

Tecnología Incorporada en Equipo Industrial, Biomédico o de Laboratorio. El Problema del “Reloj Secundario”.

Erasmus Marín Córdova

La Conversión Informática del Año 2000 no concierne de manera exclusiva a las áreas informáticas tradicionales de la administración pública federal. La presencia de microprocesadores en el equipamiento de los procesos industriales y en los servicios médicos y de laboratorio, han implicado atención muy cercana de los ingenieros electrónicos y de computación, pues la solución del problema del procesamiento de fechas en esos componentes ha requerido de un conjunto de especialidades y la solución de una serie de problemas de tecnología y logísticos importantes.

La solución del problema del Año 2000 en los PLCs ha generado en el mundo dudas importantes respecto al manejo de sus relojes y una de ellas es sobre el “reloj secundario” que merece una atención especial.

Technology Incorporated in Industrial Biomedical or Laboratory Equipment. The Problem of the “Secondary Clock”.

Erasmus Marín Córdova

The data processing Conversion of the Year 2000 is not exclusively concerned with the traditional information technology departments of the federal public administration. The presence of microprocessors in the equipment of industrial processes, medical and laboratory services, have engaged the close attention of the electronic and computer engineers. The solution of the problem of the dates processing in those components has required of a group of specialties, research and the solution of a series of important technology and logistical problems.

The solution to the problem in the Year 2000 within the PLCs (SIC) has generated world-wide important doubts in relation to the managing of their clocks and regard to the computer's ability to deal with what we call the secondary digits, that deserves special attention.

Tecnología Incorporada en Equipo Industrial, Biomédico o de Laboratorio. El Problema del “Reloj Secundario”

*Erasmó Marín Córdova**

La administración pública federal, por su dimensión y características, cuenta entre sus componentes con organismos industriales cuya función y servicios son de gran importancia para la ciudadanía, como son los casos de Petróleos Mexicanos con sus cinco filiales, Comisión Federal de Electricidad con sus múltiples plantas generadoras de energía, Comisión Nacional del Agua con sus sistemas de bombeo, etcétera; de la misma importancia para el Sector Público son los cientos de Hospitales y miles de unidades médicas que utilizan equipo biomédico para el diagnóstico y tratamiento de los pacientes.

Con el avance de la tecnología prácticamente todas las organizaciones del tipo mencionado cuentan con equipo cuyas características funcionales son supervisadas u operadas automáticamente mediante sus componentes electrónicos inmersos. El hecho de que esto sea así, ha implicado que el sector público revise cuidadosamente los miles de equipos con que cuenta, para evaluar

cuales de ellos podrían verse afectados por la problemática típica del manejo de fechas, por el llamado problema del año 2000, y dada dicha condición avocarse a corregirlos para evitar de esta manera su mal funcionamiento, interrupciones o errores en su operación.

El trabajo de detección y corrección en un porcentaje muy alto está ya terminado, lo cual obligatoriamente se ha ido comprobando gradualmente mediante expertos en la materia y empleando la metodología aprobada a nivel internacional, en función del avance de su conversión. No obstante lo anterior, se ha divulgado por diversos medios de información, particularmente en páginas de Internet internacionales respecto a algunas condiciones operativas de los procesadores internos que, para aquellos no versados en esta tecnología, pudieran crearles inquietudes o incertidumbres que distorsionen la valoración que los grupos técnicos llevan a cabo en su trabajo de corrección. Por lo anterior, se considera importante divulgar la

* Asesor especial en SECODAM y Presidente de la AMIAC

aclaración a este supuesto problema del “reloj secundario”, para ubicarlo en su apropiada dimensión.

Como se mencionó, en fechas recientes se han publicado páginas WEB referentes a la posible existencia de un reloj secundario, oculto en una memoria ROM o alguna de sus variantes y operando en equipos y sistemas con tecnología incorporada. Desde el punto de vista de sus autores, este reloj secundario es adicional al oscilador (el que determina la frecuencia de operación) y al de tiempo real (RTC, el reloj de fecha), por lo cual, exponemos para la consideración de los lectores los siguientes puntos de análisis:

Antecedentes del “reloj secundario”

Afirman los autores de las “páginas mencionadas” que en los inicios del desarrollo de la tecnología de las memorias ROM y su evolución hasta llegar a los diferentes tipos de memorias EPROM actuales, los fabricantes de tales dispositivos, ofrecieron bibliotecas con programas en los que se generaron relojes incorporados con manejo de fecha. Al tratarse de una tecnología que apenas se iniciaba, dichas personas suponen que los primeros ingenieros integradores de sistemas utilizaron estos programas como una medida para ahorrar tiempo en la integración de su propio *firmware*.

