

Mantenimiento de instrumentos nucleares: Problemas, soluciones y obstáculos

por P.H. Vuister*

Para garantizar la obtención de resultados fiables y un empleo eficaz del capital invertido, el mantenimiento y el control de calidad de los instrumentos son esenciales para los laboratorios que se dedican a la investigación, análisis de muestras y diagnóstico médico. Instrumentos mal cuidados o inutilizables ocasionan importantes pérdidas económicas y dificultades de tipo social. No obstante, informes preparados por expertos, peticiones de cooperación técnica, encuestas recientes sobre el empleo y mantenimiento de instrumentos de medicina nuclear, y muchas otras fuentes revelan que se producen frecuentes fallos de instrumentos nucleares y que el mantenimiento y el control de calidad del equipo nuclear son insuficientes. Los instrumentos de medicina nuclear, particularmente, que son caros y relativamente complicados, requieren inspecciones regulares y son difíciles de mantener en buenas condiciones de trabajo, especialmente en los países en desarrollo.

Caso todos los proyectos de cooperación técnica del OIEA relativos a medicina nuclear han tropezado con problemas respecto del mantenimiento de los instrumentos. Por tanto, y con el fin de remediar esta situación, la Sección de Aplicaciones Médicas de la División de Ciencias Biológicas del Organismo se ha encargado de que se tomen varias medidas referentes al mantenimiento y control de calidad. En diciembre de 1975 se reunió un grupo asesor para evaluar el mantenimiento de los instrumentos de medicina nuclear en los países en desarrollo, y, limitándose a una descripción cualitativa de la situación, recomendó que se llevaran a cabo encuestas imparciales para determinar de forma más cuantitativa la naturaleza y la extensión de las dificultades existentes [1].

El Organismo llevó a cabo las encuestas recomendadas en aproximadamente 200 laboratorios del Sudeste de Asia, América Latina y África, durante los años 1977 a 1980. Dichas encuestas proporcionaron una idea mucho más clara de los problemas técnicos relativos al mantenimiento de los instrumentos, y destacaron, además, los aspectos humanos del problema [2, 3].

Basándose en los resultados de estas encuestas, en 1979 el Organismo inició una serie de gestiones para mejorar la eficiencia, fiabilidad y calidad de la labor que se lleva a cabo en los laboratorios que utilizan instrumentos nucleares. Esta estrategia consta de tres componentes: acondicionamiento de los laboratorios; estrategias y práctica más eficaces en lo que se refiere al mantenimiento y al control de calidad; y programas de capacitación afines.

Causas del fallo del equipo

Las encuestas subrayaron los siguientes puntos:

- El equipo realmente utilizado en laboratorios de medicina nuclear estaba averiado por término medio por

* El Sr. Vuister es funcionario de la Sección de Aplicaciones Médicas de la División de Ciencias Biológicas del Organismo.

lo menos durante el 11% del tiempo; tan solo unos pocos laboratorios practicaban medidas de control de calidad y mantenimiento preventivo regulares.

- Las principales causas de los fallos eran la mala calidad de la corriente alterna suministrada, la falta de mantenimiento preventivo, y a menudo un alto grado de humedad;

- Muchos de los instrumentos averiados no se reparaban por no disponerse de piezas de recambio, o bien porque el personal del laboratorio y los representantes del fabricante estaban inadecuadamente capacitados. Igualmente, las dilaciones de carácter burocrático dificultaban a menudo la reparación de los instrumentos.

La encuesta mostró que los largos períodos en que no se podía disponer de los instrumentos se debían a la manera de gestionar las reparaciones más bien que a una posible mala calidad de los propios instrumentos. Otra información conseguida durante reuniones regionales recientemente celebradas sugiere que los usuarios de los instrumentos y los que realmente los manejan, la dirección y la administración de los institutos y los gobiernos no aprecian el valor del mantenimiento. Existe una correspondiente falta de interés en lo que se refiere al control de calidad y al mantenimiento preventivo; se compran instrumentos innecesariamente complicados; en los presupuestos no se prevén fondos ni en moneda local ni extranjera para el mantenimiento y para recambios; los sueldos de los técnicos de mantenimiento son demasiado bajos; y la compra de piezas, ya sea en el país o en el extranjero, está regulada por normas administrativas incómodas.

