

# Gestión de la comunicación máquina a máquina (M2M)

Andrés Melián Navas

ameliann@electronica.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

Artículo Original

Caridad Anías Calderón

catcha@tesla.cujae.edu.cu

Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

## RESUMEN

Hoy en día son muchos los dispositivos o máquinas que se comunican entre sí sin la interacción humana, siendo esta comunicación conocida como: "Comunicación máquina a máquina" (M2M). Entre estos dispositivos se encuentran: televisores, celulares, y hasta objetos comunes del hogar como lámparas, cocinas, aires acondicionados, entre otros. Este tipo de comunicación está sometido a un crecimiento acelerado y a un desarrollo vertiginoso, teniendo en cuenta el sinnúmero de aplicaciones que posee en diversas áreas, donde se destacan los hogares inteligentes, las redes inteligentes (*Smart Grid*) y el monitoreo ambiental, enfocados a una cultura verde y al cuidado del medio ambiente. La gestión de los servicios y aplicaciones que ofrece la comunicación M2M, así como de los dispositivos que la implementan, es primordial para su correcto desempeño; sin embargo, es alto el costo de esta gestión, al ser las propuestas para la gestión, en su mayoría, propietarias. La selección y el análisis de un novedoso protocolo de gestión estandarizado para la comunicación M2M y su posible empleo en un escenario típico de esta tecnología (redes inteligentes), es el principal aporte de este artículo.

Palabras claves: gestión, M2M, Smart grid, LWM2M

Recibido: 13 de octubre del 2014      Aprobado: 18 de diciembre del 2014

## INTRODUCCIÓN

M2M es uno de los conceptos que hoy en día más se usa en telecomunicaciones, ya que incursiona en varios campos como: monitoreo de medioambiente y agricultura, cuidados de salud, logística y negocios, gestión de inventario, gestión de tráfico en el transporte, entre otros. Además, la comunicación M2M forma parte de la Internet de las cosas y sus principales aportes a la misma se ven plasmados en las casas inteligentes (*Smart Home*), en las redes inteligentes (*Smart Grid*) y en las ciudades inteligentes (*Smart Cities*). Aunque el mercado de dispositivos y aplicaciones M2M aún se encuentra en desarrollo, es indudable el impacto que esta tecnología va a ocasionar en nuestras vidas.

La comunicación M2M se diferencia de los modelos de comunicaciones actuales en: menos costos de operación, mayor cantidad de equipos terminales, poco tráfico por terminal, y nuevos y diversos mercados.

La no existencia en la actualidad de un estándar completo para la comunicación M2M ni para su gestión trae consigo la necesidad de proponer una forma de gestión eficiente de esta tecnología, que cumpliendo un estándar, brinde seguridad, flexibilidad, escalabilidad y bajo costo.

### Protocolos de gestión usados por M2M

En el ambiente M2M se hace muy necesaria la gestión dadas sus características, ya que muchos de los servicios que brinda son vitales para el bienestar humano; entre estos se encuentran, el cuidado de la salud y la seguridad

vial, requiriendo un óptimo desempeño de la red y sus dispositivos con una mínima cantidad de fallos.

Considerando la heterogeneidad de los elementos que forman parte de la arquitectura M2M, estandarizar los protocolos que esta tecnología emplea, se hace imprescindible. Muchos esfuerzos han sido realizados en pos de este objetivo, pero siempre con el principio de que extender algún protocolo existente, es mejor que crear uno nuevo que se suma a la gran cantidad de los que existen.

Las principales características de la comunicación M2M hacen que su gestión sea muy importante, estas son [1]:

- Existencia de miles y millones de dispositivos para cada aplicación.
- Dispositivos muchas veces limitados en recursos.
- Tecnologías heterogéneas.
- Servicios heterogéneos coexistiendo.
- Aumento de la complejidad.
- Gran cantidad de nodos y dispersos.
- Usuarios exigentes.
- Información dispersa.

### Gestión actual de la tecnología M2M

En la actualidad se han desarrollado vías para gestionar de forma integrada las comunicaciones M2M, estas son:

1. Gestión de dispositivos de la alianza abierta de móviles (OMA-DM: Open Mobile Alliance-Device Management).
2. El Reporte Técnico 069 (TR-069).
3. Soluciones propietarias.

El protocolo OMA-DM es ampliamente utilizado, estando su modelo de información basado en objetos gestionables, definido tanto por OMA como por otras organizaciones desarrolladoras de estándares (Standards Developing Organization), como el Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI: European Telecommunications Standards Institute), el Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP: 3rd. Generation Partnership Project) y el fórum de Interoperatividad mundial para el acceso microondas (WiMAX: Worldwide Interoperability for Microwave Access) [2]. El despliegue del protocolo OMA-DM es tal que comercialmente ha logrado gestionar 1,4 billones de dispositivos con su objeto actualización de *firmware*. La compañía de telecomunicaciones Sprint en sus aplicaciones M2M utiliza OMA-DM [2], Microsoft utiliza este protocolo para la gestión de sus dispositivos móviles [3], Telit aboga por el uso de OMA-DM en sus productos, principalmente para la actualización del *firmware* de los dispositivos M2M [4]. La plataforma de Sierra Wireless The AirVantage™ M2M Cloud, diseñada para los servicios de M2M en la nube, incluye la gestión de dispositivos y aplicaciones M2M utilizando OMA-DM [5]. Alcatel-Lucent también utiliza este protocolo en la gestión de sus servicios y dispositivos M2M [6].