Al paso de los años los programas de las bibliotecas quedaron anidados en los programas de los ingenieros siguiendo un proceso de escalera. En otras palabras, el fabricante de ROMs puso el primer escalón. El ingeniero de diseño agregó otro escalón con su propia programación más el uso de la biblioteca. Consideran los autores que, al paso de los años, se han seguido añadiendo más escalones y en la actualidad los niveles más altos de abstracción se han obtenido por una relación híbrida entre las escaleras originales y programas actuales como Visual Basic.

Conjeturas sobre la existencia del “reloj secundario”:

Según esta situación, plantean que existe la posibilidad de contar con relojes incorporados en las memorias y que su funcionamiento se ha mantenido gracias al apoyo de baterías externas y capacitores integrados al chip.

Lo más grave es que estiman que la información respectiva se encuentra completamente perdida y que realmente se desconoce si actualmente existe o no un reloj secundario.

Plantean que tales relojes podrían encontrarse en PLCs (controladores lógicos programables) y ASICs (circuitos integrados de aplicación

específica) incluyendo los PLDs (dispositivo lógico programable).

Lo real del problema:

El siguiente análisis se basa en las observaciones hechas por personas de primer nivel, involucrados en desarrollo de *hardware*, en especial con dispositivos de tecnología incorporada:

1. Desde el punto de vista del hardware, un equipo o sistema con tecnología incorporada con dispositivos de control como microprocesadores, microcontroladores, controladores lógicos programable (PLCs), dispositivos lógicos programables (PLDs), arreglos de compuertas programables en campo (FPGAs), etcétera, pueden contar no solo con un reloj, sino con dos o más, los cuales pueden ser internos o externos al chip. Asimismo, los dispositivos pueden tener memorias ROMs o sus variantes igualmente integradas al chip o en forma externa. Por su propia arquitectura la mayoría de estos elementos también cuentan con temporizadores integrados.
2. Desde el punto de vista del software, efectivamente, los proveedores de dispositivos de tecnología incorporada venden sus productos con bibliotecas de programas, los cuales pueden ser modificados por el ingeniero de diseño que adapta con mucha facilidad estos elementos a sus funciones particulares.
3. La presencia de los relojes integrados por hardware o *firmware* en el elemento de control o fuera de él, están plenamente identificados por los fabricantes de equipos y sistemas con tecnología incorporada especializada, los cuales suministran sus productos en áreas de instrumentación, biomédica, control y comunicaciones, tan sólo por citar algunas de ellas. Estas empresas no diagnostican el problema año 2000 en sus productos con base en suposiciones y jamás mencionan la existencia de un reloj secundario. De manera similar, los fabricantes de circuitos integrados conocen perfectamente cuales son los dispositivos que presentan problemas de compatibilidad con el año 2000 y lo hacen público mediante boletines y publicaciones en medios de alcance mundial como lo es Internet.
4. No se descarta que existan algunos productos de este tipo diseñados por ingenieros que trabajan de manera aislada y que ofrecen sus servicios a pequeñas empresas con el objeto de controlar y automatizar procesos, en los que pudiera existir un reloj secundario de difícil detección. Esta situación no se ha presentado en

instalaciones estratégicas o sustantivas de la administración pública federal, donde se adquiere equipo especializado de marcas de prestigio internacional, con amplio reconocimiento tecnológico. En las visitas de seguimiento del grupo de asesores del Centro de Investigación en Computación del Instituto Politécnico Nacional, se han detectado algunos microcontroladores y PLCs programados por las áreas de conservación y mantenimiento para equipos menores (por ejemplo en unidades de aire acondicionado del IMSS) que operan a plazo cerrado y en los que no interviene la fecha.

5. El efecto escalera al que hace mención la publicación se presenta muy frecuentemente en sistemas de *software*. En el *firmware* de equipo con tecnología incorporada es remota su utilización, porque no sólo evolucionaron los elementos de memoria (capacidad, tecnología, encapsulado, tipo de montaje, etcétera) sino también los elementos de control (bases de datos, control y dirección, velocidad, número de registros, etcétera), incluso la presentación de los mnemónicos y el propio conjunto de instrucciones, de tal manera que para optimizar el *firmware* en cada escala evolutiva, forzosamente se rediseñaron los esquemas anteriores de la propia escalera, la estructura de

la programación y en la mayoría de los casos, el mismo hardware, incluyendo el circuito impreso.