Se han formulado directrices para remediar la situación basadas en esta información, que parcialmente han sido puestas en práctica. Se refieren al "acondicionamiento de los laboratorios, es decir, al medio ambiente de los instrumentos; a la formulación y ejecución de planes de mantenimiento del laboratorio; a la capacitación de los usuarios de los instrumentos, de los que los manejan y del personal de mantenimiento, en las operaciones de mantenimiento y control de calidad; al suministro de piezas de recambio; y a la simplificación de las normas y disposiciones que regulan las operaciones de mantenimiento y el suministro de piezas de recambio. Las dos primeras medidas, y en parte la tercera, están destinadas a disminuir el número de fallos de los instrumentos, mientras que las otras pretenden reducir el tiempo en que no se pueden utilizar los instrumentos una vez que están fuera de servicio.

Se realizan estas gestiones en el marco de dos programas coordinados de investigación: el proyecto sobre mantenimiento de instrumentos nucleares, dentro del ACR*; y el programa coordinado de investigaciones

* Acuerdo de Cooperación Regional para la investigación, el desarrollo y la capacitación en materia de ciencias y tecnología nucleares.

sobre formulación y ejecución de planes de mantenimiento en América Latina. Ambos están siendo apoyados y fortalecidos por un proyecto interregional de cooperación técnica sobre mantenimiento de instrumentos nucleares.

En los programas coordinados, un total de 16 supervisores nacionales, designados por sus Gobiernos respectivos, han aceptado la obligación contractual de dedicarse a cuestiones relacionadas con la planificación y las prácticas de mantenimiento en laboratorios piloto, así como a actividades de capacitación, tal como se propuso en los planes de acción adaptados a las condiciones locales. Esta obligación subraya la necesidad de ejecutar actividades iniciadas en los laboratorios o en el país relacionadas con el mantenimiento de instrumentos, control de calidad y capacitación. Crea la actitud "lo hago yo mismo", indispensable para integrar estas actividades en el plan regular de trabajo de los laboratorios y países participantes. El proyecto de cooperación técnica apoya estas actividades por medio de visitas regulares de un experto itinerante y del suministro del equipo necesario. La combinación de estas dos actividades ha resultado muy fructífera.

En reuniones anuales, en las que toman parte los supervisores nacionales, el experto itinerante y el funcionario encargado del proyecto, se discute la marcha de los proyectos y los problemas planteados. El costo anual de este programa es de aproximadamente 70 000 dólares de los Estados Unidos para los contratos, 20 000 dólares para las reuniones, 90 000 dólares para la cooperación técnica y 5000 dólares para los viajes del funcionario encargado del proyecto.

Las encuestas sugieren que se podría reducir apreciablemente el número de fallos de los instrumentos por medio del suministro de corriente alterna de buena calidad al equipo, del control de la temperatura del aire y de la humedad de los laboratorios, y evitando que entre polvo en los mismos. Para lograr estos objetivos basta solo con adoptar unas cuantas medidas técnicas, que son más bien poco costosas.

Acondicionamiento de la corriente alterna

La energía eléctrica para laboratorios y casas particulares es de calidad muy inferior a lo que generalmente se supone. Ello se debe a numerosas causas: el continuo aumento de la demanda de energía eléctrica para usos industriales y domésticos en muchos países produce una sobrecarga de las centrales eléctricas y de las redes de distribución. La energía eléctrica para laboratorios, zonas urbanas y pequeñas empresas se suministra a menudo por medio de transformadores reductores y redes de distribución comunes, lo que causa interferencias entre los distintos consumidores. El empleo creciente de aparatos eléctricos en los laboratorios, y especialmente en los hospitales origina una sobrecarga de la red de distribución interna de aquellas instituciones. Y, por último, en las regiones tropicales, los contactos corren y se producen frecuentes caídas de rayos en las líneas de suministro de trazado elevado.

Todo esto da por resultado fluctuaciones de la tensión, subtensiones y sobretensiones (bajos y altos) de corta duración, cortes de corriente y perturbaciones transitorias. Son, éstas, impulsos de tensión muy cortos (de 10 nano-

segundos a varios milisegundos) y muy fuertes (de hasta 10 000 V), que se originan, por ejemplo, al conectar y desconectar grandes cargas y por caídas de rayos.

