

CINCUENTA AÑOS DE RADIOSONDEOS DE LA ATMOSFERA

Por G.P. TRIFONOV*

El miércoles 30 de enero de 1980 se cumplió el cincuentenario del lanzamiento del primer radiosonda cronométrico y de telemida del mundo en Pavlovsk (URSS), por el Profesor P.A. Molchanov del Observatorio Aerológico de Pavlovsk.

Las observaciones del estado de la atmósfera libre por medio de instrumentos empezaron a finales del siglo diecinueve empleando instrumentos registrados tales como los meteorógrafos, transportados por cometas, globos pilotos y globos tripulados. La investigación atmosférica en los años 20 hizo un gran uso de globos de sondeo que transportaban meteorógrafos, especialmente después de que Assman propusiera emplear goma en lugar de tejidos para la envoltura de los globos. Una desventaja del procedimiento era que muchos meteorógrafos nunca se recuperaban tras caer a tierra, especialmente si caían en bosques lejanos o en tierras pantanosas. Así, los resultados fueron bastante desalentadores.



El Profesor P.A. Molchanov (1893-1941).

En 1923, el Profesor Molchanov empezó a proyectar un paquete de instrumentos que pudiera ser elevado mediante un globo, incluyendo los sensores y un sistema para transmitir los datos medidos por radio. En 1927, leyó una comunicación sobre los principios del funcionamiento de este equipo en la Conferencia Internacional de Leipzig. A partir de 1929, el Gobierno Soviético proporcionó los fondos necesarios para iniciar la fabricación de estos equipos bajo la dirección del Profesor Molchanov, construyéndose los primeros radiosondas en colaboración con el Laboratorio de Radio de Nizhegorod y el Instituto de Ingeniería Eléctrica de Leningrado. El primer radiosonda lanzado en Pavlovsk el 30 de enero de 1930, alcanzó una altura de nueve kilómetros. Durante este año se lanzaron con éxito otros diez radiosondas.

Tres años antes Idrac y Bureau, en Francia, habían logrado enviar un emisor de onda corta mediante un globo a una altura de ocho kilómetros, cuyas señales se recibieron con claridad. Asimismo, el 8 de mayo de 1930 se lanzó un instrumento francés,

* El Dr. Trifonov es Jefe del Departamento de Aerología del Observatorio Aerológico Central, próximo a Moscú.

llamado "barotermorradio", que alcanzó una altura de 14 km. Dukkert lanzó el primer radiosonda alemán desde Lindenberg el 15 de mayo de 1930. Así se fue formando la base para la medida sistemática, a escala mundial, de las variables de la atmósfera libre, lo que permitió el progreso de los métodos hidrodinámicos de predicción meteorológica, hoy en día tan indispensables para la seguridad de la aviación y otras ramas de la economía.

A partir de 1935, la red de estaciones de radiosondeo se extendió rápidamente por todo el mundo. En la URSS había 40 estaciones en 1940, 100 estaciones en 1950, unas 150 en 1960 y cerca de 200 en la actualidad. La red aerológica mundial está formada actualmente por unas 800 estaciones, enlazadas entre sí por la Vigilancia Meteorológica Mundial, cuyos datos se emplean en los centros de predicción de todo el mundo.

Durante el medio siglo transcurrido, los avances en el sondeo de la atmósfera mediante los radiosondas se han caracterizado por las alturas cada vez mayores alcanzadas, por la mayor precisión de las medidas y por el aumento de la automatización de las medidas y de la preparación de los datos. El progreso de los radiosondeos siempre ha estado relacionado con el desarrollo de la electrónica, siendo un fiel reflejo de los logros alcanzados en este campo.

Los primeros experimentos en la URSS utilizando un radar para seguir los globos dotados de reflectores, fueron realizados por el Observatorio Aerológico Central de Golyshev y Kostarev en 1943. Esto demostró la posibilidad de determinar con exactitud, la dirección y velocidad del viento, hasta la máxima altura alcanzada por el globo. Hasta entonces, las trayectorias de los globos se seguían con teodolitos ópticos y los vientos en altura así determinados quedaban limitados por el nivel de la base de las nubes. Ahora, resulta posible medir los vientos de las capas superiores, junto con los restantes elementos meteorológicos, con un solo sistema de radiosondeo.

El desarrollo de la tecnología de los ordenadores durante los años 50 y 60 permitió que la pesada labor de tratamiento de los datos obtenidos durante los sondeos fuese realizada por las máquinas. Actualmente, el cálculo automático de las variables meteorológicas de la atmósfera superior se puede realizar bien en la misma estación de radiosondeos, empleando mini y micro-ordenadores, o bien transmitiendo los datos de las diversas estaciones, a través de los canales de telecomunicación internacional, a un ordenador central para su tratamiento.

