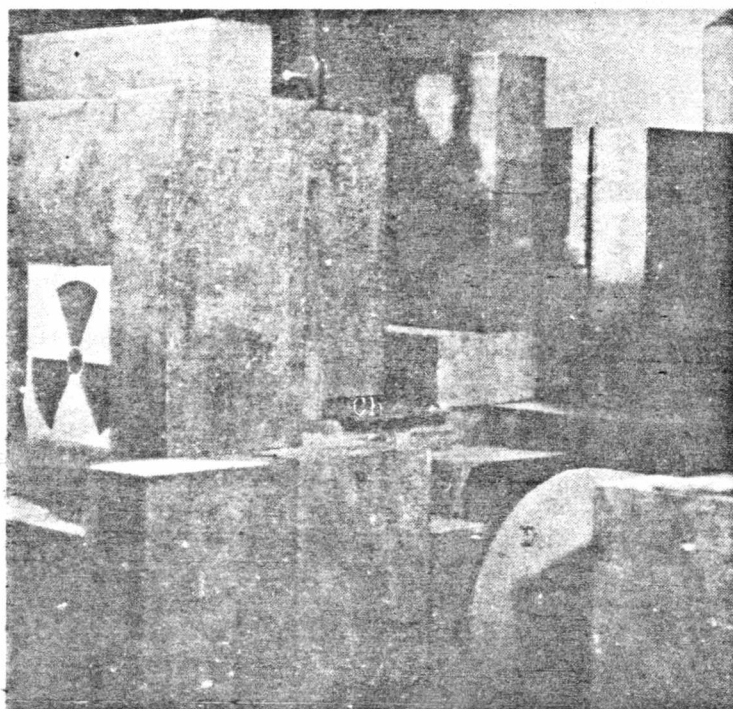
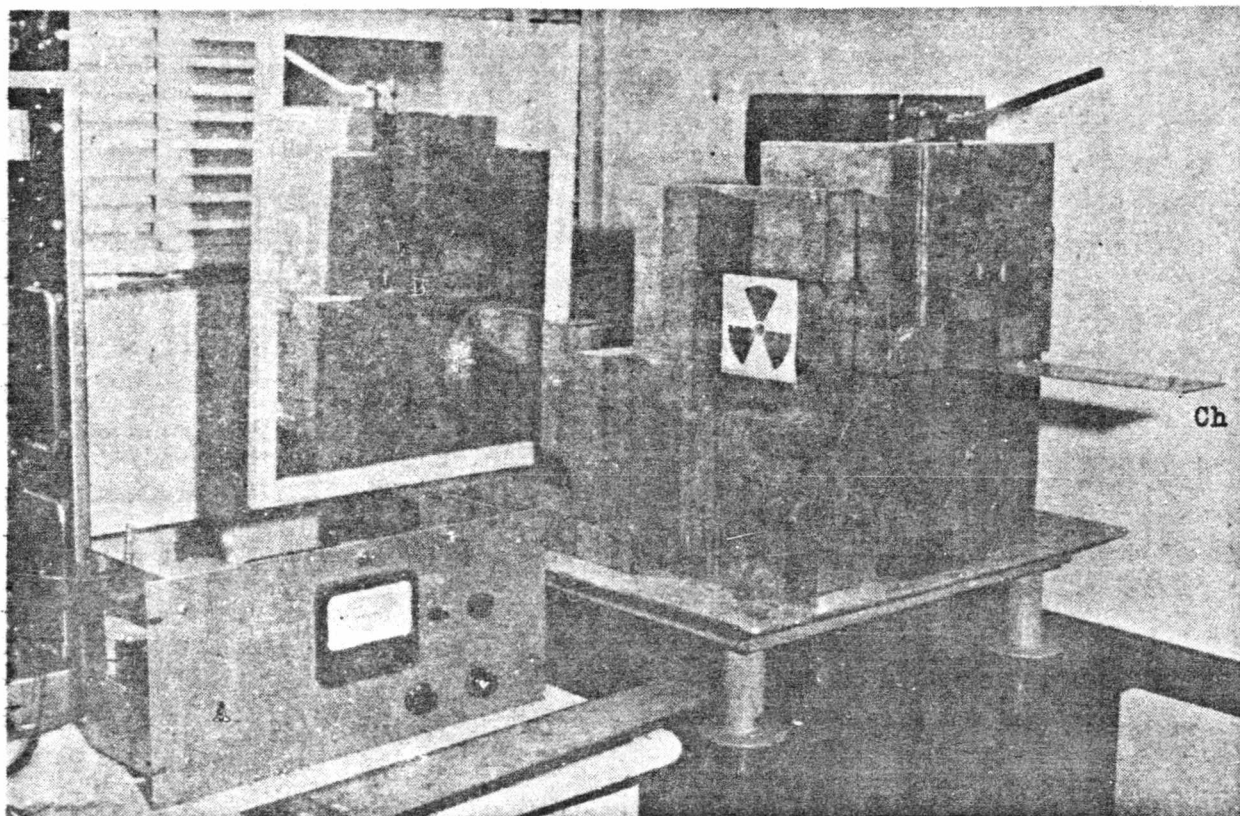
Cuanto mayor es el espesor, mayor es la probabilidad de choque y en conse - cuencia también crece el número de fotones desviados. Pero este aumento no es indefinido pues a cada choque va asociada una pérdida de energía del fotón primario y llegará un momento en que aquélla no sea suficiente como para que el rayo reflejado pueda emerger a través de la superficie y alcanzar el detector.

