



PROYECTO INTEGRACIÓN Y GESTIÓN DE LAS INSTALACIONES DE CLIMATIZACIÓN Y ALUMBRADO EN EL CAMPUS SAN FRANCISCO, UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

Proyecto fin de carrera, convocatoria de SEPTIEMBRE

Ingeniería técnica industrial (Electrónica)

Realizado por: Javier Pérez Ibáñez
Dirigido por: Esther Sainz Martín
Salvador Nevot Bosch

Zaragoza, septiembre 2011



RESUMEN

Las tecnologías actuales permiten numerosas soluciones para facilitar la labor de mantenimiento de las instalaciones.

Una centralización del mayor número de instalaciones en un punto, supone un cambio muy positivo en su manejo. Además la visualización de los procesos permite anticiparse a posibles averías y errores antes de que los usuarios se percaten. Esto supone dar un mejor servicio y utilizar eficientemente los recursos de personal interno de la UZ. Cada instalación requiere un tratamiento especial o unos horarios específicos como ocurre con la calefacción y la iluminación. Un sistema remoto, permite poder hacer cambios y obtener información, permitiendo ajustar individualmente parámetros de las máquinas para un mayor confort de los usuarios.

En este proyecto se ha implementado una visualización y un control de las instalaciones de climatización y alumbrado a través del autómata de Siemens S7-1200 y el programa Simatic Wincc v7



ÍNDICE

MOTIVACIÓN.....	2
ANTECEDENTES	2
ACTUACIONES A REALIZAR	3
SOLUCIONES ADOPTADAS	3
ELEMENTOS COMUNES DE LA INSTALACIÓN	5
<i>Siemens S7 1200:</i>	5
<i>Módulos de ampliación</i>	7
Módulo entradas analógicas SM1231 AI	7
Entradas digitales SM1222.....	7
Entradas RTD SM1231 RTD	7
Módulo de salidas analógicas Signal Board AO.....	8
Fuente de alimentación.....	8
Red Ethernet Unizar	8
Switch Siemens CSM1277	9
Sondas temperatura, humedad y presión Siemens.....	10
Paneles táctiles Siemens KP600	10
Sentron Pac3200	11
SCADA WINCC	12
<i>Servidor OPC</i>	13
SOFTWARE NECESARIO	14
RELOJ ASTRONÓMICO	15
INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN	19
INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN	25
PRODUCCIÓN DE CALOR.....	26
<i>Instalaciones de calefacción con caldera y bombas de recirculación</i> ...	26
<i>Instalaciones de calefacción sólo con bombas de recirculación</i>	35
PRODUCCIÓN DE FRÍO	41
<i>Instalaciones del Centro de Procesamiento de Datos (CPD)</i>	41
<i>Instalaciones del Caesaraugusta</i>	45
GESTIÓN DE ALARMAS	49
BIBLIOGRAFÍA	52



MOTIVACIÓN

Tras una selección de personal, en Junio de 2010 se concede una beca de colaboración con la Unidad de Ingeniería y Mantenimiento (UIM) de la Universidad de Zaragoza. Desde ese momento, se plantea la posibilidad de desarrollar un proyecto de automatización del mayor número de instalaciones posibles del campus San Francisco. Anteriormente ya había cursado una Grado Superior en esta especialidad, por lo que me pareció una oportunidad de profundizar en este tema, del que conocía parte y era de mi agrado.

ANTECEDENTES

Desde que la Universidad de Zaragoza fue fundada, se han construido y remodelado numerosos edificios. Las instalaciones de los mismos también han sufrido variaciones y actualizaciones, efectuadas por distintas empresas y diferente personal tanto interno como externo a la universidad.

La situación en el año 2010 era de una descentralización generalizada de esas instalaciones, no existía ninguna interconexión entre ellas aun cuando es importante que trabajen conjuntamente. Cada una de ellas funcionaba de modo autónomo e independiente y no existía ningún tipo de interconexión entre ellas. Esto supone un gran problema de mantenimiento, ya que los fallos son más difíciles de detectar y por lo tanto de solucionar.

Muchas de las instalaciones están repetidas en la gran mayoría de los edificios, como pueden ser la producción de agua caliente para calefacción, y en determinadas fechas o por necesidades climatológicas es necesario un ajuste de funcionamiento. Para poder configurar parámetros o actuar sobre ellas, hasta este momento había que ir una por una, con el coste de personal y tiempo que ello conlleva.



ACTUACIONES A REALIZAR

Las tecnologías actuales permiten numerosas soluciones para facilitar la labor de mantenimiento de las instalaciones.

Una centralización del mayor número de instalaciones en un punto, supone un cambio muy positivo en su manejo. Además la visualización de los procesos permite anticiparse a posibles averías y errores antes de que los usuarios se percaten. Esto supone dar un mejor servicio y utilizar eficientemente los recursos de personal interno de la UZ. Cada instalación requiere un tratamiento especial o unos horarios específicos como ocurre con la calefacción y la iluminación. Un sistema remoto, permite poder hacer cambios y obtener información, permitiendo ajustar individualmente parámetros de las máquinas para un mayor confort de los usuarios. Hasta este momento el esfuerzo que requería visitar cada uno de los sistemas, hacía que se programaran horarios y parámetros de forma generalizada.

SOLUCIONES ADOPTADAS

Existen diferentes soluciones para la automatización y la centralización de instalaciones. Hasta la fecha se venían utilizando por ejemplo, relojes para el apagado y encendido de diferentes sistemas como climatizadores, alumbrado, bombas de recirculación de agua...

La apuesta para la modernización de las instalaciones ha sido la automatización y centralización de todos los sistemas posibles en un mismo punto.

En esta ocasión se ha optado por la utilización de un autómata de la marca Siemens. Esta empresa lleva fabricando y comercializando equipos muchos años, y su reputación y fiabilidad está más que demostrada. Cuando se comenzó a implantar este sistema de centralización de instalaciones, la marca sacó al mercado un nuevo equipo de automatización, el **Siemens S7 1200**. Este micro autómata presenta unas características que lo hacen idóneo para las necesidades de estas instalaciones, las cuales se presentan en apartados siguientes.

La cantidad y a veces la complejidad de los sistemas ya instalados, hacen que sea imprescindible utilizar los elementos que ya existen, y tratar de integrarlos en la medida de lo posible en la nueva gestión. Elementos como sondas de



temperatura PTC y NTC, válvulas de 3 vías motorizadas, consolas de control de calderas y bombas..., funcionan correctamente, y sería un gasto y un tiempo perdido el intentar imitar su comportamiento, además que en algunos casos como el de las calderas de agua caliente para calefacción, sería muy difícil de implementar. Por eso es necesario recurrir, por ejemplo, a **módulos externos** de entradas analógicas RTD para el PLC para las sondas de temperatura, o buscar conectores integrados propios que nos ofrezcan las salidas que necesitamos en los controladores de las calderas.

Además de una automatización, se precisaba de una integración de las instalaciones. La solución escogida es la implantación de un Scada para la visualización y el control de los autómatas. Ya que los equipos elegidos habían sido de la marca Siemens, se escogió un producto de la misma marca, además de por la facilidad de conexión sistemas del mismo fabricante, porque reúne una serie de características que lo hacen sumamente moldeable a las necesidades del proyecto. Así pues el programa es **Simatic Wincc v7**.

La conexión entre todos los equipos es algo fundamental a la hora de plantear un sistema de gestión centralizada. La Universidad de Zaragoza tiene implantada hace unos años una **red interna de comunicaciones Ethernet** que da soporte a los equipos informáticos que se encuentran en los diferentes edificios y campus. Aprovechando esta instalación, se pensó en utilizar unos equipos que permitieran la conexión directa a esta red, y así solucionar un problema que de otra forma elevaría la complejidad del proyecto, teniendo que implantar e instalar un sistema de buses de campo.

ELEMENTOS COMUNES DE LA INSTALACIÓN

Siemens S7 1200:

El Siemens S7 1200 es un autómata que salió al mercado en noviembre de 2009. Está pensado para solventar la mayoría de las necesidades de la industria, en un PLC de pequeño tamaño pero de altas prestaciones.

Algunas de sus características principales son:

- Interfaz Ethernet / PROFINET integrado.
La comunicación Ethernet como se ha comentado antes es un punto muy importante a favor de este PLC, ya que otras marcas incluso los modelos anteriores de Siemens, requerían de módulos externos de comunicación para poder utilizar esta tecnología. La potente red interna de la Universidad de Zaragoza es un elemento importante en la integración, y el tener un sistema fiable de comunicaciones permite ahorrar en recursos.
- Entradas analógicas integradas.
El modelo Siemens S7 1214c que es el utilizado en este proyecto viene equipado con 2 entradas analógicas de tensión de 0-10v. Por necesidades técnicas en algunas instalaciones se instalaron sondas de temperatura de corriente de 4-20mA, por lo que se recurrió al acople de un módulo externo de entradas analógicas que admitían ese tipo de información.
- Programación mediante la herramienta de software STEP 7 Basic v10.5 para la configuración y programación no sólo del S7-1200, sino de manera integrada los paneles de la gama Simatic Basic Panels.
Siemens ha conseguido que la tarea de programación del autómata sea mucho más llevadera e intuitiva, ya que tras la renovación de su programa, se pueden aprovechar variables, llamadas a datos, bloques de programa... tanto para la programación del autómata como para los paneles táctiles.
- El nuevo sistema S7-1200 desarrollado viene equipado con tres modelos diferentes de CPU (CPU 1211C, CPU 1212C y CPU 1214C) que se podrán expandir a las necesidades y requerimientos de las máquinas.

Para las necesidades de este proyecto, el modelo que más se adaptaba es el 1214C, ya que dispone de un mayor número de entradas y salidas digitales.

- A la derecha de la CPU pueden colocarse los módulos de ampliación de E/S digitales y analógicos.

Esta característica ya estaba presente en modelos anteriores de Siemens, si bien en el 1200 se ha mejorado tanto la conexión entre módulos, como el tamaño y diseño de los mismos. Más adelante se explican los módulos utilizados y las posibilidades de conexión de los mismos.

- La CPU 1214C hasta un total de ocho módulos de señal.



Figura 1 . Disposición de los componentes en el Siemens S7 1200

Comunicaciones Industriales

- Todas las CPUs Simatic S7-1200 pueden equiparse hasta con tres Communication Modules a la izquierda del controlador.

Esta característica es muy útil en función de las comunicaciones que necesites, si bien en este proyecto únicamente se utiliza la conexión TCP/IP y esta viene integrada en este automático, algunos equipos industriales utilizan otros buses de campo, como por ejemplo PROFIBUS, que son perfectamente compatibles y configurables en este automático.

- Funciones tecnológicas integradas

A la hora de hacer la programación, Siemens trata de facilitar en lo posible esta tarea, con lo que se dispone de múltiples funciones ya creadas que están disponibles para su utilización. Además, gracias al nuevo software Total Integrated Automation Portal V10.5, la tarea de programar se ha simplificado al máximo, permitiendo a personas sin un alto nivel de programación, poder manejar este automático.

Módulos de ampliación

Los módulos de ampliación son los encargados de dotar al PLC de las entradas y salidas que puedan requerirse aparte de las disponibles en el propio autómata. En este proyecto, se han intentado unificar el máximo posible de instalaciones en un solo autómata. Esto es posible debido a que nuestras instalaciones no necesitan una gran capacidad de cálculo. Además supone gran ahorro, no solamente por el propio precio del autómata, sino por el montaje de cuadro y punto de red que lleva asociado. Se han utilizado diferentes tipos de módulos que se describen a continuación.

Módulo entradas analógicas SM1231 AI

Aunque el propio Siemens 1200 lleva dos entradas analógicas, éstas solo admiten entradas de tensión de 0-10v. Por eso es necesario poner este módulo cuando se utilizan, por ejemplo, sondas de temperatura y humedad ambiente de corriente de 4-20mA. Este módulo necesita ser alimentado a 24v, pudiéndose aprovechar la propia fuente de alimentación que el autómata lleva integrada.



Figura 2 . Módulo entradas analógicas SM1231

Entradas digitales SM1222

En determinadas aplicaciones es necesario disponer de más entradas de las que nos ofrece integradas el PLC. Como se ha comentado anteriormente, se intenta en la medida de lo posible, agrupar instalaciones en un mismo autómata, cosa que hace aumentar considerablemente el número de entradas necesarias. En este proyecto se utilizan módulos de 8 y 16 entradas digitales.

Entradas RTD SM1231 RTD

En este proyecto, se ha intentado aprovechar al máximo todos los elementos existentes en las instalaciones, que funcionaban individualmente y descentralizadamente. Este es el caso de las sondas de temperatura instaladas en los conductos de agua caliente para calefacción, y las sondas de temperatura ambiente. Éstas son del tipo PTC o NTC, y para poder integrarlas, es necesario disponer de módulos

de entradas RTD SM1231 acopladas al PLC. Estos módulos ofrecen diferentes configuraciones, dependiendo del tipo de sonda a utilizar.

Módulo de salidas analógicas Signal Board AO

Una de las características que se han comentado antes del autómata, es la posibilidad de acoplar módulos externos para la ampliación de las características propias de él. En este caso este módulo se acopla al frontal del PLC, quedando integrado completamente en él. Sus características son la posibilidad de ofrecer tanto salidas de tensión desde -10v hasta +10v, como salidas de corriente de 4 a 20mA.



Figura 3 - Salidas analógicas Signal Board AO

En este proyecto se ha utilizado para el control de un servomotor el cual admitía tensiones de entrada desde 0 hasta 10v

Fuente de alimentación

Tanto los módulos de ampliación como algunos elementos externos como por ejemplo los switch necesitan una alimentación de 24Vcc. El propio autómata incorpora una salida a esa tensión, pero si el número de elementos es elevado, es conveniente poner una fuente de tensión auxiliar para evitar sobrecargar al PLC.

En este caso se ha escogido una fuente de Siemens PM1207 la cual tiene el mismo formato que el autómata y los elementos externos, y es de montaje sobre carril DIN.

