

MONTAJE OPTIMIZADO DE UN SISTEMA DE  
ESPECTROSCOPIA MOSSBAUER

por

GINO VALCONI

RESUMEN. -

Se describe un sistema de espectroscopia Mossbauer, donde se trata de optimizar el tiempo de recolección de los espectros, la contribución de ruido al conteo y la eficiencia desde el punto de vista del coeficiente de absorción.

Estas mejoras se encuentran en uso en la actualidad con una excelente respuesta. El artículo incluye estas y sus resultados.

## INTRODUCCION

Debido al largo tiempo que toma en espectroscopia Mossbauer recolectar un espectro con una estadística confiable, lo cual a la vez trae a colación la necesidad de un sistema muy estable durante el tiempo de conteo; sobre todo en países en vías de desarrollo donde la ausencia de energía eléctrica es muy común, se hace necesario buscar la forma de reducir dicho tiempo.

Por otro lado se hace necesario mejorar a la vez la eficiencia de conteo aumentando el coeficiente de absorción, lo cual reduce el número de cuentas necesario para una estadística confiable.

En este artículo se trata de describir una forma simple de disminuir el tiempo de conteo y mejorar la eficiencia del sistema con el equipo de que disponemos, y el compromiso entre estos y la electrónica envuelta.

### DESCRIPCION DEL SISTEMA

La mayoría de los sistemas de espectroscopia Mossbauer están compuestos, como muestra la figura 1, por un generador de ondas acoplado a un sistema de manejo (DRIVE SYSTEM) electromagnético, muy similar a una bocina acústica donde va montada la fuente Radiactiva. Consta además de un sistema de detección convencional con preamplificador, amplificador, de conformación de pulso, analizador monocanal, analizador multicanal y una computadora con gran capacidad de memoria para trabajar los espectros obtenidos en el MCA.