Las fluctuaciones de la tensión pueden ser la causa del funcionamiento defectuoso de los instrumentos, y, ocasionalmente, en caso de sobretensión, de su avería. Cortes de corriente y perturbaciones transitorias causan frecuentemente fallos. Además, las perturbaciones transitorias pueden provocar el malfuncionamiento del equipo de manipulación de impulsos, de las computadoras y de los instrumentos controlados por microprocesadores.

La tensión alterna se registró en todos los 40 laboratorios piloto que participan en este programa, para evaluar la calidad de la red de distribución y para averiguar qué medidas preventivas convendría tomar. En la figura 1 se da un ejemplo del registro de la tensión de la corriente alterna durante 72 horas efectuado en un hospital. Cada dos segundos se hacían mediciones. La figura muestra que el primer día, en las horas de trabajo, la tensión media fue de alrededor de 220 V, pero que durante la noche fue 30 V más elevada. Durante el día la tensión fluctuaba continuamente debido a la variación de la carga en las líneas de suministro. Las caídas de voltaje, a intervalos regulares, se debían al funcionamiento intermitente del compresor de un acondicionador de aire. El segundo día en que se efectuaron aquellos registros era festivo, y se consumió menos electricidad con fines industriales. Durante aquel día, la tensión media fue más alta que el anterior, y se produjeron menos fluctuaciones y de menor intensidad. Alrededor de las 5.15 de la tarde se produjo una caída lenta de la tensión, debida al aumento del uso de la electricidad para alumbrado. Durante el tercer día, también festivo, las fluctuaciones tuvieron una amplitud algo mayor, y parece que el aparato acondicionador de aire se conectó de nuevo. La mañana del cuarto día —laborable— mostró muchas fluctuaciones importantes, así como una caída de la tensión media a 220 V. Los puntos registrados, de 20 V por debajo de la media, corresponden a una caída causada por motores que entraban en funcionamiento, por ejemplo en los aparatos acondicionadores de aire. En este registro no son visibles las perturbaciones transitorias debido a su corta duración. Están, sin duda, presentes en las líneas de suministro, ya que acompañan a todos los casos en que se conectan o desconectan aparatos, y los registros muestran con claridad que esto ocurre con frecuencia.

Sin ningún género de dudas, el laboratorio de este hospital requiere un acondicionamiento de la corriente alterna, es decir, una estabilización de la tensión alterna así como la filtración de las perturbaciones transitorias. La mayor parte de los registros efectuados en otros laboratorios piloto muestran efectos parecidos e indican que existe una necesidad general de acondicionamiento de la corriente alterna. Por tanto, se han construido y probado dispositivos resistentes y sencillos para proteger los instrumentos contra el mal funcionamiento y las averías provocadas por fluctuaciones del voltaje, cortes de corriente y perturbaciones transitorias. Se trata de un relé de desconexión, de varistores y de tubos de descarga gaseosa, así como de un transformador de voltaje de salida constante especialmente diseñado. El relé de desconexión desconecta el instrumento de la red de distribución principal cuando falta la corriente,