El protocolo TR-069 ha sido adoptado por varias organizaciones desarrolladoras de estándares como ETSI, 3GPP, Wimax Fórum y el Instituto de Ingenieros

Eléctricos y Electrónicos (IEEE: Institute of Electrical and Electronics Engineers). Según un reporte de la consultora Ovum, en el 2013 cerca de 150 millones de dispositivos se gestionaban con este protocolo, la mayoría en aplicaciones del hogar [7]. Las principales empresas que utilizan TR-069 para la gestión M2M son: Broadcom, Cisco, DLink, Huawei, Lantiq y Vodafone.

Además, existen plataformas como FLEXify de Telekom Austria y UbiCore de Suecia que emplean para la gestión de la comunicación M2M tanto OMA-DM como TR-069 [8 - 9].

Las soluciones propietarias de gestión M2M son las más extendidas hoy en día, por ejemplo, la plataforma de gestión M2M Smart m2m Solution de Movistar, que posee interfaz de programación de aplicaciones (APIS) e interfaz Web [10], es muy utilizada actualmente, principalmente en España y en algunos países latinoamericanos como México, Chile, Argentina y Brasil [11]. Otra solución propietaria es HP M2M solution que es la plataforma de servicios y de gestión M2M de Hewlett-Packard [12]. Existe otra solución importante de la compañía Oracle conocida como From the Device to the Data Center, basada principalmente en el lenguaje Java, que se encuentra embebido en los algunos dispositivos M2M [13].

Los protocolos de gestión, mencionados anteriormente, surgieron para la gestión de otras tecnologías y fueron adoptados para la comunicación M2M. Recientemente surgió el primer protocolo puro diseñado para esta tecnología, llamado protocolo ligero M2M (LWM2M: Lightweight Machine to Machine) y es definido por OMA.

La existencia de varios protocolos de gestión usados por M2M y el hecho de que la mayoría de las soluciones de gestión de la tecnología M2M, sean propietarias y de alto costo, ponen de manifiesto la necesidad de seleccionar y analizar una propuesta para su gestión, basada en protocolos estandarizados, que sean de bajo costo y compatibles con las características de esta tecnología, lo cual es el propósito de los autores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio de la gestión de la comunicación M2M fue necesario emplear una amplísima y actualizada bibliografía. A partir de dicha investigación se realizó un análisis de tendencias y novedades de las principales compañías de telecomunicaciones que utilizan esta tecnología como son: Microsoft, Nokia, Nec, Movistar, Alcatel, Samsung, Ericsson, entre otras. Además, se utilizaron métodos teóricos: para el análisis y síntesis del material bibliográfico encontrado sobre la comunicación M2M y métodos histórico-lógico: para comprender y definir la evolución de la comunicación M2M, sus aplicaciones y su gestión.

También se usaron métodos valorativos: para la selección del protocolo de gestión a utilizar y para escoger el escenario idóneo donde mostrar la aplicación de la gestión de la comunicación M2M.

## RESULTADOS

### Comparación de los protocolos de gestión de la comunicación M2M

Para la selección del protocolo de gestión de la comunicación M2M a emplear fue necesario realizar una comparación entre los existentes y precisar los aspectos seleccionados para ello: la complejidad de su modelo de información y comunicación, el protocolo de transporte empleado, los tipos de dispositivos involucrados, la memoria que se consume en estos y la cantidad de bytes que utiliza en la cabecera del mensaje, en fin, elementos que ayudan a evaluar la eficiencia de los protocolos analizados (tabla 1).

Aspectos	OMA-DM	TR-069	LWM2M
Modelo de información	A través del árbol de DM	Objetos simples definidos en TR-106	Objetos simples con identificador uniforme de recursos (URI)
Modelo de comunicación	Complejo, con paquetes del protocolo OMA-DM	Registro seguido por HTTP	Registro seguido por CoAp Simple (GET, PUT, POST, DELETE)
Cabecera del mensaje	HTTP+XML (100 Bytes)	HTTP+XML (24 Bytes)	CoAP + codificación binaria TLV (Tipo-Longitud-Valor) o JSON (Notación de Objeto JavaScript) (10 Bytes)
Memoria consumida por la pila de protocolos en los dispositivos	Menos de 150 kB	Menos de 150 kB	Menos de 20 kB
Dispositivos	Teléfonos móviles, tabletas y gateways M2M	Gateways y dispositivos de VoIP y Set-op box y dispositivos M2M principalmente de redes cableadas	Dispositivos capilares y celulares M2M limitados o no en recursos

A partir de la información recogida en la tabla se puede plantear que:

- El modelo de información de TR-069 y de LWM2M poseen objetos sencillos lo cual facilita las operaciones de gestión, mientras que OMA-DM posee un árbol de objetos gestionables complejo. El modelo de

comunicación del protocolo OMA-DM se basa en cuatro paquetes de mensajes complejos, mientras que TR-069 y LWM2M son más simples, pues poseen una etapa de registro y operaciones de gestión sobre el protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP: HyperText Transfer Protocol) y Protocolo de Aplicación Restringida (CoAP: Constrained Application Protocol) respectivamente.

