



**Sistemas de monitorización energética de bajo coste
para alumbrados y equipamientos municipales como
medida de reducción de los consumos
y costes municipales**

Autor: Josep Verdager Espauella

Institución: Diputación de Barcelona

Resumen

Los monitores energéticos o "Energy monitors", son aparatos que constan normalmente de una pantalla de información o monitor, de unas pinzas amperimétricas para leer la intensidad de las fases, de unos programas en local para visualizar los datos y estudiarlos, de unas pasarelas Ethernet para el envío de datos a una servidor externo a través de una red IP y, de unos programas de gestión de datos, situados en estos servidores que provee el mismo fabricante. Algunos de ellos ya incorporan sondas de temperatura con o sin hilo. Son fáciles de interpretar y de instalar. Los mismos monitores dan la posibilidad de visualizar datos históricos directamente desde el monitor. La recogida de los datos, también se puede hacer a través de un lector de impulsos, el cual lee directamente los impulsos del led rojo del contador electrónico o bien des de una pinza amperimétrica. Desde la pinza o del lector de impulsos hasta el monitor, los datos se envían vía radio.

Gracias a estos aparatos, la electricidad y la gestión energética de un edificio deja de ser un suministro "invisible" y es fácilmente contabilizable y visual. Te dan información en tiempo real. Hace falta sin embargo, un seguimiento e interpretación de los datos que suministra. Son muy económicos, no sobrepasan los 250 Euros y permiten bajar los costos de las facturas eléctricas rápidamente. Los porcentajes de baja pueden acercarse al 10% de media aplicando la simple lógica.

Palabras claves: Monitorización, Tele medida, Telegestión, Energía eléctrica

Introducción

Más allá de los objetivos ambientales de los municipios, expresados o no a través del Pacto de Alcaldes y el Plan de Acción de Energía Sostenible, el actual entorno de crisis económica obliga a las administraciones a adoptar fórmulas para reducir sus consumos energéticos, en definitiva sus costes económicos asociados. En este caso los objetivos ambientales de reducción de emisiones van totalmente ligados al ahorro económico.

Tres son los elementos que han implicado incrementos importantes en las partidas de suministro de energía de las administraciones públicas. En primer lugar, el claro incremento del coste de la energía fósil y en concreto la eléctrica. El precio del kWh se ha incrementado en el alumbrado de un 52% entre 2002-2011 y de un 60% en dependencias municipales. Hay que tener en cuenta, que la electricidad representa el 80% del coste energético de los suministros de los ayuntamientos. Un segundo elemento, ha sido el incremento desmesurado de los equipamientos municipales, que ha implicado lógicamente, un incremento notorio de los costes energéticos de los municipios. Finalmente, el crecimiento urbanístico de los municipios ha implicado un importante incremento de sus alumbrados, con más cuadros, más lámparas...

Para conseguir reducir los consumos eléctricos, nos encontramos con que la electricidad ha sido siempre una gran desconocida. La energía eléctrica, por el solo hecho de ser "invisible" y de tener peligros evidentes su manipulación, ha implicado que su gestión fuera una acción prácticamente circunscrita a los instaladores y técnicos especialistas. De este modo, ha quedado muy lejos la posibilidad de cualquier estudio más allá de estos técnicos. Por otra parte, cabe destacar, que esta complejidad originada por el hecho de no poder ser almacenable, se mantiene y hay que ser un verdadero experto para poder adentrarse en su análisis. Sólo hay que ver una factura actual a nivel doméstico de alguna empresa eléctrica, para captar la complejidad del sistema eléctrico estatal.

Algunos de estos elementos han empezado a cambiar. La gran dependencia energética que tiene Europa de los combustibles fósiles y, la consecuente subida de los costes de la energía, ha empujado desde hace años, a un desarrollo normativo importante para alcanzar dos objetivos: el de eficiencia energética y la producción de energía eléctrica con fuentes renovables entre otras. Además, la eficiencia energética se ha puesto delante de muchas agendas políticas e industriales, con lo cual, le ha seguido un despliegue formativo también importante.

Con este contexto, algunas "utilities" o empresas eléctricas europeas y de todo el mundo, han impulsado los monitores energéticos o "energy monitors". El objetivo ha sido cumplir principalmente con los compromisos internacionales. Estos aparatos no se han impulsado en nuestro país por parte de las eléctricas. Creemos sin embargo, que se podrían llegar a popularizar en las administraciones locales de forma fácil, ya que son intuitivos, fáciles de manejar e instalar. Tengamos en cuenta que es un mercado muy innovador y las mejoras a menudo se cuentan por sólo unos meses.

