

PLANIMETRO AUTOMATICO PARA MAGNETOMETRIA TERRESTRE

J. Martínez Guerrero* y Eduardo Salyano**

RESUMEN

An automatic integrator, especially designed to work in conjunction with terrestrial magnetometers in common use is described in this paper. The component parts which imply motion have been reduced to a minimum in order to avoid any interference of their paramagnetism upon the magnetometer. The magnitude of the ordinate is controlled by means of a pair of photoelectric relays. A revolving mirror sends two successive signals; the first one activates the photoelectric cell that starts a counter and the other is sent to the second photocell

* Instituto de Ciencia Aplicada y Fábrica Nacional de pólvora, Santa Fé, D.F.

** Instituto de Geofísica.

which stops it after a certain time has elapsed. This time is dependent on the angular position of the mirror on the magnetometer and is proportional to the instantaneous magnetic ordinate. An impulse counter records the evaluated ordinates, making the computation of the mean ordinate possible.

Finally, this device may be applied to other experimental procedures.

INTRODUCCION

Es bien sabido, que la evaluación rutinaria de los datos registrados en forma de curvas en algunos procedimientos experimentales es tediosa, porque gran parte del tiempo de la experimentación, se emplea en el cómputo de las observaciones.

El problema se ha turnado al instrumentista y éste, con el auxilio de la técnica actual, ha elaborado con gran éxito sistemas automáticos de integración que aligeran gran parte de la labor del experimentador.

En la práctica de la magnetometría terrestre, se presentan los mismos problemas descritos anteriormente, los que se han solucionado parcialmente mediante la aplicación de mediciones planimétricas, entre otras, que en general resultan dificultosas y lentas.

Hasta donde se sabe, la aplicación de instrumentos de integración automática a la magnetometría ha sido prácticamente imposible, ya que todo mecanismo automático implica la presencia de material magnético en movimiento con sus consiguientes interferencias sobre los magnetómetros. Por lo tanto, una condición *sine qua non* que debe tener un integrador para que sea adaptado a los sistemas de observación de magnetismo terrestre, es la ausencia completa de material magnético móvil en las cercanías de los magnetómetros.

Suscintamente, un magnetómetro se compone de un imán permanente suspendido por un filamento de cuarzo en el interior de un abrigo. En la suspensión

se fija un espejo, el cual está recibiendo continuamente un haz luminoso colimado de una fuente externa; este haz es reflejado sobre un registrador fotográfico en el cual se van imprimiendo las desviaciones del espejo en forma de una curva.

El integrador que se describe en este trabajo es fotoeléctrico y necesita para su operación una señal luminosa; como no es posible hacer uso del espejo del magnetómetro sin perturbar la señal que va al registrador, se hace necesaria la introducción, en la suspensión del magnetómetro, de un espejo auxiliar del cual se pueda obtener por reflexión una señal luminosa independiente. Así pues, el primer paso en el diseño del integrador lo constituye la adición del espejo auxiliar. El peso de éste es de unos miligramos, el cual, a pesar de ser pequeño, no es depreciable y por tanto su introducción hace necesaria una calibración del magnetómetro.

DESCRIPCION

A continuación se describe el sistema de integración que puede verse en la Fig. 2.

Un magnetómetro reacciona ante un campo magnético mediante un viraje del imán del instrumento; la fuerza causante de tal viraje es igual y de sentido contrario al par de restitución y éste es proporcional - para ángulos pequeños - al campo magnético en estudio.

Sobre el espejo auxiliar E_1 del magnetómetro, se hace incidir un haz luminoso colimado procedente de L_1 . La distancia máxima E_1L_1 dependerá de la intensidad luminosa de L_1 y de la calidad de la lente colimadora. En la práctica es conveniente que esta distancia sea de tal magnitud que el campo magnético inducido por los conductores de alimentación de L_1 no afecten el funcionamiento de los magnetómetros.

