

---

# Introducción a la internet de las cosas

## An introduction to the things of internet

---

Ing. Diana Betancourt<sup>1</sup>  
Ing. Germán Gómez<sup>1</sup>  
Msc. José Ignacio Rodríguez

Fecha de recepción: 12/07/2016  
Fecha de aprobación: 23/08/2016

Citación del artículo: Betancourt. D, Gómez G. y Rodríguez I. (2016). Introducción a la internet de las cosas

### Resumen

Este artículo contiene una descripción de la corriente tecnológica de la internet de las cosas, los principios en los que se basa, los elementos y tecnologías de los que dispone para lograr la comunicación entre personas y objetos, así como aplicaciones que se han desarrollado en diferentes ámbitos y que demuestran la importancia de la implementación de esta corriente.

**Palabras clave;** Internet, cosas, comunicación, personas, servicios

### Abstract:

This article contains a description of the technological current of the Internet of things, the principles on which it is based, the elements and technologies of which communication between people and objects has been achieved, as well as the applications that have been developed in different areas and demonstrating the importance of the implementation of this current.

**Key words:** Internet, things, communication, persons, service

### Introducción

El avance continuo de la tecnología ha permitido el desarrollo de nuevos métodos de comunicación entre las personas y sus objetos, que permiten que el intercambio de información se realice bajo parámetros de velocidad y seguridad.

La internet de las cosas ha aprovechado estos avances tecnológicos y la inclusión de nuevos elementos dentro de los sistemas de información para permitir el acceso y el control remoto de diferentes sistemas. Bajo la filosofía de la comunicación ubicua y la comunicación máquina a máquina, la internet de las cosas se define como un conjunto de tecnologías enfocadas a permitir la conexión de objetos heterogéneos a través de diferentes redes y métodos de comunicación; su objetivo principal es posicionar dispositivos inteligentes en diferentes lugares para capturar, guardar y administrar información para que esta sea accesible a las personas desde cualquier parte del mundo.

---

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
dianabetancourtyate@hotmail.com, geangoro@gmail.com, jirodriguezmolano@gmail.com

## Internet de las cosas

La Internet de las Cosas o IoT, por sus siglas en inglés Internet of Things, fue propuesta y desarrollada por la red de laboratorios de investigación mundial en el campo de la internet de las cosas, Auto-ID Labs, en 1999; IoT se basa en una red de identificación por radiofrecuencia o RFID que une los objetos mediante dispositivos de detección y la internet (Guo, Huang, Cai y Qu, 2011). De esta manera es posible realizar una caracterización o descripción en tiempo real (recopilación de información pertinente para el usuario) de cualquier tipo de dispositivo electrónico o elemento del entorno.

La internet de las cosas como red puede verse en la siguiente figura 1; esta red puede tocar cualquier objeto y cuerpo a través de vínculos intermediarios. Así mismo, esta red dispone de los medios disponibles para lograr la colección de datos en cualquier momento y transferir la información a través de redes de comunicación para su procesamiento por medio de computación en la nube o computación inteligente (Guo, Huang, Cai y Qu, 2011).

Tan y Wang (2010) establecen que la internet de las cosas es el futuro directo de la informática y las comunicaciones por lo que para su desarrollo es necesaria la combinación de diferentes tipos de tecnologías innovadoras como soporte; estas tecnologías están definidas como (Ramírez, 2010):

- Tecnologías de marcación para el etiquetado de objetos;
- Tecnologías inalámbricas y de rastreo;
- Tecnologías de sensores para la detección de elementos en el entorno;
- Tecnologías inteligentes, como materiales inteligentes e inteligencia en redes;

- Tecnologías de miniaturización que permitan reducir los objetos.

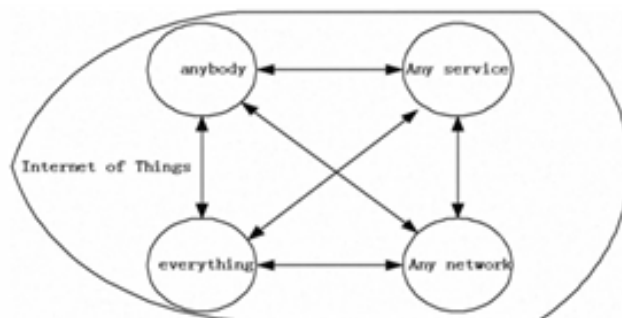


Fig. 1. Red de la Internet de las Cosas. Fuente: Guo *et al.* (2011).

## Características de la internet de las cosas

La internet de las cosas es el resultado de las nuevas tecnologías y varios desarrollos técnicos complementarios que proporcionan capacidades que en conjunto ayudan a cerrar la brecha entre el mundo virtual y físico (García, 2012). Entre estas capacidades se encuentran:

**La comunicación y la cooperación:** los objetos tienen la capacidad de interconectarse con los recursos de la internet e incluso entre sí para hacer uso de los datos y los servicios, así como actualizar su estado; en esta medida son de gran relevancia las tecnologías inalámbricas como GSM y UMTS, Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, entre otros.

**Capacidad de direccionamiento:** en la internet de las cosas los objetos pueden ser localizados y configurados de forma remota.