- El tamaño de la cabecera del mensaje LWM2M posee 10 veces menos tamaño que OMA-DM y es comparable con la del protocolo TR-069, lo cual es importante en el escenario de miles de dispositivos de las aplicaciones M2M. La pila de protocolos de LWM2M necesita menos espacio en memoria (7,5 veces menos espacio que los demás protocolos), lo cual permite su uso en sensores y dispositivos M2M limitados en memoria, lo que a su vez disminuye su costo, influyendo así sobre el gasto de capital (CAPEX).
- En la actualidad, el protocolo OMA-DM es el protocolo preferido por las empresas para la gestión de dispositivos móviles, tabletas y gateways M2M principalmente en aquellos con potencia y recursos necesarios para ejecutar sus operaciones de gestión. TR-069 fue diseñado principalmente para redes cableadas, aunque esto no ha limitado su uso en aplicaciones inalámbricas, siendo utilizado en gateways del hogar, dispositivos set-op box y dispositivos M2M con interfaz cableada. Se prevé que LWM2M supere a los otros dos protocolos en cuanto al empleo por los dispositivos, pese a que actualmente ningún dispositivo lo soporta. Su desarrollo va encaminado a que se use no solo en dispositivos con grandes recursos, capacidad de procesamiento y memoria, sino también en aquellos dispositivos de bajas capacidades muy comunes en las aplicaciones M2M.

A partir del análisis realizado, los autores de este trabajo seleccionaron al protocolo LWM2M de OMA para la propuesta de gestión de la tecnología M2M que se plantea. Esto se debe a que LWM2M fue desarrollado específicamente para la gestión de la comunicación M2M, basada en OMA-DM y diseñado por OMA, mientras que los otros protocolos se adaptaron para la gestión de la misma.

La característica de ligero de LWM2M concuerda perfectamente con las características de los dispositivos M2M, ya que estos, en su mayoría, presentan limitación en ancho de banda, poder computacional, memoria y vida útil de la batería.

El hecho de que el protocolo LWM2M sea desarrollado por OMA, una de las organizaciones desarrolladoras de estándares más importantes en la industria, permite que los dispositivos sean más baratos disminuyendo también el CAPEX [2]. OMA se ha caracterizado por estandarizar protocolos de gestión con un gran despliegue en su

utilización, lo que incluye su uso por empresas como: Nokia, NEC, Alcatel-Lucent, Ericsson, Samsung, Microsoft, entre otras.

LWM2M sale a la luz en el año 2012, publicándose su primera especificación técnica en diciembre del 2013. El 26 de febrero del 2014 OMA publica la última versión de la especificación técnica de este protocolo. Debido a su reciente surgimiento todavía no existen en el mercado dispositivos M2M que soporten el protocolo LWM2M, aunque se encuentran implementaciones del mismo como es el caso del proyecto Wakaama, llevado a cabo por Eclipse[2] que la implementa empleando el lenguaje C. Otra implementación LWM2M, también de código abierto, es Leshan, un servidor LWM2M basado en Java [4].

La existencia de este protocolo abierto y estandarizado beneficia múltiples grupos del ámbito de las telecomunicaciones y debe permitir:

1. Reducir el grado de fragmentación en el área de la gestión remota de dispositivos y servicios M2M.
2. Disminuir el costo de los dispositivos M2M aumentando aún más la rentabilidad de esta tecnología y su despliegue en el mercado.
3. Incrementa sus usos, pues el núcleo de la comunicación de este protocolo está basado en un modelo de datos extensibles.
4. Desliga el cliente y el servidor por ser basado en el paradigma cliente/servidor y ser un estándar abierto, apareciendo soluciones distintas en cada lado.
5. Incrementa en diez veces la eficiencia en el caso de los dispositivos móviles [14].
6. Posee la seguridad necesaria en la tecnología M2M logrando resolver uno de los grandes problemas de la misma.

### Gestión de un escenario

El escenario propuesto para la gestión de la comunicación M2M ha sido el de las redes inteligentes (figura 1). En dicho escenario se analizó cómo realizar la gestión si el protocolo LWM2M estuviera soportado por los clientes (elementos M2M de la red) y los servidores M2M. Se escogió este escenario debido a la factibilidad de su implementación en Cuba, ya que se plantea utilizar la infraestructura de red celular actualmente operativa, permitiendo una reducción considerable del CAPEX.

