

# Propuesta de métricas para comparación de Frameworks IoT

Diego A. Godoy<sup>a</sup>, Hernán Bareiro<sup>b</sup>, Fabian Favret<sup>c</sup>, Juan Benitez<sup>d</sup>, Guillermo Colloti<sup>e</sup>, Juan Pablo Blariza<sup>f</sup>

Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones (C.I.T.I.C.)  
Departamento de Ingeniería y Ciencias de la Producción-Universidad Gastón Dachary  
Av. López y Planes 6519- Posadas, Misiones, Argentina. Teléfono: +54-376-4438677

<sup>a</sup>diegodoy@citic.ugd.edu.ar, <sup>b</sup>hbareiro@citic.ugd.edu.ar, <sup>c</sup>efabianfavret@citic.ugd.edu.ar,  
<sup>d</sup>juan.benitez@citic.edu.ar, <sup>e</sup>gcolloti@citic.ugd.edu.ar, <sup>f</sup>jblariza@citic.ugd.edu.ar

## Resumen

En este trabajo se presenta un proyecto de investigación denominado “Tecnologías para Desarrollos Sostenibles de Ciudades Inteligentes”. Particularmente en este artículo se presentan los avances realizados en relación a “Determinar el Framework de IoT más adecuado en cuanto a métricas de software para diseñar una solución que contribuya a la eficiencia energética en organizaciones”. Para ello se realizarán comparaciones entre los frameworks de IoT más difundidos actualmente en base a las métricas propuestas.

**Palabras claves:** Home automation, Internet of Things (IoT), Framework IoT, energy efficiency.

## Contexto

El trabajo presentado en este artículo tiene como marco el proyecto de investigación denominado “Tecnologías para Desarrollos Sostenibles de Ciudades Inteligentes”, registrado actualmente en la Secretaría de Investigación y Desarrollo de la Universidad Gastón Dachary (UGD) con el número Código IP A10002/19 y radicado en el Centro de Investigación en Tecnologías de la Información y Comunicaciones de dicha universidad.

El mismo fue incorporado como proyecto aprobado en el llamado a presentación interna de la UGD de proyectos de investigación N°10 mediante la Resolución Rectoral (R.R.) 44/A/2019 y es una continuidad de los Proyectos Simulación en las TICs: Diseño de Simuladores de Procesos de Desarrollo de Software Ágiles y Redes de Sensores Inalámbricos para la Industria y la Academia. R.R. UGD N° 07/A/17 y Simulación como herramienta para la mejora de los procesos de software desarrollados con metodologías ágiles utilizando dinámica de sistemas, R.R. UGD N° 18/A/14 y R.R. UGD N° 24/A/15.

Entre las líneas con mayores resultados dentro del proyecto referido, se encuentran las de: Construcción de una plataforma de gestión y simulación de datos de redes de sensores inalámbricos, una interfaz web para el simulador de WSN Shawn, Sistemas de gestión de residuos de la ciudad de posadas con tecnologías de Internet de la cosas, Sistema de monitoreo de la temperatura en el proceso de secado del Té.

## Introducción

Las organizaciones modernas, cuentan con una gran cantidad de oficinas, cada una con numerosos dispositivos de iluminación y refrigeración (aires acondicionados). “Diversos organismos, comprometidos con el uso eficiente de la energía y la conservación de nuestro medio ambiente, han reportado que los

edificios son responsables por el consumo del 40% o más de toda la energía primaria producida a nivel mundial” [1]. De acuerdo a esto, es razonable afirmar que la energía consumida un día de clases en horario pico, resulta elevado e ineficiente en su utilización.

Es ineficiente dado que en el uso diario de las instalaciones, las tareas de control energético; por ejemplo encendido, apagado y regulación de temperatura en aires acondicionados e iluminación, se efectúa de forma manual. Esto significa que cada vez que una oficina se utiliza, una persona debe encender las luces y los aires acondicionados (en caso de ser necesario), y apagarlos en el momento que no se los requiera. Además, si tenemos en cuenta que las personas que realizan estas tareas son las mismas encargadas de muchas otras tareas y en movilidad constante, es probable que en reiteradas ocasiones queden diversos dispositivos encendidos sin necesidad, durante varias horas.

Así mismo, se observa que cada persona o grupo de personas tiene distintos requerimientos de iluminación. La temperatura claramente dependerá de las condiciones climáticas del día: con temperaturas más extremas (frío o calor) necesitarán mayor uso de aires acondicionados.

Por lo dicho, resulta de suma importancia encontrar un método para administrar de forma eficiente el consumo energético. No solo lograr una forma de reducir los gastos de una institución, sino también para contribuir a preservar recursos finitos y de esta forma atenuar el impacto ambiental por su uso innecesario.