El haz reflejado por L_1 va a incidir en algún lugar del espejo E_2 , lugar que dependerá del viraje de E_1 correspondiente al valor angular del campo magnético instantáneo. Como en la práctica no es posible tener un cero absoluto, se recurre a establecer una base de referencia, es decir, un cero arbitrario,

cuyo valor necesariamente debe ser menor que el valor mínimo de la intensidad del campo magnético esperado en la estación de observación. Este cero arbitrario es fácil de marcar observando la posición del haz luminoso sobre E_2 y señalando allí mismo los valores mínimos. El tamaño de E_2 , dependerá de dos factores: de la distancia $E_1 E_2$ y de la desviación máxima que acuse E_1 . Para $E_1 E_2$ igual a 10 metros y una desviación exagerada de φ , el tamaño de F_2 será de 90 centímetros de longitud.

Supóngase ahora que el cero arbitrario se haya situado en el punto 0 de E_2 . En esta posición la señal luminosa de L_1 va a incidir directamente sobre la fotocelda F_2 a través de reflexiones en E_1 y en 0 de E_2 . Por otra parte, nótese que L_2 a través del colimador 2, envía un haz luminoso que para una posición única de cada espejo de E_2 va a incidir sobre la fotocelda F_1 a través de las reflexiones en A, E_2 y en N. F_1 con su circuito electrónico asociado¹ corresponde a la porción inferior izquierda de la Fig. 1. Este es un circuito constituido por una fotocelda Philips 3533 y un *thyatron* Philips PL21². Cuando la fotocelda es excitada, envía una corriente a la rejilla del *thyatron* que hace que éste se dispare, y a su ánodo llega una cascada de electrones de una magnitud capaz de accionar el contacto electromagnético *Rel* izquierdo. Al cerrarse el circuito regulado por *Rel* se hace accionar otro contacto electromagnético de mayor potencia *DR* a una posición tal que hace que el motor *M* del contador-impresor C_{11} ³ empiece a funcionar. Por su parte, el *thyatron* se extingue después de un tiempo máximo de 10 milisegundos (para una frecuencia de 50 cps), pues como se ve en el diagrama, la placa del *thyatron* está alimentada por un potencial alterno. Este mismo tiempo es el retardo máximo de respuesta del *thyatron*, retardación que no influye de manera alguna sobre la precisión del sistema.

Si E_2 (Fig. 2) estuviera estacionario, el contador operaría indefinidamente, pero se le imprime un movimiento giratorio mediante el motor *M* en la dirección de las agujas de un reloj e igual a la del giro de E_1 al responder a una señal magnética positiva. Supóngase ahora, que E_1 está acusando una respuesta máxima: el haz luminoso incide en T de E_2 y a su vez es reflejado

hacia Z ; al girar E_2 el haz que momentáneamente estaba dirigido hacia Z , es trasladado - en un tiempo proporcional a la ordenada instantánea - hasta F_2 ; esta vez F_2 es la fotocelda con su circuito asociado de la parte inferior derecha de la Fig. 1 que, mediante los fenómenos descritos anteriormente para F_1 , hace que DR se desconecte y por tanto que M deje de funcionar; C_{11} registra la magnitud de la ordenada instantánea, al mismo tiempo que EI deja libre la palanca de C_{22} quedando el contador de pulsos listo para una nueva cuenta.

Mientras tanto, E_2 sigue girando hasta que llega a la posición en que de nuevo inicia la cuenta. Así se empieza a determinar la siguiente ordenada mientras que E_2 girando, lleva la señal luminosa desde su posición inicial hasta F_2 ; quedando así sumadas las ordenadas en C_{11} y en C_{22} se acumulando unidades. Al final de un intervalo determinado que puede ser de 30 minutos, una hora, dos horas, etc. según se desee, el marcador de intervalos ST enviará un pulso eléctrico a los impresores electromagnéticos y hará que se imprima la suma de los valores de las ordenadas en C_{11} y el número de ordenadas computadas en C_{22} . Este marcador de intervalos se puede improvisar en forma sencilla, haciendo que el minuterero de un reloj despertador cierre un contacto de gran flexibilidad y envíe el pulso eléctrico al sistema de impresión (Fig. 1) o a través de un relevador eléctrico cuando se desee transmitir mayor potencia.