Red Ethernet Unizar

La estructura de la red informática de la Universidad de Zaragoza, está pensada para la interconexión de todos los campus, centros y edificios de la UZ, así como el cableado de un gran número de dependencias. Para el propósito de este proyecto en cada instalación es

necesario disponer de tantas direcciones IP como elementos queramos tener conectados a nuestra gestión. Para ello es necesario contar con, al menos, una roseta de conexión a red instalada lo más cerca posible del

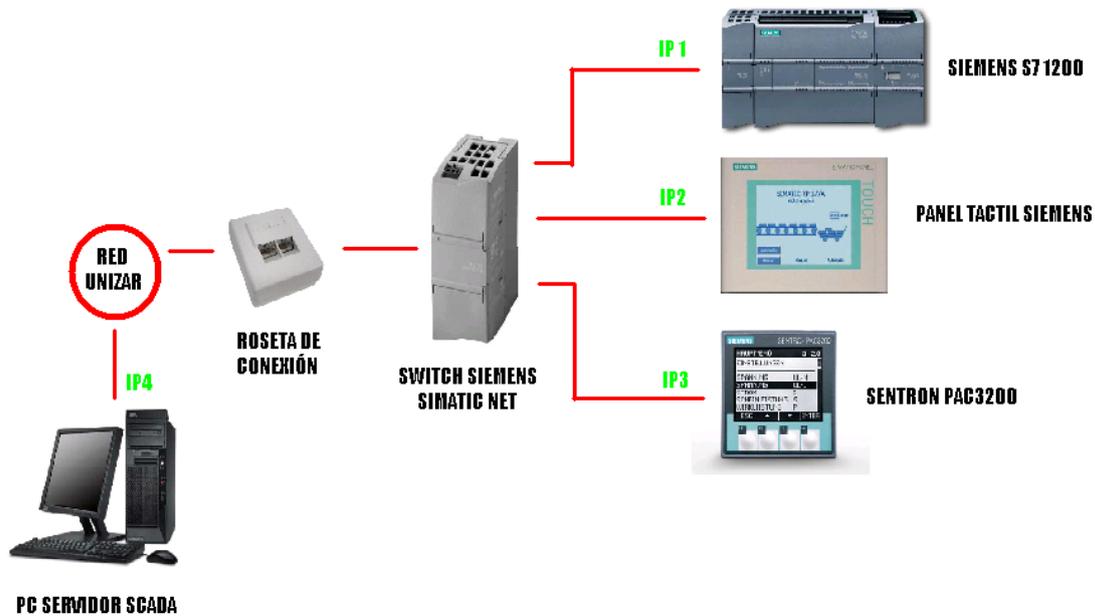


Figura 4 - Esquema conexiones equipos

cuadro donde tengamos colocados los elementos. Mediante esa roseta es posible conectar varios equipos a través de un switch de conexión.

Switch Siemens CSM1277

Este elemento posibilita conectar varios equipos con diferente IP en red. Existen multitud de marcas y modelos que se podrían haber utilizado, ya que este no es un elemento que vaya acoplado a PLC, es un elemento completamente externo. Se ha escogido este modelo por varios motivos. Uno es que su alimentación es a 24Vcc, y el Siemens 1200 posee una fuente poder conectar aparatos a esa tensión. Otro de los motivos es unificar



Figura 5 - Simatic Net 1277 1

marcas, en este caso Siemens. En este proyecto se han utilizado switch de 4 y 8 entradas.

Sondas temperatura, humedad y presión Siemens

Para procesos en los que se requiere una mayor información de la que la instalación posee, se utilizan sondas de la marca Siemens. En este proyecto se ha utilizado sondas de conducto QAM2171.040 de 4-20 mA, sondas de temperatura exterior, sondas de temperatura y humedad ambiente QAA2061 de 0-10 V, y sondas de presión QBE2002-P10.



Figura 6 - Sonda de conducto Siemens QAM2171.040



Figura 7 - Sonda de pared QFA2060

Estos sensores tienen dos formas de transmitir la información o bien por tensión, 0-10v, o bien por corriente, 4-20mA. Si son del primer tipo, pueden utilizarse las propias entradas analógicas del autómata S7 1200. Si son del segundo hace falta insertar un módulo de entradas del tipo SM1231.

Cada tipo de sonda necesita ser configurada en el autómata con el fin de adaptar su tensión o corriente al valor real de la medición. La forma elegida para hacerlo se muestra más adelante en cada una de las aplicaciones donde se ha utilizado.

Paneles táctiles Siemens KP600

Hay determinadas instalaciones que por su importancia o su situación, requieren poderse controlar en el mismo lugar donde se

encuentran. A pesar de que la gestión es accesible desde cualquier lugar donde haya conexión a internet, ya sea por cable o inalámbrica, se pueden instalar paneles táctiles para su manipulación.

Los paneles aportan información de la instalación “in situ”, permitiendo controlar parámetros de esta siempre y cuando se tengan los permisos adecuados. Estos mismos datos se muestran también en la gestión central, ya que normalmente es desde ahí desde donde se modifican las cosas, sin necesidad de desplazarse físicamente hasta el lugar.

Sentron Pac3200

En la mayoría de las instalaciones, es muy útil saber el consumo energético que se está teniendo. Para poder hacer una medición completa, es necesario colocar un analizador de redes. Este modelo es de la marca Siemens, y



Figura 8 - Sentron Pac3200

tiene la ventaja que lleva conexión Modbus/TCPIP integrada. Esto nos permite poder conectarlo de manera autónoma a la red de la universidad, únicamente proporcionándole una dirección IP. Además, también admite la lectura de sus parámetros desde un autómatas conectado a él. Esto es muy útil, ya que se pueden programar acciones en el PLC dependiendo de esos valores sin tener que hacer conversiones de formatos ni cambios de protocolos de comunicación.

SCADA WINCC

Existen muchos desarrolladores de sistemas de este tipo, pero siguiendo los mismos criterios de selección que en apartados anteriores, se ha optado por seguir utilizando productos de Siemens, facilitando así la integración de equipos con la misma marca.

Un SCADA tiene como objetivo la recopilación de información para poder controlar el desarrollo de un proceso. Esta monitorización se realiza generalmente en tiempo real. De esta manera, no hace falta ir recorriendo las diferentes instalaciones para controlar su estado, un problema que es especialmente importante en la Universidad de Zaragoza por la gran cantidad de edificios existentes. La visualización se puede realizar desde cualquier dispositivo con conexión a internet como puede ser un ordenador, un teléfono móvil, una tableta electrónica...

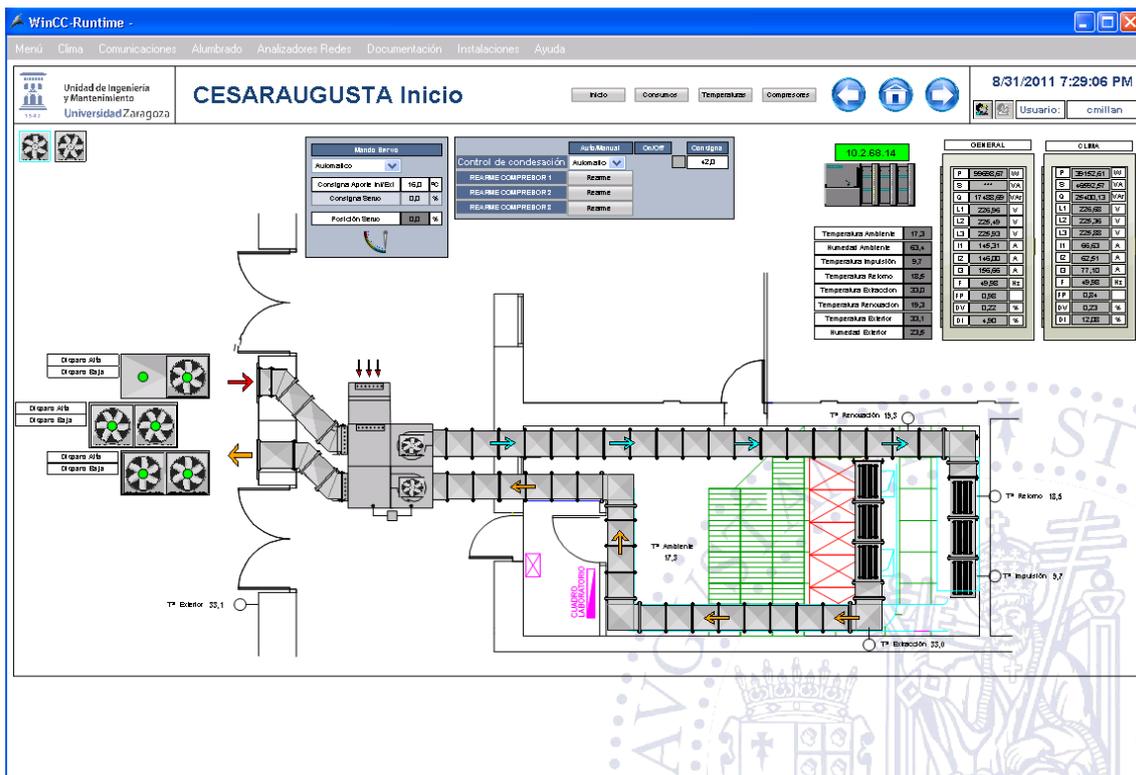


Figura 9 - Pantalla Scada

Una de las facetas más importantes de un SCADA es la posibilidad de generar alarmas, anticipándose así a problemas más graves derivados de ellas. También es importante la capacidad de modificar parámetros de producción en función de las circunstancias. Las posibilidades son muy numerosas, haciendo falta únicamente medios humanos y conocimientos técnicos para llevarlas a cabo.

Un sistema de este tipo hay que saber controlarlo, ya que el exceso de información puede ser un problema si no se sabe procesar. Es una herramienta muy potente que hay que integrar correctamente con los correspondientes sensores y actuadores que forman parte de los diferentes sistemas a controlar, climatizaciones, alumbrados...

En esta ocasión el sistema se centraliza en las instalaciones de la Universidad de Zaragoza, y más concretamente en los servidores del Servicio de Informática y Comunicaciones. La gestión es accesible desde cualquier punto que tenga una conexión a internet, ya sea cableada o inalámbrica.

Servidor OPC

Como se ha comentado que el autómatas elegido es el Siemens S7 1200. Este PLC lleva poco tiempo en el mercado por lo que el programa Wincc no tiene la posibilidad de comunicarse con él mediante enlaces S7, como si pueden hacer otros autómatas de la marca como el S7 300 o S7 400.

Este impedimento obliga a establecer un enlace mediante un servidor OPC, el cual hará de pasarela entre los dos dispositivos. En el dispositivo donde se instala y se pone a funcionar el Scada Wincc, es necesario configurar un servidor OPC. Esto se consigue mediante la aplicación Simatic Net y Step 7 v5.4. Es necesario configurar cada una de los dispositivos con los que queremos comunicar, proporcionando su dirección IP. Es entonces cuando el servidor OPC, es capaz de intercambiar variables entre el Wincc y el S7 1200.

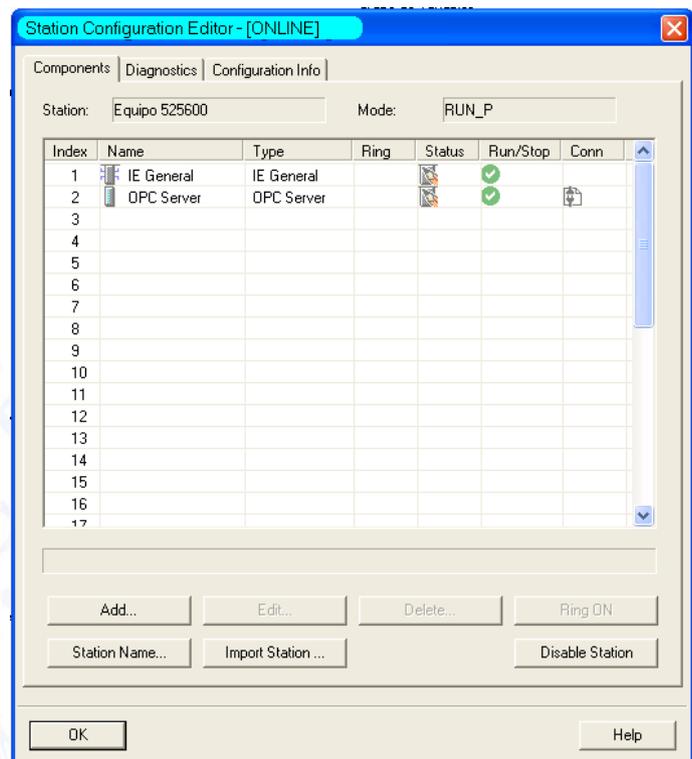


Figura 10 - Servidor OPC



ID local	Interlocutor	Tipo	Iniciativa local	Enviar	Subred	Interface local	In	Dirección local	Dirección del interlocutor
AULARIO_DERECHO_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.44.223
AULARIO_MEDICINA_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.49.219
CAESARAUGUSTA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.14
CERBUNA_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.20.222
CIENCIAS_A_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.92.223
CIENCIAS_SALUD_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.51.199
CPD	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.3
DERECHO_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.44.222
DERECHO_RACK	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.30
ECONOMICAS_RACK	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.4.68.3
FILOLOGIA_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.61.223
FILOSOFIA_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.60.217
FILOSOFIA_RACK	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.24
GEOLOGICAS_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.86.52
HUMANIDADES_REG_1	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.37
ICE_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.46.223
INTER_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.41.223
INTER_CT	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.35
INTER_RACK	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.34
MAGISTERIO_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.18.223
Matematicas_Caldera	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.13.223
MEDICINA_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.48.223
MEDICINA_RACK	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.27
POLIDEPORTIVO_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.20.221
SAI	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	10.2.68.9
SANTA_ISABEL_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.20.223
SOCIALES_CALDERA	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.50.199
UTCM	desconocido	Enlace S7	sí	no	Ethernet(1) [IE]	IE General		155.210.14.9	155.210.21.47

Figura 11 - Configuración servidor OPC

SOFTWARE NECESARIO

- Siemens Totally Integrated Automation Portal V10.5
- Simatic Net
- Step 7 v5.4 SP3
- Wincc v7

RELOJ ASTRONÓMICO

Existen en el mercado dispositivos electrónicos que realizan la función de reloj astronómico, aunque normalmente son dispositivos con un precio elevado. En este proyecto se ha decidido utilizar el autómatas S7-1200 como reloj, ya que permite no solo utilizarlo como tal, sino continuar realizando otras tareas necesarias en la instalación.



Búsqueda en las tablas, asignación y corrección de las horas del orto y el ocaso

Tabla que contiene los datos del ocaso solar

Tabla que contiene los datos del orto solar

Tiempo de espera para la comprobación del correcto funcionamiento del reloj

Variables necesarias para la configuración del reloj astronómico

Figura 12 - Bloques de datos necesarios para la implantación del reloj solar en el autómatas Siemens S7 1200

La implantación del reloj astronómico se ha realizado programando dos tablas, una para el orto y otra para el ocaso, con las horas de salida y puesta de sol para cada uno de los días del año. Para poder utilizar la el autómata como reloj, es necesario añadir al proyecto de cada PLC, los dos contenedores de datos DB's y el bloque de objetos OB señalados en la imagen anterior.