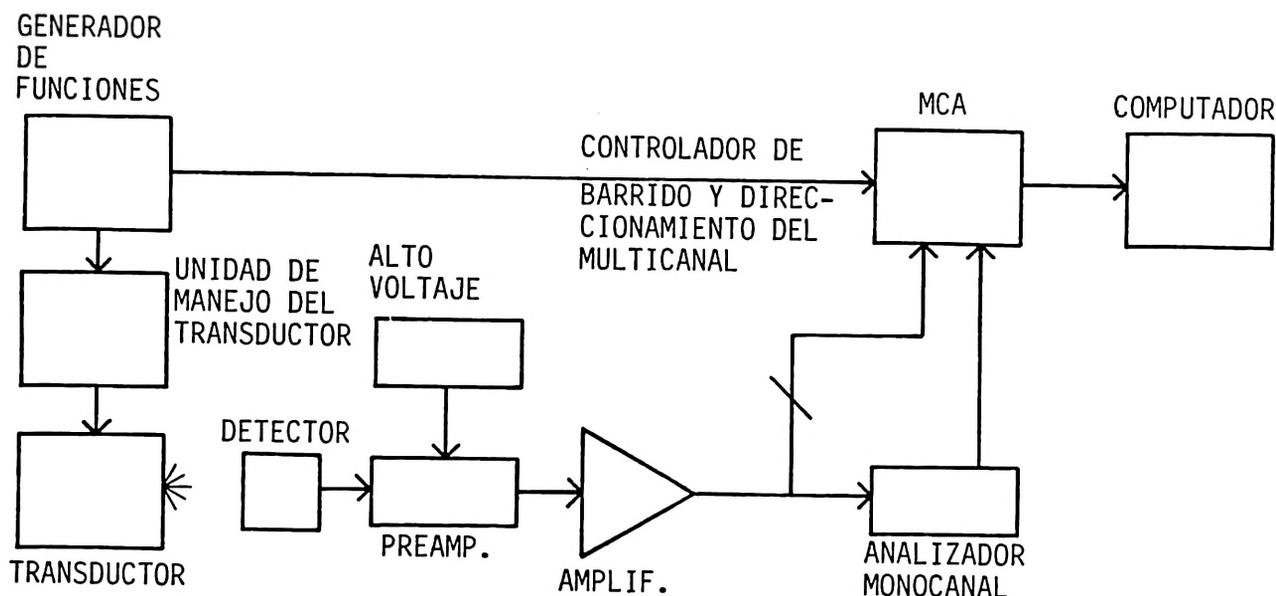


Fig. 1

### DIAGRAMA EN BLOQUE DE UN SISTEMA DE ESPECTROSCOPIA MOSSBAUER

A diferencia de otros sistemas de espectroscopia, aquí no se hace análisis de altura de pulsos (PHA) (aunque se necesita como etapa previa) sino que se hace análisis barrido en múltiples canales (MCS), transformándose la energía de los picos de absorción por su equivalente en velocidades; esto implica que el movimiento del transductor debe estar sincronizado con el barrido de canales del MCA, lo cual podría darse de la siguiente forma: una unidad que podría fijar su base de tiempo mediante un cristal de cuarzo, provee los pulsos lógicos para controlar el periodo del generador de ondas y después de una adecuada división temporal en los pulsos, controla el direccionamiento (addressing) en el MCA.

Una vez lograda la sincronización, uno de tres diferentes modos de movimiento del transductor, es empleado: doble rampa simétrica, rampa simple y finalmente sinusoidal.

El primero de estos modos es probablemente el mas usado; este produce un espectro doble, donde uno es la imagen del otro, con una relacion (velocidad/canal) constante y buena linealidad sobre el rango de barrido. Las mejoras tanto en la señal como en la linealidad pueden ambas ser logradas "doblando" (folding) el espectro mediante el uso de un programa de computador apropiado; lo cual a su vez reduce la necesidad de un elevado numero de cuentas.

La otra forma de atacar el problema es con un tratamiento adecuado de la señal del detector lo cual describimos con mas detalle a continuacion.

Una de las principales causas de un conteo bajo del MCA, se debe, en caso de tener una fuente radiactiva bastante activa (50m Curios por ejemplo), a un tiempo muerto del Convertidor Analógico Digital (ADC) elevado.

Si este se debe a la señal que queremos analizar y no es posible disponer de un ADC mas rapido, tenemos pues que conformarnos, pues nos encontramos en el limite del sistema; por suerte en la mayoria de los casos no se debe a eso sino a señales espurias (ruido), a un ancho de pulso que no es adecuado, etc.

En nuestro laboratorio hemos encontrado los siguientes resultados; reduciendo el ancho (SHAPING) del pulso de salida del amplificador a 0.5 micro seg., disminuye el tiempo muerto del ADC, lo cual es lo que buscamos, pero como es necesario al mismo tiempo el pulso de salida (TTL) del analizador monocanal para poder discriminar el pico de interes en el histograma del MCA, nos topamos con el siguiente problema: el pulso de SCA es tambien de unos 0.5 micro seg. de ancho y es generado por el pulso de salida (analógico) de amplificador, lo cual significa que se encuentra atrasado en el tiempo con respecto al primero. Ver fig. 2, y por lo tanto el MCA no contaria ningun pulso pues no estaria presente al mismo tiempo la señal de SCA para habilitar la entrada del ADC.