A nivel mundial, las redes inteligentes están siendo muy utilizadas, pues las mismas propician el ahorro de energía eléctrica, agua y gas, contribuyendo además, a disminuir el deterioro del medioambiente. Asimismo, estas redes poseen varias ventajas entre las que se encuentran:

- Facturas correctas para los usuario sin errores manuales
- Reducción de pérdidas de energía: una empresa puede gestionar autónomamente la energía monitoreando y controlando el gasto de la misma.
- Mejora en los análisis de consumo.
- Ventajas comerciales a los clientes como: cambios de tarifas, pago por uso, etc., lo que propicia, un mejor servicio.

El escenario cumple con la arquitectura principal de las redes inteligentes.

Los dispositivos M2M que se seleccionaron para el escenario a gestionar son: sensores de agua, gas y electricidad. Se emplean dos tipos de sensores: los de la red del hogar (HAN: Home Area Network) que se conectan a las aplicaciones a través del estándar de red ZigBee, con un *gateway* del hogar, formando estos elementos la red de acceso M2M; y los sensores que se encuentran en el centro de distribución de electricidad, agua y gas en la red de barrio (NAN: Neighborhood Area Network) se comunican a través de GSM/GPRS para determinar el consumo en estas zonas.

De los sensores que existen en el mercado, se escogió para la red HAN al SG3010-T3 de Billion como medidor de electricidad, el Flodis de Itron como medidor de agua y el medidor de gas 9S08GW64 de Freescale. Estos dos últimos se comunican mediante el módulo de conectividad MC13224V de Freescale. Es válido aclarar que la mayoría de las aplicaciones M2M convergen, por lo tanto, el *gateway* del hogar puede ser utilizado para varios servicios que sean M2M o no.

Para los sensores de la red NAN y del centro de distribución se proponen: para la electricidad el CENTRON de Itron, para el agua y el gas el 9S08GW64 de Freescale y como módulo de comunicación el HXE100 de Hexing.

Para el *gateway* del hogar del escenario se propone el gMUC-GPRS del fabricante Neuhaus por poseer interfaces de conexión Zigbee y GPRS. El *gateway* se debe comunicar con las aplicaciones a través de la red GSM/GPRS de ETECSA, que constituirá la red de núcleo M2M, para el acceso a los servidores de aplicaciones M2M.

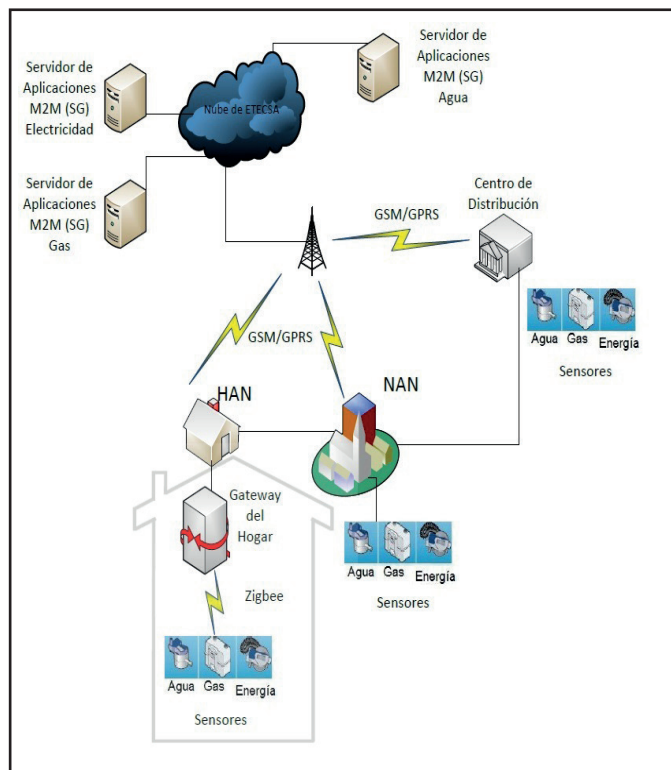


Fig. 1. Escenario a gestionar [Elaboración propia]

Tabla 2 Elementos del escenario y tipo de dispositivo LWM2M [Elaboración propia]	
Elementos	Tipo de dispositivo LWM2M
Medidor de electricidad SG3010-T3	Cliente LWM2M
Medidor de agua Flodis	Cliente LWM2M
Medidor de gas 9S08GW64	Cliente LWM2M
Módulo de conectividad MC13224V	Cliente LWM2M
Medidor de electricidad CENTRON	Cliente LWM2M
Medidor de agua 9S08GW64	Cliente LWM2M
Medidor de gas 9S08GW64	Cliente LWM2M
Módulo de comunicación el HXE100	Cliente LWM2M
gMUC-GPRS	Cliente LWM2M
Servidor de aplicaciones de electricidad	Servidor LWM2M
Servidor de aplicaciones de agua	Servidor LWM2M
Servidor de aplicaciones de gas	Servidor LWM2M

Se considera que los elementos del escenario propuestos soportan para su gestión el protocolo LWM2M (cliente o servidor), donde los clientes LWM2M deben poseer objetos con recursos gestionables. Las operaciones de gestión las realiza el servidor LWM2M que se encuentra en los servidores de aplicaciones de las redes inteligentes. En la tabla 2 se indica para cada elemento del escenario el tipo de dispositivo LWM2M que debe tener.