Las tablas de orto y ocaso contienen los datos de puesta y salida del sol de todos los días del año en horario UTC. Existen algoritmos que realizan el cálculo exacto de dichas horas, en función del lugar donde nos encontremos, la altitud, el año...pero son excesivamente complejas de implementar en el autómata para el beneficio que conllevan. Hay que tener en cuenta que la variación de la salida o la puesta del sol de un año para otro, no excede de unos pocos segundos, por lo que utilizar la misma tabla para incluso varias decenas de años, no supondría más que un retraso de algunos pocos minutos. En las aplicaciones que se benefician de la implantación del reloj astronómico en este proyecto como pueden ser las de iluminación o climatización, esa pequeña variación no supone absolutamente ningún problema.

RA DB Orto				
	Nombre	Tipo de datos	Offset	Valor inicial
1	▼ Static			
2	Version	string[15]	0.0	'Version 1.0'
3	Fecha	string[15]	17.0	'1 Febrero 2011'
4	▼ Orto	Array [1 .. 372] o...	34.0	
5	Orto[1]	Time		T#7h31m0s
6	Orto[2]	Time		T#7h31m0s
7	Orto[3]	Time		T#7h31m0s
8	Orto[4]	Time		T#7h31m0s
9	Orto[5]	Time		T#7h31m0s
10	Orto[6]	Time		T#7h31m0s
11	Orto[7]	Time		T#7h30m0s
12	Orto[8]	Time		T#7h30m0s
13	Orto[9]	Time		T#7h30m0s
14	Orto[10]	Time		T#7h30m0s
15	Orto[11]	Time		T#7h30m0s
16	Orto[12]	Time		T#7h29m0s
17	Orto[13]	Time		T#7h29m0s
18	Orto[14]	Time		T#7h29m0s
19	Orto[15]	Time		T#7h28m0s
20	Orto[16]	Time		T#7h28m0s
21	Orto[17]	Time		T#7h27m0s
22	Orto[18]	Time		T#7h27m0s

Figura 13 - Detalle tabla orto solar

En primer lugar se hace la lectura del día y el mes en el que nos encontramos. Una vez obtenidos estos datos, se multiplica el número del mes por 31, se le suma el número de día y después se le resta 31 para corregir la desviación que se produce. Si por ejemplo estuviéramos en el día 10 de enero, se multiplicaría $1 \times 31 = 31$, a esto se le sumaría el número de día $31 + 10 = 41$ y finalmente se le restaría 31, $41 - 31 = 10$. La posición número 10 de la tabla (Orto [10] y Ocaso

[10]) es la correspondiente al 10 de enero, y como puede observarse en la imagen anterior, la hora de la salida del sol sería las 7:30.

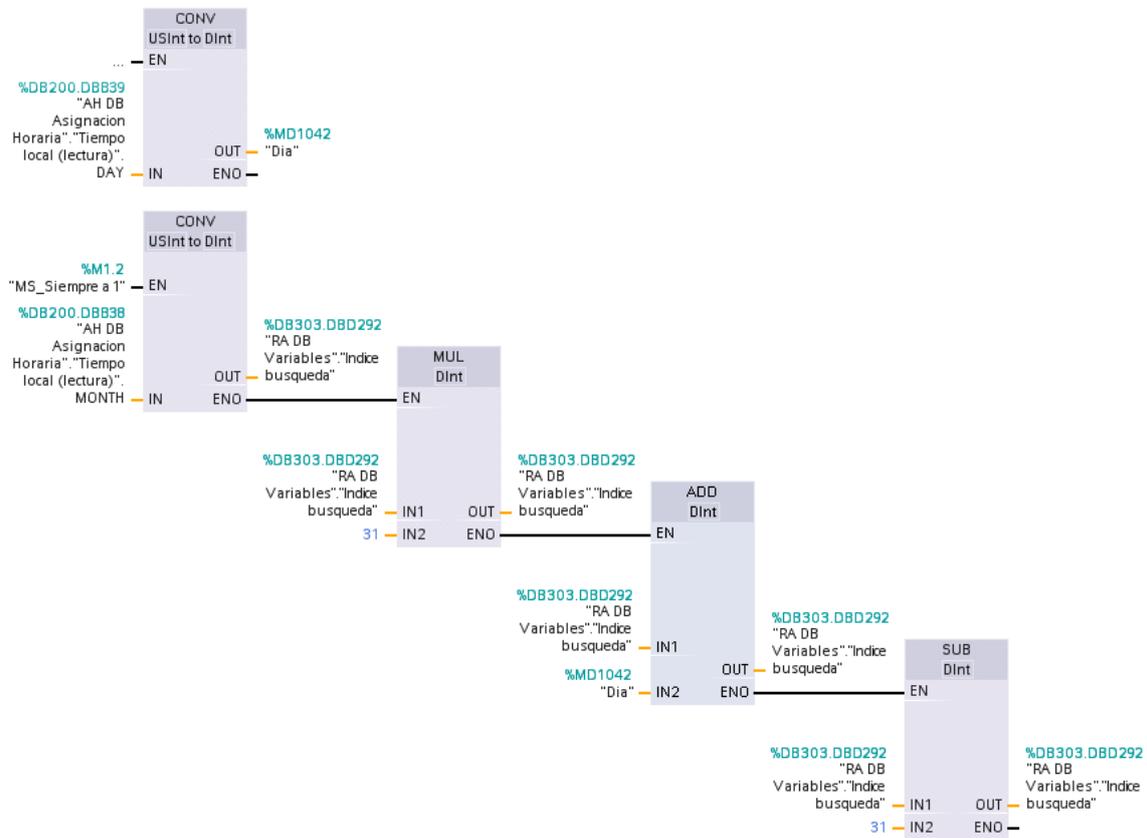


Figura 14 - Detalle operaciones búsqueda índice orto y ocaso

Si que es notable, y es la razón de programar la función de reloj solar, la variación de hasta 3 horas que existe entre los periodos en los que el orto o el ocaso se producen más tarde, y los que se producen más temprano. Este rango se acorta gracias al adelanto o retraso de 1 hora que se produce si estamos en el horario de invierno o verano.

Esta función se programa en un segmento del programa simplemente sumando 1 hora (3600000ms) correspondiente a que nos encontramos en la zona de UTC/GTM+1 y estamos en la época de invierno, o sumando 2 horas si estamos en la época de verano. En la imagen siguiente se observan las funciones que se utilizan para ello.

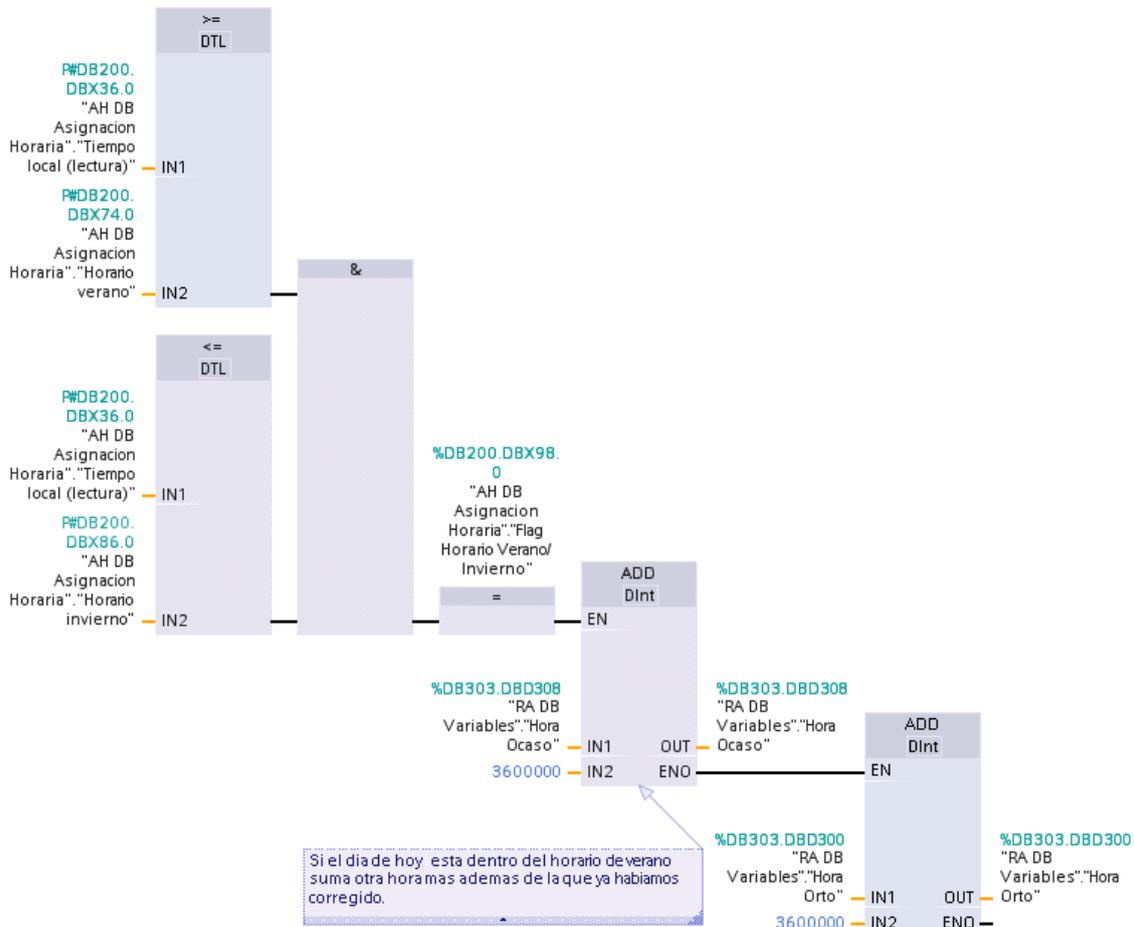


Figura 15 - Funciones para ajustar horario de verano o invierno

En primer lugar se hace una comparación para saber si nos encontramos en el periodo de verano. Si es así se añade una hora más a la añadida por encontrarnos en UTC/GTM+1, a las horas del orto y el ocaso.

Una vez que ya tenemos almacenadas en sendas variables las horas de salida y puesta del sol, podemos mediante comparaciones con la hora actual, activar o desactivar salidas del autómata que correspondan por ejemplo a los contactores que alimentan los circuitos de iluminación exterior.

INSTALACIONES DE ILUMINACIÓN

Recientemente se comenzó una renovación de los equipos de iluminación exterior, sustituyendo la iluminación tradicional basada en lámparas de incandescencia, por balastos de doble nivel. Aprovechando esta reforma, se comenzó a plantear la posibilidad de optimizar las horas de funcionamiento de estos equipos, así como el nivel adecuado de iluminación según la hora del día, o la época del año. Así pues las actuaciones que ha sido posible realizar en este tipo de instalación son:

- Control del encendido y apagado de los equipos.
- Control del nivel de encendido, alto o bajo, de los equipos según las necesidades.
- Medida del consumo de cada uno de los circuitos.
- Estimación del número de elementos fundidos o mal funcionamiento de los mismos.

El alumbrado exterior en el Campus San Francisco está dividido en circuitos, pertenecientes cada uno de ellos, a una zona concreta del campus. Cada circuito se alimenta y controla desde un cuadro eléctrico, situado en un edificio cercano. En la actualidad hay 4 circuitos plenamente controlados, cuyos puntos de control se encuentran en Interfacultades, Matemáticas, Ciencias y el edificio de la UIM.

Los elementos necesarios para la automatización de esta instalación son; un autómata Siemens S7 1200, un analizador Sentron Pac 3200 y dos contactores.

El elemento clave en las instalaciones de automatización es el autómata. Este se utiliza como reloj astronómico, como ya se ha comentado anteriormente, calculando mediante una base de datos, la hora del orto y el ocaso. Estas horas sirven como referencia para el encendido y apagado, respectivamente, de los circuitos de iluminación. Esto supone una gran optimización de la energía, ya que hay una gran diferencia entre, por ejemplo, la puesta del sol en los meses de invierno, y los meses de verano.

La forma de controlar el encendido o apagado de la iluminación es actuando sobre la activación o desactivación de dos contactores. Uno de ellos, tetrapolar, sirve como alimentación general de los equipos, mientras que el otro controla el nivel de iluminación alto, contactor activado, o bajo, contactor desactivado. Por lo tanto para esto se utilizan dos salidas digitales del autómatas. Esto se realiza mediante la comparación de la hora actual con la hora del orto y el ocaso del sol.

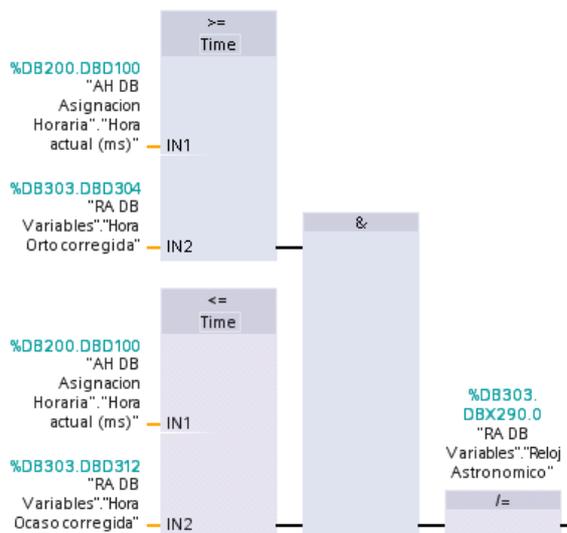


Figura 16 - Detalle comparación hora actual y orto/ocaso



Figura 17 - Detalle Automático/Manual

Como podemos ver en la imagen anterior, si estamos en el rango entre la puesta y la salida del sol, la orden de activación de los circuitos de iluminación está activa, por lo tanto la variable del reloj astronómico está a 1, en caso contrario no. Además, para que la orden tenga efecto, el control debe estar en modo automático, ya que sino la acción que será ejecutada corresponderá a lo que diga el mando manual.

Un contacto normalmente abierto asociado al contacto, se cablea a una entrada del autómatas, para tener la seguridad de que la activación ha sido correcta. Esto se verá más adelante cuando se muestren las pantallas del Scada.