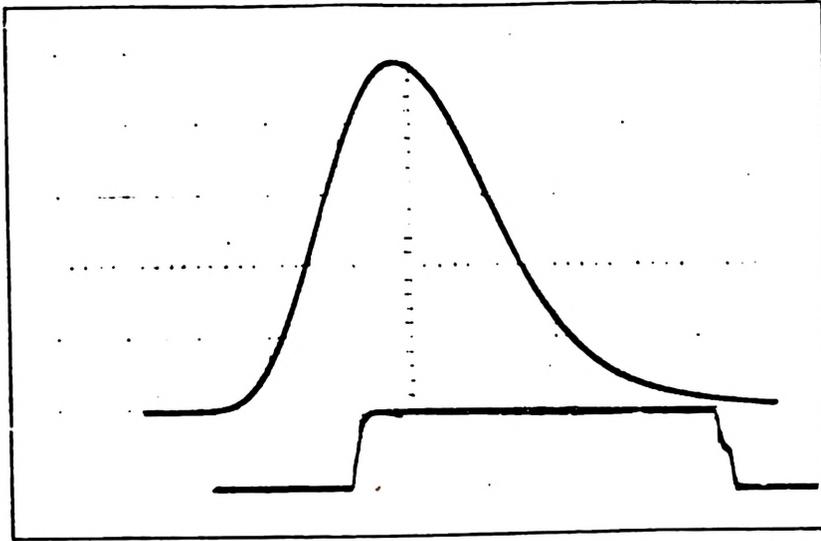


Fig. 2

PULSOS DE AMP. Y TSCA DE ANCHURAS SIMILARES DONDE EL PULSO DEL TSCA SE ENCUENTRA ATRASADO EN EL TIEMPO.

Debido al compromiso que se presenta anteriormente, la tendencia seria de nuevo aumentar el ancho del pulso del amplificador, lo cual tampoco seria la solucion adecuada (ver fig.-3) pues no estaríamos discriminando en el tope del pulso, y el histograma original (ver fig.4) se deformaria anchandose el pico mossbauer desplazandose de su posicion y disminuyendo el conteo (ver fig.5) y comparar con (fig.7)

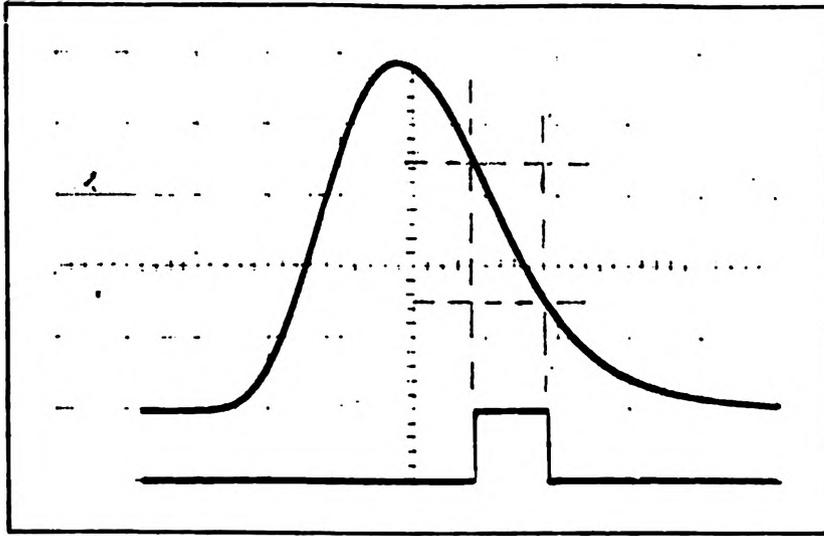


Fig. 3

PULSO DE AMP. Y TSCA DE DIFERENTE ANCHO DONDE EL PULSO DEL TSCA SE ENCUENTRA ATRASADO EN EL TIEMPO.