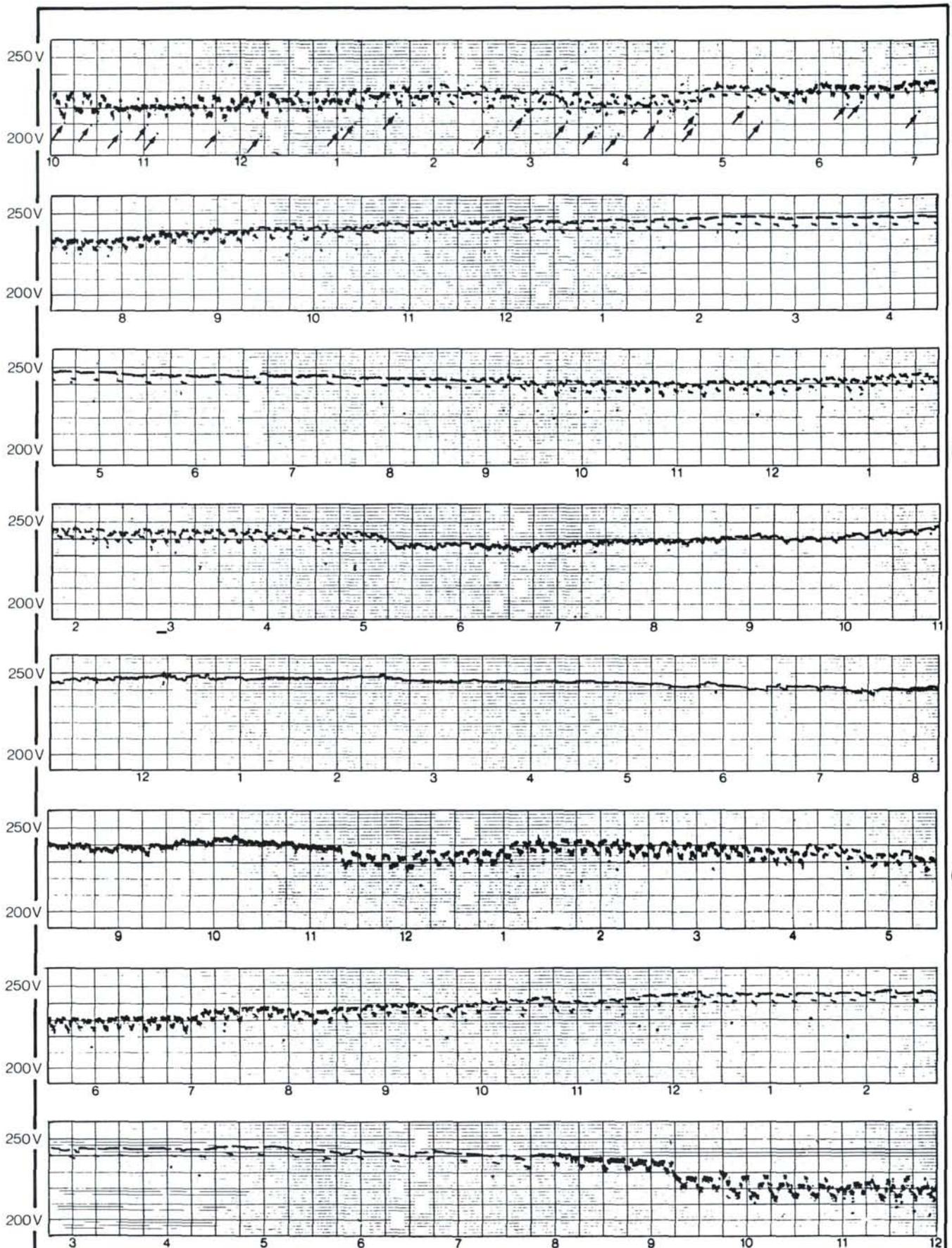


Figura 1. Tensión alterna registrada en un hospital durante 72 horas. Las fluctuaciones se deben a la sobrecarga y a la resistencia parasitaria de los sistemas de distribución utilizados por las compañías de electricidad y por las instituciones.

de forma que el instrumento no está expuesto a los altos, los bajos y las perturbaciones transitorias que generalmente acompañan el restablecimiento de la corriente. El instrumento se puede conectar de nuevo a la red principal, manual o automáticamente, dos o tres minutos después de haberse restablecido la corriente. Los varistores y los tubos de descarga gaseosa limitan la amplitud de las perturbaciones transitorias y absorben una gran parte de la energía que en ellas se contiene. Los transformadores de voltaje de salida constante filtran los restos de las perturbaciones transitorias y estabilizan la tensión. Estos dispositivos para acondicionar la corriente alterna sirven para la mayor parte de los instrumentos. Más de 50 se han instalado en los laboratorios piloto. Para instrumentos que contienen motores que necesitan mucha corriente en la puesta en marcha, es necesario un enfoque ligeramente distinto. El Organismo está preparando una descripción detallada de los problemas relativos a la corriente alterna, y de

las medidas necesarias para su acondicionamiento, en particular el enfoque apropiado para los instrumentos que contienen motores.

