



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE CIENCIAS  
ESCUELA DE COMPUTACIÓN

HERRAMIENTA DE AUTOMATIZACIÓN,  
MONITOREO Y ANÁLISIS DE  
COMPONENTES Y ARTEFACTOS BASADOS  
EN EL INTERNET DE LAS COSAS

PEDRO LUIS BOLL LUGO  
CÉDULA: 20.173.376

TUTOR:  
PROF. ANTONIO RUSONIELLO

CARACAS, OCTUBRE 2023

# Agradecimientos

.

# Resumen

La ubicuidad de una creciente cantidad de dispositivos inteligentes que se pueden conectar e interactuar con otros sistemas y dispositivos, aunado a la presencia de cada vez más sensores capaces de leer múltiples variables como de actuadores que se accionen siguiendo un comportamiento preestablecido han generado la necesidad de poder tratar con la complejidad subyacente tanto del volumen de datos que se generan en el proceso, así como también de formas adecuadas de presentar la información capturada de dichos procesos, sin dejar de lado la gestión de dichos procesos automatizados de una manera sencilla.

A esta situación donde se unen las capacidades de computo, de captura de información y de actuar sobre el ambiente, en conjunto con la posibilidad de conectarse a las redes es lo que ahora llamamos al internet de las cosas (o IoT por sus siglas en ingles). El potencial que representa el internet de las cosas en la actualidad aunque amplio puede verse incompleto sin sistemas que sean capaces de brindar de manera adecuada información útil a los usuarios y la posibilidad de brindar la capacidad de controlar flujos automáticos de manera simple y centralizada ya sea que este desencadene una serie de actividades en nuestro hogar o sea un complejo conjunto de operaciones críticas en una industria.

A continuación se presenta una propuesta para comenzar a llenar ese vacío fundamental entre la observabilidad y la gestión de dichos dispositivos IoT, mostrando el desarrollo e investigación realizado para crear una herramienta de visualización de datos de sensores, así como también la posibilidad de poder controlar los elementos configurables (actuadores) a través de la creación de flujos de automatización. Por tales objetivos a está software desarrollado lleva el nombre de “HAMACA” que no es más que el acronimo de “Herramienta de Automatización, Monitoreo y Análisis de Componentes y Artefactos”, como tanto nos gusta a los desarrolladores usar para nombrar nuestros proyectos.

Palabras Claves: Internet, Computador, Internet de las Cosas, Sistemas automatizados, Monitoreo, Visualización.

# Índice general

<b>Agradecimientos</b>	<b>2</b>
<b>Resumen</b>	<b>3</b>
<b>Lista de figuras</b>	<b>7</b>
<b>Lista de tablas</b>	<b>8</b>
<b>1. Introducción</b>	<b>9</b>
<b>2. Problema de Investigación</b>	<b>11</b>
2.1. Planteamiento del Problema . . . . .	11
2.1.1. Justificación . . . . .	11
2.1.2. Alcance . . . . .	12
2.1.3. Objetivos . . . . .	12
2.1.3.1. Objetivos Generales . . . . .	12
2.1.3.2. Objetivos Específicos . . . . .	12
<b>3. Internet de las Cosas</b>	<b>14</b>
3.1. Definición . . . . .	14
3.2. Modelos de Comunicación . . . . .	15
3.2.1. Comunicación Dispositivo a Dispositivo . . . . .	15
3.2.2. Comunicación Dispositivo a la Nube . . . . .	15
3.2.3. Comunicación Dispositivo a Puerta de Enlace . . . . .	15
3.2.4. Comunicación Dispositivo a Intercambio de Datos en Back-end . . . . .	16
3.3. Aplicaciones del Internet de las Cosas . . . . .	17
3.3.1. Hogares . . . . .	17
3.3.2. Industrias . . . . .	18
3.3.3. Transporte . . . . .	18
3.3.4. Comercio y Logística . . . . .	19
3.3.5. Tecnologías Vestibles . . . . .	19
3.3.6. Medicina y Salud . . . . .	19
3.4. Interoperatividad entre Infraestructuras y Dispositivos . . . . .	20
3.4.1. Ecosistemas . . . . .	20
3.4.2. Restricciones . . . . .	20
3.4.3. Riesgos . . . . .	20
3.4.4. Sistemas Heredados . . . . .	20