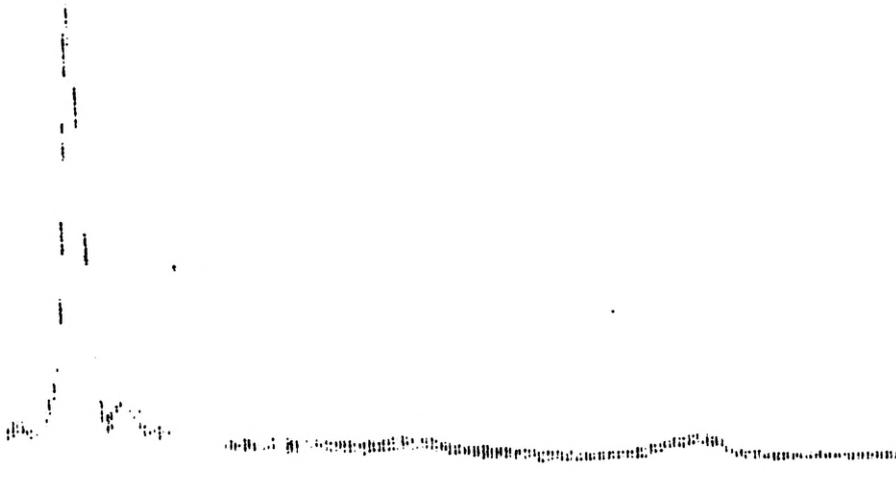


Fig. 4

HISTOGRAMA RESULTANTE DE UNA FUENTE DE CO-60 CON GANANCIA ADECUADA DEL AMPLIFICADOR

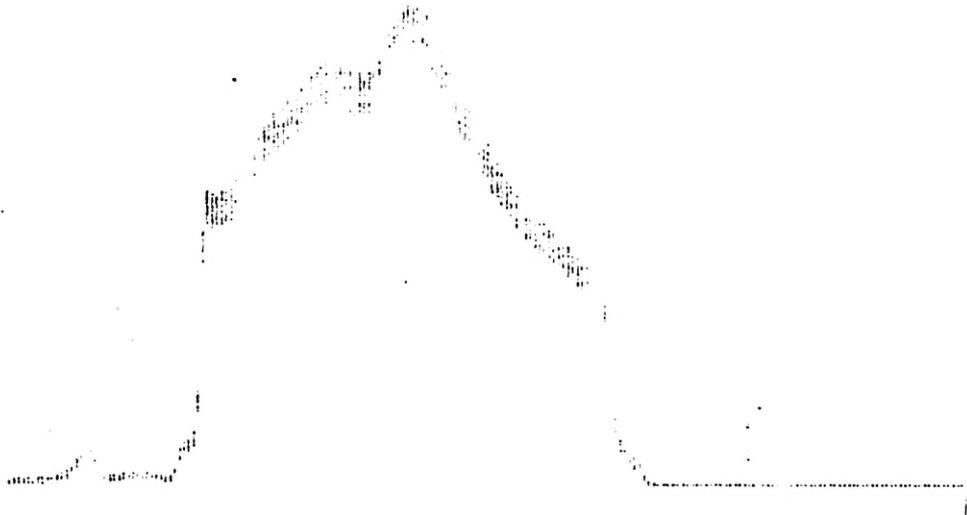


Fig. 5

**PICO MOSSBAUER DEFORMADO, POR COINCIDENCIA TEMPORAL INADECUADA DE LOS PULSOS DE AMP. Y DEL TSCA.**

Una solución del problema podría ser utilizar un segundo amplificador en paralelo con el anterior, que retrase la señal, (ver fig. 6a y 6b) con lo cual el pulso del amplificador con retraso (Delay) y el pulso del TSCA llegarían al mismo tiempo al ADC. Para esto los amplificadores, se les debe dar exactamente la misma ganancia con la ayuda de un pulser y un buen osciloscopio. Conseguido esto podemos utilizar ahora una señal del amplificador, de 0.5 micro seg., e incluso menor, pero teniendo presente los problemas de JITTER, si reducimos demasiado el ancho del pulso. La solución anterior nos permita también estrechar más la zona de interés a estudiar en el histograma, (ver fig. 7) que permite eliminar más todavía las señales espúreas y mejorar el coeficiente de absorción.

