

LOS SISTEMAS DE MEDICIÓN INTELIGENTE Y EL DESARROLLO SUSTENTABLE

Dias R, Scaramutti JC, Arrojo CD, Nastta HÁ.

**Laboratorios de Ensayos y Mediciones Eléctricas (LEME), Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de La Plata**

ridias@yahoo.com - scaramut@ing.unlp.edu.ar - carrojo@ing.unlp.edu.ar
hnastta@ing.unlp.edu.ar

El desarrollo de los nuevos sistemas de medición de energía inteligentes ha experimentado recientemente una fuerte expansión. Muchas experiencias se han desarrollado en varios países de la Unión Europea, EUA, etc., durante la última década, tanto a nivel experimental como a gran escala. A su utilización se le han atribuido innumerables ventajas, entre las cuales destacan las relacionadas con un uso más racional y eficiente de la energía. Esta publicación pretende animar a distintos actores del sector a efectuar estudios, y eventuales pruebas piloto en campo, a fin de evaluar la significación que puede tener el pasar de un sistema de medición de energía convencional para usuarios residenciales, a uno "inteligente", especialmente desde el punto de vista de la eficiencia energética. En la primera parte se detallan los beneficios que un sistema tal podría conseguir sobre la disminución de las emisiones de CO₂. Luego se presenta una sucinta descripción de las características que definen a un sistema de este tipo. A continuación, se profundiza algo más sobre la relación costo-beneficio de su implementación, y se señalan algunos aspectos respecto de la inversión que representa su puesta en funcionamiento. Finalmente, se destaca la insustituible labor que tienen los resultados obtenidos de experiencias concretas de implementación.

Introducción: La medición inteligente y el uso racional de la energía.

La escasez de recursos naturales no renovables y su consiguiente aumento de costo, las cifras alarmantes sobre el calentamiento global, una mayor conciencia pública sobre la preservación del medio ambiente, y el sostenido crecimiento de la demanda de energía eléctrica, han llevado a la búsqueda de soluciones alternativas a las distintas limitaciones que presentan las actuales redes eléctricas, propiciando un rol protagónico de la tecnología de la información como motor de cambio⁰¹. Esto ha dado lugar a un importante impulso de investigación y desarrollo, a nivel mundial, de las que se han dado en llamar "Redes Inteligentes" o "Smart Grids", de las cuales, los "medidores inteligentes" (o más propiamente "sistemas de medición inteligente") son un componente esencial.

Una clara muestra de la potencialidad de ahorro energético posible en una red inteligente, es la cuantificación efectuada por el Departamento de Energía de los Estados Unidos de América, que afirma que una red eléctrica sólo un 5% más eficiente, llevaría a un ahorro de energía equivalente a la eliminación permanente de las emisiones de combustible y gases de efecto invernadero de 53 millones de automóviles⁰².

Generalmente se asocia a la medición inteligente "únicamente" con la energía eléctrica, sin embargo, desde el punto de vista de la disminución del consumo, se podrían obtener mayores beneficios extendiendo el concepto a otros tipos de energía. En la mayoría de los casos, la provisión y medición de los consumos de energía eléctrica, agua, gas y, eventualmente, vapor, se efectúa en forma completamente independiente, cada una de ellas con redes de distribución y medición propias. La implementación de sistemas de medición inteligente "multi servicio" podría contribuir a la reducción de costos y quizá, como consecuencia más importante, permitiría centralizar la estimación de la totalidad de la energía consumida.⁰³

Sin perjuicio de lo anterior, un sistema de medición inteligente implementado sólo a los fines de la energía eléctrica, considerando que en la mayoría de los casos este tipo de consumo es el preponderante, permitirá elaborar directa o indirectamente indicadores de eficiencia energética.⁰⁴