3.4.5.	Configuración de dispositivos . . . . .	20
3.5.	Protocolos y Estándares Utilizados . . . . .	20
3.5.1.	Protocolos . . . . .	20
3.5.1.1.	HTTP . . . . .	20
3.5.1.2.	MQTT . . . . .	20
3.5.1.3.	IPv4 e IPv6 . . . . .	21
3.5.2.	Estándares . . . . .	21
3.5.2.1.	Bluetooth . . . . .	21
3.5.2.2.	Redes Celulares . . . . .	21
3.5.2.3.	NFC . . . . .	21
3.5.2.4.	Wifi . . . . .	21
3.5.2.5.	Zigbee . . . . .	21
3.5.2.6.	Z-Wave . . . . .	21
3.6.	Seguridad . . . . .	21
<b>4.</b>	<b>Herramientas de Monitoreo, Visualización y Control</b>	<b>23</b>
4.1.	Herramientas de Monitoreo . . . . .	23
4.2.	Herramientas de Visualización . . . . .	23
4.3.	Herramientas de Control . . . . .	23
<b>5.</b>	<b>Diseño e Implementación</b>	<b>24</b>
5.1.	Diseño de la solución . . . . .	24
5.2.	Implementación de la solución . . . . .	24
<b>6.</b>	<b>Entorno de Pruebas</b>	<b>25</b>
6.1.	Escenarios de pruebas . . . . .	25
6.1.1.	Dispositivos IoT . . . . .	25
6.1.1.1.	Raspberry Pi 3B . . . . .	25
6.1.1.2.	Raspberry Pi Zero . . . . .	25
6.1.1.3.	Arduino Uno . . . . .	25
6.1.2.	Aplicación HAMACA . . . . .	25
6.1.2.1.	Captura de Información . . . . .	25
6.1.2.2.	Visualización de datos . . . . .	25
6.1.2.3.	Monitoreo de Dispositivos . . . . .	25
6.1.2.4.	Control de Dispositivos . . . . .	26
<b>7.</b>	<b>Casos de Uso</b>	<b>27</b>
7.1.	Laboratorios de Investigación y Desarrollo . . . . .	27
7.1.1.	Entornos Académicos . . . . .	27
7.1.2.	Entornos Industriales . . . . .	27
7.2.	Ambientes Domésticos . . . . .	27
7.3.	Oficinas . . . . .	27
<b>8.</b>	<b>Resultados, Limitaciones y Trabajos Futuros</b>	<b>28</b>
8.1.	Resultados . . . . .	28
8.2.	Limitaciones . . . . .	28
8.3.	Contribuciones . . . . .	28

---

8.4. Trabajos Futuros . . . . .	28
<b>9. Conclusiones</b>	<b>29</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>30</b>

# Índice de figuras

3.1. Modelo dispositivo a dispositivo . . . . .	15
3.2. Modelo dispositivo a la nube . . . . .	15
3.3. Modelo dispositivo a puerta de enlace . . . . .	16
3.4. Modelo dispositivo a intercambio de datos en back-end . . . . .	16

# Índice de tablas

3.1. Dispositivos de Internet de las Cosas basados en su campo de uso según McKinsey Global Institute . . . . .	22
--	----



# Capítulo 1

## Introducción

En general la adopción de nuevas tecnologías suele ocurrir de manera dispar. En algunas ocasiones la adopción es lenta y paulatina lo cual permite que pueda madurar en los diversos entornos en donde se implantan así como también permite crear formas ordenadas y planificadas de crecimiento de los elementos que se encuentran involucrados. Por otro lado también existen tecnologías que debido a su rápido crecimiento hacen que las personas y organizaciones deban adaptarse y ser flexibles en la manera en que se piensa se deben usar los avances, así como también la gama completa de oportunidades y debilidades que representa su uso.

Una de esas tecnologías que ha cambiado la manera en que los seres humanos actuamos es el computador personal. Con el acceso a una plataforma tan poderosa, la capacidad de poder automatizar elementos de la vida cotidiana y de procesos complejos en las industrias, se tiene la receta para ser una de las herramientas mas importantes que haya creado el hombre.

Otra tecnología que ha cambiado al mundo es la capacidad de acceder y compartir información a través de una red. Su evolución a lo largo del tiempo a lo que ahora es el internet ha sido uno de los avances cruciales en la historia. No es una tecnología reciente, pero se ha masificado y democratizado su acceso de tal forma que es un aspecto omnipresente para mas de la mitad de la población mundial. Las diversas plataformas que se apoyan en la red de redes nos han ayudado a masificar la adopción de otro conjunto enorme de otras tecnologías, pues su flexibilidad y la madurez de los procesos que involucran la capacidad de conexión es catalizador de oportunidades para resolver problemas.

Si juntamos los aspectos de computo y conectividad vemos que de manera disruptiva actualmente se tiene la oportunidad de mejorar y automatizar muchos de los procesos que antes por costo, logística o complejidad eran difíciles de llevar a cabo. El crecimiento en la información y en masificación de artefactos y elementos que obtienen datos de su entorno proveen a los involucrados de una nueva visión del funcionamiento de las cosas que no era posible. Es esta revolución de la información la llamamos "internet de las cosas" (o IoT por sus siglas en ingles) y es una tendencia en la tecnología en pleno crecimiento y que seguirá creciendo de manera activa en los años por venir.

