

casi dos grados por debajo de lo normal sobre la mayor parte de la Antártida. En el Polo Sur noviembre fue el más frío registrado, así como toda la primavera, desde que las observaciones comenzaron en 1957.

El hielo desapareció rápidamente del Mar del Wedell durante el verano y a la llegada del otoño la cantidad de hielo era semejante a la de 1957, el año con menor cantidad de hielo desde que en 1974 se iniciaron las observaciones satelitarias. Las temperaturas bajas durante la primavera produjeron una cantidad de hielo ligeramente mayor en relación al período 1974-1980, pero todavía inferior a la de 1980.

INSTRUMENTACION METEOROLOGICA-PROBLEMAS Y RETOS

*Por Seppo HUOVILA**

El rápido desarrollo de las ciencias del espacio y de la electrónica durante los últimos años ha producido como fruto numerosas y valiosas aplicaciones meteorológicas tales como sistemas automáticos de medida, así como sensores y técnicas para la medida indirecta de parámetros atmosféricos y de superficie. Sin embargo, varios directores de Servicios Meteorológicos y otros ejecutivos han expresado su preocupación sobre el lento progreso experimentado en la sustitución de los sistemas manuales de observación y estaciones convencionales por los nuevos sistemas automáticos. La experiencia también ha demostrado que los satélites y los ordenadores de alto rendimiento, necesariamente y por sí solos, no mejoran la calidad o la disponibilidad de las observaciones meteorológicas en el mundo.

Al analizar estas deficiencias, resulta necesario reflexionar sobre la base histórica de las observaciones meteorológicas. La aversión de los meteorólogos a realizar cambios rápidos en la filosofía de la observación quizás haya desanimado a los expertos responsables de la automatización. Si un sistema automático no puede imitar exactamente a un observador, puede suceder que dicho sistema automático no sea aceptado por algunos administradores conservadores. Se ha prestado muy poca atención a modificar los conceptos que se desarrollaron en el siglo pasado para prácticas manuales o visuales.

La asignación de los recursos disponibles siempre es objeto de crítica, especialmente por parte de aquellos que consideran que no han recibido su justa parte. Por ello, un diseñador de instrumentos puede proclamar que, al invertir grandes sumas en ordenadores y en servicios de telecomunicación automática, los Servicios Meteorológicos han descuidado el desarrollo de los instrumentos meteorológicos. En parte, estas quejas pueden, muy bien, estar justificadas. Algunos países han invertido mucho en sistemas espaciales o en estaciones aerológicas terrestres. Por otro lado, las inversiones mundiales en el campo de estaciones meteorológicas automáticas puede demostrarse que han sido pequeñas hasta el punto de poderse considerar como inapreciables,

* El Dr. Huovila, del Instituto Meteorológico finlandés, es presidente de la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación de la OMM (CIMO).

y en el mundo tecnológico de hoy en día no parece razonable alcanzar logros brillantes sin un desembolso financiero considerable. En particular, se necesitan grandes inversiones para desarrollar el uso inteligente de los microprocesadores, así como para sacar provecho en meteorología de las aplicaciones de las técnicas de medida a distancia.

Puede ser que esta revista no sea el mejor lugar para establecer prioridades, lo cual resultaría más apropiado en el campo de estudio de un sistema integrado para la VMM. Por ello, los siguientes párrafos se refieren a algunos temas específicos de urgencia más que a una discusión completa del asunto.

Automatización

Como ya se ha dicho, a pesar del gran interés y del valiente trabajo pionero, hasta el momento las inversiones financieras mundiales en estaciones meteorológicas automáticas de superficie han sido extremadamente moderadas. Este hecho es fácil de explicar. Primero, es necesario un cambio conceptual decisivo en algunos parámetros meteorológicos clásicos, si han de expresarse por medio de la tecnología automática disponible. Segundo, este cambio implica un laborioso desarrollo de "software" o algoritmos para los microprocesadores, así como modificaciones significativas en las claves meteorológicas existentes.

Algunos ejemplos ayudarán a demostrar lo que esto implica. Con el fin de automatizar una estación sinóptica, con un coste razonable, sin perder ninguna de la información esencial contenida en las observaciones realizadas por el hombre, estamos obligados a modificar nuestros conceptos de nubosidad y de tiempo presente. Evidentemente una estación automática no puede distinguir entre los numerosos tipos de clasificación de nubes, pero utilizando unos sensores de radiación de precio asequible y una "software" adecuada se puede indicar si el cielo está despejado o nuboso, si la nubosidad está aumentando o disminuyendo, si las nubes son de poco o de gran espesor; si las nubes son cumuliformes o estratiformes, etc. Esta información, junto con otro paquete de "software" y con sensores que indiquen si hay o no, insolación, precipitación, relámpagos, etc. puede decidir automáticamente si el tiempo presente (y el pasado) es soleado o nuboso, seco o lluvioso, con lluvia continua o chubascos, con tormentas y así sucesivamente. Ciertamente que estas clasificaciones no son tan detalladas como las que aparecen en el grupo-7 de la clave SYNOP actual; pero una estación meteorológica automática puede diseñarse para que trabaje mucho más "inteligentemente" que como una simple recopiladora de datos.