Tal como apunta Jeremy Rifkin en su libro "La tercera revolución industrial", el uso de la información es uno de los 5 pilares de lo que él llama la tercera revolución industrial, donde es "la construcción e implantación de una infraestructura comunicativa- energética a lo largo de décadas la que crea una curva de crecimiento a largo plazo para una nueva era económica". Las administraciones, dejamos de ser unos simples observadores, a tener la posibilidad de implicar al personal en una carrera para ser más eficientes con la gestión energética de los edificios.

Tal como se ha demostrado en varios estudios realizados a través de la Agència Local de l'Energia d'Osona en escuelas de la comarca de Osona donde se han comparado escuelas concertadas con públicas, las escuelas públicas son un 30% más ineficientes energéticamente que las concertadas. Es decir, que el potencial de ahorro es cercano al 30% como mínimo. También se ha demostrado en los edificios donde se ha instalado un monitoreo, que este, junto con un seguimiento, permite llegar fácilmente a una reducción del 10% de los costes totales de los centros. Hasta el 30% restante se debe hacer inversiones.

Sistemas de monitorización energética

Los sistemas de monitorización deberían formar parte de un sistema de gestión energética más amplio. Un sistema de gestión energética implica la interacción entre los elementos que lo componen. Estos son: el gestor energético como persona física, los equipamientos municipales (oficinas, polideportivos, centros docentes, alumbrado público, etc.) y las instalaciones que integran estos equipamientos (agua, luz, climatización, etc.). Estos sistemas de gestión energética pueden ser monitorizados o no y telegestionados o no, pueden incorporar una contabilidad energética o no...

Un **sistema de monitorización energético** debe entenderse como un conjunto de aparatos que miden variables (consumos, temperatura, presión, etc.). Estas variables son tratadas por un programa informático, el cual genera más o menos información en función de la complejidad del sistema. La información generada por el programa informático es evaluada por una persona, el gestor energético, la cual decidirá las acciones a seguir.

Las características principales que definen los sistemas de monitorización energética son:

- La complejidad
- La comunicación entre ellos
- La interacción entre los aparatos y el exterior

La **complejidad** del sistema de monitorización no depende sólo del número de aparatos que lo forman, sino también de la cantidad de variables que dependen de cada aparato. Por ejemplo, se debe decidir si queremos controlar temperaturas interna y externa, de cuántos circuitos o salas, cuántas líneas eléctricas y qué parámetros, intensidad, voltaje, cosenos de fi, cuántos parámetros queremos visualizar en nuestro programa informático, qué históricos, desde cuando, con qué formato....

La **comunicación** entre aparatos del sistema (por ejemplo entre una sonda de temperatura y un PLC o un monitor) puede ser de diferentes tipos, ya sea por la naturaleza del medio a través del cual se produce (wi-fi o radio, cable, fibra óptica, etc.), por el protocolo que se emplea (Mod-Bus, M-Bus, TCP / IP, LON, etc.) o por la manera en la que se toman las decisiones.

Existen **estándares de comunicación** donde el medio, el protocolo y la forma de actuar están definidos por asociaciones del sector y son de dominio público, lo que garantiza la libre competencia entre empresas del sector. Por otro lado hay empresas privadas que desarrollan protocolos propios y exclusivos.

La interacción de los aparatos con el exterior en definirá en gran parte su dependencia. Es decir, a partir del momento que salimos y volcamos (a través de nuestra ADSL), los datos con un servidor externo de una empresa suministradora, esto nos condiciona que toda la información estará allí y sólo será posiblemente operable a través del su portal de internet. Muchas veces todos los datos de los aparatos, temperatura, consumos... envían a un PLC o PC industrial, situado en el mismo edificio, el cual, ya no tiene ni pantalla. Éste puede enviar los datos a un servidor del propio edificio o bien a un externo.

Según sus características, se definen pues tres tipos de sistemas:

- Monitores de energía o "Energy monitors".
- Sistemas de monitorización
- Sistemas de gestión y control o "Telegestión"

Los monitores de energía son unos aparatos electrónicos concebidos para el uso doméstico. Son de fácil aplicación en dependencias y alumbrados municipales y, permiten la monitorización de los consumos eléctricos principalmente. Incorporan normalmente:

- Un monitor para la visualización de datos,
- Unas pinzas amperimétricas con un transmisor
- Un lector óptico de los impulsos que genera el contador electrónico de compañía,
- Una sonda de temperatura
- Una pasarela (hub, bridge, gateway) para enviar los datos a través de la red IP y un servidor externo,
- Medidores inalámbricos para medir consumos de enchufes
- Un software situado en un servidor externo.
- Un software para instalar en un ordenador local

Hay que tener en cuenta que los monitores son elementos que permiten la visualización de los datos eléctricos de un suministro y de temperatura ambiente. Son de funcionamiento simple, proporcionan lecturas de consumo y potencia eléctrica. Estos permiten el volcado de estos datos en un programa de gestión en local, o bien a través de una pasarela Ethernet y un router IP a un software externo provisto por la misma marca.

