

¿Por qué es tan importante y decisivo el Sistema de Regulación y Control en el rendimiento energético de la generación distribuida?

Artículo realizado por el dpto. técnico de DESNER SISTEMAS, S.L.

Introducción;

Vivimos en un planeta que doblará su consumo energético antes de 2050. Y con un ritmo creciente de derroche y despilfarro energético y medioambiental insostenible. Países emergentes como China necesitarán dentro de 10 años el doble de energía que hoy consumen.

Estamos consumiendo recursos a una velocidad 1,5 veces superior a la que la naturaleza los repone y si mañana todos los habitantes del planeta pudieran mantener el mismo ritmo de vida que llevamos en un país como España el consumo energético mundial se multiplicaría por 4.

Todo ello ha motivado unas exigencias cada vez mayores en la maximización de la eficiencia energética, que se puede comprobar en la legislación y también en la mentalidad de los profesionales.

Hoy en día en el diseño, ejecución y mantenimiento de una instalación ya no es suficiente con conseguir índices óptimos de confort, sino que debemos hacerlo con el menor consumo energético posible.

Es evidente que el diseño adecuado en generación distribuida es fundamental para este objetivo, también su mantenimiento, y en ambos casos la función de un sistema de regulación y control es fundamental y crítica. Pero no sólo ahí radica su importancia.

En este artículo pretendemos explicar dónde están las claves de lo que puede aportar un adecuado SISTEMA DE REGULACIÓN Y CONTROL a la eficiencia y ahorro energético en la generación distribuida para clima y calefacción y la importancia de disponer de una comunicación entre todos los equipos/productos que forman parte de ella.

Para mejor comprensión lo hemos dividido en tres partes:

- 1.- **Control Digital Directo.** Lo que es la base del control automático de una instalación, sus estrategias de funcionamiento..
- 2.- **Sistema de Gestión y Supervisión.** Además de control, un sistema de regulación moderno te permite la gestión de la instalación al más alto nivel.
- 3.- **Equilibrado Hidráulico y Control.** El equilibrado hidráulico y el control son dos “mundos” que se unen, veremos cómo.

1.- Control Digital Directo.

Es la función básica y más antigua de un equipo de regulación y control. Los sistemas de control son el director de orquesta de una instalación de clima, se encargan de coordinar las funciones del resto de equipos, su misión es primordial.

Para explicar la importancia del control digital directo (DDC) en una instalación pongamos un ejemplo:

Imaginemos por un momento la instalación “de nuestros sueños” en eficiencia energética. ¿Cómo la diseñaríamos?... No escatimemos gastos.

Por ejemplo con máquina de absorción para aprovechar la energía calorífica y convertirla en frigorífica, o incluso para ir a algo más conocido, vamos a realizarlo con bombas de calor y máquinas de frío con compresores de tornillo de clase A y modulaciones de potencia 20 a 100, incorporando refrigerantes de última generación, con intercambiadores de placas maximizados para el trasvase energético refrigerante-agua, válvulas de expansión electrónicas. La máquina además sería de 4 tubos, o de 6 tubos, donde se puede aprovechar toda la energía producida pudiendo dar frío y calor a la vez hasta llegar a COP reales próximos a 7. Por supuesto ventiladores y compresores llevarían variador de frecuencia y el circuito frigorífico llevaría sus correspondientes recuperadores de energía.

Podemos incluir en esta instalación “ideal” calderas de condensación con rendimientos de hasta el 115%. Con un recuperador de humos y con una modulación de potencia lo más amplia posible. También incluiríamos variador de frecuencia para el ventilador y control de oxígeno en combustión.

Las bombas llevarían todas variador de frecuencia, o serían de imán permanente. Los intercambiadores de placas se calcularían con el mayor número de placas posible, maximizando su intercambio y trabajar con temperaturas lo más próximas posibles, pérdida de carga mínima.... Introduciríamos recuperadores rotativos de aire para los climatizadores con variación de frecuencia de giro para adecuar la recuperación a las condiciones de temperatura y humedad, dispondríamos de freecooling, y sistemas a 4 tubos.

Todos los ventiladores de la instalación llevarían variador de frecuencia. Los depósitos, tuberías, conductos, ... etc, llevarían el aislamiento más perfecto que encontremos.