Algunos sistemas recientes de radiosondas automáticos pueden considerarse precursores en este tipo de investigación. Tras varios años de laboriosos trabajos de desarrollo, se han llegado a diseñar paquetes de "software" y a producirlos, los cuales registran y evalúan los sondeos de radiosonda y radioviento, seleccionando los niveles significativos y cifrando el mensaje. El desarrollo de sistemas similares para estaciones sinópticas automáticas de superficie aumentaría grandemente sus usos y versatilidad. Hay que hacer notar que el tratamiento de datos sin elaborar para obtener expresiones multiparamétricas inteligibles puede hacerse mejor en el centro de recopilación de datos que en la estación de observación, permitiendo así que esta última sea relativamente simple y barata.

Así pues, al menos la automatización de la mayoría de los principales parámetros

meteorológicos es, en principio, posible. Además de las modificaciones mencionadas anteriormente los fabricantes de instrumentos necesitarían saber el orden de importancia relativa de los parámetros a medir. Por supuesto que esto dependerá del fin de la estación meteorológica automática —puede ser para la agricultura, la aviación, la oceanografía, la contaminación, para usos generales sinópticos y climatológicos u otros usos. Los requerimientos de los usuarios deberán ser especificados por las correspondientes comisiones técnicas de la OMM. También será necesario definir sin ambigüedad valores umbrales para fenómenos del tipo ocurre/no ocurre, como son la precipitación o las tormentas.

Una combinación del hombre y la máquina todavía aparece como una alternativa económica en aquellas estaciones donde resulta necesario un observador durante todo el tiempo o parte de él. La automatización parcial podría relevar al observador durante la noche o durante los fines de semana, y un alto nivel de fiabilidad podría garantizarse mediante las comprobaciones periódicas realizadas por el observador. Este además, podría introducir en este sistema semiautomático algunos de los parámetros que resultan difíciles de automatizar.



El Dr. S. Huovila, presidente de la Comisión de Instrumentos y Métodos de Observación.

Servicio y mantenimiento

La mayoría de los Servicios Meteorológicos ya no mantienen por sí mismos todos sus instrumentos y equipos de telecomunicaciones, sino que en mayor o menor medida descargan esta labor en contratos de mantenimiento y servicios con compañías nacionales o extranjeras. De hecho algunos Servicios han abandonado sus secciones de mantenimiento. Un posible inconveniente de utilizar contratistas de fuera del Servicio podría ser que su limitado conocimiento de la filosofía conceptual de las observaciones meteorológicas les llevara a instalar sensores en emplazamientos poco apropiados.

Existen varias razones por las cuales las secciones de servicio y mantenimiento, en numerosos Servicios Meteorológicos tienen un nivel administrativo relativamente bajo. Los intentos de automatizar y ampliar la red de observaciones sobre los océanos y sobre regiones inhóspitas continentales invariablemente aumenta el número de misiones de mantenimiento bajo difíciles condiciones ambientales. Los salarios y emolumentos pagados por algunos Servicios Meteorológicos no son comparables con la creciente complejidad y las dificultades del trabajo que implican.

Cualquier tendencia hacia la automatización inevitablemente requiere un análisis

sis coste-beneficio entre los gastos de mantenimiento y la fiabilidad que se espera de las medidas del sistema automatizado. Una fiabilidad de casi un 100 por 100, que es considerado lo normal en una estación sinóptica o climatológica manejada por el hombre, puede convertirse en una meta extremadamente cara para una estación automática alejada. Una política más razonable puede ser tratar de llegar a, digamos, un 95-97 por ciento limitando los servicios de mantenimiento a los días laborables de la semana y a las horas normales de trabajo. Por otro lado, el nivel de fiabilidad debe incrementarse normalmente en función de la importancia del componente en el sistema. El servicio de mantenimiento de 24 horas debe considerarse como necesario para un centro de telecomunicaciones o para un ordenador principal. El nivel de fiabilidad en general puede mejorarse a través de una construcción modular y evitando componentes mecánicos intrincados, especialmente partes móviles en condiciones climáticas extremas.

Aunque la gran mayoría de los sensores meteorológicos y sus repuestos son relativamente simples de mantener y de reponer, en algunos países puede que sea extremadamente difícil o incluso imposible obtenerlos. Un número adecuado de repuestos apropiados y de manuales de mantenimiento distingue a un buen taller meteorológico. Los factores que fundamentalmente determinan los requerimientos de repuestos son la distancia existente respecto al fabricante y la antigüedad y número de componentes críticos. Una buena práctica consiste en incluir repuestos para por lo menos dos años en cada compra de instrumentos que se haga a un fabricante situado lejos del lugar de observación.