**Identificación:** los objetos pueden ser identificados de forma única mediante las tecnologías de RFID (Radio Frequency IDentification), NFC (Near Field

Communication) y los códigos de barras de lectura óptica.

Percepción: los objetos pueden recopilar información relativa a su entorno mediante sensores pudiendo grabar esa información, reenviarla o reaccionar ante esta.

Procesado de información: los objetos inteligentes tienen capacidad de almacenamiento y un procesador que le permite interpretar la información.

Localización: las cosas inteligentes tienen conocimiento de su ubicación física o pueden ser fácilmente localizadas. Esto se consigue con tecnologías como GPS (Global Positioning System) o la red de telefonía móvil.

Interfaces de usuario: los objetos inteligentes pueden comunicarse con la gente de manera apropiada (ya sea directa o indirectamente, por ejemplo, a través de un teléfono inteligente). Aquí son de gran importancia nuevos paradigmas de interacción como interfaces de usuario tangibles, displays flexibles con base en polímeros o los métodos de reconocimiento de voz, imágenes o gestos.

De este modo, la internet de las cosas propone conectar todos los objetos físicos basada en la infraestructura de internet para el intercambio de información; en esta visión los dispositivos y los objetos ya no están desconectados del mundo virtual, sino que pueden ser controlados remotamente y actuar como puntos de acceso a los servicios.

## **Principios de la internet de las cosas**

### **Computación ubicua**

La computación ubicua surgió a principios de 1990 por Mark Weiser. Este concepto está

definido como el método para mejorar el uso del ordenador haciéndolo efectivamente invisible para el usuario y se caracteriza fundamentalmente por la conexión de las cosas con la computación (Liu, Wang, Yang y Pan, 2004); de esta manera, al desaparecer el ordenador de los ojos de la gente, esta puede centrarse únicamente en la tarea y no la herramienta (Liu y Feng, 2006).

La computación ubicua o UbiComp tiene dos grandes objetivos: a) reducir la cantidad de atención que invierten los usuarios en los dispositivos y b) generar las interconexiones necesarias para acceder a cualquier tipo de información en cualquier momento y cualquier lugar (Lupiana, O'Driscoll y Mtenzi, 2009).

El concepto de la computación ubicua es un cambio de paradigma desde un punto de vista tradicional de la computación. Esta nueva tendencia de la informática y de las tecnologías de comunicación está basada en la miniaturización; gracias a esto los dispositivos móviles y los dispositivos inteligentes se han tornado elementos esenciales, pero invisibles en el diario vivir de cualquier persona. Dichos dispositivos están provistos de sensores y sistemas de comunicación los cuales les permiten interactuar con el entorno para recopilar información y posteriormente compartirla con cualquier usuario; es decir, la computación ubicua permite el acceso a todo tipo de información referente a cualquier cosa en cualquier lugar. Actualmente el énfasis de los estudios relacionados con la computación ubicua hace referencia a los usos prácticos que se pueden llegar a desarrollar dentro de los diferentes entornos sociales y laborales (Sakamura y Koshizuka, 2005).

Los entornos en los cuales se puede aplicar la UbiComp deben contar los siguientes requisitos obligatorios, que son la base fundamental para el

éxito de esta nueva tendencia en un ambiente cotidiano: a) uso constante de dispositivos diferentes a computadores de escritorio (tabletas, teléfonos inteligentes, sensores inteligentes, *roomwares*, etc.) y b) una infraestructura inalámbrica estable que permita un flujo constante de información.

También es posible clasificar el entorno de aplicación de la UbiComp dependiendo del tipo de trabajo que se esté realizando (es importante aclarar que estos entornos incluyen grupos de personas que posiblemente no se encuentren en la misma ubicación geográfica); Existen cuatro clasificaciones generales (Lupiana, O'Driscoll y Mtenzi, 2009) (véase figura 3).

1. Entornos creativos: generación de ideas referentes a productos o proyectos, es necesario una conectividad flexible para la entrada y salida de los dispositivos.
2. Entornos para reuniones: herramientas de apoyo que permiten la integración de las personas facilitando la explicación de ideas y puntos de vista (pizarras eléctricas, proyectores inalámbricos, etc.).
3. Entornos inteligentes: espacios cotidianos dotados de herramientas inteligentes dedicados al análisis y a la observación del medio y actúan de manera automática de acuerdo con ciertos parámetros preestablecidos (dedicados a facilitar las operaciones del usuario).
4. Entornos ambientales: son entornos totalmente integrados con dispositivos conectados a redes inalámbricas que permiten controlar de manera inteligente el medio proporcionando un interfaz amigable que presente la información requerida por el usuario.

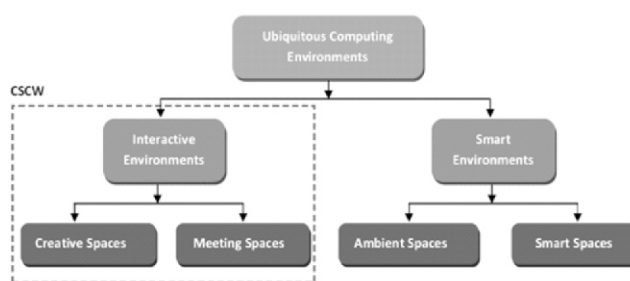


Fig2 Taxonomía de los entornos UbiComp.