Como ya se ha comentado, otra de las funciones del autómatas, es la posibilidad de reducir el nivel de iluminación de los equipos a la mitad. Esto es posible gracias a los balastos de doble nivel instalados en la mayoría de los circuitos. Al encenderse la iluminación, se activan siempre por programa los dos contactores, asegurándose así el arranque en nivel alto, condición que es

la más adecuada para este tipo de equipos. Mediante la función del autómata de retardo a la conexión, se ha programado un margen de tiempo en el cual la iluminación está a máxima potencia, para que a las horas donde se prevé que hay menos tránsito por el campus, la iluminación se adapte a unas condiciones de iluminación menor. El retardo es configurable mediante una variable ("Retardo Bajo nivel"), la cual marca la duración de la iluminación en modo alto.

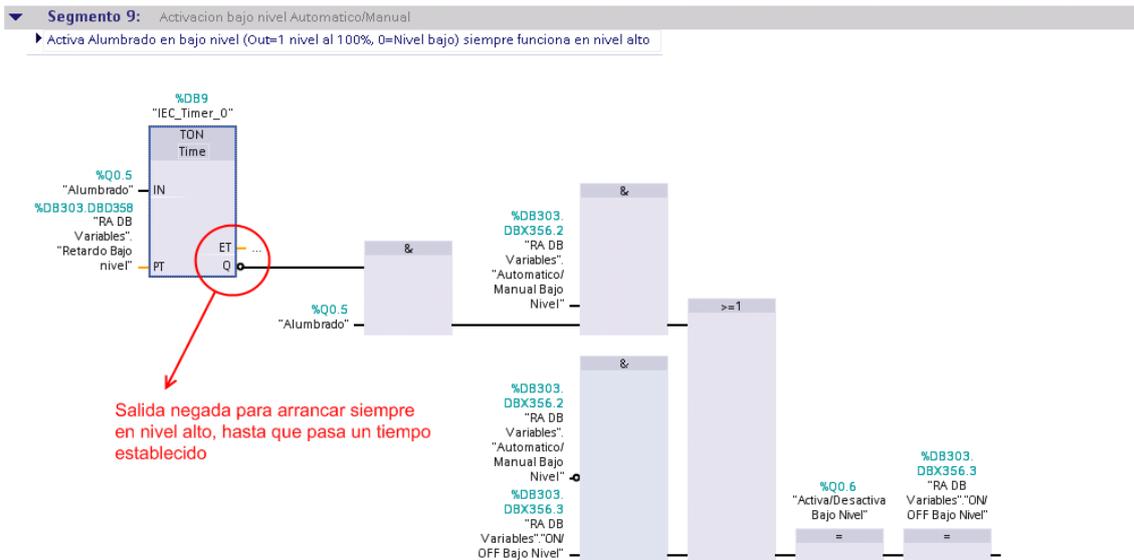


Figura 18 - Arranque en nivel alto y retardo para bajar el nivel

Otro elemento importante de esta instalación es el analizador de redes Sentron Pac 3200. Este es el encargado de hacer las mediciones de los parámetros eléctricos, tensiones, corrientes, potencias... que nos permiten saber el consumo del circuito de iluminación. Otra función es tener otra seguridad, aparte de los contactos asociados a los contactores, de que la iluminación de un cierto circuito está realmente funcionando o no. Se pueden realizar análisis de las condiciones de funcionamiento en función de esos parámetros, permitiendo percatarse de posibles fallos en la instalación, como por ejemplo aparatos fundidos, o malos encendidos. Partiendo de un completo funcionamiento de la instalación, se puede tomar como referencia el consumo total, y sabiendo el consumo de cada uno de los equipos, hacer la estimación de los aparatos fundidos.

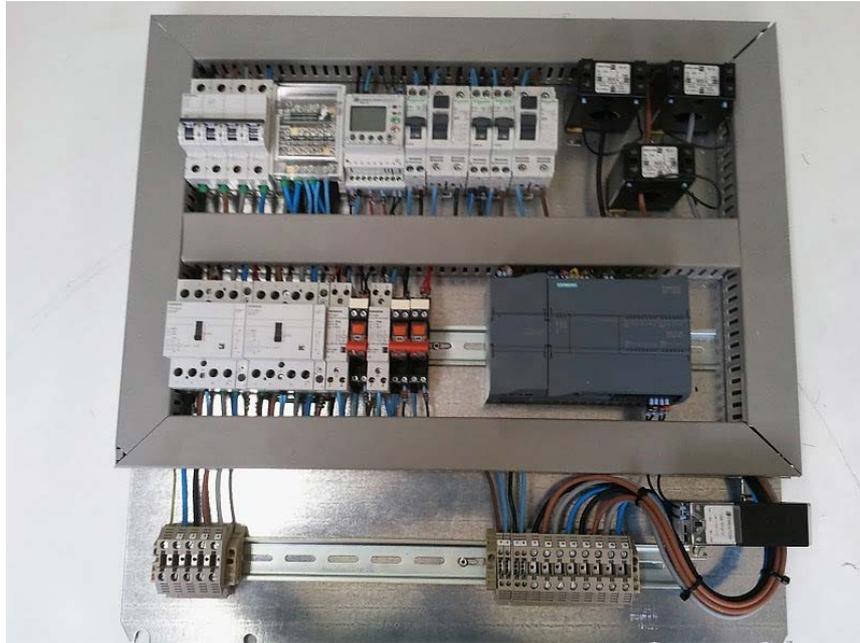


Figura 19 - Cuadro de control de iluminación exterior

En la gestión remota de esta instalación, se han añadido controles y visualizaciones que permiten diferentes actuaciones para cada uno de los circuitos. A continuación se detallan las características más importantes.

	Potencia Instalada	ALUMBRADO			BAJO NIVEL		
		Auto/Manual	On/Off	100%	Auto/Manual	On/Off	80%
UTCM	4 x 400 w Halógeno	Automatico					
Matematicas	24 x 70w VSAP	Automatico			Automatico		
Inter	24 x 70w VSAP	Manual	OFF		Manual	OFF	

Figura 20 - Detalle control circuito iluminación

Control automático o manual del encendido y apagado de la instalación.

Existen dos controles de automático o manual por cada circuito, excepto en el edificio de la Unidad Técnica de Construcciones y Mantenimiento que no tiene instalado el doble nivel. Cada uno de esos selectores, actúan sobre los contactores antes mencionados.

Si el selector está en posición Automático, el mando del encendido y apagado lo realiza el reloj astronómico implementado en el autómata. Este horario no se puede modificar, y lleva asociado un retardo predefinido para las horas en las que el nivel de iluminación necesario sea menor.

Al ponerlo en posición manual, se puede elegir si se deja en la posición de encendido o apagado. El reloj astronómico en este caso no actúa. Hay que tener especial cuidado al poner en marcha la instalación en posición manual, ya que es recomendable que siempre se enciendan los equipos en nivel alto, por lo tanto con ambos contactores activados. Después se tiene la posibilidad de elegir el estado en el que se deja funcionando los equipos.

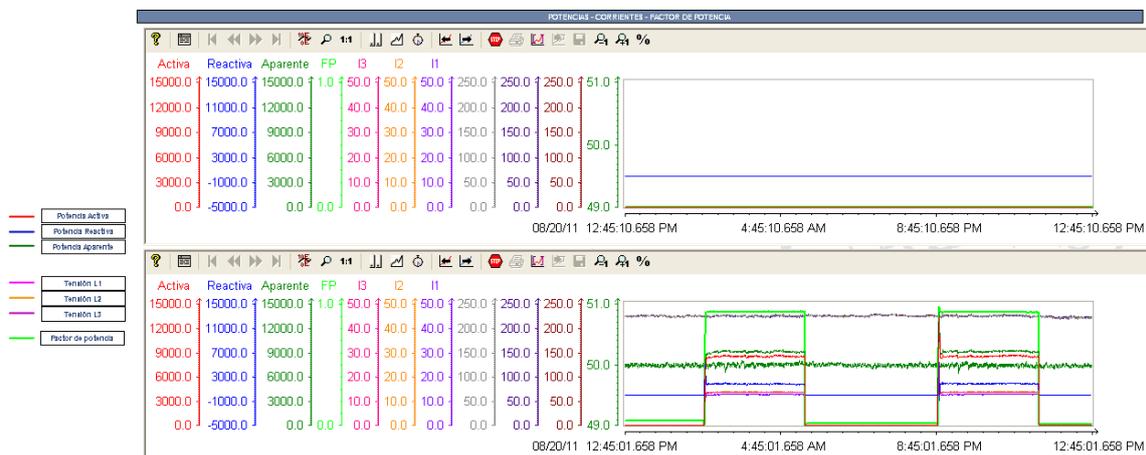


Figura 21 - Detalle gráficas consumos circuitos iluminación

Visualización de los consumos de tensiones, corrientes, potencias y factor de potencia de cada uno de los circuitos.

En la misma pantalla donde se pueden controlar los circuitos de iluminación, es posible visualizar a tiempo real, los consumos de cada uno de ellos. En las gráficas se muestran, las tensiones, corrientes y potencias por cada una de las fases, y el factor de potencia total. Como se muestra en la gráfica inferior de la imagen, es posible saber si un circuito se ha encendido y apagado correctamente, si el horario es el adecuado, y el tiempo que ha permanecido en nivel alto o bajo.

En la gráfica superior se puede observar que no ha habido consumo en ninguna de las fases durante el periodo que se supone debían estar



funcionando los equipos. Es una forma de detectar fallos en la instalación, ya sea por problemas en la programación, eléctricos o de cualquier otro tipo.

A través de la potencia consumida por cada una de las fases de los circuitos, se puede realizar una estimación de los aparatos fundidos o con un mal funcionamiento.

Hay diferentes actuaciones que está previsto realizar en este tipo de instalación. Una de ellas es la programación de una serie de alarmas, tanto a través de las propias pantallas del Scada, como a través de email y SMS, para la advertencia de posibles fallos en el encendido o apagado de los circuitos, revisando que haya un determinado consumo en las horas en las que debería estar encendido, y un consumo cero en las horas en las que debe estar apagado.

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Esta parte de la gestión centralizada es probablemente la más importante en cuanto a la mejora que supone tener el control sobre ella. Es una de las instalaciones clave, tanto por el ahorro que supone poder controlar su encendido y apagado, en el caso de las calefacciones, como poder controlar si un elemento está rindiendo correctamente, y climatiza correctamente el espacio al que tiene que dar servicio. Además, tanto el frío como el calor, son elementos que influyen enormemente en el confort de los usuarios finales de las instalaciones.

Existen dos grandes grupos en la instalación de climatización. Por una parte se encuentran las calefacciones, elementos que fueron los primeros en automatizarse en este proyecto, por las dificultades que supone el cambio de horarios de sus elementos, como se detallará más adelante. Un segundo grupo son las instalaciones de aire acondicionado, las cuales son en algunos casos imprescindibles para que algunos equipos de comunicaciones funcionen de manera adecuada.

Las instalaciones de climatización tratadas en este proyecto se pueden dividir de la siguiente forma:

- Producción de calor:
 - Instalaciones de calefacción con caldera y bombas de recirculación.
 - Instalaciones de calefacción sólo con bombas de recirculación

- Producción de frío:
 - Instalaciones del Centro de Procesamiento de Datos (CPD)
 - Instalaciones del Caesaraugusta

PRODUCCIÓN DE CALOR

Instalaciones de calefacción con caldera y bombas de recirculación

Comenzamos por la centralización de las instalaciones de calefacción. Prácticamente cada edificio del Campus San Francisco posee su propia caldera con sus respectivas bombas de recirculación, que son las encargadas de dotar al edificio de calefacción. Cada conjunto de caldera y bombas, llevan sus propias centralitas, que se encargan de controlar los parámetros necesarios para el funcionamiento de la producción de agua caliente. Cada uno de esas controladoras debe tener puesto un horario de funcionamiento, así como una serie de consignas de temperaturas del agua, curvas... Aquí es donde surgió el problema, cuando es necesario cambiar estos horarios algún motivo como puede ser días festivos donde los centros se encuentran cerrados, o buen tiempo, es necesario ir a cada uno de los lugares donde se encuentran esos elementos, y cambiar su configuración individualmente. Por ejemplo la actuación antes de un día festivo es ir unos días antes cambiando los horarios de todos los elementos, sabiendo que una vez pase el día festivo habrá que volver a hacer lo mismo para dejarlo como estaba. La solución pasaba por centralizar esos horarios para poder cambiarlos masivamente sin tener que dedicar numerosas horas modificándolos.

Los elementos que controlan tanto las calderas como las bombas de recirculación son unas controladoras de la marca Viessmann modelo Dekamatik. Éstas pueden ser de diferentes tipos, dependiendo si se encargan de las calderas, Dekamatik M1 o M2, o de las bombas de recirculación, Dekamatik HK1 o HK2.



Figura 22 - Controladora Dekamatik M1

En este tipo de instalación se hace un control sobre:

- El horario de encendido y apagado de las calderas y bombas de recirculación.
- Visualización de la existencia de averías.

Los elementos necesarios para este control son:

- Autómata Siemens S7 1200.
- Relés 220v.

En cada cuarto de calderas, se instala un cuadro donde están montados los elementos necesarios para la automatización. Este cuadro debe estar lo más cerca posible de los elementos a controlar, para evitar tener que hacer cableados muy largos. Además se debe tener en cuenta que es necesario disponer de una roseta de conexión a Internet cercana, para posibilitar la conexión de la instalación con la gestión centralizada a través de la red ethernet de la Universidad.



Figura 23 - Cuadro control calderas y bombas

Para el control del horario de encendido y apagado tanto de las calderas como de las bombas, la controladora Dekamatik dispone de un conector específico para el control ON/OFF externo. Éste, etiquetado en estos modelos como 150, consta de un contacto seco que dependiendo si está cerrado o abierto, los equipos se encuentran en estado apagado o encendido respectivamente. Por lo tanto es necesario cablear a las salidas del autómata, tantos relés como elementos queramos controlar. Estos relés son de la marca Weidmüller y tienen la posibilidad de ser forzador manualmente mediante una patilla situada en la parte frontal. Esto nos permite dar servicio aunque estemos haciendo labores de mantenimiento en el cuadro, o tengamos que mantener apagado el autómata por cualquier motivo.



Figura 24 - Relé Weidmüller RCI484T30

Por defecto el conector 150 trae un puente entre sus dos terminales, anulando así la función de control externo. Aunque las controladoras de las calderas y las de las bombas de recirculación se cablean a dos salidas distintas del autómata,

realmente la programación se realiza para que se enciendan y apaguen al mismo tiempo, existiendo un único horario de encendido y otro de apagado para los dos elementos.



