

CAPÍTULO 2

DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN

2.1.- Objeto del capítulo.

En este capítulo se aproximará al lector la instalación en cuyo entorno se ha desarrollado el interfaz gráfico. Este interfaz ha sido concebido, dentro de un objetivo final más amplio que debió ser descartado debido a problemas de funcionamiento en la instalación, para el cálculo de una factorización que permitirá ensayar sobre la planta diversas técnicas de control multivariable.

Comenzaremos presentando los distintos sistemas que conforman la planta, con el fin de entender la unión entre la representación en el SCADA y la realidad de la instalación.

A continuación realizaremos una aproximación a lo que denominamos un sistema de control distribuido de tipo SCADA indicando una serie de generalidades sobre los mismos y presentaremos el método seguido en la extracción de datos necesario para el uso de la herramienta implementada en este documento.

2.2.- Equipos integrados en la planta solar.

La planta objeto de estudio permite tanto la producción de calor como de frío para climatización a partir de la energía solar térmica obtenida en captadores solares. En previsión del carácter aleatorio característico de la radiación solar se ha dispuesto también una caldera de gas que permita calentar el caudal de agua proveniente de los captadores cuando la radiación solar sea menor a la necesaria para el funcionamiento de la planta.

La instalación encargada de la producción de frío está constituida principalmente por los siguientes sistemas que se desarrollarán brevemente a continuación:

- Sistema de captación. Es, como su nombre indica, el encargado de adquirir la radiación solar. En el caso de la instalación que nos ocupa, se emplea una tecnología solar térmica de baja temperatura, destinada al calentamiento de agua por debajo de su punto de ebullición. Esto significa que en ningún momento se produce la evaporación del agua a su paso por los colectores solares.

El elemento principal de un sistema de baja temperatura, es el colector o sistema de captación. Es en el colector donde se produce la transformación de la energía radiante procedente del Sol en energía térmica. Un colector solar térmico está constituido por un conjunto de tubos y recubiertos por una carcasa que es transparente a la radiación solar. Los tubos por cuyo interior circulará el fluido caloportador son tratados superficialmente con pintura negra especial o con un tratamiento selectivo absorbente, de tal forma que absorben la mayoría de la radiación que incide sobre ellos. Al captarse la radiación solar se pone en marcha un método de transmisión de calor conocido como radiación y que es el responsable del aumento de temperatura que sufre el fluido caloportante al circular por el colector. Además del efecto producido por los tubos, hay que sumar el provocado por la carcasa, elemento transparente a la radiación solar y opaco a la radiación de onda larga que emite el absorbente, provocando de esta manera un efecto

invernadero en el interior del captador, aumentándose considerablemente el rendimiento del mismo.

En nuestra planta los colectores se disponen ocupando una superficie de 153.36 m^2 lo que, en condiciones nominales, permite una aportación de energía al refrigerante, en nuestro caso agua, de 50 kW.



Figura 2.1 Campo de colectores solares.

- Sistema de acumulación. Debido a la naturaleza intermitente de la radiación solar como fuente energética durante los periodos de baja demanda debe almacenarse el sobrante de energía solar para cubrir las necesidades cuando la disponibilidad sea insuficiente. De forma particular en nuestra planta se han empleado como dispositivos para almacenamiento de energía dos depósitos con 2500 l de capacidad contruidos en chapa de acero. Para evitar una degeneración excesiva de la energía en ellos acumulada será necesario aislarlos del ambiente para preservar la temperatura del agua que contienen. El aislamiento ha sido conseguido disponiendo un revestimiento de poliuretano expandido de 40mm.



Figura 2.2 Acumuladores de agua precalentada.

- Sistema de energía auxiliar. El sistema de energía auxiliar es el encargado de provocar un incremento en la temperatura del fluido refrigerante cuando el paso del mismo a través de los colectores solares no provoca que alcance una temperatura mínima necesaria para el correcto funcionamiento de la instalación.