Fuente: Lupiana *et al.* (2009).

### A. **Comunicaciones máquina a máquina**

M2M es la combinación de la tecnología de la información y la comunicación con las máquinas con el fin de proporcionarles una medida para interactuar entre sí haciendo uso de la mínima intervención humana, pretendiendo aumentar la comodidad y la seguridad del usuario final (Meddeb *et al.*, 2014).

Esta comunicación máquina a máquina hace referencia a las tecnologías que les permiten a los sistemas comunicarse con otros dispositivos de las mismas características mediante dispositivos, tales como sensores, para capturar un evento y posteriormente transmitir los datos hasta una aplicación de *software*. Independientemente del tipo de máquina o del tipo de datos, la información fluye generalmente de la misma forma, desde una máquina a través de la red y conducida por una puerta de enlace (*gateway*) a un sistema donde es procesada.

En la arquitectura M2M se pueden diferenciar dos integrantes: los usuarios M2M, que son las personas que se conectan a la red por medio de ordenadores o equipos similares, y los terminales M2M, que son dispositivos de tercera generación (tabletas y teléfonos inteligentes) especialmente adaptados para este tipo de comunicación.

La comunicación entre sistemas y transferencia de datos puede darse en dos sentidos: *uplink*, para recoger información del proceso y *downlink*, para el envío de instrucciones, actualizaciones de *software*, o para controlar remotamente los equipos (García, 2014). Los elementos básicos que aparecen en todos los entornos M2M son los siguientes:

- Sistema que se desea gestionar que pueden ser mecanismos de alarma, sistemas de control de gasto energético, dispositivos informativos, estaciones meteorológicas, entre otros.
- Dispositivo M2M es el terminal conectado al sistema que proporciona comunicación con el servidor y se encarga de la interacción con los elementos a monitorizar.
- Servidor es el ordenador que se encarga de la gestión del envío y la recepción de información de los sistemas.
- Red de comunicación que se encarga de la transmisión de los datos ya sea a través de cables o de forma inalámbrica.
- Aplicaciones que se encargan de recopilar, almacenar y analizar la información recogida por los dispositivos y de tomar las decisiones de acción necesarias.

### **Tecnologías relacionadas**

Las tecnologías más relevantes asociadas al desarrollo de la internet de las cosas y sus posibles aplicaciones están lideradas por RFID (identificación por radiofrecuencia), EPC (Código Electrónico de Producto), y NFC (Comunicación en Campo Cercano). A continuación, se realiza una presentación de cada una de ellas. Según el número de autores, adapte la zona correspondiente al nombre y filiación de manera oportuna. Intente no variar de manera notable el aspecto y tamaño de la zona.

### **Identificación por radio frecuencia**

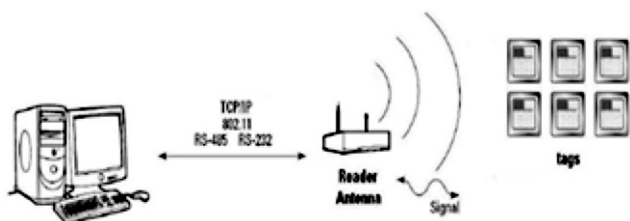
“Radio Frequency Identification (RFID) es una tecnología de punta para la completa identificación de objetos de cualquier tipo que permite una rápida captura de datos de manera automática mediante radio frecuencia” (Miquel, Parra, Lhermie y Miquel, 2006).

RFID es un método de identificación automática basado en el almacenamiento y la recuperación de datos que utilizan ciertos dispositivos llamados etiquetas RFID (Lee, Shin y Kim, 2007). La premisa básica detrás de los sistemas de RFID es marcar los artículos con etiquetas. Estas etiquetas contienen transpondedores (dispositivos receptores y transmisores de señales) que emiten mensajes legibles por los lectores RFID. Una de las extensiones más comunes de las técnicas de identificación de objetos es la función de seguimiento. Las personas pueden usar la técnica RFID para transferir los objetos físicos al sistema digital. A medida que estos datos de identificación de entrada en el sistema con información adicional, como la hora, la ubicación o incluso datos de sensores, se les da a los objetos una nueva característica, la trazabilidad (Weinstein, 2005). Además de la trazabilidad, con el uso de esta tecnología se obtienen las siguientes ventajas (Miquel, Parra, Lhermie y Miquel, 2006):

- B. Mayor automatización en el proceso de lectura de las etiquetas, puesto que la lectura se puede realizar sin necesidad de tener una línea de visión directa con el dispositivo lector.
- C. Ahorro en tiempo de lectura de las tarjetas, ya que es posible realizar la lectura simultánea de más de una etiqueta.

D. Visibilidad completa de toda la información almacenada dado que la información permanece intacta en la etiqueta.

E. Un sistema RFID está conformado habitualmente por tres elementos (véase figura 4): etiquetas (Tags), lectores y Middleware para integrar datos con diferentes aplicaciones (Fuchsíková, Kebo y Pavel, 2012).



Chavira *et al.* (2007)

#### A. Etiquetas RFID

La tecnología RFID utiliza tarjetas dotadas de un microchip que almacena datos y un circuito impreso a modo de antena emisora, utilizado para comunicarse a través de las señales de radio frecuencia. Las etiquetas RFID se pueden unir a cualquier artículo y se pueden adaptar a cualquier condición (humedad, polvo, suciedad, entre otros).

