

INSTRUMENTACION

INFORMES DE TRABAJO

El Fotómetro integrador del Observatorio de La Plata

H. O. GONZÁLEZ FERRO

Observatorio Astronómico, La Plata

Para aclarar las ventajas del integrador, se compararán entre sí los dos métodos que se usan comunmente en fotometría foteoeléctrica. Ellos son:

Registro directo. Un cierto porcentaje de los fotones que inciden sobre el fotocátodo de la fotomultiplicadora producen en sus terminales de salida pulsos de corriente muy breves, cada uno de los cuales contiene una cantidad de carga eléctrica aproximadamente constante, que llamaremos e . Si registramos esa corriente con un sistema que posea una constante de tiempo t mucho mayor que el intervalo entre pulsos, obtendremos una línea que presentará, alrededor del valor medio i_0 , desviaciones de una amplitud relativa

$$\frac{\text{Desviación media cuadrática}}{\text{Valor medio}} = (2t \cdot i_0/e)^{-1/2}$$

Integradores. Tanto los analógicos como los digitales, dan directamente el valor medio de la corriente durante un cierto intervalo de tiempo, con un error

$$\frac{\text{Error medio cuadrático}}{\text{Valor medio}} = (T \cdot i_0/e)^{-1/2}$$

donde T = tiempo de integración.

Se puede demostrar que con la forma de trabajo usual o sea integrando "a ojo" la parte horizontal del registro en el primer caso, el integrador produce una disminución del error comprendida entre 1,2 y 1,7 veces, ahorra algo de tiempo, y sobre todo no exige *procesamiento posterior* del resultado ni *estimaciones subjetivas*, punto este último muy importante.

Su único inconveniente reside en la necesidad de incorporar al sistema un dispositivo automático y exacto de control de tiempo. Pero esto es compensado, en el caso de los integradores analógicos, por el hecho de que los requisitos de estabilidad de cero y de linealidad del amplificador son mucho menores.

Las técnicas de *Integración Digital* requieren circuitos algo más complejos. En ciertas circunstancias muy especiales pueden reducir algo el ruido generado por la fotomultiplicadora.

Otro punto importante a considerar al comparar los sistemas es su posibilidad de adaptarlos al registro digital de los datos, para que puedan ser alimentados directamente a una computadora.

El sistema de registro directo es completamente inadecuado, ya que exige el agregado de algún tipo de integrador, sistema de tiempo y conversor analógico-digital.

El integrador analógico es muy adecuado: sólo debe agregarse el conversor analógico-digital.

El integrador digital es tal vez el más conveniente para este fin, ya que su salida puede conectarse directamente a un registrador digital.

— ° —

El equipo usado actualmente en La Plata consta de las siguientes partes:

- Una fotomultiplicadora montada en el foco del telescopio, con refrigeración, filtros, diafragmas y ocular para calar.
- Fuente de alta tensión para la fotomultiplicadora.
- Fuente de alimentación para el resto del equipo.
- Circuito integrador, formado por un amplificador a válvulas, capacitores de integración seleccionables manualmente para cambiar la sensibilidad en pasos de 2^m5 , y atenuador de salida ajustable en pasos de 0^m5 .
- Registrador de salida, sobre banda de papel.
- Unidad de comando que realiza las siguientes funciones básicas:

Como fotómetro:

Cuando se oprime un botón, conecta el integrador. Transcurrido un tiempo prefijado (se puede elegir entre 5 valores), la integración termina, pero la salida se mantiene en el nivel alcanzado algunos segundos, para permitir la lectura. Luego la aguja vuelve a cero, quedando todo en reposo, o iniciándose automáticamente otro ciclo.

Como exposímetro: (ver más detalles de esta función en el último párrafo)

Integra la corriente de entrada hasta que la carga acumulada alcanza cierto nivel. El capacitor es entonces descargado automáticamente y el proceso se reinicia. Un contador instalado en el frente indica el número de veces que se realiza el ciclo: la cifra indicada, multiplicada por la cantidad de luz

correspondiente a cada carga del capacitor, nos da la cantidad de luz total.

Especificaciones del integrador actual. La sensibilidad es ajustable en pasos de 0^m5 entre 0 y 12,5 magnitudes instrumentales. (Llamamos magnitud instrumental a la indicación que da el instrumento calibrado en magnitudes pero con un cero arbitrario. Debe sumarse un valor comprendido entre cero y 1^m5 para obtener el valor real correspondiente a la estrella.)

Definimos como sensibilidad máxima aquella a la cual el instrumento sufre una pérdida de linealidad (debido a que por sus fugas internas deja de ser un integrador perfecto) del 1%.