El aporte complementario de energía se lleva a cabo en una caldera de combustión en la que quemaremos gas natural con el fin de elevar la temperatura, y por tanto su energía, del agua que emplearemos para la refrigeración. La caldera que se encuentra instalada en nuestra planta tiene una potencia nominal de 60 kW.



Figura 2.3 Caldera de gas.

- Sistema de producción de frío. Bajo este epígrafe se han recogido dos equipos distintos: la máquina de absorción y la torre de refrigeración, por ser ambos los componentes necesarios para conseguir el efecto frigorífico. Además el uso de una torre de refrigeración es imprescindible para el funcionamiento de la unidad de absorción, de tal forma que no puede instalarse ésta si no es junto a una torre que evacue las energías aportadas en el generador y en el evaporador de la máquina de absorción.

Torre de refrigeración

Una torre de refrigeración es un dispositivo utilizado para disminuir la temperatura de un líquido, por lo general agua, al mantenerlo en contacto con una corriente de aire, de manera que una pequeña parte del líquido se evapora y la mayor parte se enfría. La torre de refrigeración de nuestra planta es la encargada de provocar la evacuación de calor que se acumula en el interior de la máquina de absorción y que puede provocar que ésta no funcione correctamente.

En nuestra instalación se ha empleado una torre de refrigeración con una potencia nominal de 80 KW capaz de funcionar con una temperatura de entrada del agua dentro del rango de 25 a 31°C.



Figura 2.4 Torre de refrigeración.

Máquina de absorción.

La otra parte fundamental del sistema de producción de frío es la máquina de absorción, que es la encargada real de la producción de frío empleando las técnicas descritas en la bibliografía ([1]y[2]). Esta máquina de absorción (marca Yazaki, modelo WFC10) tiene una potencia frigorífica nominal de 35 KW. Funciona con aportación de un caudal de 2'38 l/s de agua caliente a una temperatura de entre 75 y 100 °C al generador, obteniéndose un caudal de 1'67 l/s de agua fría en el evaporador con temperatura comprendida entre 7 y 12 °C.



Figura 2.5 Máquina de absorción.

- Circuito hidráulico. Todos los elementos antes mencionados quedan conectados entre si mediante un circuito hidráulico, en el que se identifican 5 bombas, 4 de caudal constante y una de caudal variable, denominada B1. A continuación se recogen las condiciones de funcionamiento de dichas bombas y la notación empleada para las mismas dentro de la instalación:

B1	Bomba de captadores	4200 l/h y 0.5 bar
B4	Bomba de generador	8400 l/h y 0.6 bar
B5	Bomba de evaporador	6000 l/h y 0.5 bar
B6	Bomba de condensador	14400 l/h y 1 bar
B7	Bomba de intercambiador carga	6000 l/h y 0.5 bar

El circuito hidráulico cuenta además con válvulas de corte, que nos permiten establecer distintas configuraciones de funcionamiento y con 4 válvulas de tres vías de las cuales, merece destacar la función de las siguientes:

Válvula VM1. Es la encargada de conectar la corriente que se ha hecho circular por los colectores y otra corriente que tiene su origen bien en los acumuladores bien en la salida de la máquina de absorción. El grado de apertura para cada una de estas entradas permite variar la temperatura del agua de salida hacia la instalación antes de una posible mezcla con el agua proveniente de la caldera.

Válvula VM3 es la encargada de regular la cantidad de agua que se hace pasar por la caldera de gas para provocar en la misma un incremento de energía. Esta corriente de salida de la caldera se mezcla con la corriente de salida de los colectores configurando una corriente de agua con temperatura adecuada bien para su paso hacia la máquina de absorción bien hacia los acumuladores.

2.3.- SISTEMA SCADA EN LA INSTALACIÓN.

El funcionamiento de la instalación está gobernado por un doble sistema de control, uno constituido por elementos convencionales alojados en el cuadro eléctrico y otro mediante el sistema SCADA Simatic IT, instalado en un PC del laboratorio del Departamento de Ingeniería de Sistemas y Automática.