Las tarjetas o las etiquetas son clasificadas en dos categorías generales, activas y pasivas, dependiendo de su fuente de energía eléctrica. Las etiquetas activas tienen su propia fuente de energía y al transmitir una señal más fuerte los lectores pueden acceder a ellas desde una distancia más lejana (de 20 a 100 metros), así mismo, estas características hacen que este tipo de etiquetas sean más grandes y más costosas. Por otro lado, las etiquetas pasivas son más baratas y más pequeñas, al no contar con una batería integrada recogen la energía del campo electromagnético creado por el lector (Rubio y Villarroel, 2012).

#### B. Lectores

Un lector es un dispositivo electrónico que se comunica con las etiquetas través de la antena y lee la información almacenada en la etiqueta RFID. El lector puede tener diversas formas de diseño, ya sea como una forma fija o como un terminal móvil (escáner de datos) (Fuchsíková, Kebo y Pavel, 2012).

El lector de RFID crea un campo de frecuencia de radio que detecta las ondas y puede ser capaz de leer datos desde un transpondedor (dispositivo transmisor de señales) y escribir datos hacia este. Cuando una etiqueta RFID pasa a través de un campo de radiofrecuencia generado por un lector compatible, la etiqueta refleja de vuelta al lector la información de identificación sobre el objeto al que está unido identificando así ese objeto.

#### C. Middleware RFID

Es un tipo especial de *software* que se utiliza para recoger y filtrar datos de los dispositivos de lectura RFID. Por medio de este *software* se gestiona en tiempo real la información de lectura que han hecho los lectores, se recopilan los datos procesados, se transforman y se transfieren a otros sistemas de información existentes (Fuchsíková, Kebo y Pavel, 2012).

#### D. EPC

El Código Electrónico de Producto (EPC) es un identificador universal basado en Identificadores Universales de Recursos URIs; este código proporciona una identidad única para cada objeto físico en cualquier parte del mundo y para todos los tiempos (Karakostas, 2013). El EPC está diseñado para facilitar los procesos y las aplicaciones que requieren manipular los datos de visibilidad de los objetos físicos. El EPC es un esquema de numeración que proporciona una

identificación única para objetos físicos y sistemas. Esta identificación debe ser lo suficientemente grande como para enumerar todos los objetos y para dar cabida a todos los métodos de asignación de nombres actuales y futuros.

La numeración en EPC está basada en EPC-64, EPC-96 y EPC-256, tres modos de codificación, que son respectivamente 64, 96 y 256 bits de longitud [16]. No importa qué tipo de modo de codificación se utilice, el EPC incluye:

Cabecera que identifica la longitud, tipo, estructura, versión y generación del EPC;

Número de administrador que identifica la empresa o fabricante del objeto;

Clase de objeto; y

Número de serie, que es la instancia específica de la clase de objeto que se etiqueta.

Las etiquetas de RFID almacenan un EPC único en un chip y transmiten este código a través de una antena para lectores de RFID. En un entorno de red EPC global, un lector lee el código EPC en los objetos y se transmite al servidor de asignación de nombres de objeto (Object Name System: ONS). Al consultar en el servicio EPC-información del servidor (EPC Information Service) utilizando el código EPC, se puede obtener la información detallada del objeto (Lee *et al.*, 2007).

### E. NFC

NFC (Near Field Communication, Comunicación en Campo Cercano) es una tecnología inalámbrica de comunicación entre dispositivos (especialmente teléfonos móviles y asistentes personales). Esta tecnología fue desarrollada por Philips y Sony en 2002, y combina la tecnología

de conectividad inalámbrica RFID y tecnologías de interconexión para ofrecer una comunicación inalámbrica de corto alcance y de alta frecuencia entre dos dispositivos NFC ubicados a menos de 20 cm [17].

Los sistemas NFC constan de dos elementos: a) el iniciador, el cual comienza y controla el intercambio de información y b) el objetivo, que es el dispositivo que responde al requisito del iniciador.

En un sistema NFC hay dos modos de funcionamiento: activo y pasivo. En el modo activo los dispositivos generan su propio campo de radio frecuencia para transmitir datos. En el pasivo, solo uno de estos dispositivos genera el campo de radiofrecuencia mientras que el otro se utiliza para cargar de modulación para transferencias de datos (Chavira *et al.*, 2007).

## II. Aplicaciones

### A. Medicina y cuidado de la salud

Con el desarrollo de la internet y la aparición de posibilidades electrónicas para diagnosticar enfermedades (médico electrónico) se crea una modificación de la internet de las cosas, la cual permite mediante sensores inalámbricos y redes de internet, un flujo de información que integra los hospitales, los médicos y los pacientes generando un nuevo modelo médico.

Las principales aplicaciones de la internet de las cosas dentro de la medicina incluyen equipos médicos, control de mediación, gestión de la información médica, telemedicina, atención médica móvil y gestión de la salud personal; estos aspectos se pueden ver evidenciados en las siguientes aplicaciones:

1. Equipo médico y control de la medicación: sistemas de trazabilidad que permiten

controlar los procesos de producción, entrega, anti falsificación y rastreo de equipos médicos y medicamentos, garantizando la calidad de la medicina.