Este límite es para acero del orden de los 18 milímetros. Para mayores espesores se recurre al método de absorción.

El dispositivo empleado en los trabajos de experimentación puede verse en las siguientes fotografías, donde se han señalado las partes constitutivas importantes:

CIENCIA Y TECNICA

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión (Cont.)



- F - fuente radioactiva
- B - blindaje de plomo
- D - detector
- A - amplificador de corriente
- Ch- chapa a medir

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión () (Cont.)

meno es el ilustrado en el esquema de la Fig. N° 1, y los resultados obtenidos se resumen en el siguiente gráfico:

Esencialmente, el fenómeno

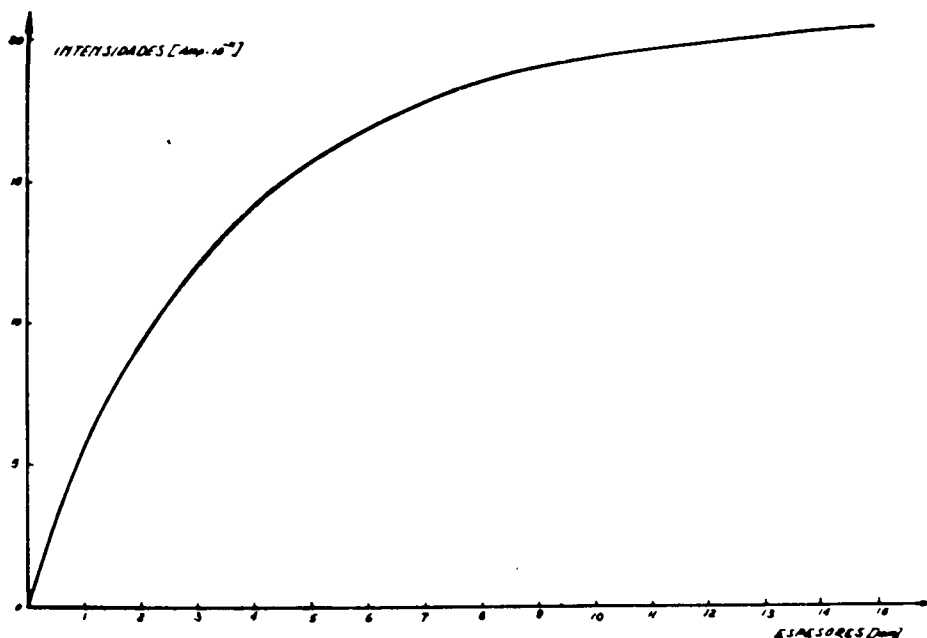


Fig. N° 2

El eje de ordenadas representa las intensidades de corriente leídas en amplificador, motivadas por la radiación ionizante al incidir sobre el detector (cámara de ionización), en tanto que el eje de las abscisas corresponde a los espesores de las chapas calibradas de acero.

El error relativo de las medidas será inversamente proporcional al espesor que se mide y a la pendiente de la curva en ese punto, y directamente proporcional a la oscilación de la aguja que estimamos en 1/4 de división. Denominando "e" al error, tendremos:

$$e = \frac{100 \cdot DI}{\frac{dI}{dx} \cdot x}$$

donde "x" es el espesor e "I" la función que lo vincula con la intensidad de corriente. "DI" es la oscilación de la aguja, supuesta pequeña.

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión γ (Cont.)

Esa función $I(x)$ deducida de los valores experimentales es del tipo:

$$I = A + B.e^{ax}$$

Donde A, B y "a" son constantes que pueden determinarse con los datos.