Puede definirse un sistema SCADA (<<Supervisory Control And Data Acquisition>>) como *una aplicación software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante comunicación digital con los reguladores locales básicos, e interfaz con el usuario mediante interfaces gráficas de alto nivel: pantallas táctiles, ratones o cursores, lápices ópticos, etc. ([3]).*

Los paquetes SCADA suelen estar formados por dos programas: Editor y Ejecutor. El programa editor es el encargado de generar aplicaciones como paneles de alarma, relación de históricos, creación de informes...etc. El Ejecutor se encarga de compilar programas con el fin de obtener archivos ejecutables que correrán de forma continua una vez arrancado el sistema.

De forma general el sistema SCADA cubrirá tres funciones:

- Adquisición de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida.
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables del proceso.
- Control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) o bien sobre las salidas.

Los módulos que permiten estas actividades de adquisición, supervisión y control se describen brevemente a continuación:

- **Módulo de configuración.** Permite describir el entorno de trabajo del SCADA. En su interior el usuario define las pantallas gráficas o de texto que va a utilizar, importándolas desde otra aplicación o bien generándolas a partir de un editor gráfico. Dibujadas o seleccionadas las pantallas se definen las relaciones entre ellas, que determinarán el orden de aparición y el enlace entre unas y otras.

También durante la configuración se seleccionan los drivers de comunicación que permitirán el enlace con los elementos de campo y la conexión o no en red de éstos.

En algunos sistemas es también en este momento cuando se indican las variables que después se van a visualizar, procesar o controlar.

- **Módulo de interfaz gráfico de operador.** Es el encargado de proporcionar al operador las funciones de control supervisor de la planta, mediante una ventana abierta a la misma desde el teclado-monitor del ordenador. Es mediante esta aplicación por la que el operador puede actuar sobre las variables del sistema posicionándose con el ratón, cursores o directamente en pantalla táctil sobre alguna zona activa, y modificando el estado lógico o valor numérico de la variable definida sobre ella. En ocasiones, el acceso a determinadas acciones de mando está restringido a operarios singulares, que deben activar un código de acceso previo antes de modificar la variable.
- **Módulo de Proceso.** Ejecuta las acciones de mando preprogramadas a partir de los valores actuales de variables leídas. El programa de mando que el SCADA ejecuta de forma automática está constituido por relaciones entre las variables del proceso que condicionan una u otra acción. Los tipos más comunes de relaciones entre variables que aparecen en un programa son: acciones de mando dependientes de los datos de entrada y/o salida, secuencias de mando, animación de figuras y dibujos, procedimientos de arranque o parada de la instalación, gestión de alarmas...etc. De entre estas acciones son muy importantes las

maniobras y secuencias de mando (comandos), ya que implementan la comunicación hombre-máquina que permite al usuario el control del proceso. El uso de secuencias permite así mismo la realización de ensayos en la planta sin necesidad de la presencia física del operador, situación que hemos empleado reiterativamente en la elaboración de este proyecto.

- **Módulo de gestión y archivo de datos.** Este bloque del SCADA se encarga del almacenamiento y procesado ordenado de los datos seleccionados por el usuario según formatos inteligibles para periféricos hardware (impresoras, registradores) o software (bases de datos, hojas de cálculo) del sistema.
- **Módulo de comunicaciones.** Se encarga de la transferencia de información entre la planta y la arquitectura hardware que soporta el SCADA, y entre ésta y el resto de elementos informáticos de gestión.

En nuestra planta se ha implantado un sistema de control tipo SCADA denominado Simatic IT. Este paquete ha sido comercializado por Siemens-Orsi Automation S.p.A.

El sistema está conectado a través de una red ARC-NET (cable coaxial RG-62A/U) a la que se conectan la estación de trabajo (PC) y una unidad PMC 16. El sistema se completa con una red REMOTA I/O (cable belden 9463) que conecta el PMC con los racks de E/S situados en campo.