Sin embargo como en casi todo nuevo avance en la tecnología, no ha venido sin presentar retos y dificultades propias. El gran volumen de información generado de manera automatizada, el control y monitoreo de dispositivos y artefactos a lo largo y ancho de complejos sistemas y y nuevos flujos automáticos donde antes no eran posibles de realizar hacen cada vez mas difícil el poder tener un panorama claro de las operaciones de estos sistemas por lo que se requieren de infraestructuras, plataformas y desarrollos nuevos para poder mejorar los aspectos de adopción mas ordenada de una forma tan nueva de hacer las cosas. Es así como nace la propuesta de comenzar a realizar la integración de tecnologías probadas que juntas puedan dar un mejor panorama en la observación y control de elementos de las operaciones y acciones que llevamos a cabo de manera automatizada en nuestro día a día.

En el siguiente trabajo de investigación se presenta una propuesta de un software que sea capaz de brindar la capacidad de mostrar datos en tiempo real e histórica provenientes de sensores y actuadores de dispositivos basados en el internet de las cosas, así como también la capacidad de crear flujos de automatización y control de los mismos, de forma que sea una plataforma centralizada para la gestión de los dispositivos IoT dentro de un ambiente en específico.

En el capítulo dos presentamos de una manera detallada el problema de investigación, los antecedentes y motivaciones que llevan a examinar este problema desde el punto de vista investigativo, así como cuales son los principios que justifican indagarlo. Con ese conocimiento podemos presentar una solución en donde se tiene el alcance del proyecto, así como también de plantean los objetivos generales y específicos con los que abordaran del punto de vista metodológico.

En los capítulos tres y cuatro se presentan los conceptos teóricos requeridos para abarcar los procesos mencionados previamente, en un primer momento tomando el concepto de internet de las cosas de manera clara y las ventajas y desventajas que ha tenido la adopción de este tipo de tecnologías en la sociedad y luego presentando un panorama sobre las herramientas de visualización y de control existentes y como el enfoque adecuado puede ayudar a cerrar la brecha entre los datos que se van generando y las gestión de dispositivos que son cada vez mas omnipresentes como complejos.

Para los capítulos cinco, seis y siete presentamos el marco metodológico utilizado para diseñar, crear, probar y validar el funcionamiento integral de los componentes desarrollados con el fin de poder cumplir con los objetivos planteados, incluyendo los posibles escenarios donde este proyecto puede dar un valor agregado a las estructuras existentes.

Por último, los capítulos ocho y nueve nos dan la presentación de los resultados finales tras el desarrollo, entendiendo las circunstancias con la que se desarrollo el problema y sugiriendo una serie de trabajos futuros pueden llevarse a cabo a partir de esta base. Ademas se establecen las conclusiones finales a las que se llegan marcando la tesis mencionada después de todo el trabajo investigativo realizado.

## Capítulo 2

# Problema de Investigación

### 2.1. Planteamiento del Problema

El evidente incremento actual en la cantidad de dispositivos inteligentes en los últimos años ha generado que estemos rodeados de sensores de toda índole, lo que representa una oportunidades de capturar información a la cual antes no se tenía acceso. Si a esa omnipresencia le agregamos el factor de conectividad presentes en dichos dispositivos vemos que estamos ante un tipo de tecnología disruptiva con el potencial para cambiar el entorno en los que todos hacemos vida.

El internet de las cosas, nombre que se le da a esta combinación entre dispositivos la capacidad de conexión establece que seremos capaces de automatizar muchas más tareas complejas basándonos en microdecisiones tomadas por los mismos dispositivos, haciendo uso de la información que recolectan y actuando en consonancia con ciertos criterios, haciendo más eficientes dichos procesos, consumiendo menos recursos, alertando sobre potenciales problemas, entre otras ventajas.

Sin embargo la cantidad de dispositivos, el volumen de información y la capacidad de computo requerido se incrementa a pasos agigantados haciendo que la capacidad de observar cada flujo de información de procesos y el control tanto automatizado como manual de dichos dispositivos se vuelva una tarea compleja. A pesar de la existencia de múltiples herramientas que permiten palear parte de esa problemática, son pocas las opciones que cumplen tanto la función de visualización de datos, de monitoreo de recursos así como también de la controlar complejos flujos de acciones de múltiples dispositivos de manera centralizada, además de no existir alternativas flexibles para quienes desean adaptar determinado aspecto de la automatizaciones.

#### 2.1.1. Justificación

Dada ese situación donde es cada vez mas complejo poseer aspectos de gestión y administración de los flujos de automatización en los que se encuentran dichos dispositivos que a la larga es necesario tener a la mano una o más herramientas que permitan rescatar la observabilidad de uno de esos aspectos funcionales de las automatizaciones de procesos basados en el IoT, ya sea en el monitoreo de los sensores, en la gestión de

data e información en tiempo real o histórica y por último el control de dichos dispositivos bajo rutinas predeterminadas.