Figura 25 - Instalación de caldera y bombas

En este tipo de instalación, se ha creado un horario semanal para el control tanto de las calderas como de las bombas, como se explicará más adelante en el apartado del Scada. La programación del autómatas consiste en encender o apagar los equipos en función de esos horarios. El primer segmento es común en la mayoría de las instalaciones y tiene por objeto adaptar el formato de hora a uno que sea compatible con la forma en la que los introducimos en la pantalla de visualización que veremos más adelante.

En los siguientes apartados del código tienen como objetivo averiguar el día en el cual nos encontramos, y según esto, utilizar los horarios que correspondan, para comparar si estamos dentro del rango horario que deba estar encendida la calefacción. Esta autorización, aún tiene que ser validada y comparada con otros parámetros como si el día de la semana está activo, si la calefacción está en modo manual o automático, si estamos en el periodo de invierno o verano o si la fecha de hoy corresponde con un día festivo que hace que la calefacción deba permanecer apagada. Estas opciones se configuran mediante comparaciones. Un ejemplo se muestra en la imagen siguiente.

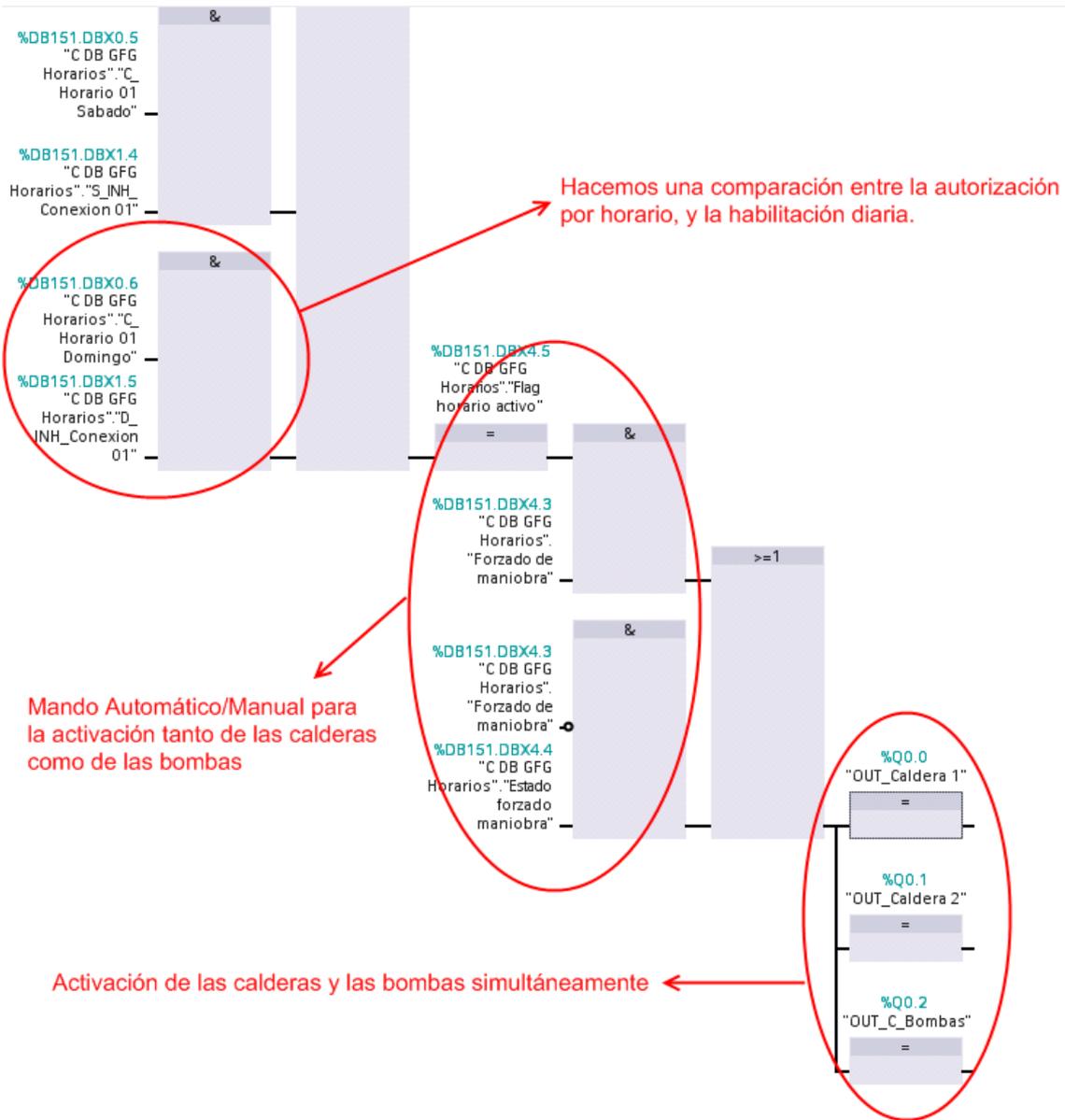


Figura 26 - Detalle comparaciones de distintas autorizaciones

Otra de las funciones que dan mucha información del funcionamiento de la instalación, es las horas que permanece en marcha. Se ha programado un contador de horas de funcionamiento, que consiste en un bloque de función de retardo a la conexión, con un tiempo establecido de 1h. Así pues cuando la instalación se encuentra en marcha, el temporizador comienza hasta llegar a la hora de funcionamiento. La función entonces activa su salida, reseteándose a si misma a la vez que incrementa un contador ascendente colocado después.

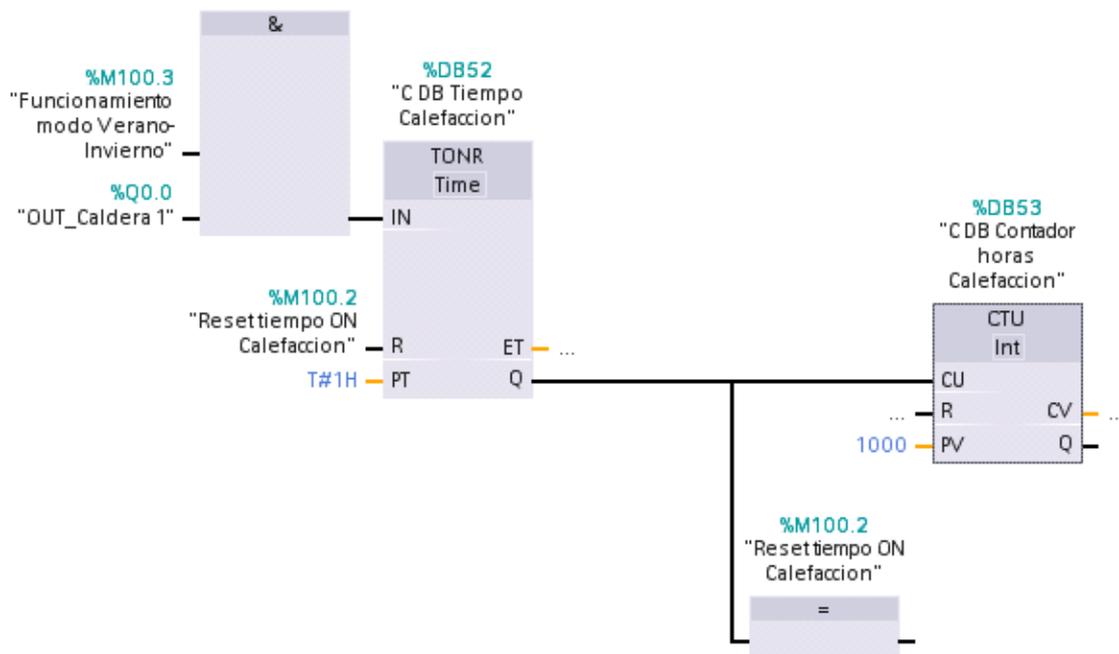


Figura 27 - Contador horas de calefacción

Como se ha comentado, las salidas del automático llevan acopladas relés para cerrar los contactos secos de los conectores de las calderas. Estos relés se pueden forzar manualmente en el cuadro donde están instalados para realizar labores de mantenimiento. Para evitar posibles malos funcionamientos, debido a no haber quitado el forzado manual después de cualquier actuación, se han programado una serie de alarmas que nos avisan de ese posible error.

Otra parte es la visualización de la existencia de alguna alarma. Otro conector, el 140, está preconfigurado para sacar por sus terminales una tensión de 220v si existe alguna alarma, y 0v si no la hay. Esta señal alarma es de tipo genérico, pudiendo corresponder con muchos tipos de avería. Para saber de problema se trata, es necesario desplazarse hasta el lugar donde se encuentra la Dekamatik, ya que dispone de una pantalla donde se detalla el estado del equipo. Como las entradas del automático S7 1214c solo admiten 24v, es necesario poner un relé que será el que active la Dekamatik, y un contacto normalmente abierto de éste, con 24v en uno de sus terminales, será el que se cablee a la entrada del automático.

Así pues por cada dispositivo que queramos tener controlado, serán necesarias una entrada y una salida del PLC.

En el apartado del SCADA, se ha intentado unificar en lo posible la forma en la que se modifican los horarios de las instalaciones, para que sea lo más rápido

y sencillo posible. Para ello se ha creado en primer lugar una pantalla donde se visualiza un resumen del estado de todas las instalaciones, donde se especifica si tiene autorización de marcha por horario o si existe alguna alarma. Además es posible poner individualmente el selector en automático, donde es el autómatas quien activa las salidas si está dentro del horario establecido, o en manual, donde se puede forzar su encendido o apagado.

En los lugares donde se tiene controlada alguna temperatura, se ha creado un visualizador para ella, pudiendo saber si el funcionamiento es normal. Por último, la columna de la más a la derecha muestra si existe comunicación con el autómatas, ya que sino los datos que aparecen pueden ser erróneos.

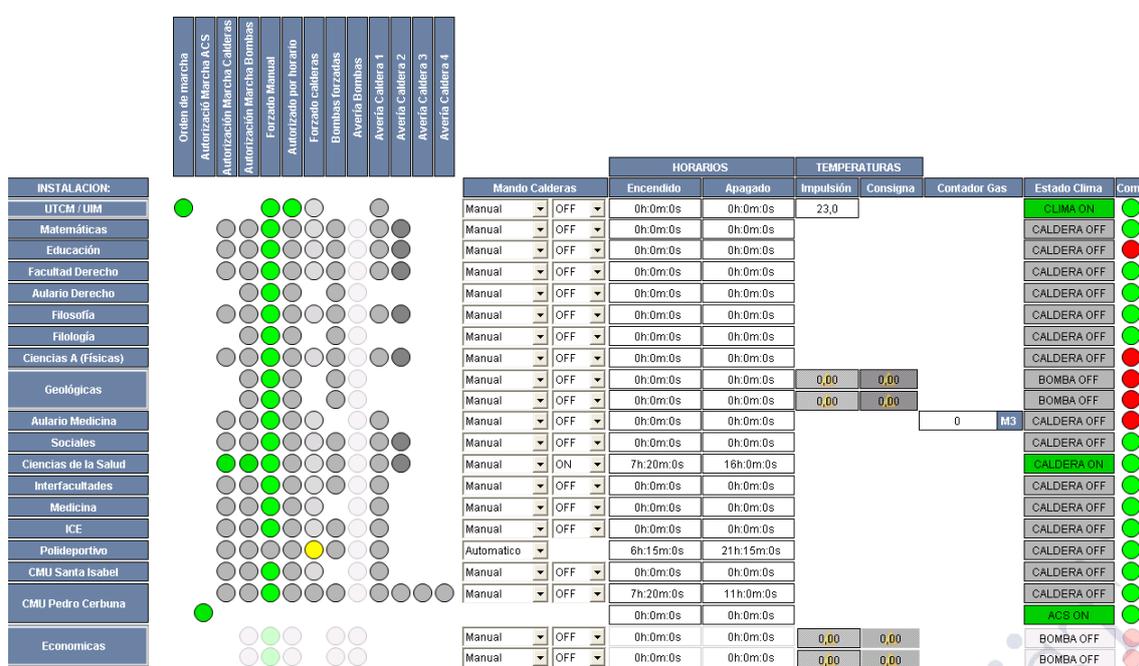


Figura 28 - Pantalla resumen estado calderas

Este modo de visualización es muy útil, ya que en un vistazo se puede tener una idea, mediante el uso de colores llamativos como el rojo, de la existencia de algún problema en alguna de las instalaciones.

NUEVO HORARIO			
		Encendido	Apagado
LUNES	<input checked="" type="checkbox"/>	06:30	21:00
MARTES	<input checked="" type="checkbox"/>	06:30	21:00
MERCOLES	<input checked="" type="checkbox"/>	06:30	21:00
JUEVES	<input checked="" type="checkbox"/>	06:30	21:00
VIERNES	<input checked="" type="checkbox"/>	06:30	21:00
SABADO	<input checked="" type="checkbox"/>	08:00	14:00
DOMINGO	<input type="checkbox"/>	00:00	00:00

Figura 29 - Horario general

Cada instalación, conjunto formado por caldera y bombas, tiene su propio horario. De esta manera otra de las pantallas de la gestión corresponde a los horarios de todas las instalaciones de producción de agua caliente. Cada día de la semana dispone de un horario de encendido y otro de apagado, además de la posibilidad de inhabilitar un día en concreto mediante un solo clic. Esto es muy útil para días festivos, ya que no es necesario modificar el horario normal de funcionamiento.

Botón para transferir el horario general

Ciencias de la Salud

<input checked="" type="checkbox"/>	L	7h:20m:0s	16h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	M	7h:20m:0s	16h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	X	7h:20m:0s	16h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	J	7h:20m:0s	16h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	V	7h:20m:0s	16h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	S	7h:20m:0s	11h:0m:0s
<input checked="" type="checkbox"/>	D	0h:0m:0s	0h:0m:0s

Interfacultades

<input type="checkbox"/>	L	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	M	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	X	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	J	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	V	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	S	0h:0m:0s	0h:0m:0s
<input type="checkbox"/>	D	0h:0m:0s	0h:0m:0s

Habilitación para un día en concreto de la semana

Figura 30 - Detalle cambio horarios calefacciones.

La forma de actuar es la de programar un horario general, de forma que una vez introducido las horas de encendido y apagado, se puede transferir a cada uno de los autómatas con un simple clic del ratón, no siendo necesario



repetirlo. Para ello se ha creado el botón gris que se muestra en la imagen superior.

Esto ofrece una gran flexibilidad a la hora de adaptarse, por ejemplo, a las condiciones meteorológicas, ya que antes de la automatización eran necesarias varias horas de visitas por todas las instalaciones del campus para la modificación de todos los horarios, por lo que era muy difícil acomodarse a la climatología. Actualmente son necesarios unos pocos minutos para, por ejemplo, en un día más caluroso de lo normal en la época de calefacciones, poder acortar el periodo de funcionamiento de éstas, repercutiendo en un ahorro económico y lo que también es importante, un mayor confort de los usuarios de las instalaciones.

