

C.N.E.A. Biblioteca	
SERIE DE PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1980

07.80.09

421

CALIBRADOR DE SOLUCIONES RADIATIVAS

R.J. GILLEN - G.E. MAGGIO - J.G. GRAÑO

C.N.E.A.1.0.0. Introducción:

Cuando se emplea un generador isotópico de ^{99}Tc para efectuar diagnósticos médicos es necesario conocer la actividad de ^{99}Tc suministrada al paciente como así también la relación de actividades madre-hija.

Según normas internacionales la proporción entre ambos nucleídos debe ser 1000 a 1 para que los efectos del ^{99}Mo sobre el sujeto en estudio sean despreciables.

Con el fin de realizar este control se ha encarado el diseño y la construcción de un prototipo de calibrador de soluciones radiactivas constituido por una cámara de ionización y un medidor de bajas corrientes con presentación digital.

2.0.0. Método de medición:

La cámara de ionización utilizada es de simetría cilíndrica con una cavidad central en la que se introduce el frasco con la solución a calibrar.

Esta operación permite determinar las actividades sumadas de los nucleídos madre e hija. En realidad si la solución cumple con las normas el apor-

te de ^{99}Mo será insignificante con lo cual para todos los fines prácticos la lectura corresponderá a actividad de ^{99}mTc siendo esto precisamente lo que indica el instrumento en forma directa.

Posteriormente se mide la actividad de ^{99}Mo para lo cual se rodea a la muestra con un blindaje de plomo que atenúe la radiación proveniente del ^{99}mTc . Para efectuar la lectura se coloca el selector de nucleído en Mo (anteriormente estaba en Tc) indicándose en el visor la cantidad de μCi de dicho elemento.

El espesor del blindaje es de 5 mm representando 20 semiespesores para el Tc (radiación γ de 140 KeV), lo cual equivale a una atenuación de más de un millón de veces. En cambio para el Mo sólo representa una absorción de 38%, factor tenido en cuenta en la calibración del sistema.

2.1.0. Ensayos previos:

Con el fin de determinar la viabilidad del método propuesto y para calcular la sensibilidad del mismo se efectuaron un conjunto de ensayos preliminares con una cámara ya existente.

Se tomaron cinco muestras de Mo-Tc de distintas actividades separándose químicamente el tecnecio y midiéndose las muestras de molibdeno (que se consideraban puras) en la cámara. Inmediatamente se obtuvo un espectro de la muestra en un analizador multicanal verificándose que el contenido de ^{99}mTc era absolutamente despreciable.

Posteriormente se midió Tc extraído del generador isotópico. También en este caso se tomaron varias

muestras y se controlaron en el mismo multicanal, comprobándose que el contenido de ^{99}Mo era prácticamente nulo. Por último se contaminó una muestra de tecnecio cuya actividad había sido medida con otra de molibdeno, también de actividad conocida y 1000 veces menor que la primera. Se efectuaron dos mediciones en la cámara una con funda de plomo y otra sin ella.

Los valores así obtenidos fueron coincidentes con las lecturas correspondientes a las muestras puras.

Esta experiencia permitió extraer las siguientes conclusiones:

- A) - El blindaje usado era el adecuado.
- B) - La mínima actividad medible era de unos 20 uCi.
- C) - La relación corriente-actividad era aproximadamente lineal.

Estos ensayos permitieron comprobar que el método de medición era adecuado aún para una cámara de ionización sencilla como la utilizada en estas pruebas la cual además adolecía de falta de estabilidad a largo término, tal vez por no reunir las condiciones de hermeticidad necesarias.

3.0.0. Bases de Diseño:

Partiendo de la mínima actividad a medir y en base a la dosis recibida por la cámara para el radioisótopo considerado se determinó el volumen necesario para obtener una creciente salida mínima compatible con la sensibilidad del sistema de medición a utilizar. Esta corriente fue fijada en 0,1 pA para una actividad de 10 uCi de ^{99}Mo .