Añadamos a todo esto energías renovables, solar/térmica, solar/fotovoltaica, Biomasa, geotermia,... las que consideremos para este proyecto.

Ya tenemos la instalación ideal. Pongámosle un sistema de control que no es el adecuado, o que no está perfectamente diseñado, o mejor aún, equipos de control de última generación cuya programación de estrategias no es la adecuada.

Si el sistema de control o sus estrategias no son las mejores no se modularían correctamente los variadores de frecuencia, ni las potencias de los generadores, daríamos frío a los

climatizadores mientras ponemos resistencias eléctricas, recuperaríamos en frío mientras abrimos válvulas de calor, simultaneamos calor y frío sobre climatizadores, hacemos secuencias de máquinas no correctas, no modulamos, excesivos arranques y paros sobre máquinas de frío y calderas motivando un rendimiento estacional desastroso. Baja vida de los equipos, un largo etc.

No hay porque seguir, todos somos capaces de imaginarnos muchos escenarios posibles motivados por un mal control, porque desgraciadamente lo hemos visto muchas veces.

Ahora imaginemos una instalación muchísimo más económica, sin variadores de frecuencia, con calderas standard, con máquinas de frío de clase C, con bombas normales, sin recuperadores rotativos, ...etc.

Si el diseño e instalación han sido correctos, y se realiza un control digital directo con las estrategias adecuadas y optimizadas conseguiremos no sólo sacarle el 100% de rendimiento a cada equipo, sino optimizar al máximo las sinergias entre ellos. Conseguiremos un rendimiento energético, una vida de la instalación, un confort y funcionamiento mucho mejores que en la instalación con equipos ideales citada más arriba muchísimo más costosa de ejecución.

Esta es la paradoja;

Un sistema de control puede hundir una instalación con excelentes equipos o sacarle un gran rendimiento a otra con equipos mediocres.

Pero, ¿cuándo sabemos si un sistema de control es adecuado?

¿Cuáles son las principales características que le debemos exigir a un equipo de control ideal para una instalación de clima o calefacción?.

¿Cómo podemos coordinar diferentes generaciones distribuidas?

Nosotros citamos algunas de las características que creemos más importantes:

- **Sistema modular.** Con el controlador digital, podemos adaptarnos al diseño de generación de energía y consumo distribuido que optimice su instalación.
- **Flexibilidad y adaptabilidad en los módulos de entradas y salidas.** Este punto complementa al anterior. No sólo debe ser un sistema modular sino también incorporar una variedad de tipos de módulos, que nos permitirá adaptarnos mejor a las necesidades de una instalación, optimizando funcionamientos por un control directo de la señal, reduciendo costes en conversiones de señales que además pueden general desajustes en las informaciones enviadas y recibidas del material de campo/actuadores.
- **Web Server.** Fundamental de cara al futuro. Los sistemas de control deben permitir sin un excesivo o ningún sobre coste el acceso a la instalación a través de una red IP, pudiendo ser mediante una intranet o una IP del proveedor de Internet.

Un error habitual es interpretar webserver como acceso solo desde internet y no tiene por qué ser así, esta capacidad hace referencia a que es el propio controlador el que es capaz de

generar un interface accesible vía IP y accesible vía el explorador de internet de nuestros equipos, ya sea en modo local, intranet o internet.

Por ello, en las instalaciones de generación distribuida, en función del número de señales de control o prestaciones de operación y conducción puede no ser necesario el montaje de un puesto de control específico, sino que el controlador dispone de la capacidad de generar por sí solo un interface web, de manera que con cualquier dispositivo (PC, IPAD, Tablet, Smartphone, ...etc) y desde cualquier lugar del mundo, podremos acceder a nuestras instalaciones, recibir vía email las alarmas o notificaciones que nosotros consideremos. Es lo que se llama “Servidor Web”. Ver figura 1.



Figura 1

- Diferentes perfiles de acceso. Es importante también que el sistema permita flexibilidad de acceso, no solo en cuanto a dispositivos; vía ordenador, pantalla, ...etc. Sino también considerando el perfil técnico de quien accede a la información y el uso que quiere hacer de ella. No es lo mismo que acceda un técnico de mantenimiento a que acceda un profesional de Real Estate. Cada uno busca informaciones diferentes,

por ello se requiere poder disponer de perfiles adaptados y personalizados.