2. Prevención de la falsificación de los medicamentos y el equipo médico: identificación de los productos mediante la adhesión de etiquetas RFID en las cuales se puede consultar información, por lo que es una herramienta para la identificación de medicamentos falsificados (información referente a los medicamentos fabricados reunida en una sola base de datos pública).
3. Monitoreo constante en tiempo real: las etiquetas RFID aplicadas dentro del proceso de producción, circulación y uso de medicamentos llevan un registro del estado de los productos principalmente dentro de los procesos de envase puesto que estos son realizados de forma automática (verificación de los estándares de producción). De igual forma, la aplicación de etiquetas inteligentes permite una identificación rápida de los medicamentos defectuosos dentro de un lote o fecha específica de fabricación.
4. Administración de los desechos médicos: aplicación de etiquetas RFID que permiten realizar el mapeo y la ubicación de la basura médica, lo que genera un registro de la ubicación donde se genera la gestión de los residuos y evita cualquier tipo de complicación monetaria y legal por una mala disposición. Japón fue el pionero en la aplicación de esta técnica.
5. Administración de la información médica: la internet de las cosas ha sido aplicada en la administración de la información médica gracias a la demanda de hospitales para la identificación de los pacientes o médicos, identificación de medicamentos, equipos médicos o productos químicos de laboratorio; además, permite generar un registro médico del estado de cualquier enfermedad o los posibles signos de aparición de una de ellas.
6. Administración de la información del paciente: perfil electrónico del paciente, el cual incluye la historia clínica, exámenes médicos, registros de tratamientos y posibles alergias a medicamentos, esto logra proporcionar ayuda para que el personal médico que no ha tenido contacto con los pacientes logre prestar un servicio rápido y de calidad; así mismo, los médicos y las enfermeras pueden supervisar constantemente el estado del paciente sin necesidad de estar presentes.
7. Administración de las emergencias médicas: gracias a la recopilación y el almacenamiento de información del paciente en tarjetas RFID se facilita la identificación del paciente y sus familiares cercanos para compartir la información sobre el estado de salud de las personas que accedan en momentos críticos a cualquier hospital.
8. Administración del stock de medicamentos: reduce las operaciones manuales que incluyen procedimientos de registro y conteo de stock de inventarios; de esta manera, se puede identificar rápidamente la cantidad de medicamentos disponibles y garantizar el suministro oportuno de estos a los pacientes.
9. Mecanismos de prevención en preparaciones farmacéuticas: mediante la construcción de procedimientos y el almacenaje de estos dentro de las etiquetas RFID se logra la estandarización de los procedimientos para la



aplicación de medicamentos, la información almacenada dentro de las etiquetas incluye la dosis, el nombre del paciente, el tipo de medicamento y la posología.

10. Compartir información: gracias a la creación de una red entre hospitales es posible compartir la información que se encuentra en las etiquetas inteligentes (información sobre medicamentos, equipos médicos, médicos y pacientes) y permitir el acceso a la información en diferentes hospitales por diferentes médicos autorizados (las mejoras en los procedimientos serían posibles gracias a los distintos puntos de vista de los médicos involucrados los cuales pueden ser transmitidas dentro de la red de información).
11. Sistema antirrobo neonatal: sistema que integra la identificación y la recopilación de información de los padres y del bebé asegurándose de que no exista ninguna posibilidad de extraviar algún bebé dentro de los hospitales (prevención y seguridad interna).
12. Sistema de alarma: información del estado del paciente almacenado dentro de etiquetas inteligentes acompañada de alarmas que son activadas cuando existe alguna variación en su estado actual; de esta manera, cualquier variación en la salud alertará al personal médico, dando la ubicación del paciente y la posible causa de alteración de la salud del paciente (Hu, Xie y Shen, 2013).

### **ALMA (A Logistic Mobile Application)**

ALMA es una aplicación móvil que permite tener en cuenta la naturaleza dinámica de los problemas logísticos mejorando la calidad del servicio y la satisfacción de los clientes. Debido a la cantidad

de teléfonos inteligentes que existen en la actualidad es la mejor forma para informar sobre las ocurrencias dentro del proceso de entrega de cualquier tipo de producto (tráfico pesado, fallas en el motor, retenes excesivos, etc.) y del tiempo que se invertirá en darle solución a dichas ocurrencias sin generar un malestar en la infraestructura total de las actividades logísticas.

La aplicación ALMA está basada en High Performance Computing o HPC, una infraestructura que hace uso de clúster —computadoras creadas con *hardware* similares que se comportan como una única gran computadora—, grids —computación distribuida con recursos compartidos— y redes P2P —computadoras conectadas en red que pueden funcionar sin clientes ni servidores— por medio de una localización que tenga la disponibilidad de dispositivos necesarios; debido a los avances tecnológicos (desarrollo de la banda ancha y su comercialización) la comunicación P2P se ha tornado la más económica y atractiva para dar solución a gran variedad de problemas logísticos que se han presentado hasta la actualidad. La arquitectura general de ALMA se basa en dos estructuras, la estructura de comunicación y la estructura HPC.