Las dimensiones que surgieron de este cálculo fueron un diámetro de 300 mm y una generatriz de 190 mm. El diámetro del pozo de medición está fijado por el frasco contenedor de la muestra resultando de 43 mm.

Si bien los cálculos iniciales se hicieron en base a una cámara que trabajaría a presión atmosférica, el diseño se hizo de tal forma que fuera hermética y provista de una válvula a través de la cual pudiera llenarse de gas a sobrepresión. De esta forma se podrán llevar a cabo ensayos con diversos gases y distintas presiones a fin de determinar si es conveniente trabajar de esta manera. Para ello se harán estudios de las modificaciones producidas en la sensibilidad, eficiencia y estabilidad de la cámara en función de la presión.

3.1.0. Detalles constructivos:

La figura 1 muestra una vista en corte de la cámara donde se aprecian las características de la misma.

La cubierta exterior es de acero 1.010 (SAE) incluyéndose en la misma el pozo para medición. La tapa circular está fijada por medio de 12 tornillos "Allen" asegurándose mediante un "O" ring la estanqueidad de la cámara. Esta tapa fija también a los conectores de señal y tensión los cuales son de tipo UHF. Para el caso en que se desee presurizar la cámara se ha diseñado otro conector especial capaz de trabajar a 3 Kg/cm^2 .

En el interior se observa una lámina aislante de teflón sobre la que está sujeta el electrodo central (electrodo de señal), el cual está constituido por una malla de cobre electrolítico de 0,1 mm. La parte superior del mismo está terminada en un anillo de cobre para otorgarle

rígidez mecánica al conjunto.

El electrodo de tensión se encuentra rodeado al pozo y aislado de la cubierta exterior por medio de anillos de teflón, estando conectado eléctricamente a un conjunto de anillos de plomo que actúan como blindaje externo.

El módulo que contiene al sistema de medición constituye una unidad funcional con la cámara, evitándose así el pasaje de conductores de señal exteriores al conjunto. Esto permite reducir al mínimo las posibilidades de captación de ruido por parte del equipo electrónico.

4.0.0. Medidor de Bajas Corrientes:

Se utilizó un amplificador operacional integrado cuyas características de fábrica lo hacen especialmente indicado para esta aplicación. Su corriente de polarización de entrada es sumamente baja siendo apto para trabajar con intensidades del orden del picoamper y menores.

La salida de este amplificador excita una segunda etapa en la cual se encuentran los elementos de ajuste que permiten calibrar el instrumento directamente en μCi de 99 Mo o bien en mCi de 99 mTc .

Por último la señal así obtenida se aplica a un conversor analógico-digital de $3.1/2$ dígitos leyéndose la información en un "display" LED de siete segmentos.

El sistema electrónico incluye además del medidor una fuente de polarización estabilizada para la cámara.

5.0.0. Conclusiones:

La cámara fue sometida a ensayos de linealidad y estabilidad, utilizándose diversos radioisótopos con ese fin. En la figura 2 se observa un gráfico de corriente en función de la actividad para ^{99m}Tc , en el que se comprueba que existe una relación lineal entre ambas.

Para comprobar la estabilidad se realizaron una serie de mediciones con ^{137}Cs obteniéndose resultados satisfactorios.

Se estudia la posibilidad de construir un segundo prototipo en el cual se volcará toda la experiencia obtenida en el presente desarrollo para efectuar en el mismo un definitivo ajuste de parámetros.

