

han tenido que ser omitidos muchos detalles. La atención de los lectores interesados debe dirigirse al artículo del autor publicado en el *Bulletin of the American Meteorological Society*, Vol. 59, N° 9 (september 1978); pp. 1136–1143.

## UN INSTRUMENTO HIDROLOGICO SIMPLE

Por I. C. STRANGWAYS, M. TURNER y W. S. INSELL\*

### *La idea*

Al estudiar el problema de la instrumentación para los países en desarrollo, que éstos pudieran adquirir y que fuese de empleo fácil, surgió la idea de un instrumento simple para la hidrología. La mayoría de los instrumentos hidrológicos electrónicos son caros y su mantenimiento puede ser un problema en localidades aisladas en donde no se disponga de los especialistas adecuados.

“Simple” en este contexto se refiere al funcionamiento y a las reparaciones del instrumento, pero no a su tecnología. Tal sistema deberá ser sencillo de mantener, sencillo de usar y poco costoso. Estas condiciones parecen contradictorias, pero no es necesario que lo sean.

Como la precipitación es, probablemente, la medida más importante en hidrología, el primer instrumento que se desarrolló en esta serie fue un pluviómetro. La escorrentía, aceptada generalmente como la segunda en importancia, fue la variable que se consideró a continuación.

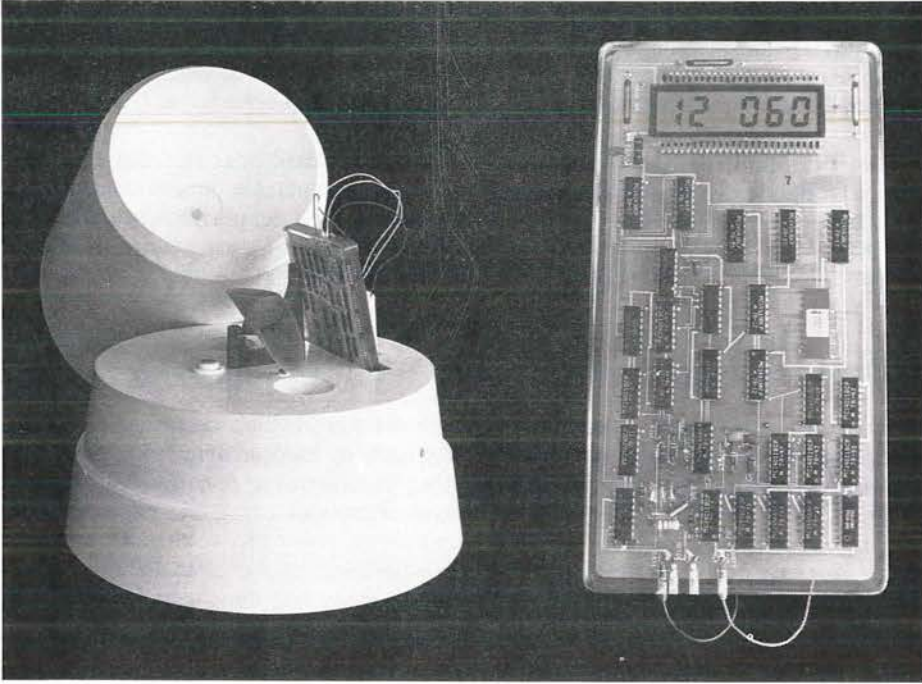
### *El pluviómetro*

El pluviómetro está compuesto por dos partes, el colector y el módulo electrónico. El colector está formado por una cubeta basculante, que es indudablemente el método mejor para medir la lluvia eléctricamente. Los instrumentos basados en el cómputo de gotas, o en el peso recogido, o los sifones, son más complicados y menos exactos. Para evitar los costos elevados de la mano de obra en el trabajo de los metales, se emplearon plásticos moldeados para el embudo, la base y el mecanismo de la cubeta. Los primeros prototipos de pluviómetro hechos de poliuretano expandido se juzgaron insuficientemente resistentes para un uso prolongado, aunque se obtuvieron resultados aceptables al recubrir el instrumento de una película externa de resina de poliéster. Actualmente empleamos fibra de vidrio, ya que es más resistente y no más cara. Anteriormente, se habrían hecho pluviómetros de fibra de vidrio, pero eran de formas complejas; el diseño actual es muy simple constando sólo de dos partes, el embudo en la parte superior y la base sobre la cual se coloca la cubeta. La cubeta y el soporte sobre el cual bascula están moldeados en resina epoxi, que es muy fácil de moldear y no requiere maquinaria especial. Los moldes están hechos de goma de silicona. Un imán, englobado en el brazo superior de la cubeta, actúa sobre un conmutador de lengüeta elástica que va moldeado en el brazo superior del soporte de la cubeta. Estos cuatro elementos constituyen el pluviómetro completo.