Esa sensibilidad máxima corresponde a magnitud instrumental 12,1 a plena escala con un tiempo de integración de 14 segundos. Esa es la señal producida por una estrella de magnitud visual 13^m7 con el filtro V y una fotomultiplicadora 1P21 alimentada con 900 V.

Tolerando una deflexión de sólo 25 mm en el registrador y usando una tensión de alimentación mayor se llega fácilmente a una magnitud visual de 17^m .

Además, con tiempos de integración mayores y corrigiendo el error por alinealidad así resultante y/o tolerando un error mayor, se aumenta la sensibilidad 2 ó 3 magnitudes más.

Es necesario aclarar que las sensibilidades mayores no se han podido usar debido a la imposibilidad de ver la estrella para calar.

Precisión. La linealidad dentro de cada rango es mejor que ± 3 milésimos de magnitud.

El error de los atenuadores es inferior a ± 3 milésimos de magnitud, salvo en la posición de mayor sensibilidad del atenuador de 2^m5 por paso, donde sólo se garantizan ± 13 milésimos de magnitud.

El error de la base de tiempo es menor que $\pm \frac{1}{2}$ milésimo de magnitud cuando trabaja sincronizada con un reloj externo de por lo menos esa precisión.

A continuación se compara la importancia de los distintos factores perturbadores en relación con la corriente producida por una estrella de magnitud 13^m1 con filtro V.

	Corriente con 900 V de alimentación	
Señal de la estrella	2,2	10^{-10} A
Corriente de fuga del amplificador	5	10^{-13} A
Corriente de oscuridad de la fotomultiplicadora refrigerada con hielo seco	1	10^{-12} A
Brillo del cielo (21 mag/seg ² con diafragma de 14")	2	10^{-11} A

Al comparar las medidas realizadas sobre una misma estrella en distintas noches, observada 2 á 4 veces cada noche, se encuentra que los valores correspondientes a los promedios diarios tienen errores con una dispersión aproximadamente Gaussiana y con un valor medio inferior al 1%. Este error parece ser independiente del brillo de la estrella, por lo menos hasta magnitud 7. Y es seguramente debido a problemas del cielo, al menos en su mayor parte.

El exposímetro. Es posible usar el integrador del fotómetro para ahorrar mucho tiempo en la toma de espectros y fotografías.

Normalmente, debido a variaciones en la transparencia atmosférica y a otros motivos, se pierden muchas placas por sobreexposición o subexposición, lo que puede significar muchas horas si se están observando objetos débiles. Este problema es especialmente importante en lugares de cielo de pobres características como La Plata.

Disponiendo de un instrumento que indique continuamente la cantidad total de luz recibida por la placa, puede interrumpirse la exposición en su valor exacto, independientemente de cualquier variación en la transparencia atmosférica, errores de guiado o aún interrupciones accidentales.

Dicho instrumento (que está casi terminado) tomará parte de la luz que ha pasado por la ranura del espectrografo y la enviará a la fotomultiplicadora del fotómetro. En el circuito de éste se introduce un cambio que permite que los tiempos de integración puedan ser de pocos segundos o de varias horas. El total de luz recibido en cualquier momento está dado numéricamente por un contador mecánico.

— Gadsden, M.; Some statistical properties of pulses from photomultipliers, Applied Optics, Vol. 4, N° 11, Nov. 1965.

El Espectroheliógrafo del Observatorio de Física Cósmica de San Miguel

J. SEIBOLD S. I. Y T. PANETH S. I.

Observatorio de Física Cósmica, San Miguel

El espectroheliógrafo de San Miguel (cfr. Inf. Bull. South. Hem. N° 15) ha comenzado a operar en marzo del presente año. Presentaremos aquí únicamente una breve descripción del mismo.

El instrumento ha sido diseñado por el Dr. M. Miller S. I. y construido por la American Optical Company (U.S.A.); está instalado en una torre de hormigón protegida por un segundo edificio (ver figura).

A 12,50 m del suelo, protegido por una cúpula co-rediza, se encuentra el celóstato sistema Lippmann, compuesto por dos espejos planos de 405 mm de diámetro.

El telescopio en sí es un sistema gregoriano fuera de eje. Su primario es parabólico de 305 mm de diámetro y su secundario es elíptico de 203 mm. La distancia focal equivalente del sistema es de 7320 mm y da una imagen del sol de unos 68 mm sobre la rendija del espectrografo.

El espectroheliógrafo cuenta con monocromador tipo Lyot centrado en la línea H-alfa que se utiliza como equipo auxiliar de patrullaje y para elegir la zona de la cual se quiere obtener el espectro.

El espectrografo propiamente dicho está ubicado dentro de un tanque en el cual se puede hacer un vacío del orden de los 5 mm de Hg. Consta de dos espejos colima-