

**SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN.  
INTEGRACIÓN CENTRO DE CONTROL Y GESTIÓN DEL  
MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR EN EL  
ÁMBITO SANITARIO.**

**Servicio Andaluz de Salud  
Hospital Universitario Virgen de las Nieves**



**IFHE BARCELONA 2008**  
**October 19-22**

**Welcome Bienvenidos**

To the Web Site of **Al Sitio Web de**

20th Congress of the International Federation of Hospital Engineering  
&  
XXVI Seminario de Ingeniería Hospitalaria,  
Congreso Nacional

IFHE INTERNATIONAL FEDERATION OF HOSPITAL ENGINEERING

AEIH Asociación Española de Ingeniería Hospitalaria

The banner features a blue mosaic background. On the left, a yellow globe is shown with a colorful lizard perched on top. The text is in white and yellow. Logos for IFHE and AEIH are in the top right corner.

Octubre 2008

José Ramón Ledesma Aguilar

Jefe de Servicio Unidad Centralizada de Ingeniería y Mantenimiento.

# **SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN. INTEGRACIÓN CENTRO DE CONTROL Y GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO ASISTIDO POR ORDENADOR EN EL ÁMBITO SANITARIO.**

## **ÍNDICE**

1. RESUMEN. ....	3
2. INTRODUCCIÓN. EL BIG BANG. ....	3
3. MOTIVACIÓN. LA ENERGÍA. ....	5
4. LÍNEAS DE ACCIÓN. EL ÁTOMO. ....	6
4.1. SISTEMAS SCADA. ....	6
4.2. SISTEMA GMAO ....	7
4.3. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN ....	8
4.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN. ....	9
5. EL SISTEMA GESTIÓN INFORMACIÓN CECO VS GMAO. LA REACCIÓN ATÓMICA. ....	10
6. DESCRIPCIÓN DE LA INTEGRACIÓN. LA FUSIÓN NUCLEAR. ....	11
6.1. BASE DE DATOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN GMAO-CECO ....	12
6.2. SINTAXIS DE LA ALARMA ....	17
7. CONCLUSIONES Y EL FUTURO. ....	20

### AUTORES:

José Ramón Ledesma Aguilar, Fernando Zúñiga Tamayo, Miguel Serrano Martínez, Lucas Galán, Martín G. Blanco García.

### PALABRAS CLAVE:

SCADA, GMAO, INTEGRACIÓN.

## 1. RESUMEN.

En edificios complejos, y sobre todo en hospitales, los sistemas y equipos que requieren de vigilancia, control y análisis de datos son múltiples y complejos, y como cada uno pertenece a un periodo tecnológico distinto se hace realmente difícil extraer la información necesaria de los mismos. Si además a este coctel peligroso le sumamos que las instalaciones cuentan con más de 30 años, y los sistemas de información del mantenimiento eran de poca utilidad, teníamos un problema, o como se suele decir en el mundo de la calidad, existe una *oportunidad de mejora*.

Lo que esta comunicación plantea es algo muy normal en la industria, por la estandarización en sistemas y equipos, pero muy poco visto en el mundo sanitario, por la miscelánea de productos y el sobrecoste muy pocas veces asumido, y trata de cómo la información procedente de equipos, instalaciones y mantenimiento puede confluir en un solo punto. Ya que la información dispersa en su análisis requiere de un gran esfuerzo, pero sin embargo si fusionamos las distintas fuentes en un solo elemento obtendremos el máximo rendimiento del uso de las tecnologías, y para conseguir este objetivo hemos integrado nuestras nuevas aplicaciones informáticas de Centro de Control y GMAO.

## 2. INTRODUCCIÓN. EL BIG BANG.

El Hospital Universitario Virgen de las Nieves (HUVN) pertenece al Servicio Andaluz de Salud. Está situado en la ciudad de Granada y cuenta con once edificios entre Hospitales, centros Administrativos y de Servicios, alguno de ellos tiene más de 50 años y ciertas instalaciones de estos centros tienen más de 30. Nuestro hospital cuenta con 1.072 camas y la cartera de servicios hace de éste un centro de referencia regional y nacional. Contamos con un personal propio de mantenimiento que supera los 120 operarios.

Las actuaciones que en este documento se presentan han ido encaminadas a integrar un sistema Centralizado de Alarmas Técnicas (CECO) y un programa de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO). En principio puede parecer sencillo, pero lleva consigo un importante trabajo, teniendo en cuenta que contamos con múltiples edificios separados algunos de ellos por cientos de metros, que éstos poseen mucha antigüedad, que las instalaciones están obsoletas y que la mayoría del personal de mantenimiento no poseía conocimientos sobre nuevas tecnologías. Por tanto, y antes de pensar en unir dos aplicaciones informáticas que nos facilitarán el trabajo, había que comenzar realizando un proyecto que definiera las líneas estratégicas de actuación en relación a los aspectos tecnológicos de la Ingeniería y el Manteniendo del HUVN. Y esto sí que es realmente complejo, cuanto más si no

reflexionamos *sobre lo que tenemos y hacia donde queremos ir*, este pensamiento nos llevó a la conclusión que sin un *plan estratégico*<sup>1</sup> que estableciera las pautas a seguir y dibujara la forma de cómo hacerlo no obtendríamos el éxito en aquello que nos proponíamos.

Los campos de trabajo a los que este plan se refiere son tres: *Telecomunicaciones, Sistemas de Control e Información y Seguridad de Personas y Bienes*.

Sin lugar a duda y por la complejidad del mismo, este proyecto tiene un carácter ineludiblemente multidisciplinar, ya que sin la participación activa de todas las unidades dependientes de los Servicios Generales de un hospital esta idea no saldría adelante. Y sobre todo debe existir un apoyo decidido de la dirección, siendo la Dirección de SS.GG. la que debe liderar todo el proceso, consiguiendo de este modo que no se produzcan divisiones, falta de interpretación o de cohesión, ni responsabilidades difusas o compartidas que llevarían al caos en la ejecución de las distintas acciones.