Este sistema permite comunicarse con los dispositivos de campo (controladores autónomos, sistemas de dosificación, sensores...etc) para controlar el proceso de forma automática desde la pantalla del ordenador, que es configurada por el usuario y puede ser modificada con facilidad.

El PMC CP16 es el centro de control automático de la instalación. Es el módulo encargado del control del proceso, siendo capaz de resolver de manera coordinada todos los problemas integrados en la regulación y manipulación de la instalación, adquisición y regulación de las señales analógicas, secuenciamiento de cadenas de control, cálculo matemático, etc.

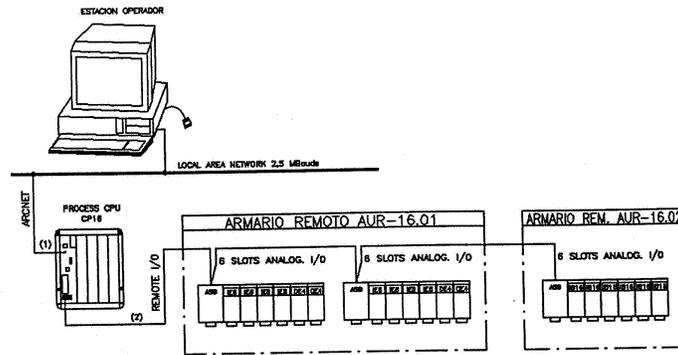


Figura 2.6 Esquema del sistema de control

El usuario a la hora de realizar ensayos con la planta solar deberá entonces manejarse dentro del entorno SCADA, para ello el mismo presenta una interfaz amigable que no es más que una representación de la propia planta y que se recoge en la figura siguiente en donde se pueden encontrar los distintos elementos que hemos descrito en el apartado anterior. Para conocer el proceso de realización de ensayos y toma de datos debe consultarse el anexo A de este documento.

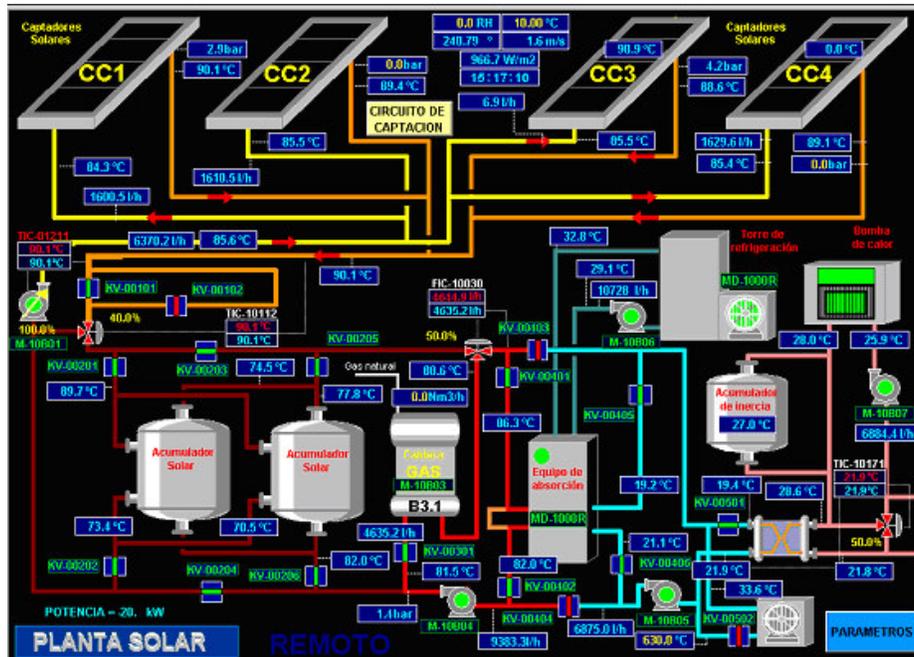


Figura 2.7 Mímico de la planta solar.