A nivel internacional ya se han logrado varios consensos sobre ciertos aspectos que contribuirían al uso más eficiente de la energía. En el año 2006, por ejemplo el Parlamento Europeo emitió una importante cantidad de propuestas en este sentido, a través de la Directiva 2006/32/EC⁰⁵, en la que se establece como vital para la causa promover el desarrollo de adecuados marcos institucionales, legales y financieros. El documento mencionado entró en vigencia el 17/05/06 y exige a los países miembros una reducción del consumo energético del 9 % antes del año 2016, para lo cual se requiere que se desplieguen planes de acción concretos en pos de mejorar la eficiencia energética. En este contexto, se le asigna un rol destacado a los sistemas de medición inteligentes.⁰⁶

La Comunidad Europea ha dado variadas muestras de una notable toma de conciencia sobre los grandes desafíos que deben enfrentarse a la hora de reducir el consumo energético (contribuyendo a mitigar el impacto del cambio climático), recomendando enfáticamente a empresas de energía y otros actores involucra-

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

dos, la implementación de sistemas de medición inteligente dada la importante contribución que ellos puede aportar en este sentido.⁰³

La experiencia ha demostrado que, solamente la información adicional que un medidor inteligente puede suministrar respecto del consumo de energía, contribuye a su disminución. Así por ejemplo, un experimento llevado a cabo durante tres años en Oslo, Noruega, permitió alcanzar un ahorro energético de alrededor del 10 %⁰⁷, sólo a partir de brindarle a los usuarios una información más detallada de su consumo.

Como dato adicional, es bueno señalar también, que los sistemas de medición inteligentes son componentes clave para el despliegue del máximo potencial de las fuentes de energía renovables en las redes eléctricas. Así, los grandes generadores podrían convivir más simplemente con la generación distribuida, volviendo más eficiente al sistema.

Características básicas de un sistema de medición inteligente

No hay una única definición para lo que puede entenderse como un “sistema de medición inteligente”, sin embargo, siempre supone el uso de un medidor inteligente, instalado a nivel de usuario, con las siguientes características típicas:

- lectura local o remota (“on demand”);
- configuración de sus parámetros de funcionamiento (tarifas por franjas horarias, prepago, etc.), en forma local o remota;
- posibilidad de limitación o eventual desconexión remota del usuario;
- registro bidireccional y en tiempo real de la energía eléctrica (relevamiento de perfiles de carga, calidad de servicio, detección de fallas, etc.);
- capacidad de interactuar con otros dispositivos locales, ya sea de consumo (p.ej. electrodomésticos) o generadores (microrredes, generadores distribuidos), en forma directa o indirecta, a partir de adecuados módulo de comunicaciones.
- eventual aptitud para recibir información de otros medidores (agua, gas, vapor, etc.).

Evidentemente, lo anterior lleva implícita una característica saliente que diferencia a un medidor inteligente de uno que no lo es: su capacidad de comunicarse con centros medición y control, y con dispositivos de generación o consumo.

Actualmente, hay coincidencia a nivel global, en denominar a un sistema de medición inteligente que reúna, al menos, las características antedichas, como AMI (por sus siglas en inglés, “Advanced Metering Infrastructure”).^{07 08}

Un sistema de medición de tipo AMI, es capaz de registrar y analizar el consumo de energía eléctrica (y eventualmente también de agua, gas, vapor) a través de un adecuado sistema de comunicación, y de acuerdo a un dado esquema preestablecido, pudiendo además tomar decisiones y llevar a cabo la conexión o desconexión de ciertos consumos (comunicación bidireccional).

Una particularidad adicional, cada vez más importante, es la posibilidad de que el sistema AMI gestione la carga o el uso de la energía disponible en automóviles eléctricos conectados a la red mientras no estén siendo utilizados.

Los sistemas AMI incluyen medidores con módulos de comunicaciones que mantienen su control desde un centro de cómputos central, e interfaces que permiten gestionar el uso aparatos electrodomésticos especialmente diseñados, en función bandas horarias (con eventuales diferentes tarifas). El usuario, quien tiene la facultad de variar sus características de carga, dispone de facilidades de visualización de su consumo instantáneo e histórico, a fin de tomar las decisiones con conocimiento de su estado real de uso energético.