La investigación oceanográfica en el mundo empezó a extenderse durante los años 50. La necesidad de obtener datos atmosféricos sobre los océanos (que ocupan las dos terceras partes de la superficie de la Tierra) llevó al desarrollo de equipos de radiosondeo para los buques de investigación. Ya se han realizado numerosas campañas internacionales de medidas científicas completas, como las de los monzones, tifones, el Experimento Tropical de GARP en el Atlántico y el Experimento Meteorológico Mundial, encaminados a lograr un mayor conocimiento de la naturaleza de los procesos a gran escala en la zona ecuatorial, así como de las influencias mutuas océano/atmósfera, que influyen considerablemente en la circulación general de la atmósfera. Esto, en definitiva, ayudará a mejorar las predicciones meteorológicas a largo plazo.

El desarrollo de los radiosondas ha tenido varias etapas sucesivas: primero fue el tipo electromecánico, después los tipos electrónicos, con lámparas electrónicas y transistores y, actualmente, el tipo de microcircuitos en bloques integrados. Casi todos los di-

seños hacen uso de un multiplexor divisor de tiempos más que de una multiplexión distribuidora de frecuencias, que exige varios osciladores de frecuencia subportadora y resulta mucho más costoso.

En los radiosondas electromecánicas, la conversión inicial de las variables meteorológicas exigía una conmutación mecánica, y la subsiguiente conversión en una señal eléctrica analógica o digital. La única lámpara electrónica utilizada era la del emisor. La conmutación de los canales se efectuaba mediante la rotación de un anemómetro de cazoletas movido por la corriente de aire durante el ascenso, por un motor eléctrico, o por un motor de cuerda. Los sensores eran, en general, una espiral bimetálica para la temperatura, una cápsula aneróide para la presión y una haz de cabellos o una lámina de oro batido para la humedad.

Los radiosondas electrónicos son lámparas o transistores, también empleaban transductores para la conversión de los valores de las variables meteorológicas en un valor de resistencia o de capacidad, utilizando frecuentemente una modulación de impulsos de frecuencia, con la frecuencia portadora en la banda de UHF. Los emisores de los radiosondas son pequeños y ligeros, robustos, seguros, de pequeña inercia, tienen características estables y son compatibles con la electrónica de los radiosondas. De ellos se desarrolló el termistor semiconductor, para medir las temperaturas (aquí la resistencia disminuye conforme aumenta la temperatura), así como los sensores de cloruro de litio y de carbón para medir la humedad (en donde la resistencia de la capa superficial varía con la humedad).

Una red de medidas aerológicas tendría poco valor sin la investigación de la tecnología de las medidas, del tratamiento de los datos y de la influencia entre los sensores y su medio ambiente. Los estudios del efecto de la radiación solar sobre el indicador de temperatura han permitido establecer bases teóricas para aplicar las adecuadas correcciones por radiación. Los conceptos metodológicos científicos de la medida y preparación de los datos en los sistemas de sondeo atmosférico han hecho posible lograr la compatibilidad de las medidas y la fiabilidad de los datos de la red aerológica. Finalmente, el estudio de la densidad óptima de la red de estaciones aerológicas y de las horas y de la frecuencia de los sondeos, basado en la variabilidad de los parámetros atmosféricos, ha permitido establecer un programa racional de procedimiento.

Durante el último decenio, se ha desarrollado un método eficaz de radiosondeos para medir una serie de variables meteorológicas complementarias, como por ejemplo, el contenido de ozono, los flujos de radiación de onda larga y de corpúsculos, o la intensidad del campo eléctrico.

Los futuros perfeccionamientos de los radiosondeos tratarán de lograr una mayor economía del sistema, así como una mayor exactitud y precisión. Para ello será fundamental la tecnología de los circuitos integrados que permitirá la producción en cadena de unos radiosondas baratos para medir las variables atmosféricas fundamentales y especiales, así como también sistemas automáticos para la obtención, tratamiento y difusión de los datos aerológicos.

Teniendo en cuenta los frutos que el desarrollo de los radiosondeos durante estos últimos 50 años han producido en relación con los servicios de predicción meteorológica, y la contribución de las medidas de los radiosondas al GARP y a otras compañías de investigación, es razonable esperar que los radiosondas seguirán desempeñando un valioso papel en la solución de los problemas de la circulación general de la atmósfera, en la predicción meteorológica a largo plazo, en la vigilancia del clima y en la protección del medio ambiente.