

Proyecto Effinet

Integración de la monitorización y control eficiente en tiempo real de redes de agua potable

El proyecto europeo Effinet (2013-2015) tiene como objetivo desarrollar una plataforma informática que permita la integración de la monitorización y control para una gestión eficiente en tiempo real de redes agua potable. El proyecto pretende asimismo desarrollar nuevas metodologías de monitorización y control que aprovechen la información proporcionada por los sistemas de telemetría y las capacidades de control operacional que ofrecen los sistemas de telecontrol. La validación de las metodologías y herramientas desarrolladas se está llevando a cabo en las redes de agua potable de Barcelona y Lemessos en Chipre.

2

La gestión del agua potable en áreas urbanas se basa hoy en día en el uso de sistemas de telemetría y telecontrol de las redes de transporte y distribución que se han ido introduciendo gracias a los avances en las tecnologías de la información y las comunicaciones. Así, gracias a los sistemas de telemetría y telecontrol se ha conseguido una monitorización y gestión eficiente de las redes de agua potable, permitiendo minimizar tanto las pérdidas por fugas como los costes energéticos asociados a los bombeos.

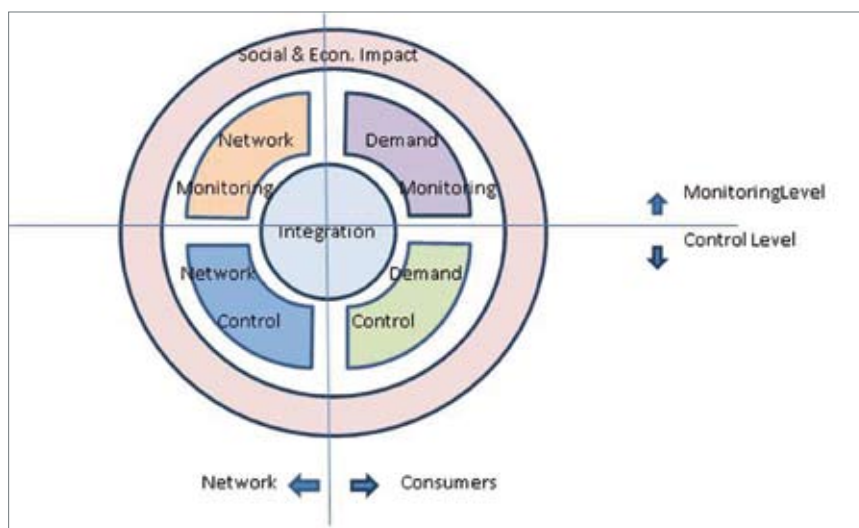
Sin embargo, persiste el reto de integrar los diferentes sistemas de información que realizan la predicción/gestión de la demanda, el control operacional y la monitorización en tiempo real. Dichos sistemas se han ido implantando de forma independiente, a veces utilizando plataformas/aplicaciones informáticas diversas que dificultan la integración y compartición de la información.

Con el objeto de resolver este problema, actualmente, en el marco de 7º marco de investigación europeo se está desarrollando el proyecto Effinet (FP7-ICT2011-8-318556), cuyo objetivo principal es propor-

cionar una plataforma informática que integre los módulos encargados de la predicción/gestión de la demanda, el control operacional y la monitorización en tiempo real. Dicho proyecto está liderado por la empresa *Aqualogy*, y participan diversos centros de investigación y universidades europeas (Instituto de Robótica e Informática Industrial del CSIC-UPC, *CETAqua Centro Tecnológico del Agua*, centro KIOS de la Universidad de Chipre, *IMT Centro de Estudios Avanzados de Lucca*), las empresas gestoras de

redes de agua potable (*Aigües de Barcelona*, *WaterBoard of Lemessos*) y las empresas tecnológicas *Aqualogy* y *Aqua Ambiente Servicios Integrales* (líder del proyecto) y *Cinterion* y *SignalGeneriX*.

Para validar los desarrollos que se están llevando a cabo en el proyecto Effinet, se están utilizando diversos casos de estudio reales basados en partes de la red de agua potable de Barcelona y de la ciudad de Lemessos en Chipre, gracias a la participación de las empresas encargadas de la gestión de dichas redes.



■ Gestión integrada de una red de agua potable propuesta por Effinet.