Así, es claro que un medidor inteligente, sin una infraestructura periférica que lo asista, no desplegará muchas más prestaciones que un medidor electrónico convencional.

Toda la potencialidad (y diversidad) de estos nuevos sistemas de medición, también está llevando a los sectores involucrados hacia la búsqueda de la uniformidad del equipamiento a nivel universal, lo que solo se conseguirá con una adecuada normalización o estandarización. Uno de los exponentes claves en este sentido, en pleno desarrollo actualmente en Europa, es el proyecto denominado “Open meter”⁰⁹, abocado a la confección de una normativa abierta, de uso público, que contemple los principales aspectos de implementación de los sistemas AMI.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

En cuanto a la factibilidad real de puesta en funcionamiento de un sistema de medición inteligente, uno de los emprendimientos precursores y de mayor envergadura, es sin duda el proyecto “Telegestore” de ENEL en Italia, que introdujo los medidores inteligentes alrededor del año 2001. Al día de hoy el proyecto es un ejemplo casi único a nivel mundial por su escala, habiéndose instalado alrededor de 30 millones de medidores inteligentes capaces de transmitir y recibir información remota y bidireccional (usuario-distribuidora).¹⁰

De la mano de ENEL, en el año 2009, también fue lanzado el proyecto “Cervantes”, a través del cual ENDESA en España reemplazará los tradicionales medidores de energía de cerca de 13 millones de usuarios, por nuevos medidores inteligentes.¹⁰

Existen otros muchos ejemplos en países como Canadá, USA, Suecia, Alemania, Japón, Corea, Australia, India, etc., que demuestran la viabilidad del sistema.

Relación costo - beneficio

Como ya se dijo más arriba, el cambio de paradigma que supone el uso masivo de sistemas de medición inteligente conllevaría a un sensible ahorro de energía.

Sin embargo, debemos ser suficientemente conscientes del importante grado de incertidumbre que se tiene a la hora de predecir los beneficios que pueden obtenerse, respecto del ahorro de energía y de la reducción del pico máximo de consumo, en una dada red de distribución. Es muy difícil extrapolar conclusiones a partir de estudios previos realizados con sistemas de medición inteligentes en otras regiones, muchas veces en contextos de usuarios, regulaciones, y hasta objetivos de investigación diferentes.

El ahorro energético y su persistencia en el tiempo, no son fáciles de cuantificar. En general, durante los programas de evaluación, la asiduidad con que se habla sobre la energía consumida y sus costo, lleva a los usuarios a modificar sus patrones de consumo, reduciéndolo temporalmente. Hay evidencias de que existe una amplia variedad de reacciones de los consumidores, en función de sus patrones de ingresos y estilos de vida.¹¹

Cabe mencionar, que el modelo tradicional de producción, distribución y consumo de energía eléctrica es altamente inelástico, sea desde el punto de vista de la producción cuanto del consumo, ya que pequeñas disminuciones en la generación disponible o pequeños aumentos en el consumo, en el corto plazo llevan a notables incrementos en el costo de la energía que las empresas distribuidoras deben pagar. Se puede hacer más elástico el modelo costo-consumo, si se procura desparramar el consumo a lo largo del tiempo (morigerar los picos de consumo), disminuir la demanda media y hacer más eficiente el proceso de generación y distribución (generación distribuida, y tratamiento de sobrecargas y contingencias)⁰¹.