Actualmente están en proceso de salir nuevas mejoras que permiten: la lectura del consumo de gas natural y agua, sondas de temperatura exterior e interior inalámbrica, software vía web más avanzados con más información, interacción entre varios usuarios....

En el mercado encontramos marcas como EnviR, EFERGY, Geo, Watson, OWL etc.

Los **Sistemas de monitorización**, concebidos inicialmente para su uso en instalaciones industriales, permiten monitorizar igualmente los consumos, temperaturas, parámetros eléctricos.... Estos pero nos permiten mayor autonomía y flexibilidad a la hora de gestionar el sistema. Empresas como Circutor, Schneider, WIT, WebDom, ..., entre otros los producen. La información sólo fluye en una dirección hacia arriba.

Por último, los sistemas de gestión y control o "telegestión" difieren de los anteriores, debido a que nos permitirán monitorizar y gestionar los consumos, temperaturas... actuando sobre los elementos de campo que forman el sistema. El flujo de información funcionará en ambas direcciones, permitiendo el gestor recibir información y a la vez que este envíe información a los elementos de campo. Algunos de sus proveedores son los mismos que los anteriores. Cabe decir sin embargo, que con temas de alumbrado público se están usando desde hace años. Una de las empresas precursoras en esta telegestión en Cataluña ha sido Arelsa. Los sistemas permiten por así decirlo, cerrar una válvula de corte de gas o de agua a distancia, un alumbrado....

Sólo a modo orientativo se presenta una tabla con el coste aproximado que supondría la implantación de los tres sistemas de monitorización de un suministro, como puede ser el eléctrico, en un equipamiento municipal.

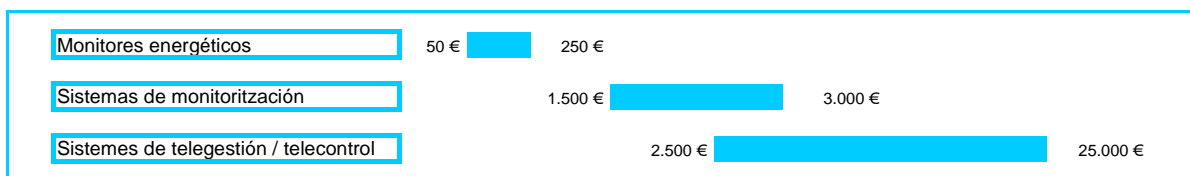


Figura 1: Tabla coste aproximado sistemas de monitorización

Monitores de energía o “Energy monitors”

Profundizamos más en algunos de los monitores energéticos que se encuentran instalados en los municipios de la provincia de Barcelona. Esta descripción no es ni exhaustiva ni excluyente, ya que es una tecnología que evoluciona muy rápido y cada ciertos meses, aparecen en el mercado aparatos y tendencias nuevas.

Apuntamos algunos de los inconvenientes:

- Las lecturas de las pinzas amperimétricas no son instantáneas sino que se hacen cada 2, 6, 18, 30 segundos ... en función de los modelos
- Tiempo de descargar los datos en los diferentes programas sólo se pueden visualizar los promedios de potencia cada 5 minutos o cada hora como máximo
- No están orientados al control térmico de los edificios, no incluyen fugas de agua o gas ni ningún sistema de telegestión
- Son limitados según qué parámetros como por ejemplo que se introduce por defecto los valores de tensión por lo que no detecta la reactiva
- No permiten controlar las oscilaciones de tensión ya que se pone por defecto
- Las pinzas amperimétricas más grandes son de 300 Amperios cada una, con lo cual limita los edificios que se quieren monitorizar
- Las pasarelas Ethernet pueden tener algún problema a la hora de salir a una red IP si el controlador del sistema no nos da permisos
- Las distancias máximas entre emisor de radio de las pinzas y el monitor es de 70 a 100 metros según modelo
- Las pinzas amperimétricas tienen limitado el amperaje o intensidad de corriente que pueden controlar, tanto en máximo como en mínimo. Las lecturas se ven afectadas por falta de precisión en condiciones extremas y por tanto no son fiables para el control exacto de facturas de compañía eléctrica