De acuerdo a todo esto, y en vista que conforme avanza la tecnología, esta se introduce cada vez más a los procesos que se utilizan diariamente, se pretende diseñar una solución al problema mediante la utilización de un

Framework de IoT, que permita a cada usuario configurar de forma independiente su perfil deseado de iluminación y temperatura para la oficina a utilizar, y que este sea aplicado de forma automática en el tiempo justo y necesario, sólo en el momento que se encuentre utilizando efectivamente la oficina.

Dado este contexto, resulta de crucial importancia elegir un framework adecuado. El mismo debería contar con documentación oficial en su sitio web, permitir integración con el hardware necesario, el desarrollo y despliegue local, de preferencia, con licencia gratuita para su utilización y distribución. Para esto, se deberá realizar una exploración de los frameworks existentes, para luego seleccionar el más adecuado considerando parámetros definidos a partir de los requerimientos y mediante métricas comparativas de software.

### **Línea de Investigación**

En esta línea de investigación se han planteado varios objetivos. El objetivo principal de la misma corresponde es:

Determinar el Framework de IoT más adecuado en cuanto a métricas de software para diseñar una solución que contribuya a la eficiencia energética en organizaciones.

Como objetivos específicos se propusieron los siguientes: 1) Analizar bibliografía y trabajos existentes sobre IoT aplicada a la eficiencia energética. 2) Definir y aplicar un proceso de selección de dos frameworks de IoT basado en las facilidades de implementación, seleccionados de entre cinco de los más usados. 3) Diseñar un prototipo de aplicación que contribuya a la eficiencia energética en ambientes organizacionales a implementarse en los dos frameworks seleccionados. 4) Elaborar diversos escenarios que

podrían ocurrir y realizar pruebas en éstos de implementación de los prototipos con datos estáticos previamente elaborados. 5) Determinar el framework de IoT que mejor se adapte al escenario propuesto, considerando las métricas de software de los prototipos desarrollados.

## Resultados

Para llegar a una solución tecnológica al problema planteado se definieron los siguientes componentes arquitectónicos.

- **Hardware:** posibilita las funciones de censar el ambiente, actuar sobre los dispositivos que consumen energía y transmitir datos a través de una red.
- **Aplicación web:** es el software que permite al usuario configurar el comportamiento de la iluminación y el acondicionamiento de temperatura mediante perfiles. Esta aplicación contiene toda la lógica del funcionamiento de los perfiles y preferencias de los usuarios y, por ende, los datos de cuándo un dispositivo debe encenderse o apagarse. No controla el hardware por sí misma, sino que se vale de un middleware que realiza la interconexión con el hardware.
- **Middleware:** sirve como capa de comunicación entre la aplicación web y el componente hardware. Éste es propiamente el framework de IoT, cuya funcionalidad de comunicación ya se encuentra resuelta y generalmente brindan una API REST y un SDK para su utilización. Este middleware recibirá datos, los almacenará y los mantendrá disponibles para su utilización.

La arquitectura de la solución se muestra la Figura 1:

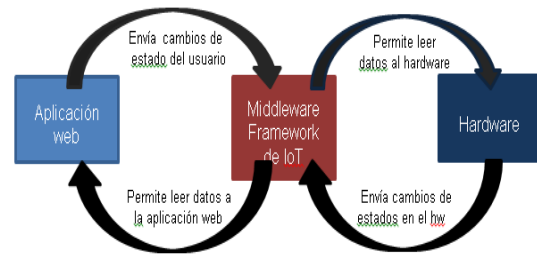


Figura 1 – Arquitectura de la solución propuesta.

Cada flecha del gráfico anterior, representa un request HTTP que realizan la aplicación web y el hardware respectivamente. En base a esto, tenemos cuatro situaciones:

1. La aplicación web envía datos de cambios de estados al framework de IoT. Estos cambios de estados se refieren a cambios en los perfiles según las preferencias de usuario.
2. Los datos disponibles son consumidos por el Hardware. Este último lee los datos, mediante un request HTTP, y se limita a ejecutar la acción.
3. Existen ciertos momentos donde el hardware precisa alimentar de información al sistema, por ejemplo, con el sensor de temperatura. En este caso, tomará la temperatura del ambiente y la enviará hacia el framework de IoT, para que ésta se encuentre disponible para quien la requiera.
4. Por último, existirán casos donde la aplicación Web requiera retroalimentarse de información del sistema, como ser, por ejemplo, cuando el hardware informa la temperatura

actual de determinada oficina. De esta manera, la aplicación Web sabrá qué información producir y enviar al framework de IoT nuevamente.

### **Métricas**

Una métrica de software es una medida de características de software que son medibles o contables [1], esto ayuda a determinar el mejor framework del proyecto en relación al escenario y cronograma. Para la especificación de las métricas que están a continuación se tuvo en cuenta el alcance del proyecto.