El primer paso para realizar la gestión es que todos los clientes LWM2M colecten la información de la interfaz *bootstrap* que poseen los dispositivos de fábrica, la cual les permite para inicializar los objetos que el cliente LWM2M necesita para registrarse con uno o más servidores LWM2M.

El registro de los clientes en los servidores, empleando su interfaz *registro*, es el segundo paso en la gestión de los dispositivos y servicios M2M mediante el protocolo LWM2M.

El cliente LWM2M una vez encendido envía la operación *Register*, con los parámetros correspondientes, al servidor LWM2M seleccionado. Esta operación posee caducidad por lo que cada cierto tiempo hay que realizar la operación *Update*, para mantener el registro del cliente en el servidor LWM2M.

Un ejemplo de esta operación y de los parámetros que envían los clientes LWM2M al servidor seleccionado de acuerdo con lo establecido por este protocolo, para el caso del medidor de electricidad SG33010-T3 es representado:

- Nombre del cliente terminal: SG3010-T3
- Tiempo de vida: 86400 (segundos)

- Versión LWM2M: 1.0
- Modo de transmisión: UQS (UDP con cola y SMS)
- Número SMS: 5350000000
- Objetos soportados

Los objetos que soporta se encuentran identificados en la especificación técnica del protocolo LWM2M y ejemplos de estos son: Objeto seguridad (ID=0), objeto servidor (ID=1), objeto control de acceso (ID=2) con cinco instancias (una por cada objeto soportado en el cliente excepto el objeto seguridad), objeto dispositivo (ID=3), objeto monitoreo de conectividad (ID=4), objeto localización (ID=6) y objeto estadísticas de conectividad (ID=7).

Estos parámetros son los que envía cada uno de los clientes a sus respectivos servidores con el fin de registrarlos y realizar las operaciones de gestión pertinentes.

En la figura 2 se pueden observar operaciones de gestión que se realizan sobre el medidor de agua Flodis.

Las primeras operaciones de gestión se realizan para conocer el fabricante, el modelo y el número de serie de un dispositivo, un ejemplo de estas operaciones se muestran en la figura 2.

La figura 3 muestra cómo deben ser las operaciones de gestión por parte del servidor LWM2M sobre el medidor de gas 9S08GW64g, con el propósito de determinar el servidor a que pertenece, cambiar el tiempo de vida del registro del cliente en ese servidor y solicitar la forma en que el dispositivo transmite su información. Las operaciones de gestión mencionadas se realizan en el objeto servidor del cliente, el cual es soportado por el dispositivo.

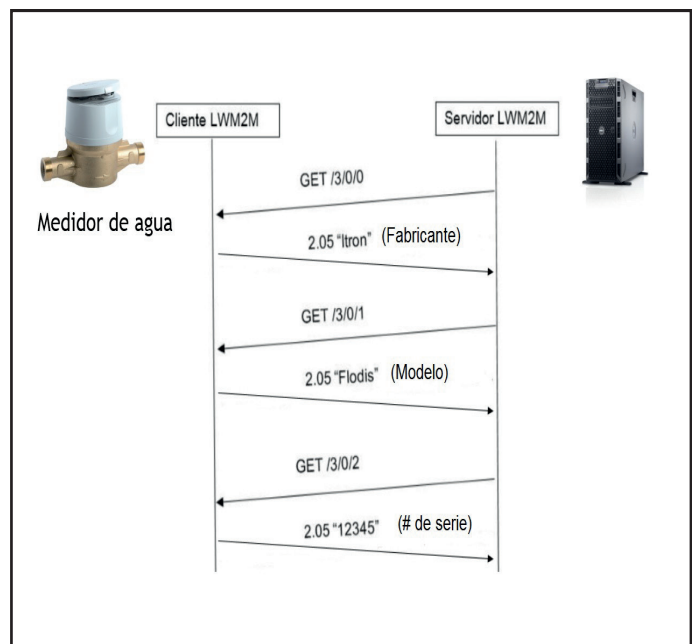


Fig. 2. Solicitud y respuesta de información de gestión, solicitando fabricante, modelo y número de serie sobre el medidor de agua Flodis [Elaboración propia]

Otras operaciones de gestión se pueden implementar para el monitoreo de la conectividad, por ejemplo, sobre el cliente *gateway* gMUC-GPRS. Al mismo se le puede solicitar el tipo de red con la que se comunica, la fuerza de la señal de radio que posee y el porcentaje de utilización del enlace con el servidor LWM2M cuyo ID corto es 103. En el caso que se presenta el dispositivo gMUC-GPRS se encuentra conectado a tres servidores LWM2M, por lo que posee tres instancias de este objeto, la cero para el servidor LWM2M 101, el uno para el 102 y el dos para el 103. En la figura 4 se pueden apreciar las operaciones de gestión propuestas y sus respuestas.