Para las condiciones de nuestro trabajo la función resultó:

$$(1) \quad I = 20,68 - 19,67.e^{-0,271.x}$$

Derivando se obtiene:

$$(2) \quad \frac{dI}{dx} = 19,67.0,271.e^{-0,271.x} = 5,3.e^{-0,271.x}$$

Estas expresiones nos permiten calcular el error relativo en función del espesor, que se representa en la siguiente curva:

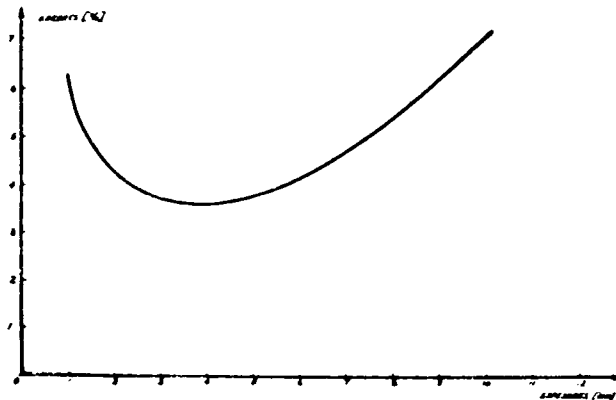


Fig. N° 3

En este ejemplo la máxima precisión se obtiene alrededor de los 4 mm. Para espesores menores de 1,5 mm. conviene usar la absorción beta que mejora notablemente la precisión. Para espesores mayores de 10 mm. se usa la absorción gamma.

Los resultados obtenidos se refieren a chapas sometidas a medición estática. En consecuencia el factor tiempo no ha sido considerado.

Para el caso de materiales en movimiento en los cuales por cualquier causa el espesor puede variar a lo largo de la longitud sometida a medición, es necesario que el instrumento dé una respuesta en un tiempo tal que nos permita conocer esas variaciones con el mínimo error.

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión X (Cont.)

A ese objeto los investigadores Owaki, Oshida e Hirohide Miwa, desarrollaron una fórmula que vincula el error total de una medición con todas las variables que lo determinan, entre ellas la constante de tiempo "T".

Derivando la expresión con respecto a esta última variable e igualándola a cero puede determinarse el valor de "T" que hace mínimo el error. Así obtuvieron que:

$$T^3 = \frac{i \cdot I}{(dI/dx)^2 \cdot (dx/dt)^2} \quad \text{donde:}$$

T = constante de tiempo, en segundos;

i = corriente en la cámara de ionización para el flujo de una partícula por segundo, expresada en Amp.seg.;

I = Intensidad en función del espesor en Amp.;

dx/dt es la variación de espesor en la unidad de tiempo en mm/seg.

Ubicándonos en una posible realización práctica nos concretaremos a la aplicación de esta fórmula para el caso de una laminación en caliente de flejes de acero bajo las siguientes condiciones:

x = espesor "standard" del fleje, 4 mm.

l = longitud del fleje, 12 m.

v = velocidad de traslación del fleje, 2 m/seg. y sea la variación de espesor admitida del 5%, es decir

dx = variación total de espesor, 0,2 mm.

Vamos a suponer que esta variación es lineal a lo largo de la longitud del fleje y es provocada por el enfriamiento gradual del mismo que lo hace cada vez más resistente a la deformación de los rodillos, como ilustra el siguiente esquema:

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión \ (Cont.)

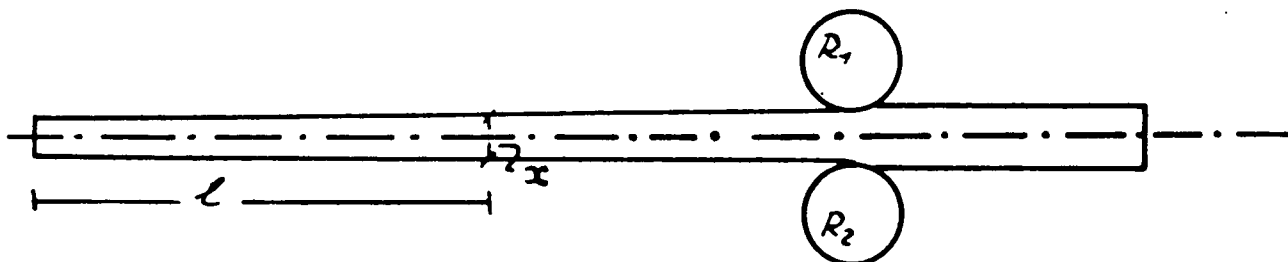


Fig. N° 4

$$x = x_0 - bl$$

$$\text{donde } b = 0,2/12.000$$

$$\text{Entonces } dx/dt = dx/dl \cdot dl/dt = b \cdot v$$

Si la variación de espesor obedeciera a otra ley, en general ésta podrá determinarse experimentalmente.