Esto también significa que para quienes se encarguen de realizar inteligencia de negocios sobre dichos datos masivos se encuentran en una posición difícil para tratar de entender el contexto de los mismos y que información pueden aportar sin tener que ser exhaustivos o aplicando métodos complejos para tratar la información. Incluso como usuarios finales en la vida cotidiana se nos hace cada vez mas complejo observar todos los datos que se capturan de nuestros dispositivos y verlos de manera centralizada.

Es allí donde se requieren una nueva generación de herramientas de monitoreo, control, análisis y con la capacidad de poder sustentar dichos complejos procesos automáticos y presentarlos de manera fácil e intuitiva a las personas.

### 2.1.2. Alcance

Para comenzar a subsanar esa brecha en las herramientas se propone la creación de un desarrollo que en principio contemple una forma centralizada de monitorear y controlar dispositivos IoT, contando con la capacidad de observar los datos en tiempo real e histórico de los sensores y actuadores que se registren usando uno de los múltiples protocolos abiertos de conexión y con la capacidad de presentar información simplificada acordes a las necesidades que presente el usuario final para observar dichos datos. A su vez este trabajo debe servir de framework de desarrollos futuros en el área del IoT en general.

### 2.1.3. Objetivos

#### 2.1.3.1. Objetivos Generales

Se plantea el desarrollo de un software que permita observar y controlar dispositivos de forma transparente, intuitiva y flexible en la forma en que se presente información en tiempo real como histórica de los sensores y actuadores de dispositivos que se registren en el. Este desarrollo también debe poseer la capacidad de extender mediante módulos futuros casos de uso para implementar o extender sus capacidades iniciales a un rango mayor de dispositivos y estándares.

#### 2.1.3.2. Objetivos Específicos

Para alcanzar el objetivo general estipulado se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Establecer la arquitectura para una solución modular adecuada para dar soporte a un sistema basado en el monitoreo/control de dispositivos IoT de manera centralizada.
- Construir prototipos funcionales de uno o más dispositivos IoT para la captura de datos de las variables sobre los procesos que simulen de manera realista un escenario para validar el monitoreo y gestión a través del proyecto.

- Seleccionar y utilizar herramientas diseñadas para trabajar con estándares abiertos y que permita la integración de múltiples herramientas de diversas índole a lo largo del proyecto, para explotar de mejor forma la información obtenida de los dispositivos.
- Utilizar e integrar herramientas de visualización de datos de forma intuitiva, así como también que permitan el control de artefactos y dispositivos.

## Capítulo 3

# Internet de las Cosas

### 3.1. Definición

El “Internet de las Cosas”, también conocido como IoT por sus siglas en inglés es el término utilizado para designar al conjunto de artefactos y dispositivos que poseen la capacidad de conectarse entre ellos o a otras redes como el internet de forma que pueden transmitir y recibir datos e información. De manera formal no existe una definición estandarizada sobre el concepto de IoT, pues dependiendo de la organización puede considerarse el concepto desde el punto de vista desde el cual se observe el concepto, sea desde la perspectiva de las redes, desde el punto de vista de los dispositivos o bien desde el punto de vista de los sistemas automatizados.

La primera aparición del término fue realizada en la conferencia “Congressional Black Caucus Foundation 15th Annual Legislative Weekend” en Washington, D. C. en septiembre del año 1985 por parte de Peter Lewis [1] en donde define que “El Internet de las cosas, o IoT, es la integración de personas, procesos y tecnología con dispositivos y sensores conectables para permitir el monitoreo, estado, manipulación y evaluación remota de las tendencias de dichos dispositivos” [2].

Sin embargo este concepto fue olvidado hasta el año 1999 cuando Kevin Ashton independientemente lo utilizó ilustrar el poder de conectar Etiquetas de Identificación por Radio Frecuencia (RFID) usadas en las cadenas de suministro corporativas a Internet para contar y rastrear mercancías sin la necesidad de intervención humana [3].

Para fines prácticos, durante esta investigación se toma el concepto de original de Peter Lewis, al ser una propuesta genérica e independiente del aspecto funcional examinado. Sin embargo es importante recalcar el hecho que las Las diversas definiciones de IoT no necesariamente están en desacuerdo, sino que enfatizan diferentes aspectos de las tecnologías aplicadas sobre los dispositivos IoT desde diferentes puntos focales y casos de uso [3].

## 3.2. Modelos de Comunicación

Desde el punto de vista teórico, los dispositivos IoT pueden interconectarse de varias formas. Estos siguen el marco de desarrollo planteado por el estandar RFC-7452 [4] en el que se plantean 4 modelos de comunicación con características propias. Esos modelos son:

### 3.2.1. Comunicación Dispositivo a Dispositivo

Este modelo de comunicación es el mas simple de todos los paradigmas y consiste básicamente en poder conectar directamente los dispositivos independientemente del medio usado. Los dispositivos se comunican usando alguno de los protocolos y estándares disponibles que sean capaces de comprender. En el ámbito del IoT esta comunicación se realiza de manera inalámbrica y donde los datos o instrucciones suelen ser bastante pequeños o poco frecuentes (figura 3.1). En grandes cantidades estaríamos en presencia de un modelo netamente distribuido.