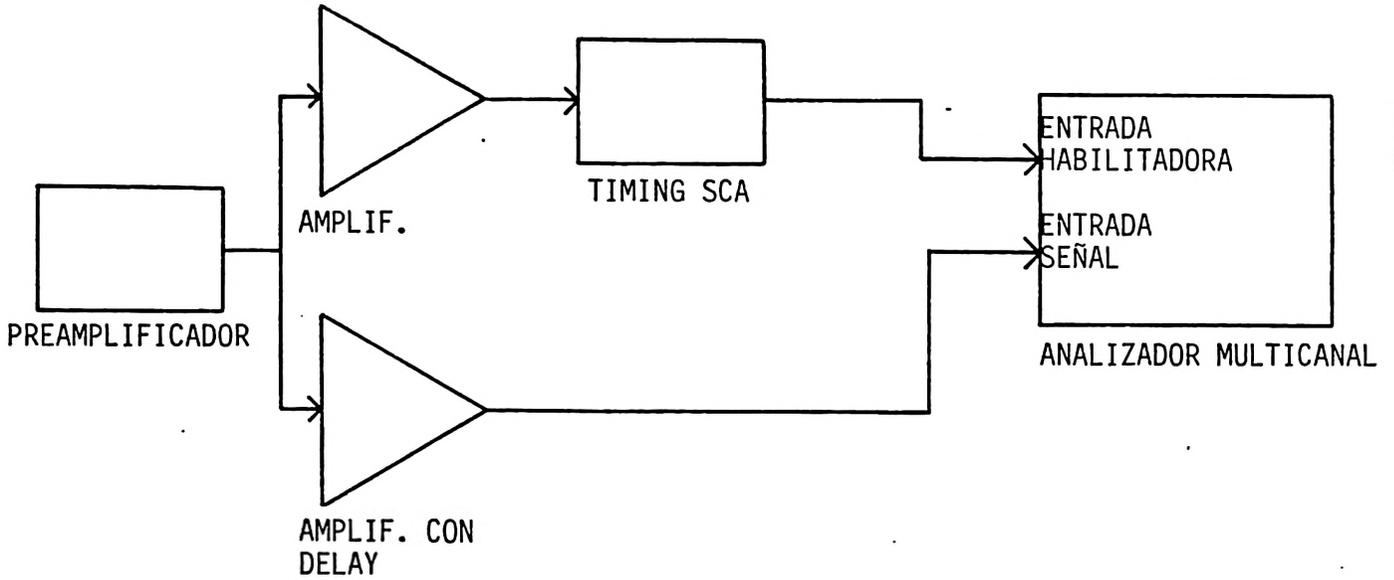


FIG. 6-a

USO DE UN SEGUNDO AMPLIFIC. CON DELAY PARA LOGRAR COINCIDENCIA TEMPORAL DE LOS PULSOS PROVENIENTES DEL AMPLIF. Y EL TSCA.

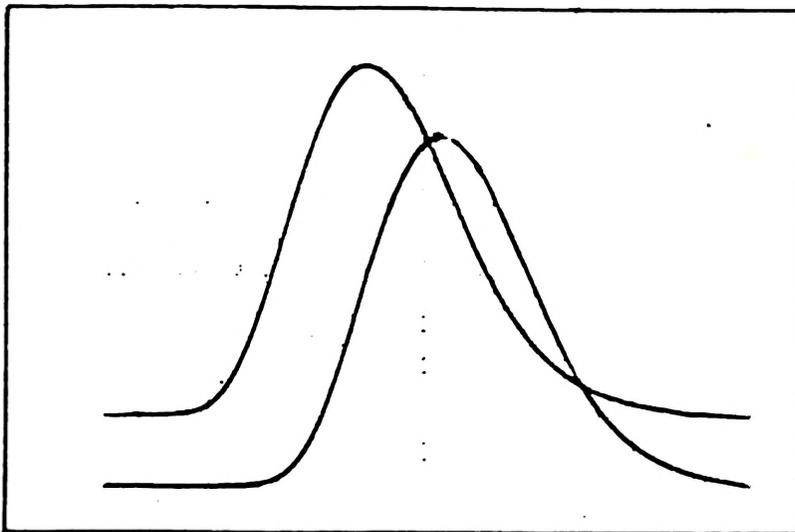


Fig. 6-b

SEÑALES DE LOS AMPLIFICADORES, DONDE SE PUEDE NOTAR EL RETRAZO DE UNA DE LAS SEÑALES RESPECTO A LA OTRA.