Para calcular la ordenada media se dividen las lecturas registradas por C_{11} entre las de C_{22} .

Los sistemas fotoeléctricos de la Fig. 1 pueden ser sustituidos por otros que se venden ensamblados⁴ a un precio muy bajo o por otros de mayor sensibilidad que pueden obtenerse en el mercado⁵ o por último, otros que se venden listos para ensamblarse⁶.

Este sistema de integración es aplicable a cualquier variable física que se pueda transformar en una señal eléctrica. Acortando las distancias $L_1 E_1$, $E_1 E_2$, y $E_2 F_2$ y usando contadores sin impresor, puede ser aplicado a la estimación fotométrica de líneas espectrales, a la determinación de la densidad de las manchas de cromatogramas y a otras mediciones que ordinariamente se necesitan en el laboratorio.

DISCUSION

Al principio de este trabajo se dijo que una de las condiciones que tiene que satisfacer cualquier sistema de integración, es la de tener un mínimo de piezas magnéticas móviles. El instrumento que se propone no salva esta condición, pues como se ha visto, lleva un espejo rotatorio el que sin embargo, tiene un mínimo de material magnético y queda suficientemente alejado para que su movimiento no afecte a los magnetómetros. El material de sustentación de E_2 , la flecha de transmisión y demás accesorios se fabrican de Celeron, material de gran rigidez, no magnético y de fácil manejo en el taller.

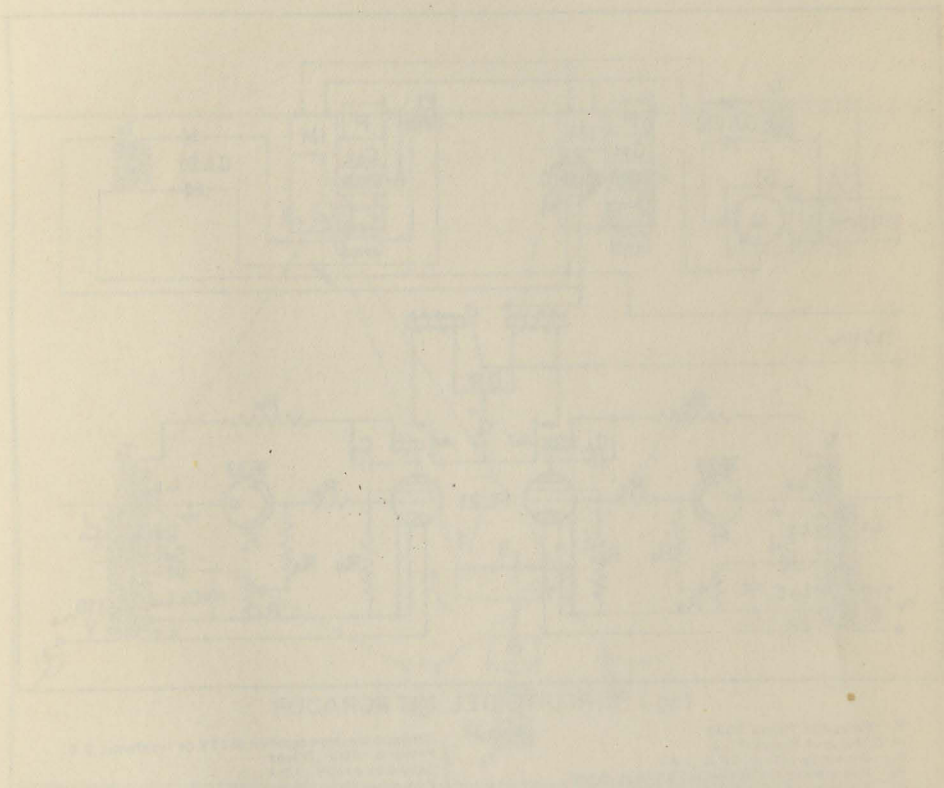
El motor M debe quedar situado lo más lejos posible y blindado perfectamente para evitar interferencias. El movimiento se puede transmitir mediante conexiones flexibles metálicas, cuya interferencia se evita mediante la introducción de un imán corrector en el sistema magnetométrico. Todos los componentes eléctricos deben estar perfectamente blindados y alejados lo más posible de los magnetómetros. Así pues, el sistema de integración que se propone satisface prácticamente las condiciones deseadas.