Por el contrario sus ventajas son:

- Normalmente los monitorios son inalámbricos, con lo cual te permite correr por el Edificio comprobando variaciones instantáneas de potencias
- Su uso es simple
- Las pantallas son intuitivas
- Su coste de implantación es muy bajo ya que es sin hilos.
- No hay instalación eléctrica, no es necesario normalmente un electricista para instalar del mismo. Si se usa el lector de impulsos no debe remover ningún hilo eléctrico
- Los programas de gestión de los datos son gratuitos o bien las licencias a pagar anualmente, son muy económicas
- Los datos están instaladas en un servidor que no es del ayuntamiento con lo cual evitas intrusismos
- El envío al software instalado en un servidor externo, sólo requiere una pasarela Ethernet y un router IP a través del ADSL del edificio municipal
- Si no se usa el software hospedado en un servidor externo, normalmente los datos quedan almacenados en el monitor. Éstas se pueden descargar en un software en local (incluido en el CD que acompaña al aparato) para trabajar gráfica y numéricamente
- Los datos en el software externo son en tiempo real con lo cual te permite un control instantáneo y continuo, así como una verificación de las medidas implementadas
- Muchos de los edificios no tienen intensidades superiores a 300 A por lo que se pueden monitorizar la gran mayoría excepto los grandes
-

Como hemos dicho su instalación es sencilla. El control de la tensión lo hace a través de pinzas amperimétricas. Las pinzas amperimétricas son normalmente de varios diámetros de 12, 19 o 30 mm, lo que limita ponerlas en las barras de la acometida. Deben ponerse en los cables de salida hacia el interior del edificio. En según qué modelos se pueden poner tantas pinzas como líneas que queramos comprobar. Si la instalación es pequeña, se puede poner en el cuadro de protecciones en el interior del edificio en el ICP correspondientes.



Foto 1: Modelos de pinzas amperimétricas de diferentes diámetros (Josep Verdaguer)

Hay monitores que permiten monitorizar hasta 9 líneas o canales diferentes. Las pinzas van conectadas a un transmisor de radio que envía las lecturas a un monitor. Este emisor alimentado normalmente por 3 pilas de 1,5 V tipo AA o AAA. Algunas marcas incorporan además de las pinzas, un lector óptico que lee los impulsos que hace el led rojo de los contadores electrónicos. Por eso sólo hay que leer de cuantos impulsos es el contador electrónico en cuestión y modificar la configuración del lector.



Foto 2: Muestra emisores (Josep Verdaguer)



Foto 3: Muestra de lector óptico instalado (Josep Verdaguer)

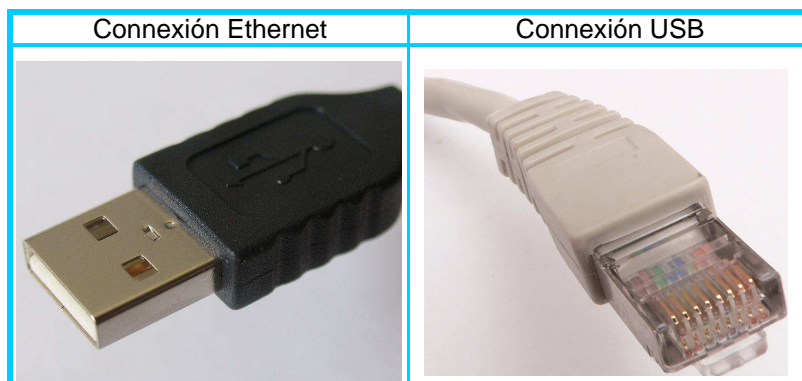
El envío de datos entre el transmisor y el monitor se hace a través de radio y utiliza la frecuencia 433,52 MHz o 2,4 GHz. Los intervalos de tiempo entre una medida y otra difieren en función de los modelos.

El monitor, almacena los datos obtenidos por un tiempo determinado, hasta que éstas sean transferidas al software previsto por el proveedor. Si tiene una pasarela Ethernet lo envía al software del servidor externo. Igualmente embargo, según los modelos, guarda los datos en el monitor. Los datos en el aparato se guardan más o menos tiempo en función de los monitores. Estos pueden ir desde un mes a 6 años. Sin embargo, los que duran más años agregan datos para tener más capacidad. Los datos más frecuentes que normalmente se pueden visualizar en este monitores, son el consumo y coste instantáneo, las medias diarias, semanales y mensuales en kWh, Euros y Toneladas de CO₂, así como consultar estos mismos datos por días. Si dispone de distintos canales (por ejemplo observación de dos líneas eléctricas), se pueden consultar también los mismos datos para cada uno de los canales.