- Seguridad de acceso. Bien sea vía internet o intranet, es necesario que los accesos estén protegidos por contraseña y que se puedan fijar distintos perfiles de usuario, guardando un histórico de las acciones realizadas por cada usuario que ha accedido, permitiendo disponer de una trazabilidad para poder gestionar de manera adecuada la instalación.
 - Capacidad de recogida de históricos y alarmas. La CPU del equipo debe disponer de memoria suficiente para poder almacenar sistema operativo, programación de estrategias y guardar registros de las principales variables de la instalación, lo que se llama tendencias así como alarmas. Es imposible la gestión de las centrales de generación distribuida sin conocer los datos históricos y buffer de alarmas. Por ello se recomienda que al menos disponga de 1GB de capacidad de almacenamiento.
- FIGURA 2
- Potencia de gráficos. Es un aspecto importantísimo. Cuando vayamos a elegir el sistema de control para nuestra instalación la forma en que vamos a acceder a la misma debe ser gráfica, y estos gráficos deben tener una capacidad técnica lo más amplia posible. Deben ser dinámicos, claros y personalizables, de manera que la información se reciba de una manera directa y sin tener que realizar interpretaciones que pueden provocar errores en la toma de decisión. FIGURA 3

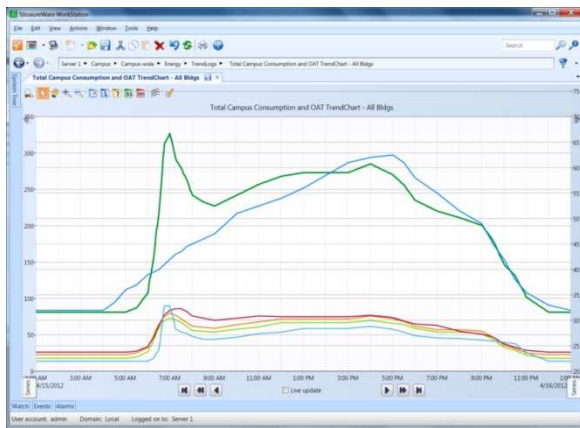


Figura 2



Figura 3

- Mucha atención con los horarios. Suele ser un tema fundamental y motivo por el que las instalaciones suelen estar en modo manual ON/OFF. El diseño de horarios en la estrategia y su representación son críticos para un mantenimiento posterior. FIGURA 4

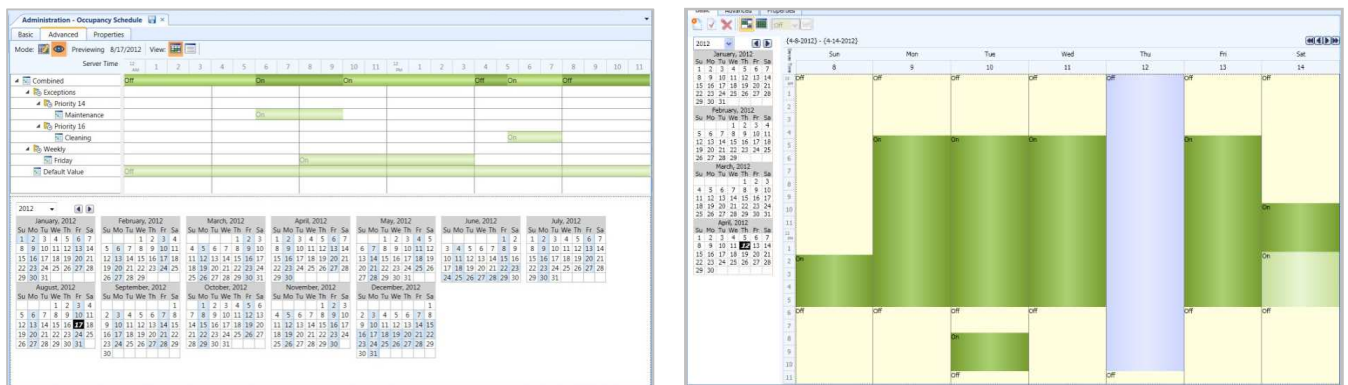
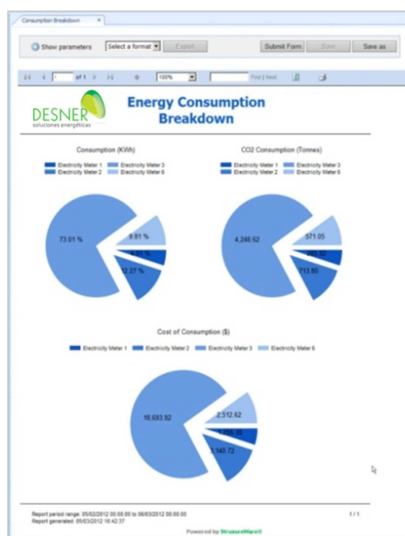