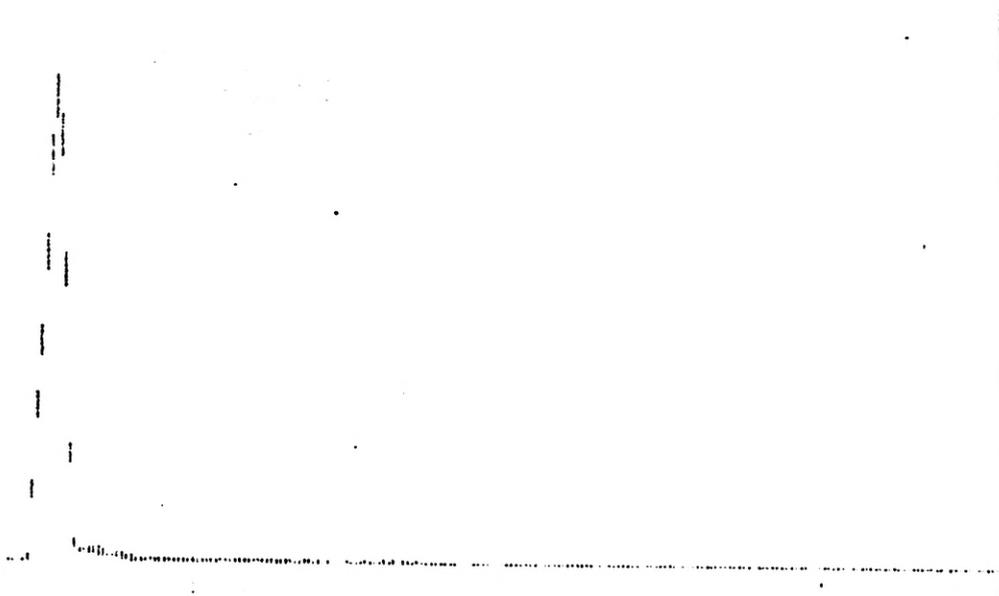
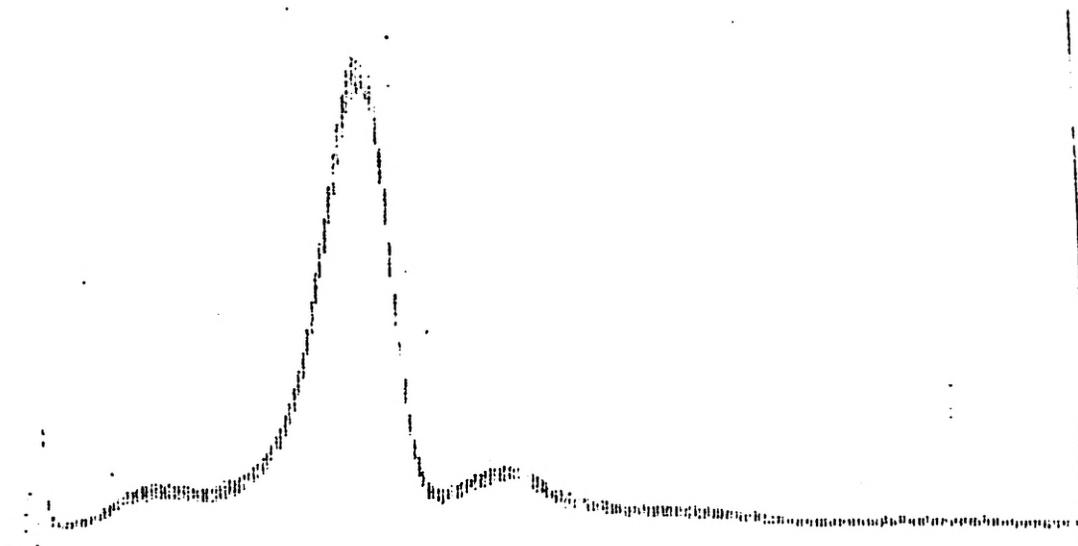