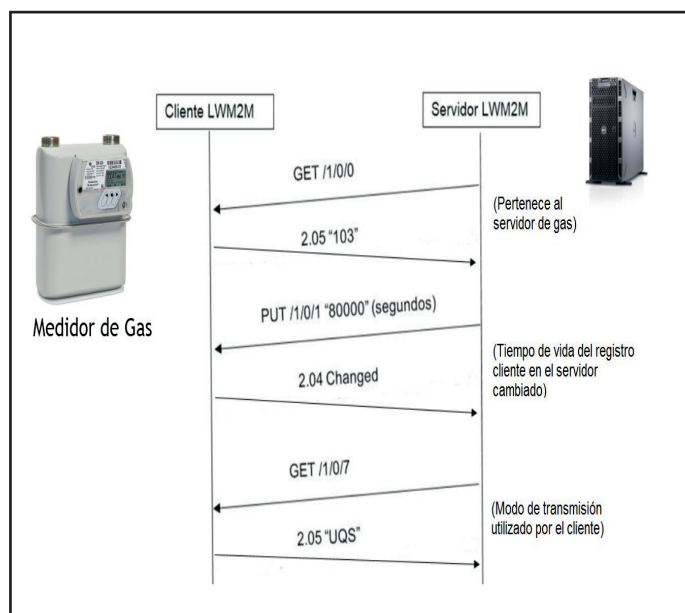


Fig. 3. Operaciones de gestión sobre el medidor de gas 9S08GW64g [Elaboración propia]

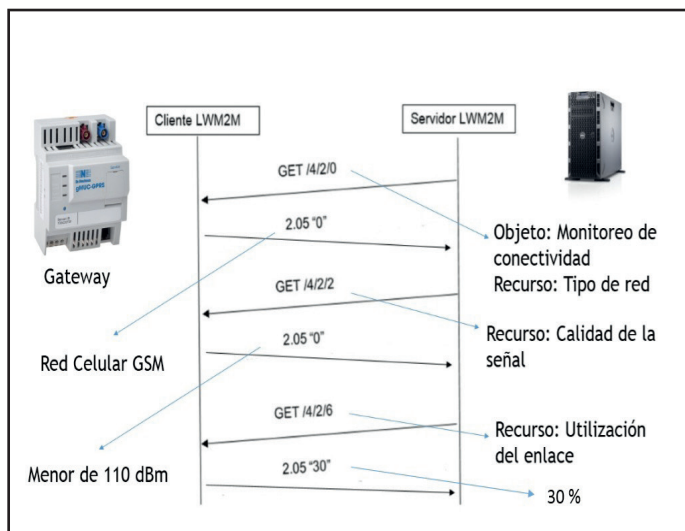


Fig. 4. Operaciones de gestión sobre el objeto monitoreo de conectividad en el gateway gMUC-GPRS [Elaboración propia]

La última interfaz del protocolo LWM2M a revisar es la de *reporte de información* y es muy importante para la gestión porque permite que el cliente LWM2M pueda notificar cambios a su servidor en algunos de sus recursos u objetos, enviándole nuevos valores disponibles de los mismos.

Este mecanismo ocurre cuando el servidor envía al cliente una operación *Observe* sobre un recurso u objeto específico. En esta interfaz también se encuentran las operaciones *Notify* por parte del cliente y *Cancel observation* que finalmente envía el servidor.

El uso de esta interfaz es ideal en el ámbito de las comunicaciones M2M, pues en las mismas, los dispositivos se encuentran limitados en potencia, procesamiento, memoria y energía y el poder detectar cuándo ocurre determinado problema permite que su solución sea rápida. Además, hay que añadir que estos dispositivos con el fin de ahorrar energía no se encuentran conectados todo el tiempo a la red, lo cual posibilita la pérdida de paquetes y mensajes, pero con una correcta gestión esto se limita.

En la figura 5 se puede apreciar un ejemplo de esta interfaz, para una variación del voltaje de la fuente de energía en el dispositivo medidor de agua Flodis. Luego de la operación *Observe*, el cliente LWM2M envía la variación del voltaje, que inicialmente era 100 mV, luego 80 mV y por último 90 mV.