¿Quién construirá los instrumentos?

Este *cri du coeur* fue lanzado en una renombrada publicación meteorológica por un distinguido especialista en instrumentos en 1964*, pero no ha perdido ninguna actualidad. Por ello seamos realistas y busquemos respuestas a la cuestión.

Una estimación reciente de las ventas mundiales de equipos meteorológicos (incluyendo sistemas de superficie y espaciales) demuestra que son inferiores al 0,1 por 100 de las ventas mundiales totales de equipos electrónicos. Cuando uno considera la amplia gama de productos, los instrumentos meteorológicos no constituyen una proposición muy lucrativa para una compañía que busque ventas numerosas, aunque dicha compañía pudiera estar interesada si uno o más de sus productos estandarizados puede adaptarse fácilmente para fines meteorológicos.

Probablemente los instrumentos meteorológicos serán diseñados y fabricados por compañías pequeñas, pero altamente especializadas o por los laboratorios y talleres de los institutos de Física o de Meteorología. En el caso de instrumentos de poca demanda, generalmente, serán estos últimos los que los fabriquen, ya que estos dispositivos raramente se pueden realizar sin el apoyo de fondos públicos.

El papel de los Servicios Meteorológicos nacionales y de los institutos de investigación es extremadamente importante —quizás indispensable— en el desarrollo y pruebas de sensores y prototipos o en la comparación de instrumentos o de métodos de observación. Estas instituciones deben de jugar un papel preponderante en la

* LALLY, V.E., (1964): Meteorological instruments-capabilities and potentialities. *Bulletin of American Meteorological Society* 45 (9) págs. 568-570.

normalización de los equipos y procedimientos. Sus contribuciones al desarrollo de "software" para sistemas de medida, aún más "inteligentes", resulta esencial, dado que los costes del "software" de tales sistemas pueden representar del 80 al 90 por 100 del precio total del sistema.

Responsabilidad de las observaciones

La experiencia de los años pasados, con frecuencia, ha mostrado enlaces débiles en la cadena de las operaciones en tiempo real que empieza en el lugar de la observación y termina en las manos del usuario de los datos. En particular, la causa de la pérdida o de errores en los datos algunas veces puede dar lugar a recriminaciones mútuas entre aquellas personas responsables de las observaciones, de las telecomunicaciones o de los ordenadores. Generalmente estas discusiones serán inútiles si no existe una vigilancia continua a lo largo de toda la cadena operativa.

La cuestión de responsabilidad de la calidad y cantidad de las observaciones meteorológicas resulta cada vez más y más importante con el aumento de la versatilidad y automatización de la red. Los Servicios Meteorológicos no pueden seguir manteniendo cada uno y todos los enlaces de la cadena operativa de observación y recopilación de datos; normalmente se contratan compañías ajenas al servicio para que se hagan cargo de las estaciones automáticas de campo, de los enlaces de telecomunicaciones, de los procesadores de datos y de los ordenadores. Estas compañías generalmente aplican modalidades de servicio diferente lo que puede dar lugar a situaciones irritantes cuando ocurren averías simultáneas. La mejor manera de vigilar y dirigir la circulación, en tiempo real, de la información meteorológica sería concentrar la total responsabilidad de las observaciones en un departamento del Servicio Meteorológico, responsabilidad que cubriría todos los enlaces de la cadena desde el sensor a través del sistema de telecomunicación hasta el centro de cálculo.

COMITE EJECUTIVO DE LA OMM

TRIGESIMOCUARTA REUNION, GINEBRA, JUNIO DE 1982

El Comité Ejecutivo celebró su trigésimocuarta reunión anual en el Centro Internacional de Conferencias de Ginebra, del 15 al 24 de junio de 1982, bajo la presidencia del Dr. R.L. Kintanar, Presidente de la Organización. Como es costumbre, la sesión plenaria fue precedida por una serie de reuniones del Comité Preparatorio, celebradas del 7 al 12 de junio de 1982.

En la sesión de apertura, el Presidente rindió tributo a tres miembros salientes del Comité: el Sr. R. Mittner (Francia), el Sr. A.G.J. Al-Sultán (anterior presidente de la Asociación Regional II) y el Sr. F. Roll Fuenzalida (anterior presidente en funciones de la Asociación Regional III). Posteriormente dió la bienvenida al Sr. J. Labrousse (Francia) (quien había sido elegido miembro del Comité mediante votación por correspondencia), al Sr. I.D.T. de Mel (quien había llegado a la presidencia en funciones de la Asociación Regional II), y al Coronel C.A. Grezzi (nuevo presidente de la Asociación Regional III).