### **Estructura de comunicación**

Todos los productos son identificados por etiquetas inteligentes; cuando un bien es entregado la persona encargada de realizar el transporte escanea la etiqueta y transmite toda la información en tiempo real a los encargados en el centro de logística, esta operación se realiza mediante un teléfono inteligente conectado a través de 3G o Wi-Fi. Del mismo modo, cualquier novedad (cambios de ruta por tráfico, tráfico excesivo, fallos mecánicos, etc.) que se genere dentro del proceso de transporte será informada

por medio de la aplicación, la información será recopilada por el centro de control lo que permitirá tener un registro constante y continuo del estado de cualquier producto que está siendo transportado o que será transportado.

### *Estructura HPC*

La estructura HPC está compuesta por el corredor y por el entorno para la comunicación. El corredor está diseñado para seleccionar la mejor estructura HPC entre varias posibilidades, estas arquitecturas pueden ser clúster, *grids* o redes P2P. Para un problema determinado, el agente encargado selecciona la topología y los dispositivos que estarán involucrados. El objetivo principal del corredor es facilitar la selección de la estructura informática que cumplirá con las restricciones (tiempo, distancia, etc.) para la transmisión de información en tiempo real.

Se reconocen dos actividades principales dentro del diseño del corredor: 1) la supervisión de los recursos informáticos disponibles (red P2P, *grids* o los clúster) y 2) el tiempo de computo (*computation time*) para el problema que está siendo considerado.

Por otra parte, el entorno para la computación está basado en P2PDC, el cual es un entorno descentralizado P2P dedicado especialmente a la realización de aplicaciones o actividades paralelas. P2PDC es usado por científicos que desean realizar simulación numérica o para resolver problemas de optimización mediante metodológicas iterativas que necesita un intercambio de datos constante entre colegas.

La aplicación ALMA combina un estructura de comunicación y actividades de computación paralela/distribuida, con el fin de obtener rápidamente soluciones para los diferentes inconvenientes generados dentro de las rutas de

distribución o las actividades logísticas, la infraestructura HPC hace uso de un corredor para seleccionar el método tecnológico más convenientes y designar el número de recursos necesarios para llevar a cabo cálculos de acuerdo con unos límites establecidos por la misma actividad en estudio (El-Baz, Bourgeois, Saadi y Bassi, 2013).

### **Sistema de monitoreo para la calidad de alimentos**

Debido a la importancia de la calidad de los alimentos dentro del proceso de producción y distribución de estos, se ha planteado un sistema de recopilación de información basado en la internet de las cosas, donde es posible intercambiar información en tiempo real, compartir recursos y mejorar la sincronía entre actividades. Los usuarios del sistema de vigilancia proporcionan diferentes estructuras dependiendo del tipo de actividad que realicen; esto implica que la información a la que se puede acceder está determinada por la función de los individuos dentro de todo el proceso logístico (seguridad de la información por capas de accesibilidad). A continuación, se describen las diferentes capas dentro de la estructura de la aplicación.

*Sensing network* o capa de detección es la fuente de datos, no solo es usada para la recopilación de datos (por medio de dispositivos externos) que se producen dentro de los procesos de fabricación, procesamiento, distribución y ventas, sino que también provee todas las herramientas para la recopilación de los datos, la transmisión de la información y la visualización de esta. Los dispositivos para la recopilación de información incluyen dispositivos RFID, barras de código, lectores de código QR, cámaras de video, sensores infrarrojos, GP y otros dispositivos.

La capa de red y transporte está integrada por la red de comunicación móvil, internet y otras redes de uso privada (conexión WLAN o comunicación por satélite). Por medio de esta capa y por diferentes tipos de conexión, los dispositivos externos que hacen parte de la capa de detección “ofrecen” la información recopilada a la capa de aplicación (interfaz con la cual interactúa directamente el usuario) con altos grados de accesibilidad, confiabilidad y seguridad.

La nube permite el almacenamiento, lo que permite alcanzar una administración masiva de datos, una gestión centralizada (evita la desviación de información), estandarización de los datos (formatos únicos para la presentación de la información), intercambio de información, administración de la información para varias capas de detección, etc.

La capa de gestión y la capa de aplicación están diseñadas para asegurar el intercambio de información entre los departamentos encargados de diferentes actividades logísticas y los usuarios que hacen parte de estos, es decir, que existe una comunicación entre las diferentes aplicaciones diseñadas para los diferentes departamentos y usuarios del sistema. Una combinación de la información de los departamentos gracias a la internet de las cosas generara un mayor conocimiento de la información relevante dentro de todas las actividades logísticas.

En este caso, las etiquetas RFID usadas dentro del proceso de fabricación se utilizan para registrar la información de materias primas (fechas de inspección, fecha de fabricación, número de lote, fecha de vencimiento, etc.); además, es posible incluir información relacionada con los fabricantes. Las etiquetas utilizadas dentro del proceso de distribución son usadas para registrar la información sobre la circulación de los

productos, información sobre el tipo de almacenamiento e información sobre la estantería donde se almacenarán —esto para asegurar las condiciones y preservar la calidad de los productos—. Toda la información recopilada es administrada mediante un RFID *middleware* el cual se encarga de generar las conexiones necesarias para llevar toda la información hasta la capa de aplicación que es usada por el usuario.