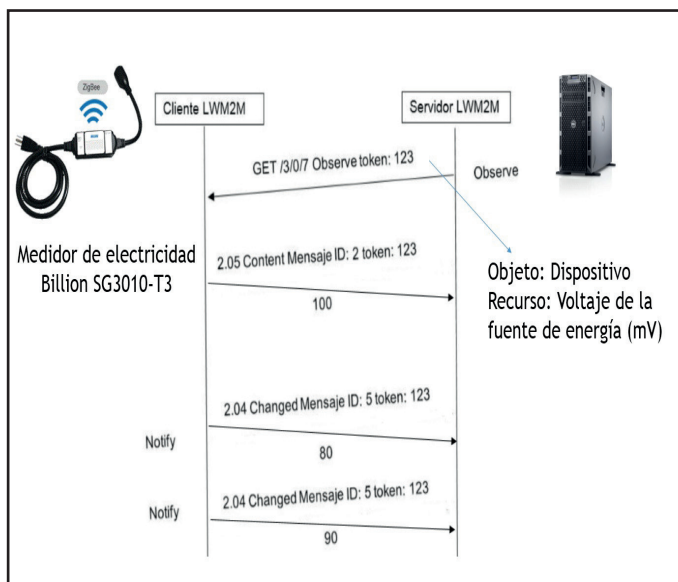


Fig. 5. Gestión de la variación de voltaje en la fuente de alimentación del medidor de agua Flodis [Elaboración propia]

## DISCUSIÓN

Es importante precisar que desde los inicios de la comunicación M2M se ha buscado un protocolo de gestión que cumpla con las características de la misma y que funcione en las disímiles áreas donde esta tecnología se usa, lo cual se ha pretendido realizar en la investigación que se lleva a cabo. Hasta ahora no existía ningún trabajo en el cual se analizaran los protocolos de

gestión para la comunicación M2M, ya que la mayoría de las empresas que utilizan esta tecnología emplean protocolos propietarios diseñados por ellos mismos. En el caso del protocolo estandarizado de gestión LWM2M, por la novedad del mismo, no existían pautas para su uso, lo cual se trató de hacer en este trabajo.

Además, existe como limitación la necesidad de que el protocolo de gestión LWM2M sea implementado por los fabricantes en los dispositivos inteligentes, que cada vez más, existen aparejados con el desarrollo de la Internet de las cosas, ya que hoy en día no existen los mismos.

Es importante destacar también, que se hace necesario una vez demostradas las posibilidades del protocolo de gestión y de su uso real, el desarrollo de aplicaciones de gestión. En este trabajo se pone de manifiesto que al menos de momento, puede ser empleado en todas las áreas funcionales de la gestión de redes, exceptuando la gestión de contabilidad.

## CONCLUSIONES

En la investigación recogida en este artículo se precisa cuál es el protocolo adecuado para la gestión de la comunicación M2M para lo cual se comparan diferentes protocolos empleados con este fin. De dicha comparación se determina que el protocolo LWM2M es el que mejor cumple los requisitos para la gestión de la tecnología M2M dadas sus características de ligero, necesario para los dispositivos M2M, y su estandarización, lo cual debe contribuir a su incorporación en los dispositivos M2M y al desarrollo de aplicaciones de gestión.

El análisis de la gestión empleando el protocolo de gestión LWM2M en un escenario típico de aplicaciones M2M, a través de operaciones de gestión empleándolo, lo cual permitió constatar las facilidades del mismo y precisar que es posible desarrollar aplicaciones gestoras en todas las áreas funcionales de la gestión, excepto en el de gestión de contabilidad.

Una adecuada gestión de la comunicación M2M reduciría los costos de inversión (CAPEX) y de operación (OPEX), permitiendo un mejor desempeño de los dispositivos y aplicaciones M2M, con ello también se incluye su impacto en el medio ambiente y la economía, entre otros.