Instalaciones de calefacción sólo con bombas de recirculación

Hay ocasiones que la producción de agua caliente no está situada en el mismo edificio que se beneficia de ella. En esos casos, la instalación de calefacción consta de las bombas de recirculación y de válvulas de 3 vías. Estas últimas son las encargadas de mantener la temperatura del agua del circuito de calefacción, alrededor de una consigna establecida. Estas instalaciones están pensadas para ser controladas por una Dekamatik como las mencionadas anteriormente, si bien en realidad, se encuentran lugares en los que las válvulas están en posición manual anulando el mando de la Dekamatik.

La solución que se adoptó frente a ese problema fue sustituir la controladora Dekamatik por un autómata que hiciera la misma función, pero que permitía ser controlado remotamente. Éste es el encargado tanto del control de las bombas, encendido y apagado, como de la posición de las válvulas de 3 vías Siemens SQL33.0 para mantener constante la temperatura del agua en base a una consigna.

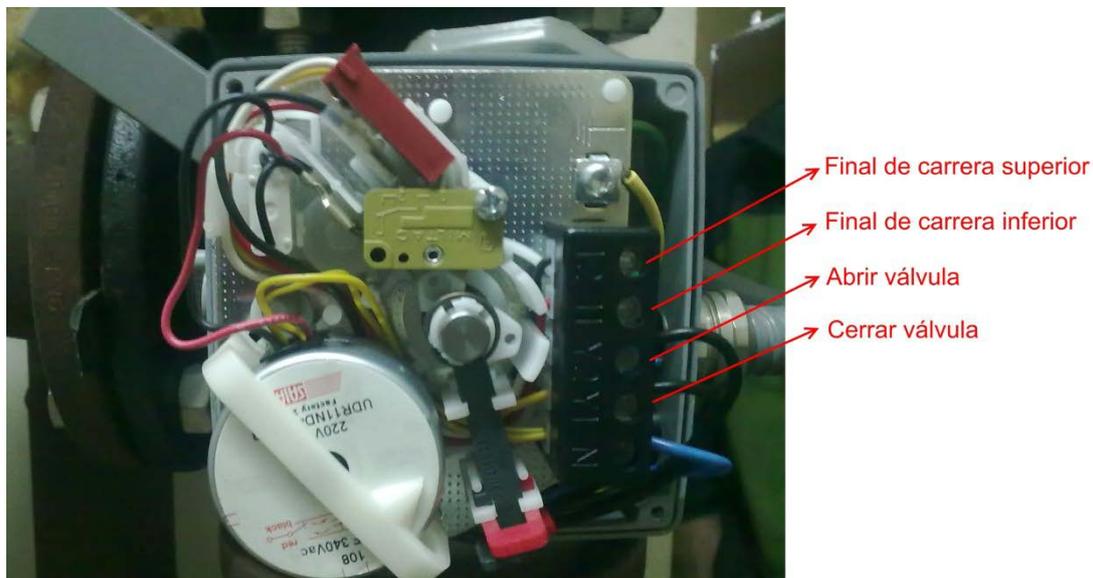


Figura 31 - Válvula de 3 vías SQL33.0 desmontada

El elemento central de la instalación es el autómata, si bien es necesario disponer de algunas sondas de temperatura para poder hacer el control de las válvulas. En muchos casos se han mantenido las sondas que existían, ya que funcionaban correctamente y cumplían perfectamente su función. Estas sondas son del tipo Pt 100 cableadas a 2 hilos.

Para poder utilizar esas sondas, es necesario añadir un módulo RTD al automático (SM 1231 RTD). Como se ha explicado anteriormente, este módulo permite acoplar sondas resistivas con una fácil configuración del automático. Es necesario añadir en la configuración de dispositivos del automático, tantos módulos como hayamos añadido realmente. Una vez colocados, entramos en la configuración del módulo RTD e indicamos el tipo de sonda que estamos conectando a él.

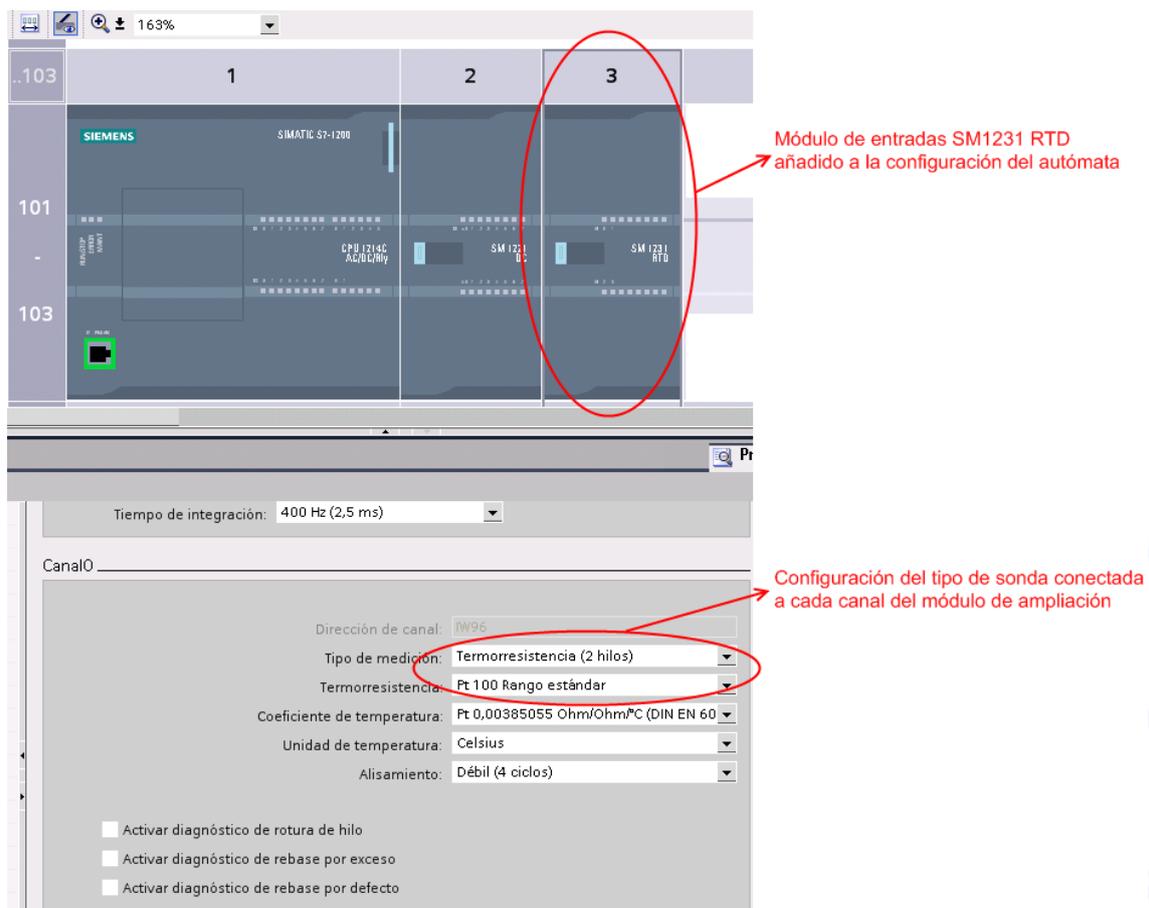


Figura 32 - Configuración módulo de entradas RTD

El fabricante proporciona información detallada acerca de la configuración de cada módulo de ampliación. Para este tipo de sondas, el fabricante nos informa de la necesidad de dividir el resultado obtenido de ella por 10, para obtener la medida real de temperatura. Esto se implementa en el código del programa mediante una división entera.

Uno de esos edificios donde se aplica esta configuración es Geológicas. Allí existen dos circuitos de calefacción, cada uno con dos bombas en paralelo donde solo trabaja una cada vez. La producción de agua caliente se encuentra en el edificio de Matemáticas, desde el cual llega una tubería que hace de

colector común de los dos circuitos. El autómata controla la temperatura de impulsión de agua de cada uno de los dos circuitos y abre o cierra la válvula de 3 vías para mezclar más o menos el agua del colector común con el retorno de cada circuito. De esta manera se mantiene la temperatura del agua constante en base a una consigna que se puede fijar mediante un campo de texto de la pantalla del SCADA.

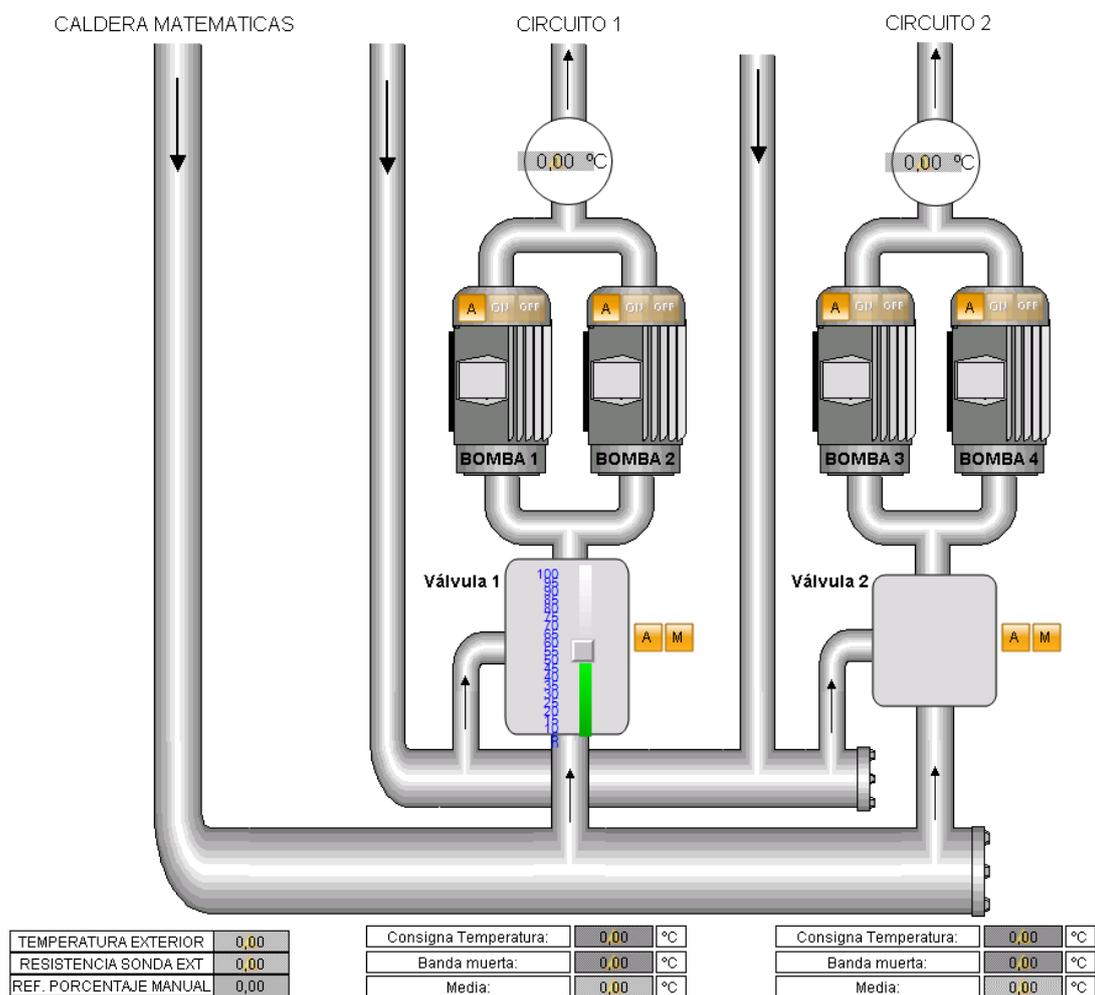


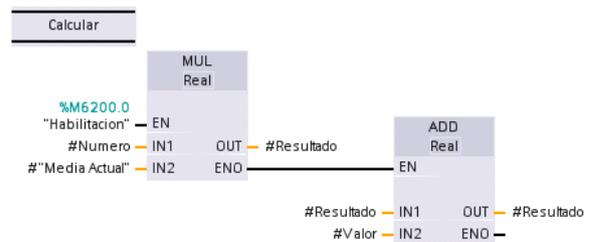
Figura 33 - Representación calefacción Geológicas

La válvula de 3 vías se puede ajustar manualmente mediante la barra de desplazamiento que se observa en la imagen, si bien el funcionamiento normal es en modo automático. También se puede ver que existe un campo de texto para fijar la consigna de temperatura de cada uno de los circuitos. También se

tiene la opción de ajustar el rango de temperaturas donde la válvula deja de actuar, ya que la temperatura del agua no hace falta que sea demasiado precisa, y así evitamos oscilaciones térmicas debido a la constante apertura y cierre de las válvulas.

Existe un problema en este tipo de instalación con colector común, que es la variación de temperatura que sufre un circuito cuando el otro se intenta ajustar. Es por eso que se ha optado por hacer un control mediante una media de los valores para evitar la variación brusca de la apertura o cierre de las válvulas. A continuación se detalla el cálculo de la media.

Segmento 5: Cálculo de la media
Comentario



$$\begin{aligned} \text{resultado} &= (\text{número} \times \text{media actual}) + \text{valor} \\ \text{número} &= \text{número} + 1 \\ \text{media actual} &= \text{resultado} / \text{número} \end{aligned}$$

Segmento 6: Incrementa la cantidad de valores en 1
Comentario



Segmento 7: Cálculo de la nueva media
Comentario

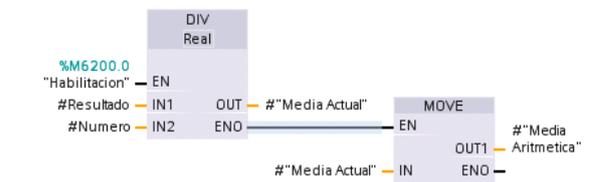


Figura 34 - Detalle cálculo media

También son importantes los tiempos de apertura y cierre de las válvulas. Así se consigue que las variaciones sean mucho más lentas y no afecten a la sensación final del usuario, que en definitiva es lo que se busca. Estos retardos

pretenden hacer que el sistema sea más rápido o más lento en función de los valores fijados para intentar ajustar, en la medida de lo posible, las oscilaciones producidas por la estructura de colector común que posee esta instalación. En la imagen siguiente se puede ver como existe un “retardo activación” para establecer un tiempo de inactividad de la válvula de 3 vías, y un “tiempo activación”, para definir el periodo de actuación de la misma.