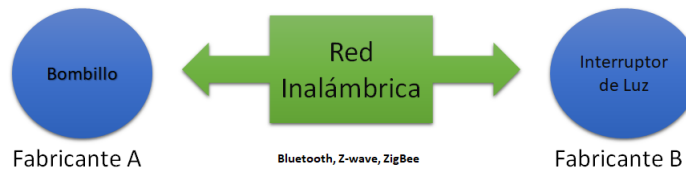


Figura 3.1: Modelo dispositivo a dispositivo

### 3.2.2. Comunicación Dispositivo a la Nube

En el modelo de comunicación dispositivo a la nube, la conexión del dispositivo se conecta directamente a una nube (propia o federada) usando un proveedor de servicio (figura 3.2). Este enfoque frecuentemente se aprovecha de los mecanismos de comunicación como redes celulares o la infraestructura de procesamiento de una organización de manera directa para establecer la conexión entre el dispositivo y el servicio en la nube.



Figura 3.2: Modelo dispositivo a la nube

### 3.2.3. Comunicación Dispositivo a Puerta de Enlace

El modelo de comunicación dispositivo a puerta de enlace establece una dispositivo o capa intermedia que concentre todas las comunicaciones (hub o broker) entre los dispositivos y de allí de ser necesario a otros fragmentos de la red o a internet (figura 3.3). Herramienta de Automatización, Monitoreo y Análisis de Componentes y Artefactos basados en el Internet de las Cosas

3.3). La ventaja de este enfoque es la capacidad de operar de manera centralizada parte de las comunicaciones de los dispositivos. Muchos protocolos están basados en el principio del paradigma de cliente-servidor por lo que este se adapta de manera natural al modelo.

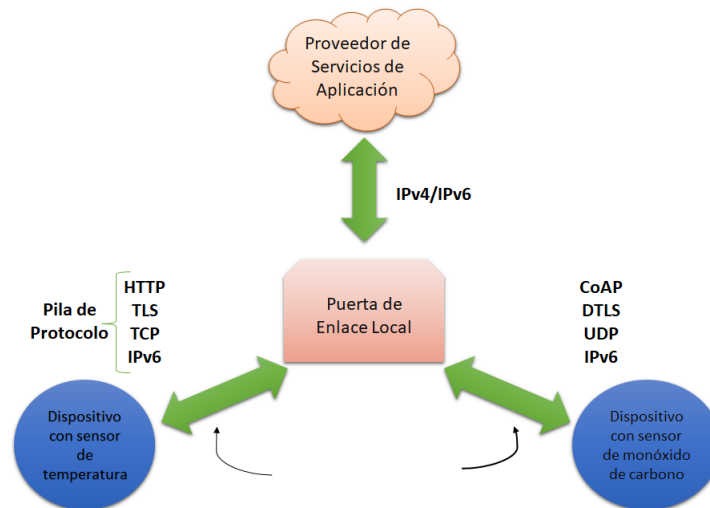


Figura 3.3: Modelo dispositivo a puerta de enlace

### 3.2.4. Comunicación Dispositivo a Intercambio de Datos en Back-end

Este modelo es una forma automatizada de conexiones, en donde el dispositivo envía los datos a una o más APIs para de manera transparente, haciendo que este pueda intercambiar la información entre servicios que no necesariamente están estructurados o que pertenecen a un tercero (figura 3.4). Particularmente este modelo es útil cuando se requiere que la información sea fácilmente accesible a través de múltiples plataformas o sistemas independientes.