---

<sup>1</sup> En nuestro caso el **I Plan Estratégico Tecnológico en Ingeniería y Mantenimiento (2005-2008)**

### 3. MOTIVACIÓN. LA ENERGÍA.

Se preguntarán cómo se afronta un proyecto de modernización de los sistemas e instalaciones de edificios con más de 30 años de antigüedad, sin parar la actividad asistencial, y de manera que social y económicamente sea sostenible. Pues de una forma muy sencilla, *haciéndolo por partes*. Esta afirmación a priori puede parecer obvia pero en nuestro caso no lo es tanto, si nos referimos a la implantación de las nuevas tecnologías en centros como el descrito en este caso. No es lo mismo tener que afrontar la automatización de una línea de producción de una fábrica que no lo está, que pretender controlar toda la planta en un solo acto, esta segunda opción supondrá un ímprobo esfuerzo tanto técnico como económico, y de estas dos voluntades no siempre existen excedentes en la Administración Pública. Por ello dibujamos un escenario al cual queremos llegar y sentamos las bases para conseguirlo sin que tengamos que realizar el esfuerzo de una sola vez; es como si tuviéramos un puzzle, en el que hay una imagen compleja y única que está formada por cientos o miles de pequeñas figuras sin sentido por separado pero que en conjunto presenta algo sorprendente. Esto es lo que nosotros hemos hecho, integrar poco a poco los sistemas que se han ido ejecutando en las distintas reformas, dedicando en todas ellas un apartado de telecomunicaciones, sistemas de control e información y seguridad de personas y bienes, que al final nos permitiera unirlos todo y obtener un único CECO y un único GMAO.

La integración de estas aplicaciones facilita la anticipación de los problemas, como por ejemplo, que un usuario pueda mostrar quejas hacia el personal sanitario porque en su habitación hace demasiado calor o frío, con este sistema nos podemos anticipar al problema. Además no requerimos que la supervisión del Centro de Control deba realizarse con la presencia constante de una persona, sino que sabemos que las desviaciones de variables o alarmas serán comunicadas, vía sms si son críticas, o por medio de una Hoja de Trabajo, si no lo son. Y como es evidente este uso nos permite obtener una trazabilidad de lo que ocurre en nuestras instalaciones sabiendo dónde y con qué frecuencia se producen los problemas de forma repetitiva, esto nos ayuda a realizar un mantenimiento predictivo.

El sentido de obtener la información anteriormente mencionada del CECO y gestionarla en el GMAO es la de conseguir en primer lugar, ordenar la información técnica y tenerla en un único lugar, en segundo lugar, el hecho de contar con sólo una fuente de información permite ordenar el trabajo desde dicha referencia. Esto facilita que no existan errores en las prioridades, y en el caso de instalaciones o equipos críticos el GMAO también envía sms automáticos a los operarios implicados por el sistema en cuestión, o bien al SAT asociado a un determinado equipo.

## 4. LÍNEAS DE ACCIÓN. EL ÁTOMO.

### 4.1. SISTEMAS SCADA<sup>2</sup>.

La puesta en marcha de este tipo de sistemas es tal vez la actuación que inicia el plan estratégico tecnológico, porque fue el que nos permitió crear una matriz donde se alojarán todas las acciones que en el futuro pudieran acometerse en este sentido, y a su vez el embrión de donde posteriormente nacería el **Centro de Control**.

Con este planteamiento se desarrolló el proyecto de instalación de los subsistemas de seguridad y de gestión de señales técnicas, que comenzó en el año 2005 y finalizó exitosamente en diciembre del 2007. De forma paralela, en todas las obras que iniciábamos, instalamos los autómatas. En el proyecto de seguridad se introdujeron cientos de controles de accesos (hasta 430) decenas de cámaras (hasta 150 entre digitales convencionales e IP), sistemas de detección volumétricos (hasta 250), y enclavamiento de puertas de acceso y salida al recinto (hasta 80). En las reformas se instalaron autómatas en zonas técnicas, plantas de hospitalización y zonas comunes hasta cubrir una superficie de 58.547 m<sup>2</sup> útiles.

Los sistemas de seguridad se integraron en un Centro de Control con una única base de datos (WinPack<sup>3</sup>), enlazado con un software de tratamiento de imágenes (Fusion). Por otro lado las señales técnicas, el control de las mismas y el análisis de datos se recogieron en un único SCADA (VijeoCitec). La conjunción de estos sistemas nos permite gestionar la imagen y el seguimiento de personas en función de los eventos que se vayan produciendo. A su vez facilita la regulación del flujo de profesionales y usuarios dentro del hospital, tanto en circuitos horizontales como verticales –ascensores-, ya que el total de los 4.500 trabajadores del HUVN, así como los cientos de eventuales, todo el personal de servicio, y cuidadoras de enfermos de larga estancia, cuentan con una tarjeta identificativa de proximidad bajo tecnología RFID.

Este fue el primer paso en lo que a sistemas centralizados se refiere, el segundo trata de integrar todos los sistemas en isla que contaban con un autómata receptor de señales diversas y que presentaban la información en un interface web.

---

<sup>2</sup> Supervisory Control And Data Acquisition. Vigilancia, Control y Adquisición de Datos.

<sup>3</sup> Tanto Fusion como WinPack son de la marca HoneyWell.



Gráfico 1. Primer sistema SCADA por medio de autómatas Xenta 511, Webservice.



Gráfico 2. Pantalla CECO. Sinóptico Caleta.