Todos estos parámetros que maneja el autómata en sus operaciones, están disponibles para su modificación en la pantalla del SCADA.

Retardo Activacion Abrir:	0	ms
Tiempo de activacion Abrir:	0	ms
Retardo Activacion Cerrar:	0	ms
Tiempo de activacion Cerrar:	0	ms
T+ Temperatura superior a consigna	0	
T- Temperatura inferior a consigna	0	
Cerrar Valvula:	0	
Abrir Valvula:	0	

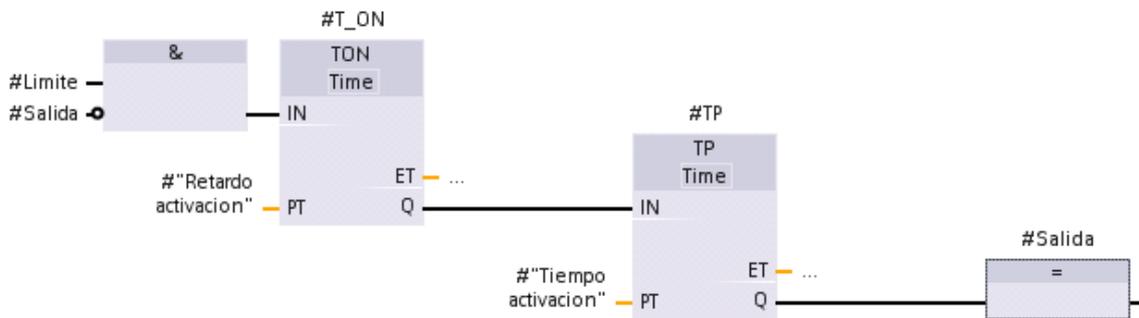


Figura 35 - Parámetros válvulas 3 vías

El control de las bombas se realiza mediante el mismo sistema de horarios que se ha explicado anteriormente para el control de las calderas. En este caso, al haberse eliminado la controladora Dekamatik, las salidas del autómata, a través de sus correspondientes relés, actúan directamente sobre los contactores de activación de las bombas. Esta autorización de activación viene dada por el horario definido previamente en la pantalla del Scada. Al estar compuesta esta instalación por dos circuitos de calefacción, cada uno con dos bombas en paralelo, se ha optado por realizar una alternancia entre ellas, para que no trabajen ambas al mismo tiempo. Además así se consigue que las dos



tengan unas mismas horas de funcionamiento. Esto se consigue mediante un acumulador de tiempo, en el que se cuentan las horas de funcionamiento de la instalación. Cada cierto tiempo definido, se alternan las salidas del autómata que dan orden de marcha a las bombas.

PRODUCCIÓN DE FRÍO

Instalaciones del Centro de Procesamiento de Datos (CPD)

Hay lugares que requieren una especial atención en cuanto a las condiciones climáticas. Uno de esos lugares es el Centro de Procesamiento de Datos (CPD). Allí se encuentran muchos de los servidores que dan servicio a la comunidad universitaria en materia de comunicaciones.

Estos dispositivos necesitan trabajar en unas condiciones de temperatura y humedad controladas, es por eso que es importante la supervisión de esos parámetros para evitar problemas de funcionamiento. En esta instalación se supervisan las temperaturas ambiente de la sala, pudiendo detectar mediante su variación, problemas de funcionamiento de las máquinas.

Para este control se utiliza un autómata y dos módulos de entradas RTD para el acople de diversas sondas de temperatura y humedad. Se utilizan dos tipos de sondas, sondas de temperatura ambiente QAA2061, sondas de temperatura y humedad ambiente QFA2060 y sondas de conducto QAM2171.040.

Las dos primeras están colocadas en distintos puntos de la estancia, proporcionando una idea de las diferentes zonas de calor. Proporcionan una tensión entre 0 y 10 v, dependiendo de la temperatura y humedad a medir y tienen 3 rangos de temperatura 0...50°C, -35...+35°C y -40...+70°C. Para esta aplicación se utiliza el primer rango, ya que es el que se adapta mejor a los rangos en los que nos movemos y por lo tanto se optimiza la resolución de la medida. El autómata posee dos entradas analógicas que pueden ser utilizadas para este tipo de entradas de tensión, aunque al necesitar utilizar más sondas, se requiere añadir un módulo de entradas analógicas SM 1231 AI.

El dato que proporciona la sonda es de tipo Word, debiendo convertirlo a Real para poder visualizar correctamente la medida. Después es necesario normalizarlo, convirtiendo todo el rango posible de medida, que en el caso de estas sondas es de 0 a 27648, en un rango comprendido entre 0 y 1. Una vez hecho esto, es necesario escalarlo para adaptarlo al rango de medida que hemos elegido mediante los pines de conexión que se encuentran en la parte posterior de la sonda, que en nuestro caso ha sido de 0 a 50°C. Una vez hecho esto, la medida final se guarda en una variable que será la que muestre la medida real en cada instante.

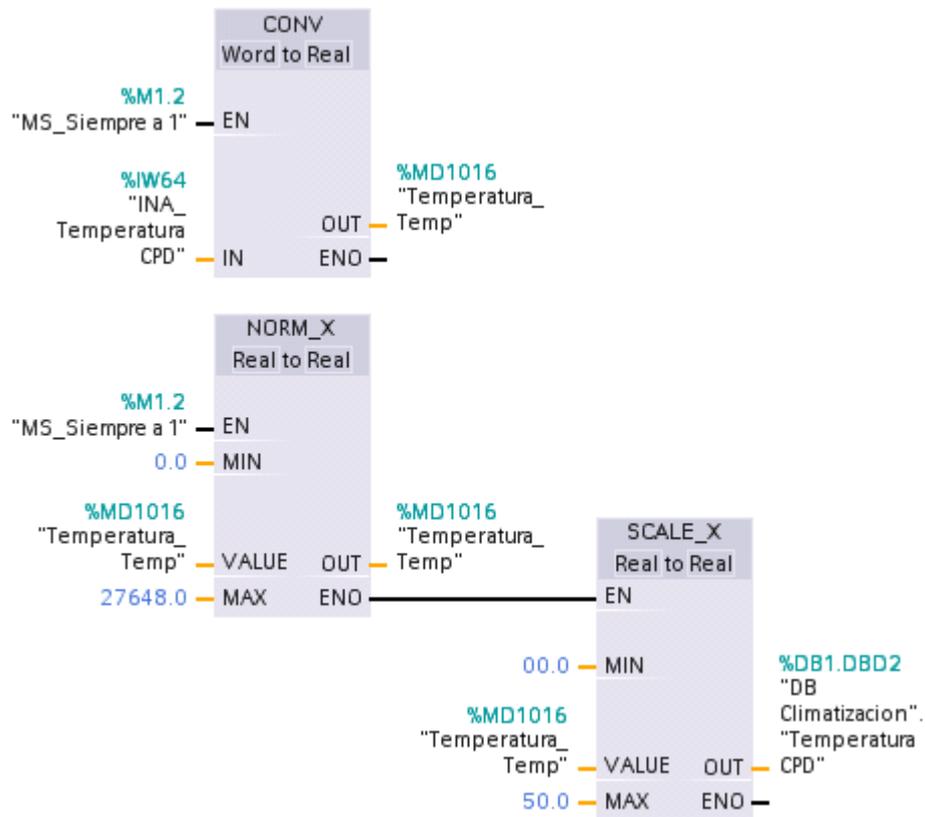


Figura 36 - Conversión de tipo, normalizado y escalado de las sondas de temperatura QAA2061

También se han utilizado sondas tipo vaina LG Ni 1000, para ello es necesario poner un módulo de entradas analógicas(SM 1231 RTD). En el apartado anterior correspondiente a instalaciones de calefacción solo con bombas de recirculación se ha detallado como se debe configurar dicho módulo para una correcta medida, así como se debe adaptar el valor proporcionado, dividiendo este por 10, para obtener una medida real.

En la siguiente figura se puede observar la variación que sufre la temperatura ambiente (curva negra) así como las demás temperaturas de distintos puntos de la sala. Mediante la gestión remota, se pueden generar alarmas que como en este caso, permitan actuar rápidamente antes de que la temperatura llegue a unos valores peligrosos para el funcionamiento de la instalación.

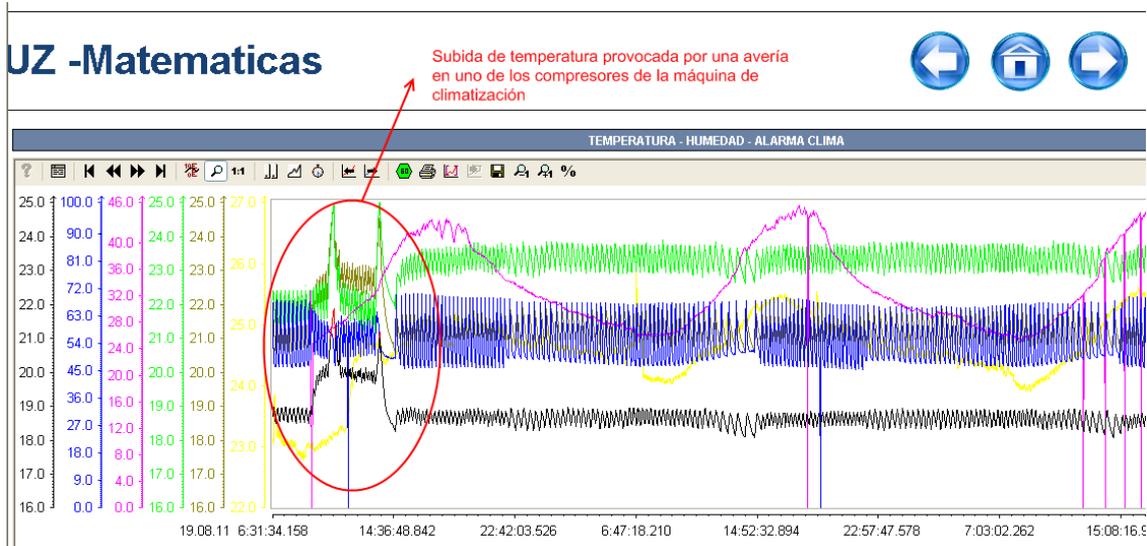


Figura 37 - Detalle subida de temperatura CPD

Además de la supervisión de las temperaturas, se ha implantado un sistema que conectando una de las salidas del automático a la gestión de climatización del edificio, se puede utilizar esta como apoyo para en un momento dado, apoyar la refrigeración de este espacio. Esto se consigue mediante una comparación de la temperatura ambiente de la sala, con la consigna fijada. La enfriadora del edificio dispone de un contacto sin tensión, que permite poner en marcha de forma manual la enriadora, sea cual sea la configuración que ésta tenga por horario o por demanda.

Esta situación es algo anormal, y por lo tanto es tratada como una alarma de mal funcionamiento. Si esto sucede, la gestión informa a los usuarios mediante las vías que se estimen oportunas, para intentar solventarlo lo antes posible.

El automático mediante una consigna que se puede fijar desde la pantalla del SCADA, manda una señal a la climatización general del edificio. Tanto el campo de texto como la barra de desplazamiento sirven para variar esa consigna, y es la que utiliza el automático como comparación de la temperatura ambiente actual. Además, esta actuación se puede realizar de forma manual para, por ejemplo, comprobar que la comunicación entre automático y la gestión del edificio es correcta.

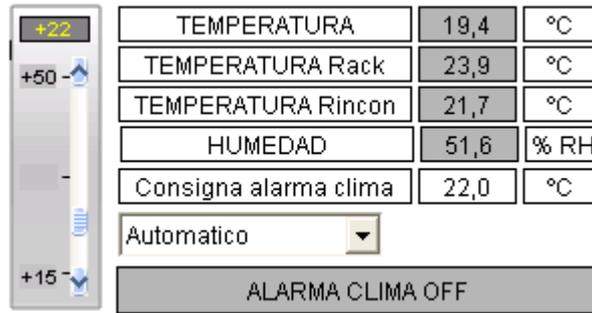


Figura 38 - Detalle consigna alarma clima CPD



Instalaciones del Caesaraugusta

Otra de las instalaciones que requiere ser supervisada a tiempo real es el superordenador Caesaraugusta que está ubicado en el edificio de Ciencias. Este tipo de instalaciones desprenden gran cantidad de calor que por un lado hay que extraer, y por otro hay que refrigerar el ambiente para que la sala permanezca a una temperatura constante.

Para la visualización de las temperaturas de la sala, se han instalado sondas de conducto QAM2171.040 que proporcionan una medida en el rango de 4 a 20mA. Para poder utilizar este tipo de medidores, es necesario acoplar al autómatas un módulo de entradas analógicas (SM 1231 AI). Se ha creado un bloque de función en la programación del autómatas, que permite utilizarlo siempre que necesitemos normalizar una sonda que trabaje en el rango de 4-20mA. El escalado de los datos no se ha implementado en el interior de ese bloque, ya que así nos permite adecuar los datos del rango de temperaturas al que está configurada la sonda. En el caso de la imagen siguiente ese rango corresponde a 0...150°C.

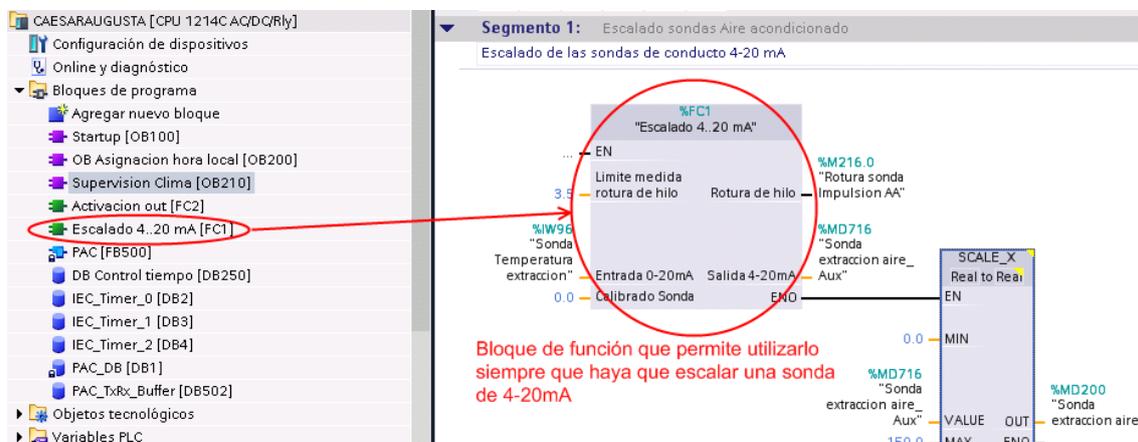


Figura 39 - Bloque de función escalado sondas 4-20 mA

Este bloque contiene la función utilizada anteriormente para normalizar los valores de las sondas, además de las necesarias para adecuar el tipo de datos mediante el cual leemos la entrada analógica (Word), al necesario para la correcta visualización de las temperaturas (Real).