El uso de sistemas de medición inteligente conlleva generalmente la puesta en práctica de un concepto muy difundido, pero quizá poco explotado aún a nivel residencial: el de “respuesta a la demanda”^{03 01} (“Demand response”), que puede definirse como una respuesta voluntaria de los usuarios finales a modificar su perfil de consumo de energía, reduciéndolo especialmente en horarios pico, en función, generalmente, de una variación horaria de precios. Esto implica un cambio de paradigma respecto del modelo de costo fijo para el usuario final, donde la curva de consumo depende de la demanda instantánea y no del precio del producto eléctrico. De acuerdo a algunas estimaciones surgidas de un análisis a nivel industrial, este cambio podría implicar una caída del 10% en el precio mayorista de la energía, con una reducción de la carga de solamente el 1%.⁰¹

Se puede inferir entonces que una adecuada programación de un sistema AMI, por bandas horarias, permitiría además automatizar este proceso.

Con programas de este tipo, se logran beneficios tales como: disminuir la necesidad de generación en horarios pico (la que en general implica además una mayor emisión de CO₂ que las utilizadas para la demanda de base), y favorecer el desarrollo de emprendimientos de generación de energía renovable (más adecuados en general para el suministro de base). En este contexto sería recomendable, al momento de propiciar programas de implementación de sistemas de medición inteligente, tener en cuenta los beneficios adicionales subyacentes, debidos a la modificación prevista del perfil de carga de los usuarios involucrados.

Por otra parte, y reafirmando lo mencionado más arriba, respecto de que la implementación de soluciones de medición inteligente va necesariamente de la mano de mutaciones más profundas de las redes de distribución hacia el concepto de “Smart Grid”, creemos conveniente mencionar, que ya existen algunas estimaciones económicas de la relación costo-beneficio de tal modificación integral, que bajo ciertas condiciones pronostican un rédito hasta cuatro veces superior a la inversión requerida.¹²

Hay quienes suman a esta discusión los denominados “beneficios sociales” asociados¹³, todavía más difíciles de cuantificar, y que están fundamente relacionados con el positivo impacto ambiental que acarrearían estas modificaciones en el patrón de consumo energético.

¿Quién debe hacerse cargo de la inversión inicial?

Sabido es que pasar de las viejas técnicas de medición de energía, empleadas en forma masiva a nivel residencial y comercial, a los modernos sistemas de tipo AMI, implica una significativa inversión (instalación e integración de los nuevos sistemas de medición de energía a la red, software de aplicación, capacitación de los usuarios, etc.).¹²

La gran pregunta es: ¿quién debe hacerse cargo de esa inversión? Si la respuesta está marcada por un razonamiento que analice quién obtiene las mayores ventajas, evidentemente poseerá una importante cantidad de aristas. Tal cual se ha planteado antes, los beneficios que se obtienen con el empleo de un sistema AMI son variados: ambientales, ahorro del costo de lectura de los medidores, ahorro en la facturación, etc. Esto, sumado a los distintos tipos de prestaciones del servicio eléctrico (cooperativas, empresas públicas o privadas, microredes con generación distribuida, etc.), lleva a la conclusión de que en cada caso serán las partes intervinientes las que deberán acordar la solución al problema planteado. Vale la pena remarcar, por sus implicancias, que los mencionados beneficios ambientales devendrán en beneficios sociales de largo plazo, lo que implica que, a la hora de promover la implementación de sistemas AMI, no deberían estar ausentes los organismos gubernamentales. Evidentemente, también es dable pensar, que sería lógica la participación en los costos de instalación de aquellos beneficiarios directos e inmediatos (prestatarios y usuarios del servicio eléctrico).

Sin duda, en este contexto y al menos inicialmente, se ve como imprescindible una adecuada capacitación de los usuarios finales (especialmente los residenciales), a fin de concientizarlos respecto de los beneficios que ofrecen estos nuevos sistemas, incentivándolos también a través de adecuados cuadros tarifarios por franjas horarias. Así, las empresas distribuidoras de energía eléctrica deberán asumir un rol protagónico, participando activamente en la elaboración de planes adecuados.