## 4.2. SISTEMA GMAO

La puesta en marcha de voluminosos contratos de mantenimiento electromédicos en equipamiento de Alta Tecnología, Radiología Convencional y Digital, Ultrasonidos, Equipamiento Crítico –respiradores, electros, mesas de anestesia, etc-, permitía en algunos casos introducir la aplicación de mantenimiento electromédico que poseen las empresas mantenedoras en un hospital<sup>4</sup>, y se aprovechaba este para el resto de servicios debido al esfuerzo que suponía la actualización de bases de datos de equipos y disciplina de las empresas proveedoras, o también se da el caso de adquirir un sistema comercial estándar<sup>5</sup> por parte del hospital. Pero si bien es cierto que cualquiera de estas soluciones supone adaptarse a algo ya desarrollado, para ser utilizado por un determinado usuario que no ha elegido qué información desea ver o cómo se ha de presentar esta. Este razonamiento y el hecho que el resto de sistemas HIS del HUVN se encontraban altamente desarrollados y requería de complejas integraciones con el nuevo GMAO, nos llevó a la conclusión de que el desarrollo del mismo debía partir desde cero y sobre las premisas que el departamento de ingeniería marcara. El inconveniente principal de esta solución es que se carece de la experiencia de una empresa especializada en el mercado sobre aplicaciones informáticas de gestión de activos y mantenimiento, pero a cambio la adaptabilidad del programa a la morfología del centro es perfecta, y sobre todo cuenta con tres pilares fundamentales que son los que han conformado el know-how de este proyecto: la *flexibilidad*, que la aplicación crezca en función de las necesidades sociales, técnicas y tecnológicas del hospital; la *Integración*, que la aplicación se entienda con el máximo de sistemas de información del hospital; y la *Libertad*, que el lenguaje de programación no sea propietario de una única empresa.

<sup>4</sup> Aplicaciones de este tipo nos podemos encontrar el ASSETPLUS de General Electric, o el MANTHOSP de Ibermansa, o el propio de Dräger.

<sup>5</sup> Como pueden ser los desarrollados por empresas como Sistepant, con PRISMA, o Allegro Systems, con Maximo, o el propio de Idasa Sistemas.

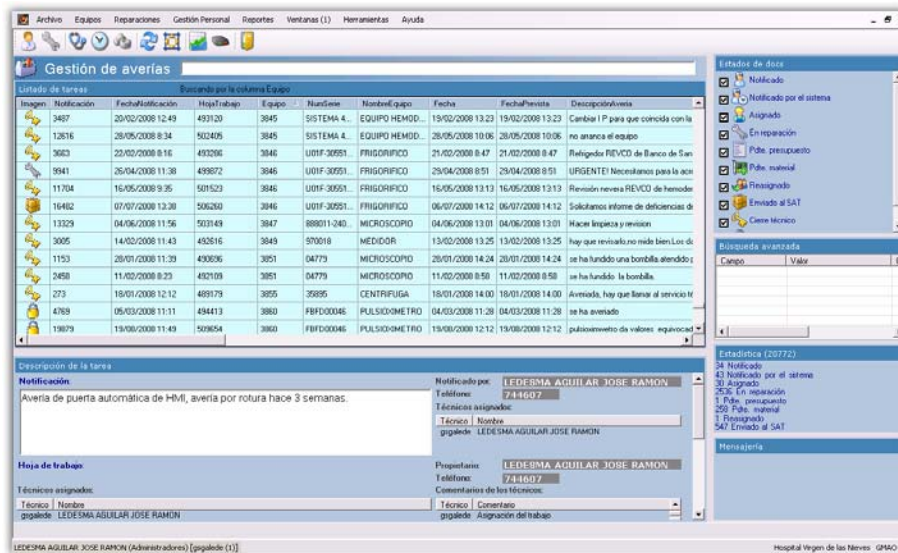


Gráfico 3. Pantalla Gestión de averías del GMAO.

### 4.3. SISTEMAS DE TELECOMUNICACIÓN

Si nos quedáramos sólo con el planteamiento del software de gestión, control y vigilancia, y electrónica para el tratamiento de señales obtendríamos un resultado claramente deficiente, ya que ¿cómo funcionaría todo si no existe un sistema de comunicación entre los dispositivos que garantice la continuidad de la información?

Por ello, y aprovechando las necesidades de otros servicios (como imagen radiológica digital e historia clínica del paciente), se diseñó una red de comunicaciones compuesta por fibra óptica en anillo uniendo los armarios de red más críticos, y en estrella para conectar a los armarios de tercer nivel. A partir de la electrónica de red llegamos a los autómatas, cámaras o sistemas de seguridad por medio de cableado estructurado. Y para garantizar que el flujo de información alcanzara el Centro de Proceso de Datos (donde se alojan todos las aplicaciones que aquí se mencionan), conformamos una red con seguridad lógica mediante VLANs<sup>6</sup>, y para ello disponemos de una línea de fibra con garantía de tráfico hasta 10 Gb.

A su vez debíamos conectar las áreas hospitalarias por las que están compuesto el HUVN, Caleta y Cartuja, y separadas entre sí por 800 m. Para ello hemos tendido dos redes bien diferenciadas de fibra óptica, una principal y otra de respaldo, aunque originalmente la de respaldo se suplía por una conexión LMDS<sup>7</sup> por medio de Wimax<sup>8</sup>. Al resto de centros periféricos

<sup>6</sup> VLANs: (Virtual Local Area Network) Las LANs virtuales son agrupaciones, definidas por software, de estaciones LAN que se comunican entre sí como si estuvieran conectadas al mismo cable, incluso estando situadas en segmentos diferentes de una red de edificio aunque compartan la misma electrónica de red.