6. Hasta el momento, para el universo de equipos con tecnología incorporada instalado en las dependencias públicas, se han tomado las medidas necesarias recomendadas por los fabricantes para actualizar o sustituir, según el caso, todos aquellos dispositivos que representan un riesgo para la integridad de las personas y para garantizar el servicio que prestan, así como también, aquellos que, sin representar riesgo pero que ven disminuida su funcionalidad, igualmente deben ser actualizados. Se ha tenido especial cuidado en determinar si el dispositivo emplea la fecha de manera directa e indirecta para sus funciones operativas, o si las interfaces de estos dispositivos se alimentan o hacen intercambio de fechas. Como ejemplo se puede citar que en cada una de las dependencias del sector salud se realizó un estudio completo para determinar aquellos equipos de terapia nuclear que, por las propiedades de los materiales radioactivos empleados, pudieran poner en riesgo la integridad y la propia vida del paciente. Esto se llevó a cabo con base en su funcionamiento electrónico y mecánico, en el que participaron ingenieros biomédicos, electrónicos y los mismos fabricantes. En este

estudio sólo se detectaron dos equipos de braquiterapia afectados y su actualización ya está programada.

Asimismo, en el sector energético, todas las posibles pruebas con base en el estándar BSI han concluido. De igual manera, es importante señalar que las soluciones están siendo implantadas por los propios fabricantes. En particular, en la Planta Nucleoeléctrica de Laguna Verde ningún PLC o *firmware* está relacionado con la seguridad y en el peor de los casos, si hubiera falla, se provocaría una disminución gradual y controlada de potencia hasta el paro del reactor.

En el aspecto de la navegación en el espacio aéreo, los equipos y sistemas de radar, red, comunicaciones y procesamiento, considerados como críticos, operan redundantemente. Carecen de elementos PLCs y estrictamente se están siguiendo las recomendaciones de los fabricantes para actualizar o reemplazar los componentes de *firmware*. Se ha tenido especial cuidado en sustituir los equipos de cómputo que de manera automatizada procesan información de navegación, asegurando la integridad de las aeronaves y con esto la propia vida de los usuarios de estos servicios.

7. En la administración pública federal con la colaboración de fabricantes y

proveedores de equipos con tecnología incorporada, estamos abordando el problema del año 2000 con toda seriedad. Los criterios de evaluación y discriminación que se han seguido están basados en definiciones del British Standards Institution (BSI) y con información de fuentes como el Electrical Power Research Institute (EPRI), de Raytheon y del American Petroleum Institute (API). Las adecuaciones y sustitución de equipos afectados son propuestas por el proveedor directo o el fabricante y supervisadas por las dependencias.

No obstante que los fabricantes de equipos con tecnología incorporada aseguran el cumplimiento del año 2000 para sus productos por medio de cartas, certificaciones o publicaciones en páginas de Internet, en las dependencias de la administración pública con la asistencia del proveedor, el usuario y la SECODAM, se realizan pruebas rigurosas de compatibilidad, apegadas a protocolos y recomendaciones de empresas e instituciones altamente confiables, como es el caso de General Motors, la BSI y el Institution of Electrical Engineers (IEE), entre otros.

8. La estructura del proyecto año 2000 en las dependencias de la administración pública federal, las pruebas rigurosas de compatibilidad,

así como los planes de contingencia en escenarios realistas, son garantías que permitirán la continuidad de los servicios públicos en dependencias y entidades estratégicas, entre las que figuran: salud, energéticos y telecomunicaciones, agua y navegación.

Las direcciones WEB de las empresas, institutos y organizaciones citadas, se muestran a continuación:

British Standards Institution:

<http://www.bsi.org.uk>

The Institution of Electrical Engineers:

<http://www.iee.org.uk/2000risk/>

Electrical Power Research Institute:

<http://year2000.eqpriweb.com/index.html>

Raytheon:

<http://www.raytheon.com/y2k/phases.htm>

American Petroleum Institute:

<http://www.api.org/ecit/y2k/>

General Motors:

<http://gmsupplier.com/apps/gsnhome/y2k/>

Colaboraron:

Grupo del Centro de Investigación en Computación del IPN:

Ing. José Martín Haro Martínez, Ing. Marco A. Ramírez Salinas, Ing. Antonio Ortiz Islas, Ing. Raúl Hernández Vargas, Mat. Pablo Manrique Ramírez, Ing. César Granados Olvera, Ing. Valente López Muñoz, Ing. Jaime López Alanís