Acondicionamiento de aire

Se cree generalmente que el aire acondicionado sirve solo para la comodidad del personal del laboratorio. Pero el equipo moderno necesita una temperatura estable y una humedad del aire moderada para funcionar de manera fiable durante largos períodos de tiempo. Cuando se suministra aire acondicionado, se cree, generalmente, que los aparatos de aire acondicionado de ventana crearán unas condiciones ambientales adecuadas para los instrumentos. Recientes mediciones efectuadas dentro del marco de los proyectos han demostrado que esto no es necesariamente cierto.

El problema fundamental es que el equipo de alta tensión se avería a menudo en un medio muy húmedo.

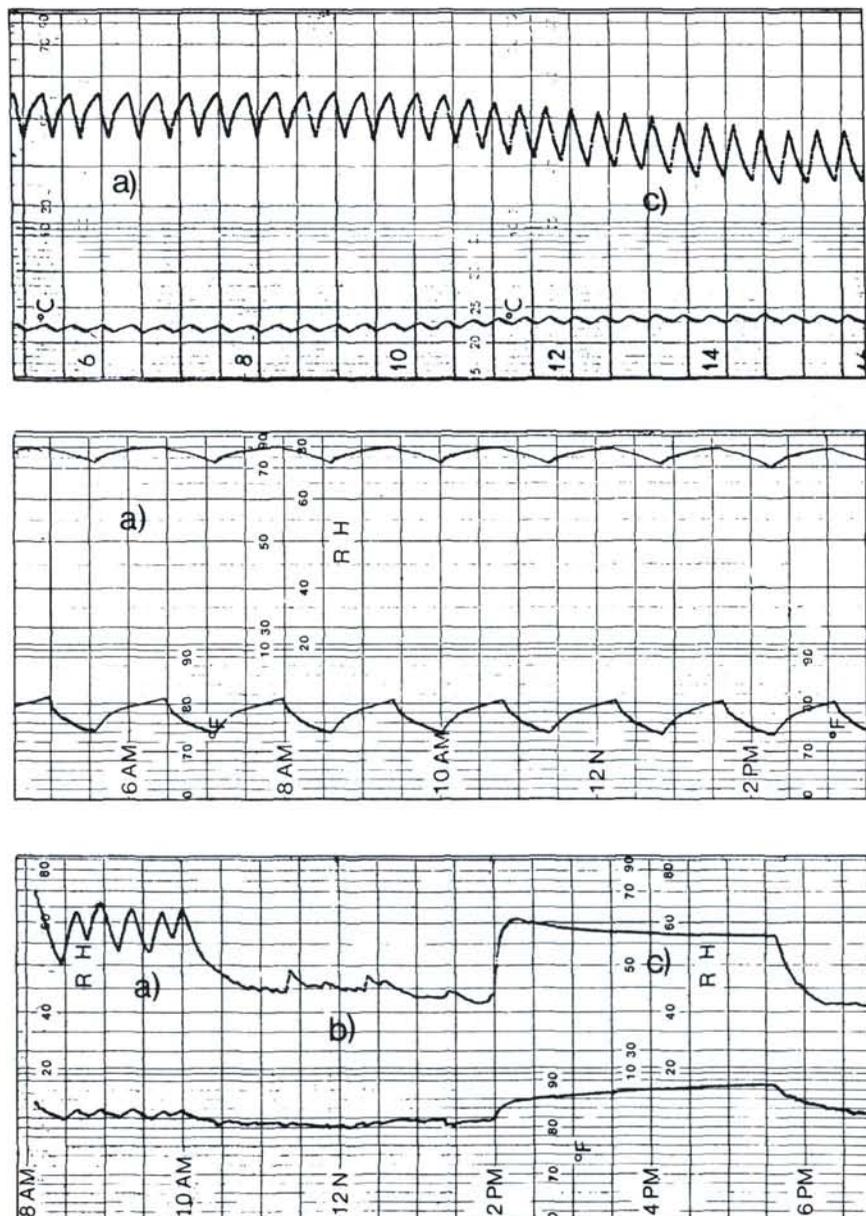


Figura 2. Registros típicos de la humedad y temperatura relativas en los cuartos con aparatos de aire acondicionado de ventana. a) Se ven subidas y bajadas coincidentes de la humedad y la temperatura durante los períodos en que los acondicionadores de aire están controlados por medio de termostatos. b) Cuando los acondicionadores de aire refrigeran continuamente se observa una humedad relativa relativamente estable y que se interrumpe por subidas debidas a la apertura de puertas. c) La humedad media relativa baja cuando sube la temperatura, como es de esperar para aire húmedo encerrado.