Figura 4



- Informes. Todo lo que son informes de gestión de los equipos y de la instalación (como una simple evolución de un contador de gas comparada con la lectura de un contador de energía y el consiguiente rendimiento), deben ser lo más claros y amplios posibles.

- **WEB Services**, esta capacidad que hasta la fecha está pasando inadvertida podríamos considerarla como la piedra angular de la gestión de diferentes sistemas de generación distribuida, ampliamos información en el apartado 2, pero no queríamos dejar de resaltar esta capacidad a requerir en el controlador.
- **Un sistema de control diseñado y especialista en producción, distribución y consumo en climatización y calefacción**. Parece un punto de perogrullo, pero no es así. Todos hemos visto muchas instalaciones donde se ha tratado de adaptar, por precio, equipos no desarrollados para HVAC sino para otras aplicaciones (PLC por ejemplo) y el resultado es desastroso; Los lenguajes de programación, las posibilidades, las aplicaciones de soluciones, ...etc deben estar pensadas para los equipos de climatización. Además, los profesionales que programen estrategias de climatización deben tener experiencia en este tipo de soluciones.
- **Sistema abierto**. Es vital que el bus de comunicación entre sus equipos y otros no sea propietario del fabricante(sistema cerrado), sino debe de ser un standard del mercado. Además, cuantos más protocolos standard de mercado admita el controlador de forma nativa (sin pasarelas ni “cajas negras”) más abierto es el control, porque el futuro pasa por las comunicaciones directas con equipos de control de otros fabricantes y otras tecnologías (comunicación e integración con equipos de microgeneración, equipos de autoconsumo máquinas de frío, calderas, contadores eléctricos, contadores de energía, contadores de gas, gasóleo, de biomasa ...etc).

La evolución en redes de comunicación de los sistemas técnicos de la edificación y por tanto de la generación distribuida, se está realizando en los estándares de redes IP (Internet Protocol) por su “universalidad”, sencillez de implantación y adaptación con productos estándar de mercado, Router, switches, herramientas de diagnóstico de redes, configuración,...etc.

Estas comunicaciones IP son aceptadas por los departamentos de IT de empresas y configuradas con conocimientos de informática de redes.

Este protocolo estándar que está realizando una perfecta adaptación a los requerimientos anteriores por su capacidad de comunicación de acuerdo a los requerimientos especializados en los sistemas técnicos es el desarrollado por ASHRAE, BACnet con comunicación en Redes IP, **BACnet/IP**, siendo un protocolo de libre adhesión cuyo cumplimiento es certificado por pruebas de laboratorio facilitando un nivel/categoría de cumplimiento, denominado B.T.L. (Bacnet Testing Laboratories). Existe también con aplicaciones muy competitivas la alternativa de BACnet en redes MS/TP, que por sus características del Bus de comunicación está quedando relegado para nivel de Room control y campo.

Ampliar información <http://www.bacnet.org/Bibliography/EC-9-97/EC-9-97.html>

Además de este protocolo BACnet, que es casi de obligado cumplimiento en sistemas actuales y futuros, debemos de considerar los protocolos que ya han sido implantados en los sistemas técnicos como LON y recomendable Modbus de cara a comunicar con muchos sistemas eléctricos ya existentes.