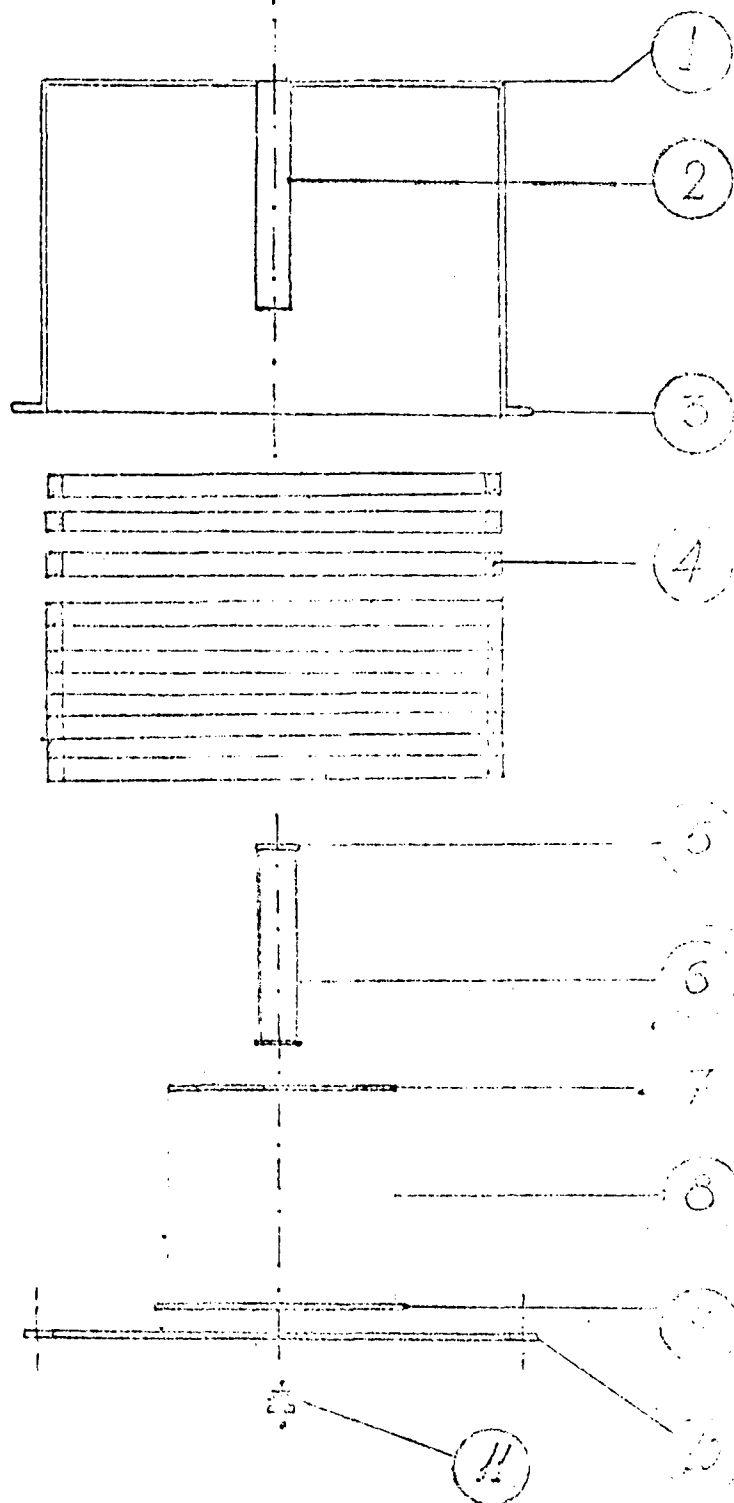


Fig. 1 Despiece de la cámara

- | | |
|--------------------------------------|------------------------------|
| 1) Cubierta exterior | 2) Pozo |
| 3) Brida exterior | 4) Anillos de plomo |
| 5) Anillo de teflón | 6) Electrodo de polarización |
| 7) Anillo de cobre | 8) Malla de cobre |
| 9) Base de teflón | 10) Tapa inferior |
| 11) Conectores de tensión y medición | |