Existe una relación casi inseparable entre la implementación de tarifas por bandas horarias y el empleo de medidores inteligentes. La información sobre el consumo de energía brindado por este tipo de instrumentos, es sustancial para la implementación de programas de respuesta a la demanda o costos diferenciales por bandas horarias. Sin embargo, para conseguir la suma de beneficios que estas herramientas están en condiciones de lograr, es imprescindible que los usuarios conozcan, comprendan y acepten estas nuevas tecnologías. Son ellos actores fundamentales, a la hora de conseguir que toda esta nueva información de la que dispondrán en materia de consumo energético, lleve a modificar hábitos de consumo de manera significativa. Sin embargo, es también esperable suponer que poco podrán hacer en este sentido estas nuevas tecnologías (y toda su información asociada), si a las motivaciones de índole ecológico no se le suman otras de tenor económico, directamente tangibles a los consumidores.

Pruebas de campo

Como se anticipara, el ahorro energético esperable a partir de la implementación de técnicas de medición inteligente, será diferente dependiendo de la región o país donde se aplique, y también del tipo de usuario al que se apunte. Por esto, sería de suma utilidad la realización de pruebas de campo, que permitan obtener conclusiones particulares sobre el ahorro real que sería posible obtener en diferentes casos, pues la generalización de los resultados, parece en principio poco viable. Adicionalmente, es bueno remarcar, que algunas experiencias previas⁰³ muestran que, a la hora de diseñar un plan experimental como el mencionado, es conveniente tener en cuenta algunas consideraciones básicas, a saber: número de usuarios involucrados suficientemente grande, adecuada selección de la población estudiada y clara definición de sus características típicas (consistencia estadística), incluidos sus rasgos socioculturales, acabada información sobre mediciones previas al inicio del estudio, posibles cambios en los hábitos de consumo de los usuarios involucrados, efectos estacionales, etc.

Una de las fases de implementación, que seguramente no ocupará el primer lugar, pero que no por eso debe ser desestimada, es la relacionada con la interacción entre el medidor inteligente y distintos aparatos electrodomésticos. En este rubro también se cuenta ya con experiencias bastante avanzadas: las empresas Electrolux, Enel, Indesit y Telecom Italia han firmado un acuerdo en el año 2009¹⁰, con el fin de desarrollar electrodomésticos de nueva generación (inteligentes) que, integrados a sistemas de medición de tipo AMI, puedan autogestionarse, y optimizar así su consumo energético, colaborando con una mejora sensible en los perfiles de carga (morigerando los picos de consumo), y favoreciendo la eficiencia energética de todo el sistema. Sin ir a soluciones más sofisticadas, el sólo hecho de poder desconectar automáticamente un apa-

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

rato que ha estado en “stand by” durante un cierto tiempo, sería ya un avance importante a la hora de pensar en eficiencia energética.

Una mayor conciencia de los consumidores sobre cuestiones energéticas actuales (y futuras) lleva a conjeturar también que, con la implementación de sistemas de medición inteligente, se favorecerá la incorporación de microgeneración local al sistema de distribución. Así, con la puesta en marcha de cualquier programa de este tipo, se deberían incluir incentivos en este sentido, especialmente si se tratara de la utilización de energías alternativas no contaminantes. Sería muy importante recolectar mayor información local sobre cómo, a través de la implementación de una microred con generación alternativa y conexión a la red de distribución, y el uso de medidores inteligentes, se puede economizar energía, y evaluar fehacientemente el monto del ahorro.

Otro rasgo a contemplar, es la interacción que el usuario debe tener con la información que estos nuevos sistemas de medición inteligente pondrán a su disposición. Quizá algunos consumidores con ciertos conocimientos técnicos puedan estar interesados en disponer de gran cantidad de datos para decidir la modificación de sus hábitos de consumo, pero el usuario medio podría sentirse abrumado si la información suministrada fuese demasiado detallada. Así, se deberá bregar por suministrar la información estrictamente necesaria, de manera fácilmente interpretable por el usuario medio.