Gestión integrada de redes de agua potable

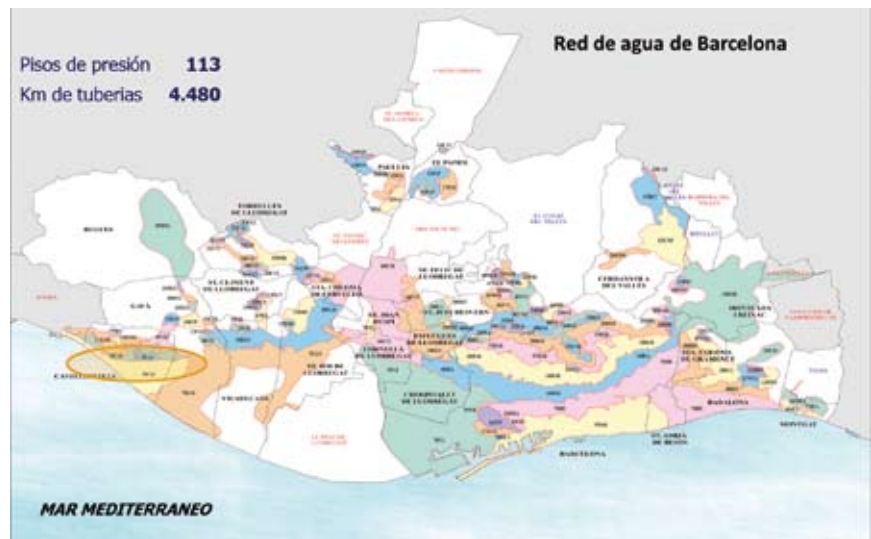
La gestión de las redes de agua potable comprende dos niveles. El primer nivel consiste en la monitorización de la red, que implica la observación del sistema mediante la utilización de los sistemas de telemetría, registrando las variables más significativas del funcionamiento de la red así como la correcta operación de los sistemas de control/actuación instalados en la red. El segundo nivel consiste en el control operacional de la red que, a partir de las medidas proporcionadas por la telemetría y la previsión de la demanda, se encarga de planificar y ejecutar mediante el telecontrol las políticas de gestión óptima que persiguen optimizar el consumo de agua y energía de la red.

El proyecto Effinet persigue desarrollar una plataforma software que permita integrar la monitorización y el control tanto de la red como del comportamiento de la demanda, como se muestra en la figura de la página anterior.

La figura muestra cómo la gestión integrada propuesta por Effinet contempla los niveles de monitorización y control anteriormente descritos tanto desde la perspectiva del operador de la red como también desde la de los usuarios. La combinación de ambos ejes unida a su integración mediante la plataforma informática que se está desarrollando es lo que permite una gestión eficiente e integrada.

Monitorización

Desde la perspectiva de la gestión de la red, el nivel de monitorización implica todas las tecnologías y metodologías para la observación del estado de la misma, así como la detección y aislamiento de cualquier funcionamiento anómalo de cualquiera de sus elementos (fallos en sensores/actuadores, fugas, etc.). La monitorización de redes de agua de distribución se basa frecuentemente en una sectorización de la red, es decir, en la subdivisión de la red en sectores independientes, o DMA (*District Metered Areas*), en los cuales se controla el caudal y la



■ Red de agua de Barcelona estudiada en el proyecto Effinet

presión de entrada. En cada uno de los sectores se puede hacer un mejor seguimiento y control de la presión y de las posibles pérdidas.

Las metodologías de monitorización desarrolladas en Effinet se basan en la utilización de modelos matemáticos hidráulicos, de series temporales y de detección y diagnóstico de fallos con el objetivo de detectar y localizar fugas y posibles eventos de empeoramiento de la calidad del agua.

Desde la perspectiva de la demanda, el nivel de monitorización incluye:

- la medida de la demanda a corto plazo tanto a nivel agregado de un sector de consumo como a nivel individual mediante telecontadores instalados en clientes singulares, que permiten obtener una estimación para la monitorización de la red.
- la estimación de la demanda de forma agregada a nivel de sector de consumo así como su intervalo de incertidumbre de cara a ser utilizado por el control operacional en tiempo real.
- el modelado de la demanda a medio y largo plazo con modelos econométricos.

Control

A nivel de red, el nivel de control operacional consiste en determinar las estrategias de control admisibles para los actuadores del sistema (bombas y válvulas) de forma que

optimicen el funcionamiento de la red minimizando los costes de operación. Los costes asociados a los bombeos son básicamente los de la energía eléctrica y se pueden optimizar aprovechando la variación de tarifas eléctricas entre día/noche y teniendo en cuenta cómo varían los precios en el mercado eléctrico a varios días vista. Para resolver este problema de control óptimo, en el proyecto Effinet se están desarrollando estrategias de control predictivo económico que tengan en cuenta la incertidumbre asociada a la variación de la demanda y al coste de la energía eléctrica.