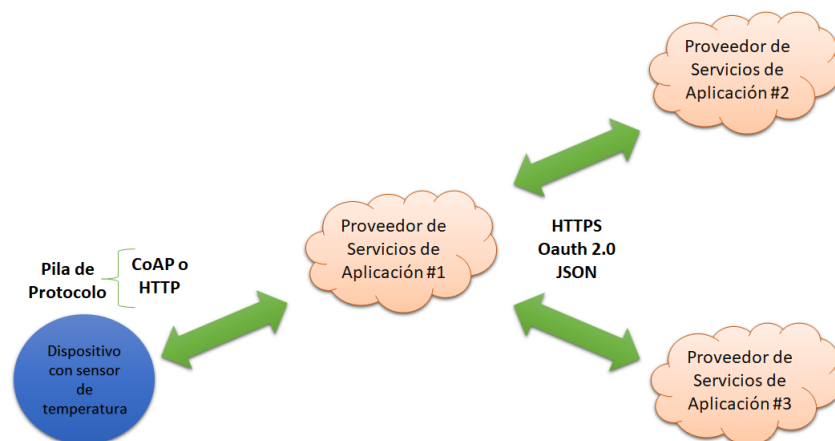


Figura 3.4: Modelo dispositivo a intercambio de datos en back-end



### 3.3. Aplicaciones del Internet de las Cosas

Si observamos la variedad de dispositivos distintos que encontramos tanto en la vida diaria como si pensamos en términos de los sistemas altamente industrializados, se hace evidente que la cantidad de distintos nichos donde el tener sensores o elementos actuadores hace que muchos procesos se vuelvan tanto dinámicos como reactivos. Las posibilidades de adopción dispositivos interconectados en flujos para automatizar procesos es algo que se está proporcionando la base de lo que llamamos computación ubicua.

Podemos categorizar según las formas de acción y su características, varios campos donde el internet de las cosas tiene y tendrá un impacto significativo para las personas y organizaciones. En la tabla 3.1 podemos observar alguna de esas categorías y ejemplos de tecnologías acordes. [5]

#### 3.3.1. Hogares

En los ambientes domésticos, tecnologías como el IoT son de rápida adopción. Ya podemos observar una amplia gama de distintos dispositivos que van desde bombillos inteligentes, pasando por artefactos de línea blanca hasta elementos estructurales como sensores en tuberías que permiten tener un nivel no solo de automatización sobre labores que tradicionalmente son tediosas o difíciles de realizar.

Las tecnologías IoT dentro de los hogares permiten tener una amplia posibilidad de personalización y comodidad, además que una de las promesas es que al operar obteniendo datos ambientales y de los recursos utilizados puede ajustar y optimizar su utilización lo que representa un nivel de eficiencia que antes no era posible verificar a tan alto detalle. También es posible ahora generar una serie de tareas programadas o rutinas diarias de los habitantes, que van desde aprovechar la luz solar en las habitaciones, limpieza de robots de las habitaciones o incluso ciertos aspectos de cuidados de mascotas también son posible ahora de administrar gracias a dispositivos inteligentes.

Hablando del manejo y monitoreo de recursos también ahora se abre la posibilidad de atender fenómenos recurrentes o críticos. Por ejemplo, sensores en tuberías pueden determinar si el flujo y la calidad de agua es adecuado para el consumo de la vivienda, pero también determinar si existe alguna anomalía como filtraciones. Otro caso donde puede verse uso son los sistemas de calefacción y aire acondicionados basados en termostatos inteligentes que se adaptan a la temperaturas existentes junto con otros sensores como los de movimientos dentro de una habitación para determinar la exigencia de tener una temperatura adecuada pero teniendo en cuenta el ahorro energético.

Aspectos como la seguridad también se hacen presentes en esta categoría. Los ya tradicionales sistemas de circuitos cerrados ahora son capaces de orquestarse junto con sensores de movimiento para poder determinar un escenario de intrusión o daños a la propiedad. También mediciones como los niveles de CO<sub>2</sub> y otros gases pueden alertar a los interesados sobre condiciones potencialmente peligrosas para los habitantes, incluso con la capacidad de alertar a las autoridades sobre el hecho anormal.

### 3.3.2. Industrias

Uno de los sectores con experiencia en la adopción de dispositivos con amplia variedad de sensores y actuadores son las industrias. Desde procesos roboticos cuya tolerancia sea mínima o flujos de tareas criticas para las operaciones se han aprovechado de esto durante años. Sin embargo la llamada industria 4.0 ahora agrega el factor de la interconexión de los sistemas con los dispositivos para presentar estados e información en tiempo real de los procesos automatizados.

Con la información obtenida de todos sensores implicados en los procesos automatizados los gerentes pueden entender de mejor forma se debe proceder a realizar una o mas tareas, ademas de ayudar a optimizar y encontrar puntos de mejoras en todas las etapas del proceso de producción, desde el suministro, el desarrollo y la creación, ahorrando tiempo y dinero al mismo tiempo [6].

La retroalimentación que se va generando en las automatizaciones debido a la existencia de estos dispositivos a manera de diagnostico ayudan a poder hacer ajustes de manera inmediata en cadenas de producción y lineas de ensamblaje. Otro aspecto positivo es tener la capacidad de monitoreo y funcionamiento optimo de maquinaria, de forma de realizar mantenimientos preventivos, lo que a la larga representa una reducción de costes y una mejora en la vida útil de las herramientas.

### 3.3.3. Transporte

En el caso del transporte, tanto público como privado las oportunidades que representa la capacidad de agregar sensores de manera transversal a la infraestructura existente es uno de los focos que tanto fabricantes, reguladores y gobiernos desean alcanzar. La revolución de los automóviles con capacidades de conducción autónoma es un ejemplo claro de como los sensores son capaces de brindar los datos necesarios para la toma de decisiones de los sistemas de control del automóvil sin asistencia y esa información recolectada es también útil para entrenar modelos de inteligencia artificial que permitan elevar el nivel de autonomía en la conducción de futuros modelos [7].