**Facilidad de implementación:** Un framework es útil si es fácil de implementar, o en su defecto, si está bien documentado. Soluciones que impliquen dificultad en su implementación o tengan documentaciones engorrosas o incompletas, tienden a ser poco utilizadas.

**Interoperabilidad:** Es la capacidad que tienen los dispositivos inteligentes para comunicarse y trabajar juntos con dispositivos e interfaces que no son iguales. Otra característica que se debe considerar es el soporte para la construcción de interfaces adaptables a teléfonos inteligentes [2].

**Soporte de integración:** Debe proporcionar acceso a las operaciones importantes y los datos que deben ser expuestos desde la plataforma IoT [3].

**Conectividad:** Se refiere a la capacidad de conexión de los frameworks, debido a que los diferentes dispositivos tienen diferentes requisitos de conectividad.

**Escalabilidad:** Son los requisitos memoria y de velocidad de cálculo de ejecución del framework. Mientras más bajos sean los requerimientos mayores son las ventajas ya que vamos a tener en cuanto a un menor costo y tamaño físico de hardware, como así también un menor consumo de energía [2].

**Seguridad:** La conexión entre los dispositivos y el framework debería ser cifrada e implementar autenticación y listas de control de acceso [3].

### **Frameworks de IoT analizados.**

Para conformar una base de selección inicial se tuvo en cuenta la popularidad de utilización por parte de los usuarios. Que cuente con documentación oficial actualizada. Que también permita integración con hardware de IoT. Desarrollo y despliegue local, de preferencia con licenciamiento gratuito de uso y distribución. Teniendo en cuenta estos criterios se seleccionaron los siguientes frameworks:

1. **SiteWhere:** Es un framework IoT de código abierto y ofrece para distintos dispositivos un sistema que facilita el almacenamiento, procesamiento y e integración de los datos [4].
2. **Eclipse Kura:** Proporciona una plataforma para construir puertas de enlace IoT. Es un contenedor de aplicaciones inteligentes que permite la administración remota de dichas puertas de enlace y ofrece una API que permite escribir e implementar nuestra propia aplicación IoT [5].
3. **Kaa:** Es un middleware open source, flexible y multiuso, para

implementar soluciones IoT de extremo a extremo, conectando aplicaciones y productos inteligentes [6].

4. **ThingSpeak:** Este framework es una plataforma IoT donde se puede almacenar, visualizar y analizar flujos de datos en la nube y desarrollar aplicaciones IoT. Para que los dispositivos se comuniquen con la plataforma deben ser compatibles con los protocolos TCP/IP, HTTP o MQTT [9].
5. **Ubidots:** Se especializa en soluciones conectadas de hardware y software para monitorear, controlar y automatizar de forma remota los procesos. En el año 2018, Ubidots desplegó la plataforma Ubidots for Education ofreciendo a los entusiastas y estudiantes de IoT un lugar donde construir, desarrollar, probar, aprender y explorar el futuro de las aplicaciones y soluciones conectadas a Internet [9].

### **Formación de Recursos Humanos**

El equipo de trabajo se encuentra formado por tres investigadores, un Doctor en Tecnologías de la Información; un Maestreado en Tecnologías de la Información, un Ingeniero en Informática y ocho estudiantes en período de realización de trabajos finales de grado de Ingeniería en Informática de la UGD. Actualmente, el número de tesinas de grado aprobadas en el contexto de este proyecto, es de dos, y otras dos en proceso de desarrollo.

### **Bibliografía**

- [1] E.O Sosa, D.A Godoy, J. Benítez, and M.E. Sosa, "Eficiencia Energética y Ambientes Inteligentes. Investigación y Desarrollo Experimental en la UNaM," Posadas, Misiones, Argentina, 2015.
- [2] Javatpoint. (2019) Software Engineering | Software Metrics - javatpoint. [Online]. <https://www.javatpoint.com/software-engineering-software-metrics>
- [3] Erik Nimmermark and Alexander Larsson, "Comparison of IoT frameworks for the smart home," 2016.
- [4] Miyuru Dayarathna. (2019, July) dzone.com. [Online]. <https://dzone.com/articles/iot-software-platform-comparison>
- [5] SiteWhere. (2019) SiteWhere Open Source Internet of Things Platform. [Online]. <https://sitewhere.io/es/>
- [6] Eclipse Foundation. (2019) Kura - The extensible open source Java/OSGi IoT Edge Framework. [Online]. <https://www.eclipse.org/kura/>
- [7] Kaa. (2019) Kaa IoT platform. [Online]. <https://www.kaaproject.org/>
- [8] (2019) ThingSpeak. [Online]. <https://thingspeak.com/prices>
- [9] Ubidots. (2019) Ubidots: IoT platform | Internet of Things. [Online]. <https://ubidots.com/>