<sup>7</sup> Local Multipoint Distribution Service (Sistema de Distribución Local Multipunto) es una tecnología de conexión vía radio inalámbrica.

<sup>8</sup> Comunicación WiFi de alta velocidad hasta 100 Mb/s de transferencia.

y que no pertenecen a ninguna de las dos grandes áreas (al transmitir bastante menos información) se les dotó con conexiones ADSL con ancho de banda hasta de 20 Mb/s de transferencia.

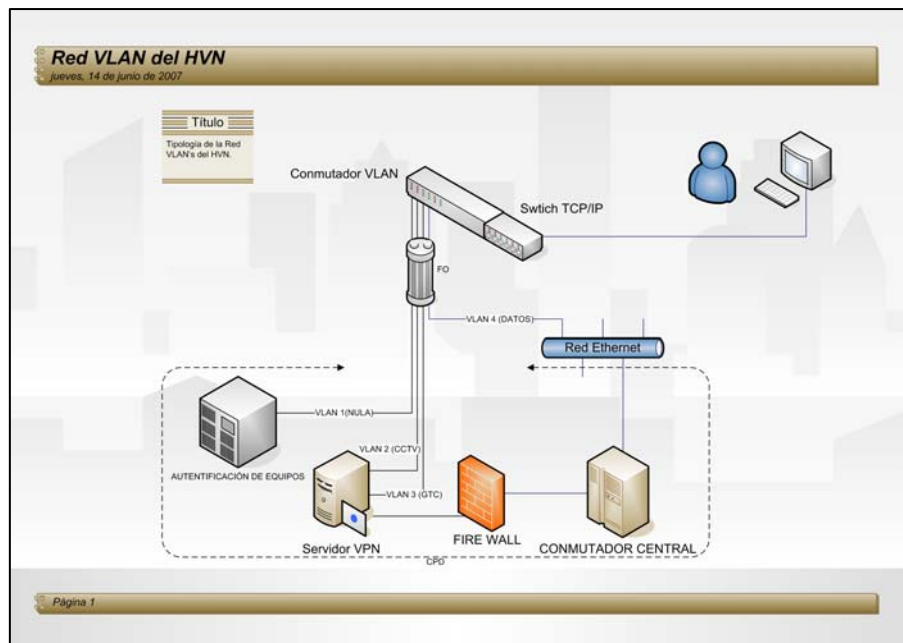


Gráfico 4. Esquema de VLANs en el HVN.

#### 4.4. SISTEMAS DE INFORMACIÓN

Con relación a este apartado, indicar que el principal escollo que se nos ha presentado, es la falta de predisposición inicial del principal agente implicado tanto en el Centro de Control como en la aplicación GMAO, el personal de mantenimiento, que poseía importantes reticencias a ambos proyecto y que intentamos resolver mediante dos formulas:

1. Cursos de formación sobre mantenimiento de sistemas automátas aplicados a edificios.
2. Participación constante en la mejora de cada una de las aplicaciones, bien con colaboración directa o bien por medio de foros de comunicación por medio de página web, o reuniones periódicas bajo el formato de sesiones técnicas.

## 5. EL SISTEMA GESTIÓN INFORMACIÓN CECO VS GMAO. LA REACCIÓN ATÓMICA.

El programa de Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) cuenta con las principales novedades que pueda poseer una aplicación de este tipo, y entre ellas, podemos resaltar su base de tecnología apoyada siempre en estándares de mercado, como SQL Server 2005 SP2, que nos permite trabajar con volúmenes de datos importantes y, a la vez, conseguir velocidades de búsquedas por debajo del segundo para miles de datos, utilizar y mostrar esa información en formato de estadísticas o listados a través de la herramienta Crystal Reports que nos permite manejar los datos de la aplicación con gran facilidad, y generar tablas y gráficos adaptados a nuestros *cuadros de mando*. También se ha utilizado la última tecnología disponible en lenguaje de programación por medio de C#, dentro del entorno de Visual Studio .NET 2008 y basado en el la versión 2.00 del .NET FrameWork, que permite una gran escalabilidad así como la integración con sistemas existentes a través de diversas tecnologías como los Servicios Web (Web Services). El resultado es una herramienta altamente escalable, integrable, robusta y con un entorno actual y muy amigable para el usuario. Con esta aplicación, desarrollada por Iconos Software, podemos gestionar un gran volumen de datos, relativos a las notificaciones de averías así como el tratamiento de Hojas de Trabajo relacionadas con los mantenimientos correctivos, generar fichas y programas preventivos y predictivo, podemos organizar el mantenimiento técnico-legal, los recursos humanos, materiales, generación de informes, etc.

Por otro lado el sistema de recepción de señales técnicas y alarmas, como hemos llamado Centro de Control (CECO), integra los diferentes sistemas por medio de las redes LonWorks utilizando dispositivos TAC-Schneider, redes modbus con dispositivos Telemecanique, o redes Profibus con dispositivos Siemens, y todo intercomunicado por medio de la red Ethernet del hospital. Desde este CECO, que permanentemente se encuentra bajo la supervisión, control y análisis de datos de los distintos ámbitos de mantenimiento del HUVN, podemos recoger las señales de los autómatas que se encuentran tanto en zonas de hospitalización y comunes, donde controlan climatización e iluminación, como en zonas técnicas, donde controlan desde ascensores, montacargas, bombas de circulación de agua potable o climatización, funcionamiento de climatizadores, alarmas técnicas de gases medicinales, grupos electrógenos, enfriadoras de agua, calderas, depuradoras de agua para diálisis, sistemas auxiliares críticos (refrigeración RMN, PET-TAC), etc. **Y nuestro nivel de automatización ha alcanzado hasta un 45% de todas las instalaciones y dependencias del hospital.** Además las alarmas que están clasificadas como críticas pueden ser enviadas a móviles del personal encargado de dicha instalación o equipo mediante una pasarela sms existente en el hospital (NAGIOS).