Evidentemente la implantación de controladores con protocolos nativos BACnet, LON y Modbus, permiten la comunicación con la gran mayoría de los equipos que forman parte de los sistemas técnicos, no siendo necesaria la adquisición de costosas pasarelas que generan

retrasos en los tiempos de comunicación y omisión de información por no disponer de capacidad de traducir toda la información.

- **Máxima estandarización de funciones.** Debemos exigirle a nuestros equipos de control que permitan su operatividad con las principales aplicaciones de uso normal en cualquier oficina o usuario de ofimática. Por ejemplo el acceso vía web debe permitir navegadores como Internet Explorer. Y los datos históricos deben tener la posibilidad de recogerse y representarse en hoja de cálculo tipo Excel que permita la gestión de la información.



- **Diseño y construcción lo más robusta posible.** Importante para el mantenimiento. La electrónica de vanguardia no tiene porque ser débil ni frágil. Es importante que las bases de conexiones y la parte electrónica puedan separarse y acoplarse, no debería ser admisible el tener que desconectar un controlador cable a cable, el riesgo de error al realizar la nueva reconexión es importante, y es necesario el “Hot Connect”, o lo que es lo mismo, la conexión con

tensión de sus bases terminales. FIGURA 6

- **Programación a medida.** Otros aspecto básico. Podríamos decir que el más importante de todos. La evolución y desarrollo tan espectaculares de la electrónica y comunicaciones en estos años han motivado la aparición en el mercado de sistemas de Control Digital Directo con unas posibilidades casi infinitas. Pero no nos olvidemos de lo esencial, la programación de las estrategias adecuadas, de la experiencia del programador, y de transmitirle como queremos que funcione (programación personalizada) nuestra instalación.

¿Por qué es tan importante la programación a medida y por qué el diseño de las estrategias es tan crítico?.

Porque aquí reside la clave de todo. El diseñador de la instalación, o el que la va a ejecutar, o el mantenedor, o incluso la propiedad, quien corresponda, deben participar y preocuparse en que el diseño de las estrategias del Control Digital Directo para su proyecto se adapte como un guante a sus necesidades.

Que se adapte perfectamente a su diseño, a sus necesidades, a sus equipos, al tamaño de sus generadores, a sus peculiaridades y que esté preparada para garantizar una vida útil que permita la adecuación a nuevos horarios, consignas, histéresis y demás parametros imprescindibles, sólo así se puede optimizar una instalación.

Citemos sólo algunos ejemplos donde la estrategia del Control Digital Directo (DDC) nos ayuda a optimizar la eficiencia energética en generación distribuida:

- **Secuencia de generadores de energía** (máquinas de frío y/o calderas). Todos sabemos que el rendimiento instantáneo de uno de estos equipos es muy importante, pero lo es aún más el rendimiento estacional.

Entre dos equipos distintos podemos tener una diferencia de rendimientos instantáneos de máximo un 10 ó 12%. Pero entre dos cascadas de generadores el rendimiento estacional puede variar más de un 50% según como se realice esta secuencia de generadores. Y el rendimiento que se traduce al final del año en consumo de energía y emisiones CO₂, por tanto en dinero, es el estacional, no lo olvidemos.

¿Qué es lo que debemos buscar para optimizar este rendimiento estacional?. Dos cosas:

- Minimizar todo lo posible el número de Arranques/Paradas del equipo. Que una vez esté encendido permanezca así el mayor tiempo posible.
- Aprovechar la máxima capacidad de modulación que nos permita el equipo para conseguir el punto anterior.

¿Cómo conseguimos estas secuencias de generadores ideales?. Primero, conociendo los equipos, no es lo mismo una marca que otra, y además dependiendo del tamaño las secuencias cambian. Cambia el orden, el tiempo necesario para que arranque una etapa cuando lo ha hecho la anterior, el tiempo para que se apague una etapa cuando lo ha hecho la anterior, rotaciones de equipos, ...etc.

La secuencia de máquinas exige programación personalizada al máximo. Y generalmente se resuelven haciendo una programación PID (proporcional-integral-derivativa) cuyos parámetros dependen de cada caso.