La tecnología clave dentro de los sistemas de almacenamiento digital que son usados dentro del sistema de vigilancia para los alimentos incluye:

1. Arquitectura básica que permite el almacenamiento, el despliegue y la gestión de la información que es almacenada.
2. Gestión integrada de todos los servicios caracterizada por el acceso, la organización y la gestión de las aplicaciones de forma integrada —interconexiones entre todas las capas de aplicación para cada uno de los usuarios.
3. Uso y construcción de protección en cada uno de los dominios, se implementan niveles de seguridad en cada una de las capas del sistema (seguridad operacional y seguridad de la información). Es imprescindible un sistema de seguridad debido a la cantidad de información que es compartida entre los diferentes departamentos (Ying y Fengquan, 2013).

### **Aeroespacial y aviación**

La internet de las cosas puede ayudar a mejorar la seguridad general en los servicios que son prestados por las aeronaves; la industria de la aviación se encuentra amenazada constantemente por partes sospechosas no probadas (sus siglas en

ingles SUP). Una SUP es una parte que no garantiza los estándares básicos de calidad (esencialmente materiales con los que son construidas) para ser utilizada dentro de una aeronave, actualmente la única forma de confirmar la autenticidad una pieza son documentos que pueden ser fácilmente falsificados, lo cual aumenta el riesgo de incluir SUP dentro de una aeronave aumentando la probabilidad de accidentes.

Esta problemática puede ser fácilmente resuelta mediante la inclusión de etiquetas inteligentes para ciertos tipos de piezas —donde se documente su lugar de procedencia y las recomendaciones para la seguridad durante todo su ciclo de vida—, esta información será almacenada en un servidor descentralizado el cual pueda ser consultado por todos los ingenieros y encargados de la construcción y la reparación de las aeronaves reduciendo de esta manera la cantidad de piezas SUP que puedan ser utilizadas e instaladas dentro de las aeronaves.

También es posible realizar un monitoreo inalámbrico continuo de cada una de las piezas cuando estas son usadas mediante la aplicación de sensores dentro y fuera de las aeronaves lo que facilitara la planeación para el mantenimiento y el cambio de las piezas, disminuyendo los costos excesivos por mantenimientos innecesarios.

Es posible desarrollar sistemas de monitoreo para asegurar la calidad que es percibida por los usuarios de las diferentes aerolíneas, aplicando etiquetas inteligentes dentro de las bodegas de los aviones y en los procesos que preceden los transportes aéreos (manipulación y transporte desde las bodegas hasta la bodega de los aviones), de esta forma la satisfacción de los clientes estará asegurada (De Saint-Exupery, 2009).

## **Telecomunicaciones**

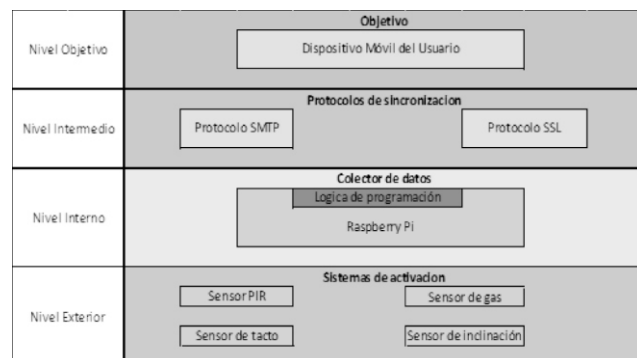
La creación de la internet de las cosas ha permitido ampliar y fusionar las diferentes tecnológicas y así crear nuevas posibilidades y medios de comunicación entre los usuarios y las cosas (GSM, tecnología NFC, Bluetooth, redes multi hop, SIM cards, etc.). Para todos los tipos de comunicación, el teléfono móvil hace parte indispensable del sistema de interacción puesto que es el lector de toda la información y además permite transmitir dicha información a servidores donde puede ser almacenada, filtrada y administrada según las necesidades del usuario.

A largo plazo y gracias al desarrollo de nuevas posibilidades de transferencia de información y el auge de los teléfonos móviles —además de la implementación de nuevas tecnologías dentro de estos—, la frontera de la internet de las cosas y las telecomunicaciones se difuminará y permitirá una combinación total, generando servicios situacionales de comunicación (transferencia inmediata y automática de la información independiente del método comunicación entre objetos y sin importar los dominios), lo cual permite que los usuarios tengan una comunicación ilimitada y aprovechen la comunicación con el entorno y la informática establecida dentro de este (De Saint-Exupery, 2009).

## **Metamodelo**

Basado en la información anteriormente recopilada, es posible crear un metamodelo que permita entender el funcionamiento de un prototipo aplicable a cualquier entorno (social, industrial, etc.) fundamentado en la computación ubicua que permita el desarrollo de aplicaciones para mejorar el flujo de información en una red de

comunicación y el estudio de las condiciones generales del entorno, reduciendo al máximo la intervención del usuario dentro de este proceso.



Cada nivel dentro del metamodelo representa un proceso que se debe llevar a cabo para que el sistema cumpla su objetivo, el cual corresponde a la captura y la sincronización de información para que esta pueda ser usada o consultada por el usuario.