Además, con el moho y la corrosión aparecen lentamente vías por las que se producen dispersiones de corriente y malos contactos, respectivamente, lo que ocasiona el funcionamiento defectuoso de los instrumentos.

Se ha efectuado una encuesta sobre la eficacia de los actuales sistemas de aire acondicionado de los laboratorios piloto, habiéndose registrado la temperatura y la humedad del aire. Los resultados muestran que la mayor parte de los acondicionadores de aire funcionaban solo durante las horas de trabajo. Esto permitía que la humedad aumentase y que el agua se condensase en los instrumentos fríos durante el resto del día. También se encontró que durante las horas de trabajo los sistemas de aire acondicionado eran a menudo insuficientes, porque el aislamiento térmico de los edificios no era adecuado, y porque las ventanas y puertas no habían sido debidamente cerradas de forma hermética para impedir la entrada involuntaria de aire húmedo y cálido. También fue una gran sorpresa descubrir que los aparatos de aire acondicionado de ventana deshumedecen de manera suficiente solo cuando refrigeran el aire continuamente. Cuando la acción refrigerante está controlada por un termostato, como es normal, los períodos de temperatura y de humedad relativa decrecientes alternan con períodos de subida de la temperatura y de la humedad. Esto puede dar lugar a que en ocasiones la humedad relativa sea más alta que lo aceptable para los instrumentos. Este efecto se muestra en la figura 2. El aire que entra en el laboratorio a través de ventanas y puertas mal cerradas no puede causar este efecto. Aparentemente, la humedad entra en los laboratorios a través de los propios aparatos de aire acondicionado de ventana cuando, durante las paradas de refrigeración, el agua previamente condensada en la rejilla se evapora de nuevo.

En los proyectos del Organismo se toman medidas sencillas para reducir la entrada de calor y de aire húmedo en los laboratorios. Consisten principalmente en el montaje de dispositivos de cierre automático de las puertas, y en la instalación de ventanas dobles por medio de la fijación de láminas transparentes de plástico en la parte delantera de las ventanas existentes. Bien montadas, evitan que el aire húmedo y el polvo entren en los laboratorios, y, como el aire encerrado entre la ventana y la lámina actúa como aislante, disminuye apreciablemente la entrada de calor en el laboratorio por conducción térmica. Se están efectuando ensayos en laboratorios piloto para determinar la eficacia de estas medidas. También se proyecta investigar la posibilidad de reducir las grandes fluctuaciones de la humedad empleando dos aparatos de aire acondicionado de pequeña capacidad en vez de uno grande. Uno de estos aparatos se emplearía para refrigerar continuamente, día y noche, mientras que el otro se utilizaría solo durante las horas de trabajo. También se investigará la energía economizada gracias a las medidas descritas.

Dificultades con la gestión de mantenimiento del equipo

No parece que se planteen muchas dificultades al elaborar y ejecutar un plan para el mantenimiento de un laboratorio, en el que figuren un calendario y una descripción de todas las medidas relativas al control de calidad y al mantenimiento preventivo esenciales para garantizar una utilización eficaz y apropiada de todos los instrumentos y del equipo. Lo que realmente hay

que hacer se puede deducir del trabajo llevado a cabo con los instrumentos, y de los manuales de mantenimiento. Tampoco es probable que un médico o un científico que utilicen los instrumentos tropiecen con grandes dificultades para ejecutar aquellos planes. Las encuestas y las investigaciones han demostrado que tales dificultades son comunes.

En tres cursos de capacitación, dos seminarios, varios cursillos y cursos de capacitación locales, y cinco reuniones de coordinación se enseñaron y discutieron los principios de control de calidad y de mantenimiento preventivo. Un experto itinerante y el funcionario encargado del proyecto han visitado casi todos los laboratorios piloto. Los supervisores nacionales han tratado continuamente de introducir estrategias de mantenimiento. Se han elaborado diagramas de flujo, y organigramas, calendarios y protocolos de mantenimiento y de control de calidad. A pesar de todas estas medidas, tan solo cuatro de un total de 40 laboratorios han sido capaces de practicar el control de calidad y el mantenimiento preventivo.