Las instalaciones se refrigeran mediante tres compresores situados en el exterior del edificio, y un intercambiador situado en la misma sala del superordenador. La supervisión de los compresores se realiza mediante la conexión de las alarmas que éstos llevan integradas, a varias entradas del

autómata previa conversión de 220v a 24v mediante relés. Así se puede saber si se han disparado por alta presión o por baja presión.

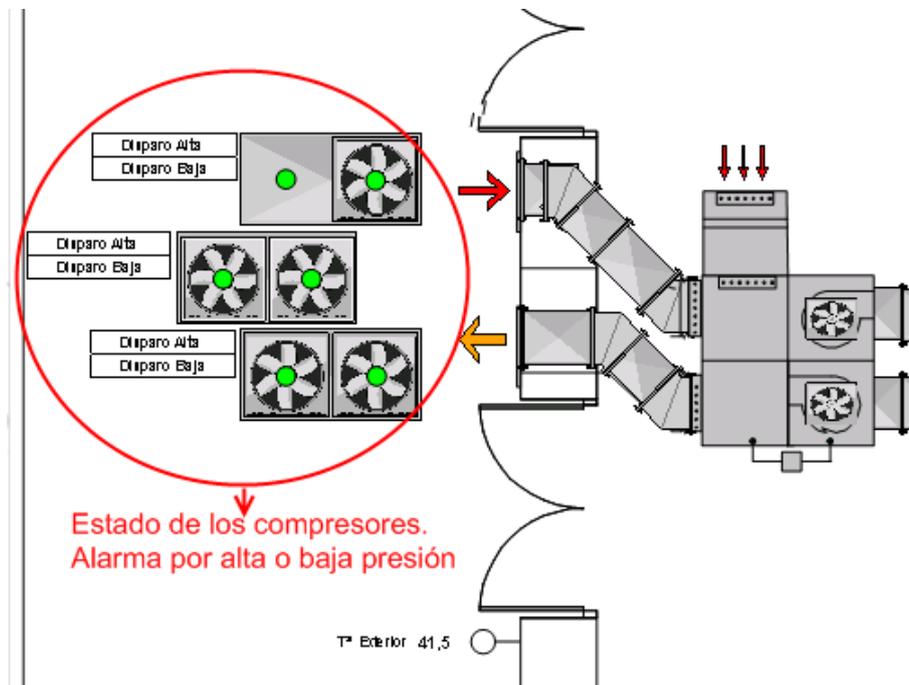


Figura 40 - Detalle supervisión de compresores

En días de mucho calor en el exterior era frecuente el disparo de alguno de ellos por alta presión, por lo que se puso un rearme remoto para evitar tener que desplazarse hasta ese lugar. El sistema consiste en 3 contactores, uno por cada máquina, que durante un tiempo determinado por programación, cortan la tensión del compresor. Así pues si se dispara cualquiera de ellos, una alarma programada envía un email, pudiendo entonces mediante la pantalla del SCADA, rearmar el compresor.

Además, para evitar el excesivo calentamiento de las máquinas, se instaló un sistema de refrigeración exterior por agua, que según una consigna que se fija en el propio SCADA, como se puede ver en la imagen siguiente, permite evitar en gran medida el disparo del compresor.



Figura 41 - Detalle rearme compresores y control de refrigeración exterior

Otra de las actuaciones que se ha realizado en esta instalación, es el control de la apertura de las compuertas del conducto de entrada de aire. Esto se consigue mediante el control del servomotor que está instalado al principio de los conductos, permitiendo elegir si el aporte de aire se realiza directamente del exterior, en los meses de invierno con temperaturas bajas, o a través de una batería de agua que enfría en aire del pasillo del edificio.

El control del servo se consigue insertando en el frontal del autómata un módulo de salidas analógicas (AO Signal Board), lo que permite controlar directamente el motor, proporcionándole una tensión entre 0 y 10v que es proporcional a la apertura de las compuertas. La elección del porcentaje de apertura se realiza mediante una consigna de temperatura y la consiguiente comparación con la temperatura exterior como puede verse en la imagen siguiente. Así pues en periodos de mucho calor en el exterior, se utiliza el frío proporcionado por una batería de agua que aprovecha el frío que proporcionan las enfriadoras generales del edificio. En días donde la temperatura exterior es suficientemente baja, el aporte de aire se realiza desde la calle.

Hay que tener especial cuidado en que la temperatura a la que introducimos el aire no sea demasiado baja, del orden de unos pocos grados, ya que la captación de ese aire tan frío de manera directa, podría producir condensación en los tubos de conducción. Así pues se ha establecido un rango de temperaturas, como se puede ver en la imagen siguiente, en la comparación que se ha programado en el autómata, de modo que si la temperatura baja de 6 grados, automáticamente el aporte de aire se realiza desde la batería de agua fría. También, como en otros sistemas de la gestión, es posible actuar de forma manual sobre el servo, proporcionando el tanto por ciento de apertura de la compuerta deseado.

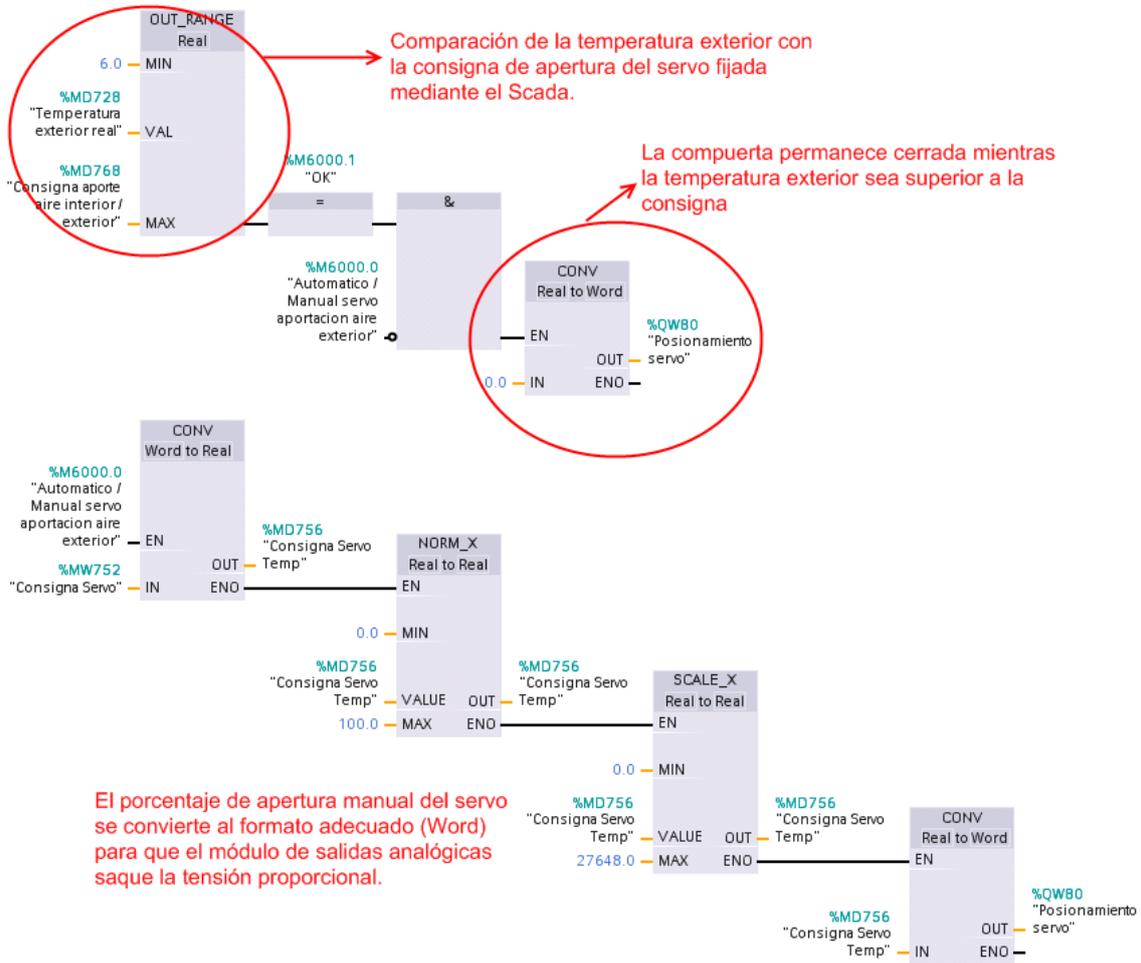


Figura 42 - Control servo aportación aire exterior

Mando Servo

Automatico
▼

Consigna Aporte Int/Ext	22,0	°C
Consigna Servo	0,0	%
Posición Servo	0,0	%



Figura 43 - Detalle control servo aporte aire

GESTIÓN DE ALARMAS

Una de las mayores ventajas que aporta el tener un sistema centralizado de gestión, es la posibilidad de generar alarmas que nos avisen de posibles problemas en el funcionamiento de las instalaciones.

El SCADA de Siemens Wincc v7 nos ofrece la posibilidad de gestionar esas alarmas de una manera práctica y fácil, si bien es cierto que las dimensiones de este proyecto hacían necesario ir un poco más lejos. De este modo se ha creado un sistema de alarmas y avisos por diferentes medios. En primer lugar la visualización de las alarmas en las propias pantallas del SCADA, elemento muy útil e imprescindible para tener conocimiento del lugar y el estado de la alarma.

El primer paso es configurar los parámetros que queramos sean vigilados. Esto se realiza con un configurador que posee el Wincc, Alarm Logging. Este subprograma nos permite configurar una serie de alarmas, que después se mostrarán en las pantallas de SCADA. Existen diferentes niveles de avisos, algunos requieren acuse, otros no, algunos efectúan acciones...

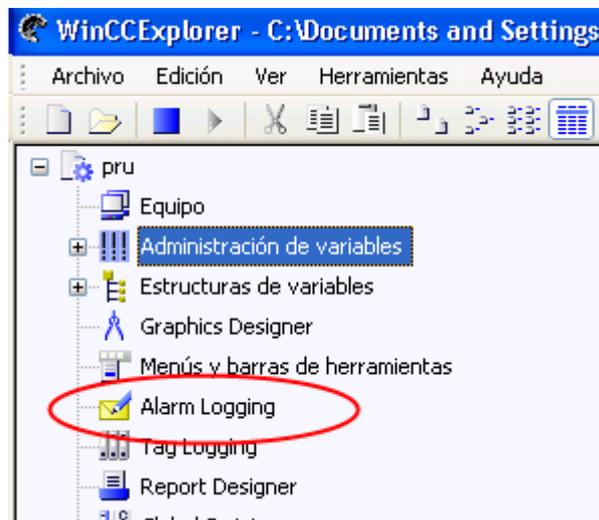


Figura 44 - Programa gestión alarmas 1

La visualización se realiza mediante una pantalla en la que se ha incrustado un control que el programa ya lleva creado. En este control, se pueden ver las alarmas que están activas, las que están activas y acusadas, y las que no están activas, pero no están acusadas. De este modo se tiene una vista general del estado de la instalación, de modo que se puede ir revisando después en función de los avisos que tengamos.

Alarmas

Leyenda								
Aviso aparecido								
Aviso desaparecido								
Aviso acusado								
								
	Fecha	Hora	Núm...	Duración	Ack...	Tag	Texto de aviso	Lugar de avería
1	23/08/11	11:56:09 PM	025	1 08:41:44	<input checked="" type="checkbox"/>		Nivel de cloro Cerbuna inferior 0.5 ppm	C.M.U Cerbuna
2	25/08/11	01:15:17 PM	017	0 11:07:50	<input checked="" type="checkbox"/>		Temperatura Rack Economicas supera los 24 grad	Rack Economicas
3	29/08/11	01:14:30 PM	003	0 00:58:45			Temperatura CPD supera 20,2 grados	CPD
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Figura 45 - Pantalla alarmas Scada

Hay determinadas instalaciones que son especialmente críticas, de modo que necesitan una supervisión constante, y una rápida actuación en caso de errores de funcionamiento. Para estos casos se ha creado un sistema de alarmas, que además de ser visualizadas a través de la pantalla del Scada, son enviadas vía email a diferentes destinatarios. Esto es posible gracias a un pequeño código en Visual Basic, mediante el cual se utiliza un control que integra Wincc para el envío y recepción de emails.

Este código alojado en un script, es ejecutado cíclicamente cada vez que una alarma importante es activada. De este modo, el envío de emails se repite cada un tiempo determinado, asegurando que los destinatarios lo reciban y atiendan la alarma. Una vez se han puesto en marcha los medios para solucionar la avería, la alarma puede ser acusada, y es en ese momento cuando el reenvío de emails cesa.

```
Sub MandaEmail(destinatarios,texto)
'El procedimiento MandaEmail se encarga de mandar los emails. Tiene 2 parámetros
'destinatarios: Es una cadena con los email de destino. Si son varios se separan por comas. Ejemplo: "lalala@unizar.es,lololo@unizar.es"
'texto: Cadena que contiene el texto que se envía con el email

If (destinatarios <> "NOP") Then

    Dim strFrom
    Dim strTo
    Dim strSub
    Dim strBody
    Dim strSMTP
    Dim objEmail

    strFrom = "uims@unizar.es"
    strTo = destinatarios
    strSub = "SCADA"
    strBody = texto
    'Here you put either the IP number or name of the server "smtp.server.name"
    strSMTP = "155.210.1.61"
    Set objEmail = CreateObject("CDO.Message")
    objEmail.From = strFrom
    objEmail.To = strTo
    objEmail.Subject = strSub
    objEmail.Textbody = strBody
    objEmail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/odo/configuration/sending") = 2
    objEmail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/odo/configuration/smtpserver") = strSMTP

    'I dont use this but if it requires a port number add it here
    objEmail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/odo/configuration/smtpserverport") = 25
    objEmail.Configuration.Fields.Update
    objEmail.Send

End If

End Sub
```

Figura 46 - Código envío email



BIBLIOGRAFÍA

Información:

- www.unizar.es
- www.automation.siemens.com
- www.rs-online.es
- www.infopl.net

Imágenes:

- <http://www.archiexpo.es/prod/siemens-building-technologies/detectores-de-temperatura-728-286358.html>
- www.automation.siemens.com