## REFERENCIAS

- BOSWARTHICK, D.; ELLOUMI, O.; HERSENT, O.** *M2M Communications: A system approach*. Wiley (Ed.), 2012, pp. 727. ISBN: 978-1-119-99475-6.
- NEWBERRY, Seth**, "Sustainable Rural Broadband Communications.", Open Mobile Alliance Ltd., Technical Report. Bangalore, India, 17-18 December 2012, 29 pp.
- MICROSOFT**, "Windows Phone 8 Enterprise Device Management Protocol". 2014. p. 103. Disponible en Web: [http://download.microsoft.com/download/5/C/4/5C460CE2-3B0F-45CE-805D-1A3D5697639C/WP8\\_Enterprise\\_Device\\_Management\\_Protocol.pdf](http://download.microsoft.com/download/5/C/4/5C460CE2-3B0F-45CE-805D-1A3D5697639C/WP8_Enterprise_Device_Management_Protocol.pdf).
- CATS, Ozi**. "We Live M2M". Revista telit2market international. *TELIT Communication*, marzo 2008, vol. 3, Telit, Editor, pp. 4-6. ISSN: 2046-5882. Disponible en Web: [http://www.telit.com/article/view/telit2market\\_080123.pdf](http://www.telit.com/article/view/telit2market_080123.pdf) [consultado diciembre 2013].
- Sierra Wireless "AirVantage™ M2M Cloud". Sierra Wireless, 2012 p. 2. Disponible en Web: [http://www.sierrawireless.com/airvantage\\_Datasheet\\_Web.pdf](http://www.sierrawireless.com/airvantage_Datasheet_Web.pdf) [consultado en diciembre 2013].
- Alcatel Lucent, "MOTIVSMART™ PROGRAM". 2013, p. 3. Disponible en Web: [http://www.alcatel-lucent.com/motive/np2013061493EN\\_motivesmart\\_solutionsheet.pdf](http://www.alcatel-lucent.com/motive/np2013061493EN_motivesmart_solutionsheet.pdf).
- MERSH, Robin**, "Harnessing the power of interoperability", *CED Magazine*. 2013, CED Magazine, p. 6. ISSN: 1044-2871. Disponible en Web: <http://www.cedmagazine.com/articles/2013/02/harnessing-the-power-ofinteroperability.pdf>.
- PAKENHAM WALS, Sue**. "Telekom Austria enhances application enablement as Wind River upgrades Intelligent Device Platform". 2013. Disponible en Web: <http://www.m2mnow.biz/Telekom-Austria-enhances-application-enablement-as-Wind-River-upgrades-Intelligent-Device-Platform>.
- Make Wave Corporation, M. Product: Ubicore - OSGi remote management. 2013. Disponible en Web: [http://www.makewave.com/site/en/products/ubicore\\_osgi.shtml](http://www.makewave.com/site/en/products/ubicore_osgi.shtml).
- Movistar. "Conectividad Gestionada M2M". 2012. p. 3. Disponible en Web: <http://www.movistar.es/empresas/para-tu-oficina/soluciones-m2m/ficha/empresas-conectividad-gestionada>.
- Telefónica. "Telefónica reinforces its M2M capacities in Argentina, Chile and Mexico through the roll out of its Smart M2M Solution". 2014. p. 2. Disponible en Web: <http://https://m2m.telefonica.com/press/telefonica-reinforces-its-m2m-capacities-in-argentina-chile-and-mexico.pdf>
- Hewlett Packard Development Company. "HP Machine-to-Machine (M2M) Solution Drive top line growth while managing your bottom line". 2009, p. 4. Disponible en Web: <http://www.hp.com/go/m2m/hpm2mbrochurefinal.pdf>.
- KIAN KHOR, Cheng**, "M2M Enablement and Innovation: Seizing the M2M Revenue Opportunity". 2013, Oracle. p. 38. Disponible en Web: [https://oraclecn.activeevents.com/connect/fileDownload/session/0F552341B957AEF1C0CD78014E5142D9/CON2182\\_Khor.pptx](https://oraclecn.activeevents.com/connect/fileDownload/session/0F552341B957AEF1C0CD78014E5142D9/CON2182_Khor.pptx).
- KLAS, Guenter; RODERMUND, Friedhelm. et al.** "Lightweight M2M": Enabling Device Management and Applications for the Internet of Things. White Paper from Vodafone, Ericsson and ARM, 26 de febrero de 2014,

p. 16. Disponible en Web: <http://community.arm.com/servlet/JiveServlet/downloadBody/8284-102-1-13662/ARM-Lightweight-M2M-White-Paper.pdf>.

15. Eclipse Foundation. "Wakaama. 2014". Disponible en Web: <https://www.eclipse.org/wakaama>.

16. **VERMILLARD, Julien**, "M2M, IoT, DEVICE MANAGEMENT: ONE PROTOCOL TO RULE THEM ALL?" In *Eclipse Conference San Francisco 2014*. 2014, p.44. Disponible en Web: <https://www.eclipsecon.org/na2014/session/m2m-iot-device-management-one-protocol-rule-them-all.pdf>

## AUTORES

### **Andrés Melián Navas**

Ingeniero en Telecomunicaciones y Electrónica, Departamento de Telecomunicaciones y Telemática, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

### **Caridad Anías Calderón**

Ingeniera en Telecomunicaciones y Electrónica, Doctora en Ciencias Técnicas, Departamento de Telecomunicaciones y Telemática, Facultad de Ingeniería Eléctrica, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cujae, La Habana, Cuba

## Machine to Machine Communication Management

### Abstract

Today are a lot of devices or machines that communicates between each other without human interaction, this technology is actually known as "Machine to machine communications. Many of these devices are common objects like TVs, cell phones and even home objects likes lamps, cooks, air-conditioned and others. This technology is suffering a huge growth and a vertiginous development, having a count the use of this one into a lot of areas like: smart home, smart grid, environmental monitory, and others that are directed for green technology and the care of the environment. The management of these services, applications and devices are a primitive for the development of this technology and its performance, however, the high cost of the management is a restriction for its development because almost all the solutions now a days are proprietary. The selection and analysis of a newest standardized management protocol for this communication, so like, it's possible use into a typical scenario of this technology (smart grid), is the main contribution of this paper.

Key words: management, M2M, LWM2M, Smart grid