¿Por qué esta resistencia al control de calidad y al mantenimiento preventivo? En este momento solo se pueden comunicar las observaciones y conclusiones preliminares de las reuniones celebradas en relación con los proyectos regionales: muchos usuarios de los instrumentos y jefes de laboratorio no parecen apreciar el valor del control de calidad y del mantenimiento preventivo para el buen funcionamiento de sus laboratorios. No se reconoce al parecer la influencia positiva que estas actividades puedan ejercer en su trabajo. Por parte de la dirección y de la administración son frecuentes las quejas acerca de la falta de mantenimiento. No obstante, las peticiones del personal de mantenimiento a fin de que se provean fondos en el presupuesto para mantenimiento y piezas de recambio, y para disponer de pequeñas cantidades en moneda local y extranjera (caja chica), con miras a adquirir piezas de repuesto que se necesitan con urgencia; para disponer de más personal de mantenimiento; para remunerar mejor a los técnicos; para intensificar la cooperación con el personal de mantenimiento; para facilitar más capacitación; para disponer de mejores instrumentos y de talleres mejor instalados, y muchas otras peticiones continúan sin ser contestadas por la administración.

Otras circunstancias que dificultan la ejecución de los planes de control de calidad y de mantenimiento son las siguientes: cambios frecuentes de personal debidos a la "fuga de cerebros" a puestos mejor remunerados en empresas y en la industria privadas; falta de interés por parte de los que manejan los instrumentos y de los técnicos de mantenimiento debida a los malos sueldos, a la falta de reconocimiento del valor de su trabajo, y a su poca categoría; frustración entre el personal de mantenimiento por la falta de cooperación de la administración; preparación insuficiente del personal en el mantenimiento de instrumentos más complicados; y falta de herramientas de mantenimiento y de piezas de recambio.

A pesar de las dificultades mencionadas, los supervisores nacionales continúan desplegando esfuerzos para aplicar prácticas de mantenimiento en los laboratorios piloto. Instan a todos los administradores, directores y funcionarios gubernamentales interesados a que presten el apoyo necesario a sus esfuerzos encaminados a la

creación de laboratorios que funcionen adecuadamente, a evitar que se pierdan grandes inversiones, y a acabar con la decepción de tantas personas que sufren debido a la actual situación, como por ejemplo pacientes de hospital cuyas enfermedades fueron diagnosticadas erróneamente, o que no se diagnosticaron, debido a las deficiencias del equipo.

Capacitación de los capacitadores

La capacitación es la mejor inversión que se puede hacer en el campo del mantenimiento y del control de calidad. Cuantas más personas tengan conocimientos acerca del mantenimiento y del control de calidad, mejor será la conciencia general de su valor, mejor la calidad del trabajo que se lleve a cabo y menores las pérdidas de las inversiones efectuadas en laboratorios e instrumentos.

El Organismo ha reconocido siempre la importancia de la capacitación. Una parte apreciable de su programa de cooperación técnica está consagrada a la capacitación [4]. Pero las necesidades de capacitación son tan grandes que el Organismo no podrá nunca satisfacerlas, y los Estados Miembros nunca llegarán a ser independientes en la esfera nuclear si no son capaces de capacitar a su personal en los aspectos principales de la instrumentación nuclear. Por tanto, hay que fomentar la capacitación local. En todo caso, la capacitación en el extranjero resulta muy costosa. El costo por estudiante de un curso de capacitación de tres meses es tan elevado como el de la misión de un experto de seis semanas de duración. Durante este período de tiempo, un experto podría ayudar a los profesores del país a organizar cursos locales de capacitación para diez o más técnicos, y, si fuese necesario, ayudar en la ejecución del primero de ellos. Esto, junto con el hecho de que los gastos de alojamiento y manutención son muy inferiores en el país que en el extranjero, demuestra que esta capacitación sería adecuada en la esfera costo-eficacia. La capacitación local tendría muchas otras ventajas. Fomentaría el desarrollo de la habilidad del personal local y de la infraestructura local para la capacitación en instrumentación. Promocionaría la categoría de la capacitación al nivel necesario: ser parte integrante y natural de las instituciones nucleares. Facilitaría la posibilidad de hacer frente a la frecuente pérdida de personal capacitado que ha encontrado trabajos mejor remunerados. Y, finalmente, representaría unas economías que se podrían destinar a la capacitación avanzada, solo posible en el extranjero. Además, los candidatos para esta capacitación avanzada en el extranjero se podrían seleccionar mejor sobre la base de sus cualificaciones y del consentimiento de los mismos de regresar a sus respectivos institutos después de haber estudiado en el extranjero.