Foto 4: Muestra de monitores (Josep Verdaguer)

Los monitores disponen normalmente de una salida USB para poder descargar los datos al software con local. Algunos de ellos, disponen de una salida Ethernet para poder conectar el monitor a una pasarela Ethernet (hub, bridge, gateway ...) y enviar los datos a una red interna o externa (servidor externo con el consecuente software) . Algunos de los modelos utilizan tarjetas SD de memoria para verter los datos en un ordenador local en lugar de una conexión USB.



Fotos 5: Detalle conector Ethernet y USB

El software en local es muy interesante ya que permite el trabajo y presentación de los datos en diferentes formatos. Permiten comprobar si conviene cambiar a diferentes tarifas, las reducciones de potencias que podemos plantear, los consumos "vampiros" o fantasmas que tenemos.

Los programas alojados en los servidores externos, son accesibles a través de un portal internet y permiten darte de alta de los productos que has comprado a través de un código MAC (Media Access Control) que hay en sus productos. A partir de aquí y de unas contraseñas que se han tenido que dar de alta puedes consultar los datos en tiempo real e histórico de las variables que envía tu monitor. La mayoría de softwares, te permiten comparar tus consumos entre otras instalaciones. La representación gráfica está muy lograda y es intuitiva.



Foto 6: Modelos de pasarelas (Josep Verdaguer)

Comparativa entre los monitores energéticos más utilizados en la actualidad en el mercado

En el mercado europeo podemos encontrar una amplia colección de estos monitores. En este apartado haremos una comparativa de los más extensos en nuestro país, que son:





	 Monitor Energético Inteligente		 GreenEnergyOptions	
FABRICANTE	Current Cost Ltd	Eefrgy Technologies Ltd	Green Energy Options Ltd	2 Save Energy Ltd
MODELOS	TREC, ENVI, Envi R, The Classic	e2, elite ...	SOLO, TRIO, ENSEMBLE, PRELUDE ...	+ Micro, + USB, + Intuition Family
APLICACIÓN INFORMÁTICA	Varios	elink, engage	GEO	OWL Application
CONNEXIÓN PC	USB	USB	USB	SD CARD
PASARELA	NetSmart	Hub	Gateway	Network
INTERNET	■	■	■	
MONITOR CON PILAS		■	■	■
COMUNICACIÓN PINZAS - MONITOR	433 MHz	433 MHz	2,4 GHz	433 MHz
DISTANCIA DE RECEPCIÓN				30 m
REFRESCAMENT DADES	10 segundos	6,12, 18 o 30 segundos	2 segundos	12 segundos
NTENSIDAD MÁXIMA	100-300 A	100-200 A	75 A	71-200 A
ADAPTADOR AC/DC	■	■	■	
ALARMAS PROGRAMABLES		■	■	■
RANG VOLTATGE	230 - 400 V	230 - 400 V	230 - 400 V	230 - 400 V
PAÍS FABRICACIÓN	China	China	China	China
VISTA CONSUMO INSTANTANEO	■	■	■	■
HISTÓRICOS DESCARGABLES	■	■	■	■
HUMEDAD				
FECHA	■	■	■	■
CAPACIDAD ALMACENAR MONITOR	2 años	6 meses	SD Card	1 mes
CANALES DE RECEPCIÓN	10	1	1	1
LCD DISPLAY	■	■	■	■
CONSUMO ELÉCTRICO	■	■	■	■
CONSUMO DE AGUA				
TEMPERATURA DESCARREGABLE	■			
WINDOWS	■	■	■	■
MAC	■	■		
RETROILUMINACIÓN	■	■	■	■

Figura 2: Características modelos de monitores energéticos más corrientes

Conclusión

Ante un objetivo común y necesario de reducir nuestros consumos y nuestros gastos energéticos, el uso de monitores energéticos son una opción muy interesante y económica. Nos permiten conseguir reducir por un lado, la ineficiencia energética que muchos de los edificios municipales sufren y por la otra, comprobar las medidas que se aplican de ahorro y eficiencia energética en tiempo real. La energía deja de ser invisible, para pasar a ser un vector para involucrar a los trabajadores municipales en la mejora energética.

Los Monitores energéticos pueden ser un comienzo fácil y necesario hacia procesos más exhaustivos de monitorización y telegestión.

Agradecimientos

Yannick Godoy Gonzalez. Ingeniero técnico industrial. www.tecnicscastellar.com