Otro punto que se benefician es en la cadena de suministros de repuestos. Un medio de transporte que es capaz de diagnosticar anomalías hace posible que se genere una cadena de producción directa a las necesidades requeridas, desde la fabrica de la parte hasta la solicitud de chequeo por parte del usuario.

En los sistemas públicos de transporte se benefician de poder traducir los datos en predicciones y en alertas para los usuarios, para ajustar itinerarios y también para poder masificar los servicios a mas personas, adaptandolo a las necesidades del entorno o del momento.

### **3.3.4. Comercio y Logística**

El comercio de bienes y servicios se ajusta a los modelos de internet de las cosas al tener una observabilidad que no se tenía previamente. Desde sensores que dan estado de un producto desde su producción hasta el momento en que es adquirido y garantizan su calidad hasta datos de localización para la vigilancia de mercancías son tecnologías que ya en la actualidad se utilizan trayendo beneficio a productores como a consumidores en general, haciendo mas transparente la cadenas de producción, buscando eficiencia y sostenibilidad como factores importantes en la actualidad.

Por el lado de la logística el rastreo de bienes, el intercambio de información de inventarios de manera automática basados en la identificación de productos entre proveedores, minoristas y consumidores finales genera confianza y representa nuevo niveles de seguridad, sobre todo al momento de hacer entregas de mercancías.

### **3.3.5. Tecnologías Vestibles**

Los weareables o tecnologías vestibles es uno de esos ámbitos en donde poco a poco se esta encontrando un nicho entre las personas. Desde relojes inteligentes, lentes para realidad aumentada y realidad virtual, prendas de vestir que vigilan nuestros signos vitales, entre otros muchos ejemplos son la forma que el internet de las cosas toma forma para esta categoría. La miniaturización de sensores y de elementos de computo está haciendo posible poder crear dichos elementos y que sean cada vez mas comunes en la vida cotidiana a pesar de retos como el consumo energético de los sensores y de las comunicaciones que estos realizan [8].

Accesorios como relojes inteligentes que son capaces de leer múltiples variables fisiológicas de forma de brindar un panorama general de la salud y otras características personales o trajes especiales, utilizados sobre todo en los deportes donde se busca tener una observación mas marcada del desempeño del deportista los dispositivos ayudan a brindar una mejor perspectiva de cara a entrenamientos y de encontrar métodos para alcanzar mas rendimiento brindando métricas en tiempo real como de forma histórica.

### **3.3.6. Medicina y Salud**

Muy a la par de las tecnologías vestibles, el área de la salud en general se ve beneficiada de la capacidad de poder obtener lecturas de variables fisiológicas así como de los signos vitales que puedan presentar los pacientes tanto en tiempo real como a lo largo de una intervención o de un tratamiento, así poder adaptar procedimientos, medicinas, dietas de los pacientes en búsqueda de una mas rápida evolución y mejora de las personas.

También podemos ver un avance en la efectividad de tratamientos médicos suministrados gracias a la capacidad de obtener la información de manera mas rápida y global por la presencia de esos sensores en los dispositivos que lleven los pacientes, sumando a la tendencia de poder brindar cada vez más tratamientos personalizados [9]. Además la conectividad del sistema de atención de la salud a través del internet de las cosas,

---

Herramienta de Automatización, Monitoreo y Análisis de Componentes y Artefactos  
basados en el Internet de las Cosas

hace hincapié en las necesidades del paciente, es decir, tratamientos proactivos, precisión mejorada cuando se trata de diagnóstico, la intervención oportuna por parte del personal de salud, en miras de una medicina cada vez mas preventiva en vez de una que sea reactiva.

### **3.4. Interoperatividad entre Infraestructuras y Dispositivos**

hue

#### **3.4.1. Ecosistemas**

hue

#### **3.4.2. Restricciones**

hue

#### **3.4.3. Riesgos**

hue

#### **3.4.4. Sistemas Heredados**

hue

#### **3.4.5. Configuración de dispositivos**

hue

### **3.5. Protocolos y Estándares Utilizados**

hue

#### **3.5.1. Protocolos**

hue

##### **3.5.1.1. HTTP**

hue

##### **3.5.1.2. MQTT**

hue

**3.5.1.3. IPv4 e IPv6**

hue

**3.5.2. Estándares**

hue

**3.5.2.1. Bluetooth**

hue

**3.5.2.2. Redes Celulares**

hue

**3.5.2.3. NFC**

hue

**3.5.2.4. Wifi**

hue

**3.5.2.5. Zigbee**

hue

**3.5.2.6. Z-Wave**

hue

**3.6. Seguridad**

hue.