(\*) Del Institute of Hydrology, Wallingford (Reino Unido).

## El módulo electrónico

El módulo emplea los micro-accesorios electrónicos más recientes, pero el circuito no tiene más complejidad que la que es absolutamente necesaria. Cada vuelco de la cu-



Vista del pluviómetro (izquierda) y un primer plano del módulo electrónico con la pantalla (derecha)

beta (que corresponde a 0,5 mm de precipitación) cierra un contacto, éstos se van contando y se almacenan en una memoria de semiconductores. El modelo actual puede acumular 86 totales diarios, con un número de contactos de 999 por día; en los años próximos podrá disponerse de memorias con una capacidad mucho mayor. Durante la fabricación es posible ajustar el intervalo de tiempo, reduciéndolo en caso necesario a un segundo, para adecuarlo a diversas aplicaciones, haciendo así del módulo un registrador de uso general. Se puede leer manualmente el contenido de la memoria, activando un relevador de lengüetas mediante un electroimán. En una pantalla de cristales líquidos aparece el número del día y el número de contactos registrados ese día. Los días se exhiben sucesivamente.

Se puede reducir el coste del instrumento, aumentando al mismo tiempo su exactitud, de varios modos, a saber:

- Reduciendo al mínimo el número de clavijas y de fichas (no hacen falta más que cuatro).
- Eliminando los interruptores manuales (solo se emplean tres relés de láminas flexibles).
- No utilizando caja (todo el equipo electrónico va encapsulado).

El coste de las clavijas, especialmente las de patillas múltiples, y el de sus cables, es elevado; además son con frecuencia origen de averías. Se evitan las clavijas de conexión entre la memoria y la pantalla de muestra incluyendo ésta última en la platina de la memoria electrónica. Esta platina está completamente encapsulada en resina de poliéster, evitándose así la corrosión, que es un problema grave en las regiones ecuatoriales, y la humedad. Esto elimina la necesidad de un estuche hermético, lo que disminuye el coste y aumenta la seguridad de funcionamiento. El encapsulamiento impide, desde luego, la reparación del circuito averiado, pero la propia seguridad de los circuitos integrados es muy grande. Por otra parte, el coste de un módulo de reemplazo es probablemente, del mismo orden de magnitud que los gastos de la reparación.

Los prototipos de pluviómetro se alimentan con cuatro pilas alcalinas de tamaño AA, envueltas en goma de silicona. Esta unidad de alimentación dura al menos todo el período de 86 días, se introduce en una ranura en la base del pluviómetro, al lado del módulo electrónico. En adelante se ensayarán pilas recargables y actualmente se hacen ensayos de uso de la energía solar.

### *Progresos realizados hasta el día*

En enero de 1979 se instaló el primer pluviómetro en el clima ecuatorial de Java. En marzo se colocó otro instrumento en los Highlands de Escocia, para averiguar su comportamiento en un clima sub-ártico. Otros dos pluviómetros se enviaron recientemente al Brasil y tres al Sahara Libio, en donde estarán expuestos a temperaturas que pueden llegar a los 50°C y a una radiación solar muy intensa. Los restantes pluviómetros serán ensayados en Kenia y en el Reino Unido. Se están construyendo actualmente más pluviómetros para su empleo normal y para ulteriores ensayos de funcionamiento.

Aunque la idea original fue la de realizar un instrumento para los radiosondeos normales, lo que se obtuvo durante el desarrollo de la idea fue un sistema intermedio entre una sonda y un instrumento normal, más costoso. Parece ser que este instrumento sencillo, puede ser tan exacto y seguro como el anterior y a solo una fracción del coste.

### *Desenvolvimientos futuros*

Otras variables hidrológicas, como el nivel de los ríos, requerirán módulos electrónicos más complejos, ya que se necesitará un puente, un amplificador y un convertidor analógico-digital. Por consiguiente se planean los módulos rediseñados para incluir estos elementos, pero sólo los componentes necesarios para cada aplicación serán colocados en cada equipo. Se está diseñando un sensor de nivel del río y ulteriores perfeccionamientos atenderán a todas las variables hidrológicas corrientes.

### *Agradecimientos*

Los autores desean agradecer la cooperación de la *FAO*, del Departamento Meteorológico de la Jamahiriya Arabe Libia, del Instituto Bogor Pertaniano (Indonesia) y de los Rangers de Cairngorm (Escocia) al ensayar los pluviómetros prototipos.

También agradecemos a la United Kingdom Overseas Development Administration (Administración del Desarrollo de Ultramar del Reino Unido) por haber financiado el proyecto.