El CECO está basado en una aplicación informática tipo SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition), de la marca Schneider Electric, modelo Vijeo Citect 6.1, desarrollado por Ingeniería y Control Remoto (ICR), de gama industrial y muy potente debido a la capacidad que posee para la recepción ilimitada de variables (dependiendo de la licencia), además la Base

Datos de registros se puede tratar de forma transparente. Incluso hemos desarrollado un módulo para integrar cualquier tipo de sistema de ventilación (ventiloconvectores, UTA's, climatizadores) seleccionando solo qué elementos son los que están instalados (sondas, variadores de frecuencia, compuertas, etc), conectando todo y quedando listo para funcionar.

En el momento de plantear una integración entre sistemas informáticos lo primero que debemos hacer es preguntarnos qué información se transmitiría de un lugar a otro, para qué y cómo se hace. Este análisis previo es absolutamente necesario para realizar cualquier maniobra, ya que para fusionar parte de la información de los programas tendremos que programar pequeñas aplicaciones autoejecutables (scripts) que dependiendo de su adecuado diseño y concepción darán un resultado u otro.

## 6. DESCRIPCIÓN DE LA INTEGRACIÓN. LA FUSIÓN NUCLEAR.

Una vez descritos los sistemas destinados a entenderse tenemos que reflexionar sobre el cómo éstos se han de hablar, principal escollo ya que manejan lenguajes de programación claramente diferenciados, por lo tanto la forma más sencilla de comunicar ambas aplicaciones es compartiendo una BBDD, o tabla de intercambio, en la cual alojamos determinada información del CECO. Esta información es verificada de forma continua por el GMAO y a través de una serie de códigos se comprueba si los avisos dejados por el CECO en dicha tabla son realmente alarmas, si éstas están reconocidas, o si la alarma es persistente y por tanto ya ha sido comunicada.

La identificación en el GMAO de los equipos industriales y electromédicos se realiza de manera unívoca por medio del código interno del HVN más el número de serie, pero para el caso de locales o zonas que no alojan un equipo concreto, sino parte o conjunto de ellos, y donde sólo controlamos ciertos parámetros como iluminación y climatización, la identificación se hace algo más compleja. Estas zonas están comandadas por medio de dispositivos que cuelgan de una red principalmente Lonworks, por ello, a la hora de integrar ambos sistemas, nos surgía la duda si íbamos a generar una Notificación en GMAO contra una Alarma de CECO utilizando el texto que tuviera la misma, o por el contrario asociamos a cada Alarma un equipo y de este modo utilizábamos la estructura funcional del GMAO que se hace más eficaz si hacemos una gestión por equipos, y no sobre textos sin más. Para conseguir este objetivo consignamos en el CECO cada uno de los autómatas a través del código único conocido como el *neuronID*<sup>9</sup> (nID), por lo tanto no existe riesgo que dos equipos se confundan por tener el mismo número.

---

<sup>9</sup> Identificador unívoco de un equipo electrónico de *Echelon*, fabricante de chips comunicantes para redes Lonworks. Todos los equipos instalados en el hospital poseen un identificador de referencia para cada controlador individual (nID, o MAC/IP/Dirección Modbus si se trata de autómatas no Lonworks). En el caso de plc's de mercado o e/s distribuidas esto no es posible, para este caso utilizamos los números de serie.

## 6.1. BASE DE DATOS DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN GMAO-CECO

Para que la tabla de intercambio alojada en el servidor donde discurre el GMAO pueda funcionar debe poseer *una dirección ODBC*, esto es, una dirección de la BBDD para poder establecer el enlace ODBC (nld-IP de la máquina o nombre con la instancia de la BBDD), un *Nombre de Usuario*, que permite iniciar la sesión y autenticar al mismo para tener acceso a la BBDD, una *Contraseña*, y *dos Tablas –equipos y alarmas-* donde se escriban los campos de intercambio, perfectamente definidos e inteligible por ambas aplicaciones, y a la cual tanto CECO como GMAO tendrán acceso y podrán actualizar los registros.

Los equipos en el CECO serán identificados según hemos indicado en el apartado anterior y por medio de una tarea programada serán importados todos los días a la BBDD de equipos de GMAO para actualizar la misma.

Los datos de cada equipo y que son insertados en la tabla de intercambio son:

1. neuronID
2. Descripción del dispositivo.
3. Marca
4. Modelo
5. Ubicación
6. TAGs
7. IP
8. Distribuidor
9. Servicio Técnico

Y el GMAO insertará dicha información en la ficha de equipo con las siguientes correspondencias y automatizando determinados campos:

CAMPO CECO	CAMPO GMAO	AUTOMATIZACIÓN
∅	IDEquipo	Cada línea en la tabla de intercambio GMAO la interpreta como un nuevo equipo siempre que el IDNumSerie no exista anteriormente, en el caso que sí coincida se crea un incidente en el <i>log</i> , y este es comunicado vía email al administrador con periodicidad diaria.
neuronID	IDNumSerie	La misma sintaxis
Descripción	Nombre	La misma sintaxis
∅	Estado	Siempre que en la tabla de intercambio aparezca será Correcto. En el caso que de la tabla de intercambio desaparezca, en el GMAO cambiará el estado a Baja, consignando como fecha la del día que se detectó.
Modelo	Modelo	En el caso que este no existiese en la tabla de modelos de GMAO se creará automáticamente asociado al campo Marca, las incongruencias entre ambos se reflejan en el <i>log</i> .
Marca	Marca	Igual que en el anterior
∅	GFH <sup>10</sup>	Ver automatización <i>Ubicación</i> .
∅	Grupo	00001 AUTOMATAS PROGRAMABLES
∅	IDCentroHospitalario	Ver automatización <i>Ubicación</i> .
Ubicación	Ubicación	La descripción de la Ubicación se facilita por medio de la <i>Estructura: XXX_PYY_HZZZ_WW</i> Siendo la ubicación: XXX_PYY_HZZZ Por tanto para obtener el GFH se verifica en la tabla de GFH's la coincidencia de sintaxis con XXX. Y el IDCentroHospitalario es XXX.
∅	1ºInspección	La fecha de la primera vez que el equipo aparece en la tabla de intercambio.
TAGs	Observaciones	La misma sintaxis
IP	Observaciones	La misma sintaxis
Distribuidor	Distribuidor	La misma sintaxis
Servicio Técnico	SAT	En la tabla de SAT del GMAO busca el texto con sintaxis con más coincidencias.
∅	Tipoinstalación	Siempre: <i>Gestión Automática de Instalaciones</i>
	Fechas	Todas las fechas coincidirán con la del campo 1ºInspección.
Criticidad	Criticidad	1 a 5 -1 envío sms y acudir inmediatamente-, 2 acudir en menos de 1 hora, 3 acudir en el mismo turno, 4 acudir en las siguientes 24 horas, 5 acudir en las siguientes 72 horas-.

Tabla 1. Variables de equipos en la tabla de intercambio.

Nota:

∅ = Campo vacío

<sup>10</sup> Grupo Funcional Hospitalario, representa los centros de coste del hospital, y es la agrupación que nos permite identificar usuarios con lugares de trabajo, a su vez con edificios y finalmente con Áreas de actuación.

A continuación describimos cómo se produce una alarma en el CECO y cómo se transmite esta al GMAO:

En primer lugar se definen los rangos de alarmas, esto se realiza por el personal de mantenimiento autorizado, de forma que desde la pantalla donde se ubica un equipo con alarma predefinida este operador puede configurar los distintos niveles posibles de alarma: muy alto, alto, bajo y muy bajo. Por ejemplo, para una magnitud variable con alarma predefinida como puede ser la pérdida de carga en un filtro de aire de ventilación tendremos la opción que el operador defina las siguientes alarmas:

<b>Alarma. Configuración</b>	
Valor actual:	23,8 Pa
<hr/>	
Muy alta:	300,0 Pa
Alta:	200,0 Pa
Baja:	0,0 Pa
Muy baja:	0,0 Pa

Para esta configuración, tenemos un primer disparo de alarma indicando que se ha superado una pérdida de carga de 200 Pa, lo que indica que debemos cambiar pronto el filtro de ventilación. Con el segundo disparo, se confirmaría que no habremos realizado el cambio de filtro con éxito dentro del periodo de tiempo del que disponíamos, habiendo llegado al nivel de alarma “Muy alto”, haciendo irremediable la sustitución del filtro con carácter inmediato para el correcto funcionamiento de la instalación.

El CECO, que toma continuamente lecturas de variables (TAG<sup>11</sup>) a las que podemos definirles niveles de alarma, como hemos podido ver en el ejemplo anterior, tiene definidas estas TAGs como discretas, enteras, o reales, de forma que sus niveles de alarma cambiarán según sean de un tipo u otro. Para un TAG discreto el nivel de alarma sólo podrá ser uno o cero. Para un TAG entero, tendremos los cuatro niveles MUY ALTO, ALTO, BAJO y MUY BAJO, con cambio de signo pero sin parte decimal. Para las reales, será igual que para las enteras y además dispondremos de dos decimales para acotar aun más los rangos de alarmas.

Para acceder a la lectura/escritura de estas TAGs, el CECO se apoya en drivers de comunicación que habitualmente vienen integrados con cualquier SCADA. Existen drivers

---

<sup>11</sup> TAG: Variable.

específicos para multitud de protocolos y fabricantes de autómatas (Profibus-Siemens, Modbus-Schneider, DeviceNet-Omron, etc).

Para el proyecto de automatización en fase de crecimiento que encontramos en el hospital elegimos protocolos estándar utilizados por la mayoría de fabricantes. Estos protocolos son el *ModBusTCP* (ModBus, Modicon-Bus original de Modicon<sup>12</sup>), y el segundo protocolo estándar utilizado es el *Lonworks*, que usamos para equipos *inmóticos* de climatización e iluminación. Este último también llega a ser encapsulado mediante pasarelas LON-IP<sup>13</sup> de forma que aprovechamos al máximo las ventajas y prestaciones de la infraestructura de telecomunicaciones de Ethernet existente en el hospital.

Al no disponer en el SCADA del protocolo Lonworks integrado, tuvimos que basarnos en un servidor OPC (OLE Process Control) multiproyecto, de la marca *Neuron System*, para intercomunicar nuestra aplicación existente en el CECO con las numerosas redes LON-IP repartidas por distintas zonas y edificios.

Para intercomunicación de los equipos Lonworks se utilizan herramientas de software como el LonMaker, de Echelon, que los comisiona, dándoles una dirección única a la que le corresponde implícitamente un gestor (*handler*), con el que el servidor OPC utiliza para direccionarse hacia cada equipo y las TAGs de cada uno de ellos. De esta forma el CECO podrá supervisar los muchísimos valores (actualmente tenemos 12.000 TAGs), declarando los items<sup>14</sup> de las variables IO con un handler por equipo, de forma que para dos variables, como por ejemplo “Temperatura interior” de habitaciones distintas, el item de cada TAG cambiará únicamente en el sufijo handler, esto es:

TAG	Descripción	Item (IP:handler:XXX)
HRT_P7_H737_Tin	Temperatura interior en HRT habitación 737	10.104.0.53:83:Templn
HRT_P7_H741_Tin	Temperatura interior en HRT habitación 741	10.104.0.53:102:Templn

Tabla 2. Ejemplo de estructura de variable.