Como ya se anticipó, es dable esperar que, para conseguir un mayor éxito en cualquier programa de ahorro de energía, sea necesaria también la introducción de incentivos económicos (en algunos casos soportados por el estado), que lo hagan atractivo también en este aspecto. Premiar, desde los organismos reguladores, la eficiencia energética para promover el recambio tecnológico hacia los medidores inteligentes, a fin de compensar la inversión que ello supone, podría ser un buen aliciente.

Sin duda, uno de los grandes desafíos a la hora de iniciar un nuevo plan de medición de energía, es la efectiva cooperación entre los distintos actores afectados: organismos gubernamentales, empresas prestadoras del servicio y usuarios; trabajar mancomunadamente será un pilar esencial para lograr el éxito buscado.

Conclusiones

Como se ha referenciado oportunamente en este artículo, existen múltiples evidencias sobre los beneficios que la implementación masiva de sistemas de medición inteligente, permitiría obtener desde el punto de vista de la optimización en el uso de recursos naturales no renovables.

La realización de estudios, y eventuales pruebas piloto en campo, a fin de evaluar la significación que puede tener el pasar de un sistema de medición de energía convencional para usuarios residenciales a uno “inteligente”, especialmente desde el punto de vista de la eficiencia energética, se ve como el camino a seguir a fin de obtener resultados concretos por regiones, que seguramente diferirán entre sí, pero que representarían una insustituible herramienta a la hora de tomar decisiones sustanciales.

Sin embargo, tampoco debe perderse de vista que el futuro de la medición inteligente dependerá en gran medida de políticas gubernamentales, organismos de control y empresas prestadoras del servicio eléctrico. El potencial ahorro de energía que supone el empleo de sistemas de medición inteligentes bien merece el esfuerzo.

Referencias

01. J. Rabaey, E. Arens, C. Federspiel, A. Gadgil, D. Messerschmitt, W. Nazaroff, K. Pister, S. Oren, P. Baraya, “Smart Energy Distribution and Consumption: Information Technology as an Enabling Force”, Center for Information Technology Research in the Interest of Society (CITRIS), 2001.
02. U.S. Department of Energy, “The Smart Grid: an Introduction”, Litos Strategic Communication, under contract No. DE-AC26-04NT41817, Subtask 560.01.04, 2009.
03. European Smart Metering Alliance (ESMA), “European Smart Metering Guide. Energy Saving and the Customer”, Edition 2010.
04. Tse, Norman C. F., Chan, John Y. C., Lai, L. L., “Development of a smart metering scheme for building smart grid system”, 8th International Conference on Advances in Power System Control, Operation and Management (APSCOM 2009), 8-11 Nov. 2009.
05. Directive 2006/32/EC of the European Parliament on Energy End-Use Efficiency and Energy Services, April 2006.
06. European Council for an Energy Efficient Economy, Policy Brief, July 2006.
07. Rob van Gerwen, Saskia Jaarsma, Rob Wilhite, “Smart Metering”, KEMA, The Netherlands, July 2006.

III CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE CAMBIO CLIMATICO Y DESARROLLO SUSTENTABLE

08. Hahn Tram, "Advanced Metering Infrastructure as an enabler of Demand Response", Transmission and Distribution Conference and Exposition, IEEE PES, April 2010.
09. www.openmeter.com
10. Ente Nazionale per l'Energía Elettrica (ENEL), "Rapporto Ambientale", 2009.
11. Department of Business, Enterprise and Regulatory Reform, United Kingdom, Mott MacDonald "Appraisal of Costs & Benefits of Smart Meter Roll Out Options", April 2007.
12. Electric Power Research Institute (EPRI), "Estimating the Costs and Benefits of the Smart Grid. A Preliminary Estimate of the Investment Requirements and the Resultant Benefits of a Fully Functioning Smart Grid.", Final Report, March 2011.
13. Electric Power Research Institute (EPRI), "Characterizing and Quantifying the Societal Benefits Attributable to Smart Metering Investments", Topical Report, July 2008.