El primer nivel correspondiente al *nivel exterior*, recibe este nombre pues es el nivel que se encuentra expuesto a cambios generados por factores exógenos al sistema, también pueden ser considerados los activadores de las funciones del sistema —corresponden a algunos sensores que captan cambios en las características del entorno, cada uno de estos detecta un tipo de modificación del entorno específica—; estos activadores al detectar algún tipo de alteración envían por medio de cables un impulso eléctrico que es dirigido a la unidad GPIO de la Raspberry Pi.

Después de que este impulso es generado si no existe ningún tipo de proceso para transformarlo simplemente se perderá, es decir, no desencadenará ningún tipo de reacción dentro del sistema, por esta razón el *nivel interno* es tan importante, dentro de este y gracias a la Raspberry Pi es posible crear una *Lógica de Programación* la

cual convertirá el impulso eléctrico en dos tipos de datos —esto se debe a que el sistema tendrá dos formas de alertar al usuario, la primera mediante un email y la segunda mediante la sincronización de datos multimedia—, es posible generar cualquier tipo de reacción gracias al *hardware* que posee la Raspberry Pi y los diversos dispositivos de salida que se pueden encontrar.

El *nivel intermedio* permitirá el flujo de información haciendo uso de la internet y de protocolos para la sincronización de información (SMTP y SSL) hasta el usuario el cual corresponde al *nivel exterior objetivo* donde también se incluyen los dispositivos móviles que puedan ser usados por este para acceder a la información.

## Referencias

- Chavira, G., Nava, S. W., Hervas, R., Bravo, J. y Sánchez, C. (2007, sep.). Combining RFID and NFC Technologies in an Aml Conference Scenario. *IEEE Conf. Publitions* (pp. 165-172).
- De Saint-Exupery, A. (2009). Internet of Things: Strategic Research Roadmap. *Eur. Res. Clust. Internet Things*, p. 50.
- El-Baz, D., Bourgeois, J., Saadi, T. y Bassi, A. (2013). ALMA, A Logistic Mobile Application based on Internet of Things. *IEEE Conf. Publitions*, pp. 355-358.
- Fuchsíková, P., Kebo, V. y Pavel, S. (2012). RFID technology for special food moulds. *IEEE Conf. Publitions*, pp. 183-188.
- García, A. (2012). *El Internet de las Cosas y los*

- nuevos riesgos para la privacidad* (tesis de maestría). Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Guo, L. G., Huang, Y. R., Cai, J. y Qu, L. G. (2011). Investigation of Architecture , Key Technology and Application Strategy for the Internet of Things. *IEEE Conf. Publitions*, 2, 1196-1199.
- Hu, F., Xie, D. y Shen, S. (2013). On the Application of the Internet of Things in the Field of Medical and Health Care. *IEEE Conf. Publitions*.
- Karakostas, B. (2013, ene.). 0A DNS Architecture for the Internet of Things: A Case Study in Transport Logistics, *Procedia Comput. Sci.*, 19, 594-601.
- Lee, S. D., Shin, M. K. y Kim, H. J. (2007, feb.). EPC vs. IPv6 mapping mechanism. *IEEE Conf. Publitions*, vol. 2, pp. 1243-1245.
- Liang, Z. and X. Lian, “Application research of EPC network in reverse logistics,” *IEEE Conf. Publitions*, pp. 369–372, Oct. 2012.
- Liu, R. Y. Wang, H. Yang, and W. Pan, “An Evolutionary System Development Approach in A Pervasive Computing Environment,” *IEEE Conf. Publitions*, pp. 194–199, 2004.
- Liu, Y. and L. Feng, “PCA : A Reference Architecture for Pervasive Computing,” *IEEE Conf. Publitions*, pp. 99–103, 2006.
- Lupiana, D. C. 2O'Driscoll, and F. Mtenzi, “Taxonomy for ubiquitous computing environments,” *IEEE Conf. Publitionses*, no. 1, pp. 469–475, Jul. 2009.
- Meddeb, M., M. Ben Alaya, T. Monteil, A. Dhraief, and K. Drira, “M2M Platform with Autonomic Device Management Service,” *Procedia - Procedia Comput. Sci.*, vol. 32, pp. 1063–1070, 2014.
- Miquel, S., F. Parra, C. Lhermie, and M. Miquel, *Distribución comercial*. 2006.
- Ramirez, G. A. “Evaluación de introducción de internet de objetos en espacios de aprendizaje,” Universidad Carlos III de Madrid, 2010.
- Rubio, J. and S. Villarroel, *Gestión de pedidos y stock*. 2012, p. 182.
- Sakamura, K. and N. Koshizuka, “Ubiquitous Computing Technologies for Ubiquitous Learning,” *IEEE Conf. Publitions*, pp. 11–20, 2005.
- Sarma, S., D. Brock, and D. Engels, “Radio frequency identification and the electronic product code,” *IEEE J. Mag.*, vol. 21, no. 6, pp. 50–54, 2001.
- Tan, L. and N. Wang, “Future internet: The Internet of Things,” *IEEE Conf. Publitions*, vol. 5, pp. V5–376–V5–380, Aug. 2010.
- Weinstein, R. “RFID : A Technical Overview and Its Application to TECHNOLOGY,” *IEEE J. Mag.*, vol. 7, no. 3, 2005.
- Ying, F. and L. Fengquan, “Application of Internet of Things to the Monitoring System for Food Quality Safety,” *IEEE Conf. Publitions*, pp. 296–298, Jun. 2013.