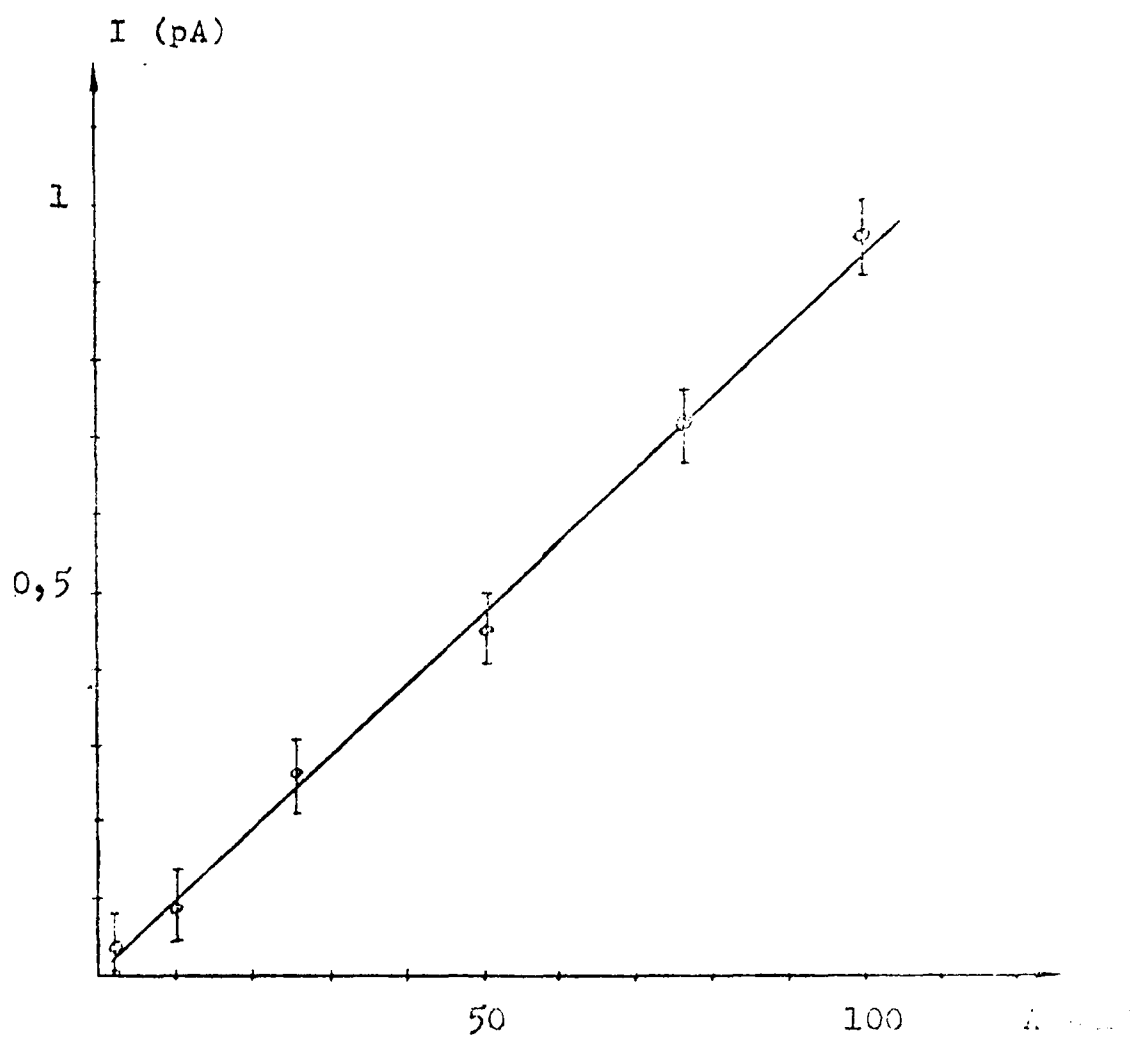


Fig. 2 Corriente en función de actividad para ^{224}Ac .
(La presente curva fue obtenida por la División Metrología de Isótopos)