<sup>12</sup> Posteriormente liberado el código para su estandarización por Schneider Electric. ModbusTCP: Modbus encapsulado en tramas de comunicación Ethernet TCP-IP

<sup>13</sup> Comunicaciones industriales de señales técnicas sobre cableado y electrónica de redes locales de comunicación.

<sup>14</sup> Item: Valor alfanumérico.

O sea, para el término IP se indica la dirección IP de la pasarela Lonworks existente para la planta 7 del HRT (10.104.0.53).

Podríamos concluir que para cada equipo tenemos declaradas en nuestro CECO varias TAGs que comunican a través del servidor OPC mediante la entrada en el ítem de su correspondiente *IP:handler:variable*. Cada una de estas nomenclaturas se corresponden con el *neuronID:variable*.

Por consiguiente, explicado el método de comunicación entre CECO y equipos, podemos configurar que para cada variable (TAG) una alarma o distintos niveles de alarmas.

Y una vez hemos conseguido definir cómo se notificarán y producirán las alarmas, por medio de un formulario podemos seleccionar o deseleccionar un grupo de alarmas o zonas, para los casos de necesidad como avería del autómata, caída de red de telecomunicaciones, falta de suministro eléctrico o por decisión de mantenimiento, para de este modo evitar avalanchas de alarmas que a su vez desbordarán al GMAO con cientos de Notificaciones. Este formulario permitiría activar o desactivar la comunicación CECO-GMAO para cada una de las variables que se asocia a una alarma posible y cada una de estas aparece en un listado, siendo el interface de uso una aplicación web de acceso restringido para administrador del sistema y personal autorizado, o cliente si posee privilegios de administrador.

Así se puede deshabilitar por habitación u equipo, planta, centro o todas, individualmente, ya que cada equipo suele tener varias alarmas asociadas. Y esta configuración se encuentra en la base de datos para el CECO, actuándose sobre la misma por medio de ventanas de configuración y manipulación para el administrador (u operarios con permisos específicos).

También es importante tener en cuenta las situaciones particulares para tratar éstas en el momento de la integración. Una de ellas se produce en el CECO, cuando este está marcando una alarma por exceso o defecto de temperatura en una determinada habitación, y resulta que cuando estudiamos el sinóptico de dicha estancia nos percatamos que el ventilador de la misma se encuentra apagado de forma manual, en este caso, aunque hayamos marcado una temperatura de consigna ésta no se alcanzará. En estos casos el CECO solo alojará en la tabla de intercambio aquellas alarmas que se producen cuando una variable (TAG) supera el límite que tiene establecido, si y solo si no ha existido una intervención manual que ha llevado a que se produzca esta alarma. Esta condición es muy compleja de llevar a cabo de forma automática, pero en nuestro caso, y de momento sólo en el caso de ventiloconvectores, se programa el TAG de tal forma que éste no estará en alarma cuando el ventilador se halla parado de forma manual. Por lo tanto, una alarma en el CECO no implica necesariamente que en el GMAO se genere una Notificación.

## 6.2. SINTAXIS DE LA ALARMA

Para el adecuado entendimiento entre el CECO y GMAO hemos tenido que crear una tabla a modo de diccionario electrónico de términos que tras la automatización generada por los scripts hace que la información fluya de un lado a otro.

### ***Estructura:***

XXX\_PYY\_HZZZ\_WW

XXX Centro Objeto

PYY Planta Objeto

HZZZ Habitación Objeto

WW Tipo de Alarma.

Tipos de alarma:

TIPOS DE ALARMA Y DEFINICIÓN	
AT	Alta temperatura
BT	Baja temperatura
AP	Alta presión
BP	Baja presión
FT	Fallo térmico en maquinaria
EV	Evento de arranque o parada del equipo
AL	Alarma general del equipo

Tabla 3. Tipos de alarmas.

Ejemplo: HRT\_P7\_H737\_AT

Esta alarma indica: *“En el Hospital de Rehabilitación y Traumatología en la Habitación 737 se ha producido una alarma por alta temperatura”.*

### ***Condiciones:***

- Siempre asociado a cada nombre de variable (TAG) se ha de acompañar el valor que ha generado la alarma, así como los rangos de la variable.
- Siempre se ha de generar la entrada de fecha y hora de la última actuación sobre la entrada
- Siempre se debe asociar un texto identificativo.

- d. Siempre debe tener asociado un campo identificativo para el equipo (nID).

CAMPO CECO	CAMPO GMAO	Observación
Fecha/Hora	Fecha/Hora	Se genera automáticamente cuando se aloja la información en la tabla de intercambio y la da el reloj del servidor.
Alarma	TxtNOTIFICACIÓN	En este campo se describe la avería a partir del texto de la alarma interpretando la cadena alfanumérica según la tabla 3.
neuronID	IDNumSerie	La misma sintaxis
∅	IDuser	Siempre: Centro de Control
ESTADO ALARMA	ESTADO ALARMA	Valores 0, 1, 2 y 3

Tabla 4. Notificación de la alarma en GMAO en la tabla de intercambio.

Notas:

1. ∅ = Campo vacío.
2. El resto de campos necesarios que requiere una Notificación como el GFH, Centro, Área, etc, los toma del equipo.
3. En el caso que se produzca una alarma de un equipo no existente en la tabla de equipos se generará una línea en el log que llegará por email al administrador de forma diaria.

Uno de los campos de intercambio de la tabla es el de ESTADO ALARMA (EAAA) que puede tomar los siguientes valores:

0: Alarma insertada en *tabla de intercambio* pero no reconocida por el GMAO.

1: Alarma reconocida por GMAO y generada la Notificación.