Para terminar agradecemos la ayuda moral y material del Ing. Dr. Gral. Brig. J. Padilla Avila, Director de la Fábrica Nacional de Pólvora, las valiosas sugerencias del Ing. J. Mireles Malpica y la cuidadosa corrección del manuscrito del Dr. G. Anguiano Landín, sin lo cual la realización del presente trabajo no hubiera sido posible.

REFERENCIAS

- 1.- Simon, H. y R. Suhrman, "Der Lichtelektrische Effekt und seine Anwendungen" Springer, Berlin 1958.
- 2.- Philips. Electronic tube division, "Thyratrons for modern industry", 20/D/-4589. Págs. 29-32, 75-76. Sin fecha.
- 3.- IVO. Contadores. Suplemento 54 al extracto del Cat. 50. Irion und Vösseler Zählerfabrik. Schweningen am Neckar, Alemania. Pág. 22, sin fecha.

- 4.- Central Scientific Corp., Circular 1103B, sin fecha.
- 5.- Allied Radio Corp., Cat. 160, pág. 237, Chicago 1957.
- 6.- Ibid., pág. 343.



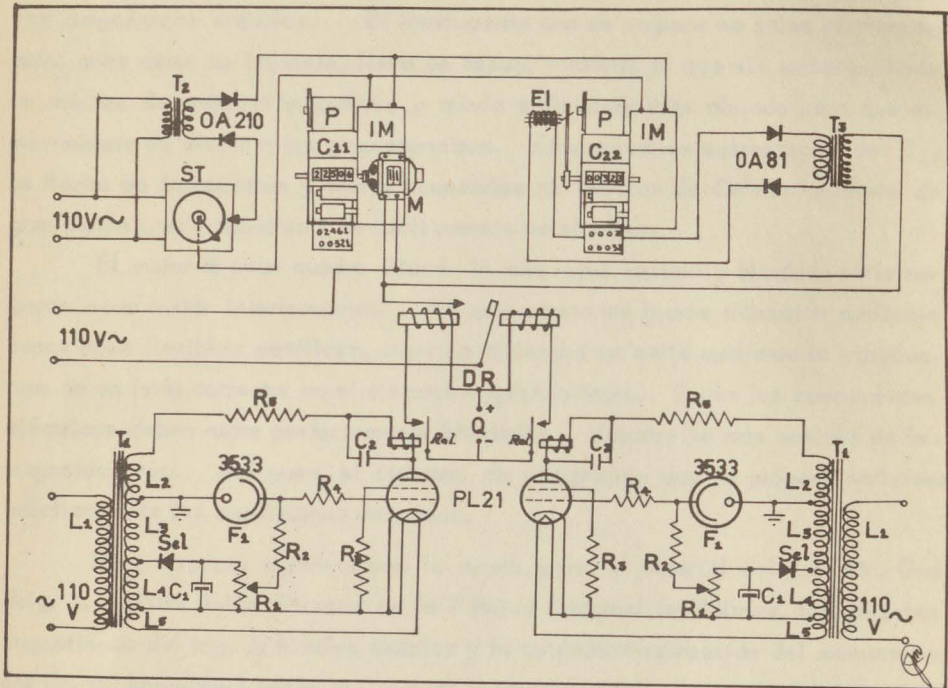


Fig. 1 CIRCUITO DEL INTEGRADOR

- F₁ Fotocelda Philips 3533
 PL 21 Thyatron Philips PL 21
 R₁ Divisor de voltaje, 2K Ω, 1W
 R₂ Resistencia fija de carbón, 8.2 M Ω, 0.5W
 R₃ Resistencia fija de carbón, 0.1 M Ω, 0.5W
 R₄ Resistencia fija de carbón, 0.1 M Ω, 0.5W
 R₅ Resistencia fija de carbón, 1.2 K Ω, 1.0W
 C₁ Capacitador electrolítico, 25 μF, 500 V
 C₂ Capacitador de papel, 0.5 μF, 500 V
 Q Acumulador de 6 V o eliminador de batería
 T₁ { L₁ = 110 V, 50 cps.
 L₂ + L₃ + L₄ = 195 V
 L₃ + L₄ = 50 V
 L₄ = 25 V
 L₅ = 6.3 V