- Secuencia de funciones lógicas. Los equipos deben arrancarse y pararse de forma lógica a la instalación. Por ejemplo las aperturas de válvulas de tres vías de un climatizador de 4 tubos tienen su protocolo de actuación que debe ir coordinado entre sí, y una bomba de primario de una enfriadora debe arrancar 10 minutos antes de la máquina y pararse 15 minutos después.
- Coordinación de distintas fuentes de energía de la generación distribuida. Otro punto importantísimo para optimizar eficiencia energética.

Hoy en día en estas modernas instalaciones hay un gran número de fuentes de energía (máquinas de frío, calderas, energías renovables, energía residual de una bomba de calor o de una deshumectadora, energía recuperada en un recuperador de humos o de aire, energía solar ...etc).

El coste de estas “energías” es diferente, las hay más caras, más baratas, incluso gratuitas. Bien, ¿quién se encarga de decidir que fuente de energía hay que aplicar a cada punto de consumo en un momento determinado?, y ¿en qué intensidad se aplicará esa energía en ese momento dado?. Así es, la solución la tiene el control.

Y lo hará en función de muchísimos factores, de lo qué está pasando, de lo que ha pasado, de lo que se prevé que va a pasar, ...etc. Por ejemplo, si hay radiación solar la energía de los paneles se deberá aprovechar, o por ejemplo, si hay humedad en una piscina y arranca el compresor la energía calorífica del compresor es gratuita en ese momento. Cualquier otra cosa es derrochar energía.

El coordinar todas las energías es un punto crítico en una instalación. Muchas veces cada parte de una instalación tiene una centralita distinta, no comunicadas entre sí, lo que motiva resultados desastrosos. Por ejemplo, ¿por qué vamos a calentar un vaso de una piscina con caldera cuando el compresor de la deshumectadora nos permite calor gratuito en un momento dado?. La misma CPU de control debe gestionar caldera y piscina, disponiendo de información relevante para ese control, no es un simple marcha/paro, estado y alarma.

El mismo caso tenemos en un climatizador donde estamos usando el recuperador de aire, el cual puede que nos esté proporcionando suficiente energía gratuita para alcanzar el confort en un tiempo prudente, por lo tanto debemos retrasar la apertura de la válvula de tres vías, aunque sobre el papel no se haya llegado al punto consigna.

- La importancia del control PID en climatización. O lo que es lo mismo del factor retraso. Todo el que haya programado estrategias de climatización sabe la importancia del coeficiente integral del control PID en clima, que quizá no tenga equivalente, no es tan usado, en controles industriales.

El factor integral lo que nos permite es el retraso, tan importante en climatización para mejorar el rendimiento estacional. Por ejemplo, tenemos un local que ya ha llegado al punto de consigna, pero la válvula de tres vías esta aún al 85%. ¿Por qué se produce esto?. Por el factor integral. La CPU tiene memoria, el factor integral acumula historias pasadas, que le indican que ese local tiene poca inercia o que le ha costado mucho llegar a esa temperatura.

2.- Sistema de Gestión y Supervisión.

Si queremos mejorar el rendimiento de algo, debemos conocerlo en profundidad, debemos tener una medición ideal para poder optimizarlo, es absolutamente necesario.

Los sistemas de Regulación y Control son también sistemas de gestión y supervisión. Algo además fundamental en el mundo que se nos abre de la Gestión Energética, de las Reformas y del Mantenimiento. Es fundamental tener un feedback de la instalación, para realizar los cambios necesarios en parámetros, consignas o incluso en estrategias de control.

- **Web Server**

Por todo ello, hemos resaltado la capacidad avanzada de WebServer del controlador, con las 4 principales características;

- Entorno gráfico dinámico con información relevante técnica.
- Acceso simultáneo y seguro de diferentes usuarios con diferentes perfiles (por ejemplo Operador y gestor Real State) en tiempo real.
- Comunicación via email de alarmas e informes de datos históricos.
- Visualización y ubicación con información adicional de las alarmas, indicando el suceso, el valor y valores en el histórico previo que permitiran la creación de informes.