El control en el ámbito de la demanda se conoce como gestión de la demanda y agrupa un conjunto de medidas que pueden utilizar los gestores del agua para modificar el comportamiento de la demanda. Entre ellas, se incluyen técnicas de regulación de presiones, sistemas tarifarios y, finalmente, sistemas de información personalizada a los usuarios para que ellos puedan optimizar sus patrones de consumo y el coste asociado. Por otra parte, el proyecto Effinet estudia la caracterización de los patrones de consumo de los clientes mediante telelectura y el envío de información personalizada a los clientes sobre sus patrones de consumo, de modo que estos puedan adaptarlo en función de posibles tarifaciones dinámicas del agua y la energía eléctrica.



■ Red de agua de Lemesos en Chipre.

Validación de la plataforma Effinet

La plataforma Effinet se validará sobre dos redes: la de Barcelona y la de Lemesos, en Chipre.

En el caso de la red de Barcelona, se está trabajando con diversos sec-

tores de la red de distribución en la zona de Castelldefels, instrumentándolo con medidores de presión para la localización de fugas y con telemidores de consumo para la caracterización de la misma a nivel de nodo. Por otro lado, se está

trabajando con el modelo hidráulico de la red completa de transporte con simuladores realistas para verificar el telecontrol óptimo global de la red.

La red de la *WaterBoard of Lemesos (WBL)* en Chipre, suministra agua a cerca de 100.000 propiedades que corresponde a unos 170.000 habitantes que viven principalmente en zonas urbanas. El sector de estudio en el proyecto Effinet de la WBL es una DMA con unos 4 km de tuberías y 89 conexiones de 89 y se supervisarán las fugas y la calidad del agua. Este sector corresponde a un pequeño pueblo a 10 km al norte de Lemesos que cuenta con una red independiente de suministro de agua con sus propias fuentes de abastecimiento de agua, depósito, estación de bombeo, sistema de desinfección, válvulas de reducción de presión, sistemas automáticos de medidas del consumo (AMR) que cubre a todos los consumidores y sistema de telemetría en el embalse. El sistema de telemetría adquiere y almacena cada 5 minutos los datos proporcionados por los sensores (nivel del embalse, caudal, presión y cloro) disponibles en esta parte de la red que, una vez filtrada y supervisada, se envían cada 24 horas al centro de control WBL (figura adjunta).

Referencias

- M. A. Bryds and B. Ulanicki, *Operational Control of Water Systems: Structures, Algorithms and Applications*. Prentice Hall International, 1994.
- T. Walski, D. Chase, D. Savic, W. Grayman, S. Beckwith, and E. Koelle, *Advanced Water Distribution Modeling and Management*. Haestad Press, 2003.
- F. Nejjari, R. Pérez, V. Puig, J. Quevedo, R. Sarrate, M. Cugueró, G. Sanz, and J. Mirats, *Abnormal quality detection and isolation in water distribution networks using simulation models*, *Drinking Water Engineering Science Discussions*, vol. 5, no. 1, pp. 435-453, 2012.
- G. Sanz and R. Pérez, *Benchmark de control y supervisión de redes de distribución de agua*, in *Actas de las XXXIV Jornadas de Automática*, 2013, pp. 1-6.
- G. Sanz and R. Pérez, *Demand Pattern Calibration in Water Distribution Networks*, in *12th International Conference on Computing and Control for the Water Industry*, 2013.
- G. Sanz, R. Pérez, and R. Sánchez, *Resure Control of a Large Scale Water Network using Integral Action*, in *IFAC Conference on Advances in PID Control*, 2012.
- M. J. H. Sterling and A. Bargiela, *Leakage reduction by optimised control of valves in water networks*, *Transactions of the Institute of Measurement and Control*, vol. 6, no. 6, pp. 293-298, 1984.
- D. Savic, Z. Kapelan, and P. Jonkergouw, *Quo vadis water distribution model calibration?*, *Urban Water Journal*, vol. 6, no. 1, pp. 3-22, Mar. 2009.

Agradecimientos

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto FP7-ICT-2012-318556 (Effinet) de la Comisión Europea. Dos de las figuras han sido cedidas amablemente por las empresas *Abar* y *WBL* respectivamente.

Vicenç Puig (Grupo SAC, UPC e IRI, UPC/CSIC), **Joseba Quevedo** (Grupo SAC, UPC), **Josep Maria Mirats** (Cetaqua), **Jordi Meseguer** (Cetaqua), **Montserrat Termes** (UB y Cetaqua), **Gabriela Cembrano** (IRI UPC/CSIC y Cetaqua), **Silvia López** (Aqualogy), **Solomos Charalambous** (WBL) y **Ramón Ariño** (Aigües de Barcelona)