2: Cierre Técnico de la Notificación en GMAO.

3: Alarma Desactivada que elimina Notificaciones generadas, y no genera nuevas.

Y la forma cómo actúa este campo dentro de la tabla de intercambio es la siguiente:

1. En caso de generarse una alarma el CECO comprueba en su tabla si la alarma está habilitada (servidor 1), a continuación comprueba en la tabla de intercambio si hay registro para esa alarma (servidor 2), sino existe la escribe con el valor 0, si ya existe y posee el valor:
  - a. 0 ó 1, no la sobrescribe.
  - b. 2 ó 3, la vuelve a escribir en una nueva línea con el valor 0.
2. En el caso del GMAO las acciones que tomará en función del valor del campo EAAA es el siguiente:
  - a. 0, se genera una nueva Notificación y cambia el valor a 1.
  - b. 1, no hace nada.

- c. Una vez que la Notificación pasa al estado Cierre Técnico o Definitivo, el valor de EEAA pasa a 2.
- d. 3, elimina las Notificaciones que todavía no hayan pasado a HT, y no genera nuevas.

Si el operador deshabilita una alarma inmediatamente CECO escribirá el valor 3 en el campo EEAA de todas Alarmas deshabilitadas.

En el caso que el operador vuelva a habilitar una alarma, o conjunto de ellas, el CECO registrará en la tabla de intercambio las alarmas que en ese momento estén activas y con el criterio del punto 2 de este apartado.

Sin una explicación previa, parece extraño que en lugar de utilizar la fecha y la hora para describir una alarma, tengamos que crear un campo para cada una con un juego de códigos a su vez. El razonamiento de esta solución viene dado por el hecho que ambos programas son diferentes y están concebidos, en principio, para usos diferentes. Por lo tanto, si no introducimos un simple nivel de entendimiento por medio de claves, podemos encontrarnos situaciones difíciles de resolver, como que exista una avalancha de alarmas por cortes de corriente, que se produzcan dos alarmas de forma simultánea, o que tal vez cuando el operario llegue al lugar donde se ha producido la alarma esta ya ha desaparecido.

Además para garantizar que el script del GMAO y el CECO estén consultando constantemente todos los registros acumulados, que pueden llegar a ser miles, aquellos que poseen en el campo EEAA el código 2 ó 3 pasan a una tabla de *Registros Obsoletos* después de transcurridas 72 horas a contar desde la generación de dicho estado. Esta tabla solo es consulta.

## 7. CONCLUSIONES Y EL FUTURO

Las ventajas que podemos obtener con la culminación de este desarrollo son múltiples y muy jugosas desde el punto de vista económico, a medio plazo, y de imagen, a corto plazo. Entre las principales ventajas podemos destacar:

1. La automatización e integración de todos los sistemas hace que la información que nos facilitan pueda ser compartida por todos aquellos interesados de forma sencilla.
2. La implementación de un SCADA y GMAO común nos ayudará a no tener que depender de empresas que trabajan en el hospital y que sin la información que éstas nos facilitan no sabemos dónde nos encontramos.
3. Que la puesta en marcha de un adecuado sistema GMAO nos lleva a un control exhaustivo de las instalaciones y equipos, como conocer el *Tiempo de Disponibilidad* (uptime), tan importante hoy día debido a la presión que existe sobre las listas de espera. Y bajando a un plano más operativo podríamos saber si los recursos que poseemos están bien aprovechados o no, con el resumen de horas y actividades por operario. Esto a su vez nos llevaría a una respuesta ordenada y ágil de las distintas peticiones del centro, lo que desembocaría a un incremento de la autoestima de los operarios, y la credibilidad de los miembros de mantenimiento ante la institución.

En un futuro a medio plazo la información del CECO que pretendemos registrar en el GMAO es la siguiente:

- ✓ Número de horas de funcionamiento de bombas y equipos de producción de frío.
- ✓ Número y lugar de caídas de interruptores de protección.
- ✓ Temperatura de climatización de determinadas zonas que aún no se ha cubierto.
- ✓ Alarmas técnicas por fallo en maquinaria.
- ✓ Información de históricos de consumos energéticos y primarios.
- ✓ Estado de depósitos de residuos líquidos.
- ✓ Alarmas en sistemas de CCAA y CCTV.

Esta información nos ayudará a elaborar un *Plan de Mantenimiento* basado en la *Diagnos*  
*de Fallos* y *Predicción* de los mismos, además nos permitirán ganar ingentes cantidades de  
tiempo tanto en la respuesta de las averías como en la paradas de equipos e instalaciones, así  
como en la toma de decisiones para la adquisición de nuevo equipamiento, porque si sabemos  
cuánto nos cuesta un mantenimiento sabremos si es rentable cambiarlo o no.

También se abre una línea de trabajo enfocada al uso de dispositivos portátiles para el  
personal de mantenimiento, y sobre todo para realización de preventivos y predictivos, que  
permite reducir tiempos en la gestión administrativa de la información y en el tratamiento de  
averías y fallos, además de la evidente ventaja de reducir una gran cantidad de papel, tener  
constancia de quién realiza los trabajos por medio de controles biométricos, que permite llegar  
más lejos en menos tiempo y con menos recursos.

En resumen, poseemos un Sistema Global de Información que nos coloca a la  
vanguardia de la tecnología hospitalaria, y nos permite controlar nuestras instalaciones y el  
trabajo de nuestro mantenimiento desde una perspectiva ordenada y única. Abre además el  
camino para utilizar la información e interpretarla, intentando de este modo reducir nuestras  
averías o paradas de equipamiento crítico, aumentar la eficiencia de las instalaciones para  
obtener un mayor aprovechamiento energético, así como, una mayor profesionalización del  
personal que trabaja en las mismas.