- Rel Contacto electromagnético de 15K de resistencia D. C.
 T₂ { Primario = 110 V, 50 cps.
 Secundario = 10 V, 1.5 A
 T₃ { Primario = 110 V, 50 cps.
 Secundario = 10 V, 0.5 A
 Sel Rectificador de Selenio, 30V., 0.1A
 OA 210 Diodo de Germanio Philips, 0.5 - 5 A
 OA 81 Diodo de Germanio Philips, 0.5 - 5 A
 C₁₁ Contador - Impresor, cuenta vueltas, U-272 (Ref. 3)
 C₂₂ Contador - Impresor, cuenta golpes, H-272 (Ref. 3)
 EI Electroimán, 10 V., 0.5 A
 M Motor sincronico 100 rpm., Fracmo, Fraction H. P. motor LTD. London.

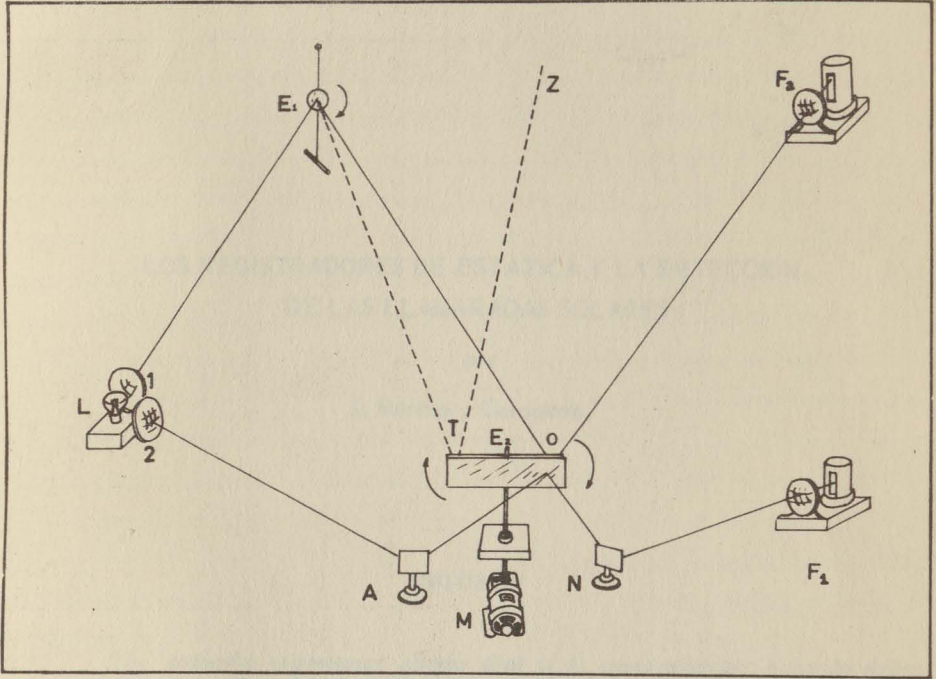


Fig 2 DISTRIBUCION DEL DISPOSITIVO

- | | |
|---|--|
| E ₁ Espejo auxiliar del magnetómetro | 2 Colimador que envía la señal a E ₂ |
| E ₂ Espejo doble rotatorio | F ₁ y F ₂ Celdas fotoeléctricas |
| L Fuente luminosa, Lámpara de farol de coche 6 o 12 V | A y N Espejos de primera superficie |
| 1 Colimador que envía la señal a E ₁ | M Motor sincrónico 1 rpm, misma marca que M de la Fig. 1 |