- **Web Services**

Como complemento la capacidad Web Services, simples de emplear y comúnmente aceptados como mecanismo de intercambio de datos en mundo IT, que disponen en la actualidad algunos controladores del mercado, permiten;

- La comunicación con sistemas expertos de análisis de información (variables) para el manejo de la información para tomar decisiones que no tiene implantado el controlador de esa instalación porque carece de la información global.
 - Permite la rápida comunicación entre diferentes sistemas de negocio, sistemas clientes IT ; SAP, IBM, Microsoft, Google...etc.
 - Interoperabilidad de distintos sistemas. La comunicación entre controladores ubicados en distintas instalaciones por ejemplo en distintas instalaciones de generación, en distintas subcentrales de distribución y en los puntos de consumo no conectadas por un bus físico sino a través de red virtuales IP mediante (3G/4G o ADSL).
 - Creación por terceros de herramientas que accedan a la información mediante portales, aplicaciones móviles, por ejemplo es posible descargarse de itunes la AppStore “SmartBldgOp” que permite desde un dispositivo Apple acceder directamente a datos que el gestor considere relevantes en diferentes instalaciones sin necesidad de estar accediendo desde un interface de WebServer.
- **SCADA**

Puede ser conveniente el uso de S.C.A.D.A. (Supervisory Control And Data Adquisition) por características de explotación de diferentes y numerosas instalaciones de generación distribuida y por la necesidad de realizar el análisis de manera más ágil, con multiples variables cruzadas involucrando muchos subsistemas.

Estos SCADAS que generalmente van dirigidos a grandes sistemas de control (no es el caso que nos ocupa, en generación distribuida no raramente superaremos los 500 pto de control) y a facility management con un elevado número de instalaciones (cientos de instalaciones) deben de ser abiertos, esto es permiten comunicar con los diferentes protocolos estándar de mercado BACnet, Lon, Modbus, KNX, M-Bus, EIB,... , comunicación con otros sistemas IT, OPC Server, SQL Server,... e incluso con otros SCADAS, sin necesidad de pasarelas intermedias.

Las prestaciones son superiores a las de un Web Server avanzado y Web Services en cuanto a que al acceso inmediato a los datos alojados en el servidor físico o en la nube “on the cloud” para su análisis, mayor potencia y prestaciones gráficas, generacion de reports en comunicación con otros sistemas IT, etc.

3.- Equilibrado Hidráulico Automático y Regulación y Control.

Por lo innovadora de la idea vamos a describir, aunque de forma muy somera, las implicaciones de dos mundos que desde hace muy pocos años se están uniendo, algo que significará una absoluta revolución de cara al futuro de la eficiencia energética en la distribución energética de la misma y en la climatización.

Las ventajas de un sistema de generación distribuido en una instalación de climatización son muy claras, no vamos a insistir en ellas. Para poder llevarlo a cabo con un 100% de efectividad es necesario un adecuado equilibrado hidráulico.

Hoy día la tecnología del equilibrado hidráulico ha evolucionado de una forma espectacular.



Los sistemas de equilibrado dinámico permiten que en cada punto de generación de energía o consumo pase el caudal de diseño, ocurra lo que ocurra en cualquier otro ramal de la instalación. Se puede garantizar, con las máximas garantías, que tendremos los caudales de diseño independiente de lo que ocurra en el resto de la instalación con las mínimas pérdidas de carga (resistencia al paso del fluido).

Pero las ventajas del equilibrado hidráulico dinámico van mucho más allá. Porque permiten motorizar con servomotores modulantes las válvulas dinámicas mencionadas. Si unimos ambas ideas resulta que los Sistemas de Regulación y Control permiten decidir el caudal exacto (independiente de lo que ocurra en el resto de instalación) en cada punto.

Estamos hablando que ya no tenemos, como ocurre en la actualidad, la capacidad de determinar la apertura de una válvula de dos o tres vías, y aproximar el caudal que pasa por ese punto. Tenemos la capacidad de determinar el CAUDAL EXACTO que pasa por ese punto y controlar esos caudales. El punto de mejora de las instalaciones es enorme.

Estas soluciones de equilibrado dinámico, sin lugar a duda, están cambiando el diseño de las instalaciones de generación distribuida, redes de distribución y puntos de consumo, eliminando el montaje de las válvulas de tres y dos vías de asiento, por válvulas que incorporan las funciones de equilibrado y regulación.