Fig. 7

HISTOGRAMA, DONDE SE HA DESCRIMINADO EL PICO INTERES  
(PICO DE 24 KEV).-

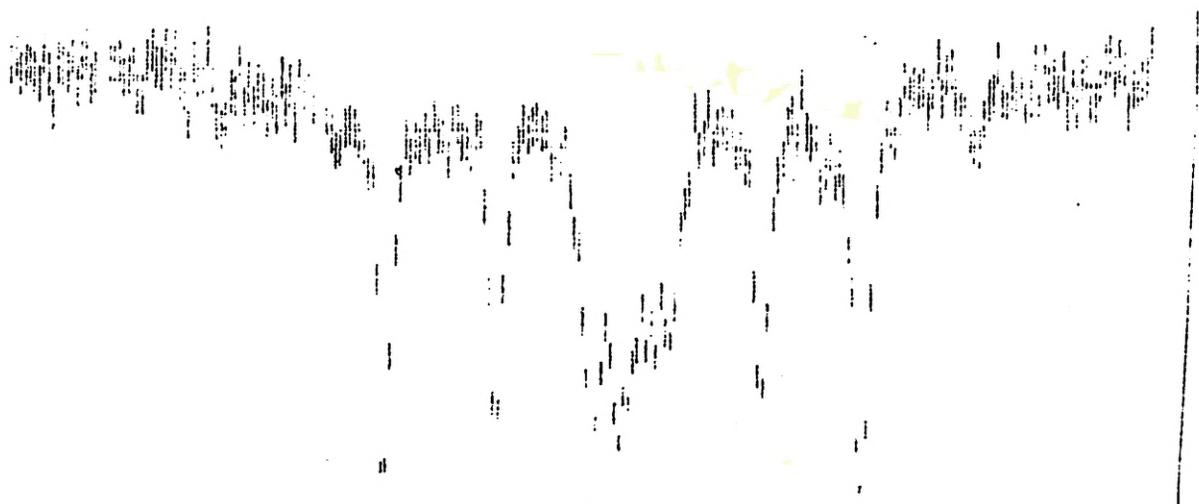
Aunque si bien es cierto que con lo expuesto anteriormente logramos disminuir bastante el tiempo muerto del ADC y por consiguiente aumentar el conteo efectivo de la señal de interés, todavía es posible mejorarlo, reduciendo la señal espúrea, que comprende el área de la base del pico discriminado, lo cual podría en algunos casos, hasta triplicar el tiempo muerto del ADC, para resolver esto es una buena práctica reducir lo más posible la ganancia del amplificador, para colocar el pico mossbauer entre los canales 10 y 26 del MCA con un ancho aproximado de 6 canales (FWHM). Ver fig. 8 y comparaa con fig. 4.

Una vez hecho lo anterior solo nos queda conectar la salida del TSCA cuyos pulsos corresponden al pico discriminado, a la entrada de señal del MCA, poner este en modo MCSR (MULTICHANNEL SCALING REPETITIVE) y coleccionar un espectro que para una muestra de sulfuro de hierro por ejemplo, podría lucir como muestra la fig. 9.



**Fig. 8**

**HISTOGRAMA DONDE MUESTRA EL PICO MOSSBAUER  
CON EXCESIVA GANANCIA DEL AMPLIFICADOR.-**



**Fig. 9**

**ESPECTRO MOSSBAUER DE SULFURO DE HIERRO**

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos por nosotros fueron utilizando los siguientes equipos:

- Generador de Funciones WISELL - DFG 1000
- Unidad de manejo de Mossbauer HALDER MR - 250
- Transductor HALDER MA - 250
- TSCA camberra 2035-A
- HV Power Supply camberra 3105
- Amplificadores camberra 2022 y 2022-4
- Preamplificador camberra 2006
- MCA camberra S-30
- MCA camberra S-35+

Pero estos pueden ser extrapolados a cualquier otro tipo, de equipo con algunas correcciones de lugar, entre las cuales podremos citar el uso de un alto voltage adecuado que no necesariamente debe corresponder con las especificaciones del fabricante, pues la eficiencia del detector cambia con el tiempo.

BIBLIOGRAFIA

- Manual equipo WISSEL - DFG 1000
- Manual equipo HALDER MR - 250 Y MA - 250
- Manual equipo Camberra 2035 - A
- Manual equipo Camberra 2022 y 2022 - 4
- Manual equipo Camberra MCA S - 30 y S - 35+