Con el fin de fomentar la capacitación local, en 1981 se organizó en Kuala Lumpur (Malasia) un cursillo de capacitación de los capacitadores, en el marco del proyecto del ACR sobre el mantenimiento de instrumentos nucleares, en cooperación con el proyecto industrial ACR/PNUD. Veinte participantes de diez países discutieron y practicaron muchas facetas relativas a la preparación, dirección y ejecución de cursos de capacitación para técnicos de mantenimiento y para usuarios de instrumentos y para el personal que los maneja.

Durante 1981 y 1982, los participantes en el cursillo mencionado prepararon y dirigieron un total de 14 cursos locales de capacitación. Se prestó especial atención a los ejercicios prácticos y a los ensayos mecánicos, eléctricos y electrónicos, así como al mantenimiento de instrumentos. En dos de los países participantes los cursos se dictaron en el idioma local. El experto itinerante del proyecto interregional de cooperación técnica y otros dos expertos prestaron asistencia a 10 de dichos cursos, ocupándose de los temas respecto de los cuales la habilidad local para capacitar no era aún adecuada. Dentro del marco del proyecto interregional se proporcionaron parcialmente piezas de electrónica y equipo esenciales para aquellos cursos.

Durante las reuniones anuales se han examinado los programas, los resultados y el posible mejoramiento de estos cursos. Una de las posibles mejoras que se presentó consiste en introducir cursos de una semana de duración, que traten de un solo tema, en vez de los cursos sobre muchos temas, de cuatro a seis semanas, que se han organizado hasta ahora. Estos cursos de corta duración obstaculizarían menos el trabajo regular de los profesores y permitirían una mejor selección de los estudiantes.

El cursillo de capacitación de los capacitadores y los subsiguientes cursos locales han demostrado la existencia en la región de Asia y el Pacífico de gran número de personal cualificado y de mucho interés en la capacitación.

Los proyectos regionales sobre el perfeccionamiento o la introducción de las técnicas de mantenimiento y control de calidad de instrumentos en laboratorios piloto de Asia y el Pacífico y de América Latina han resultado un éxito parcial. Se han conseguido progresos decisivos en las esferas del acondicionamiento de la corriente alterna y del aire, de la capacitación local y de los técnicos de mantenimiento. La ejecución de programas de mantenimiento preventivo y de control de calidad sigue tropezando con la falta de apreciación de su valor. Se están preparando proyectos para el suministro de piezas de recambio y para la racionalización de los reglamentos administrativos. La combinación de programas coordinados de investigación (que requieren adoptar la actitud "lo hago yo mismo" y aumentan una rivalidad amistosa en las reuniones regionales anuales de evaluación) con un proyecto interregional de cooperación técnica, que facilita la asistencia de un experto itinerante y parte de equipo, ha demostrado ser muy fructífera. En opinión de todos los participantes en los proyectos, solo se puede lograr un avance real en la planificación y ejecución del mantenimiento si la administración y la dirección de la institución y los respectivos gobiernos prestan el pleno apoyo necesario para estos trabajos, que son de importancia económica y social.

Referencias

- [1] *Maintenance of nuclear medicine instruments* IAEA-TECDOC-184 (1976).
- [2] P.H. Vuister y B. Hoop *Mantenimiento de instrumentos nucleares en el Sudeste de Asia* Boletín del OIEA, Vol. 21, No.5, pág.48 (1979).
- [3] *Use and maintenance of nuclear medicine instruments in Southeast Asia* IAEA-TECDOC-281 (1983).
- [4] J. Dolnicar *Capacitación para el uso de la instrumentación nuclear* Boletín del OIEA, Vol. 25, No.1, pág.8 (1983).