Dispositivos de Internet de las Cosas		
Uso	Descripción	Ejemplos
Personas	Dispositivos acareados o implantados en el cuerpo humano	Dispositivos (tecnologías vestibles o digeribles) para monitorear y mantener la salud y el bienestar. Administración de tratamientos, incremento en desempeño del ejercicio físico
Hogar	Casas y edificios	Control de objetos y recursos del hogar y sistemas de seguridad
Ventas	Tiendas y distribuidores a minoristas	Tiendas, bancos, restaurantes, estadios, cualquier lugar donde un consumidor obtenga un producto o un servicio. Ofertas en tiendas, optimización de inventarios
Oficinas	Espacios de trabajo y de generación de conocimiento	Administración de recursos, seguridad en las oficinas. Productividad mejorada
Fabricas	Entornos de producción estandarizados	Lugares donde tengan rutinas repetitivas de trabajo, incluyendo granjas o líneas de producción. Operaciones eficientes, uso de equipamiento optimizado y de inventarios
Lugares de Construcción y extracción de material	Producción de materias primas	Infraestructuras en Minas, Petróleo y gas. Mantenimiento predictivo; seguridad laboral
Vehículos	Sistemas dentro de vehículos	Vehículos incluyendo carros, camiones, barcos, aviones y trenes. Mantenimiento basado en condiciones del sistema. Diseños basados en uso. Analítica preventas

Tabla 3.1: Dispositivos de Internet de las Cosas basados en su campo de uso según McKinsey Global Institute

## Capítulo 4

# Herramientas de Monitoreo, Visualización y Control

hue

### 4.1. Herramientas de Monitoreo

hue

### 4.2. Herramientas de Visualización

hue

### 4.3. Herramientas de Control

hue

## Capítulo 5

# Diseño e Implementación

hue

### 5.1. Diseño de la solución

hue

### 5.2. Implementación de la solución

hue



# Capítulo 6

## Entorno de Pruebas

### 6.1. Escenarios de pruebas

hue

#### 6.1.1. Dispositivos IoT

hue

##### 6.1.1.1. Raspberry Pi 3B

hue

##### 6.1.1.2. Raspberry Pi Zero

hue

##### 6.1.1.3. Arduino Uno

hue

#### 6.1.2. Aplicación HAMACA

hue

##### 6.1.2.1. Captura de Información

hue

##### 6.1.2.2. Visualización de datos

hue

##### 6.1.2.3. Monitoreo de Dispositivos

hue

**6.1.2.4. Control de Dispositivos**

hue

# Capítulo 7

## Casos de Uso

hue

### 7.1. Laboratorios de Investigación y Desarrollo

hue

#### 7.1.1. Entornos Académicos

hue

#### 7.1.2. Entornos Industriales

hue

### 7.2. Ambientes Domésticos

hue

### 7.3. Oficinas

hue

## Capítulo 8

# Resultados, Limitaciones y Trabajos Futuros

hue

### 8.1. Resultados

hue

### 8.2. Limitaciones

hue

### 8.3. Contribuciones

hue

### 8.4. Trabajos Futuros

hue

## Capítulo 9

# Conclusiones

hue  
hue

# Bibliografía

- [1] Chetan Sharma. Correcting The IoT History. <https://www.chetansharma.com/correcting-the-iot-history/>. [Accedido: 14-10-2023].
- [2] Kamlesh Lakhwani. *Internet of Things (IoT) : Principles, Paradigms and Applications of IoT*. BPB Publications, 2020.
- [3] Kare Rose & Scott Eldridge & Lyman Chapin. The Internet of Things: An Overview - Understanding the issues and Challenges of a More Connected World. Technical report, The Internet Society, Octubre 2015.
- [4] H. Tschfenig & others. Architectural Considerations in Smart Object Networking. Technical report, Internet Architecture Board, Marzo 2015.
- [5] James Manyika & otros. The internet of Things: Mapping the Value Beyond the Hype. [http://www.mckinsey.com/insights/business\\_technology/the\\_internet\\_of\\_things\\_the\\_value\\_of\\_digitizing\\_the\\_physical\\_world](http://www.mckinsey.com/insights/business_technology/the_internet_of_things_the_value_of_digitizing_the_physical_world), Junio 2015. [Accedido: 17-06-2017].
- [6] Jen Clark. What is industry 4.0? <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/industry-4-0/>, Octubre 2016. [Accedido: 18-06-2017].
- [7] Lynne Slowey. From automotive to mobility, the future of IoT for the car industry. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/automotive-future-iot/>, Febrero 2017. [Accedido: 17-06-2017].
- [8] Rahul. IoT applications spanning across industries. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/iot-applications-industries/>, Abril 2017. [Accedido: 17-06-2017].
- [9] Kevin Patel. 6 Benefits of IoT for Hospitals and Healthcare. <https://www.ibm.com/blogs/internet-of-things/6-benefits-of-iot-for-healthcare/>, Enero 2017. [Accedido: 17-06-2017].