Aceptamos para "I" la expresión (1).

El valor de "i" hallado prácticamente resultó:

$$i = 0,55 \cdot 10^{-16} \text{ Amp.seg.}$$

Sustituyendo en la (3) para $x = 4 \text{ mm.}$

$$T^3 = 21,8 \times 10^{-3} \text{ seg}^3$$

$$T = 0,3 \text{ seg.}$$

En consecuencia un instrumento que nos dé la lectura en tres décimas de segundo nos da en las condiciones impuestas el menor error en la medición.

C I E N C I A Y T E C N I C A

Argentina - Medición de Espesores por Retrodispersión y (Cont.)

Medición de Celofán: En este caso se emplean fuentes de radiación beta de baja energía, pudiéndose también medir los espesores por reflexión y absorción en la forma que ilustran los siguientes esquemas:

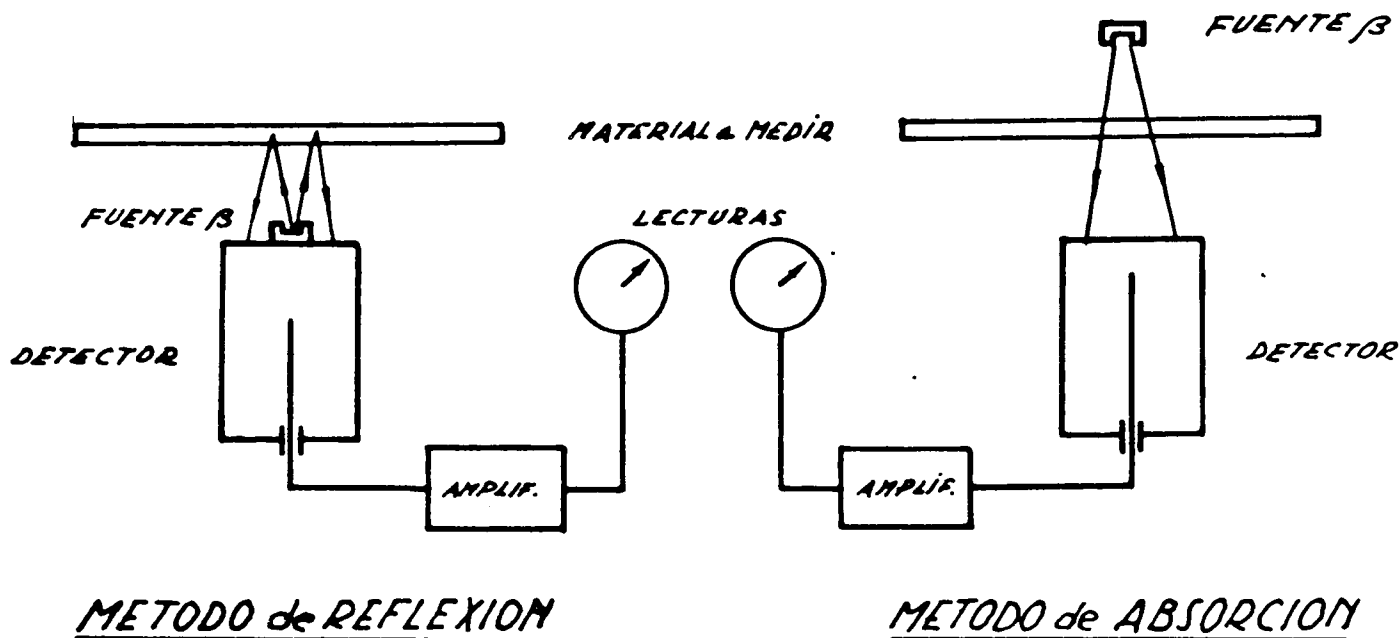


Fig. Nº 5

La precisión alcanzada en las experiencias fué de $1/4$ de micrón, es decir 0,00025 mm., para un espesor total de celofán de 25 micrones, siendo la lectura casi instantánea.

El error en las mediciones puede aún disminuirse por debajo del valor citado.

La instalación es más sencilla que la requerida por los emisores gamma en razón de la menor penetración y energía de las partículas beta, que hacen innecesario un gran blindaje de la fuente.

Alemania Occidental - Planta Piloto

Una vez completados los estudios teóricos y los trabajos de desarrollo para la producción de agua pesada, la Degussa de Francfort y la Uhe GmbH de Dortmund, erigirán una planta piloto.