UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERIA EN INFORMÁTICA Y SISTEMAS

GUATEMALA C.A.

**Control inteligente para la conectividad con dispositivos de entretenimiento para el hogar para transmitir instrucciones de voz por medio del asistente Alexa**

Informe de Tesis

Presentado por:

JUAN PABLO BALAN CONTRERAS

Para optar al Título de Ingeniero en Informática y Sistemas

en el grado académico de Licenciado

Guatemala, Marzo del 2022

Teléfono: (502) 24262626 ext. 3017

Fax: (502) 24262609

Campus Central, Vista Hermosa III, Zona 16

Guatemala, Ciudad. 01016

[fac\_ing@url.edu.gt](mailto:fac_ing@url.edu.gt)

**HOJA DE AUTORIDADES**

Autoridades de la Universidad

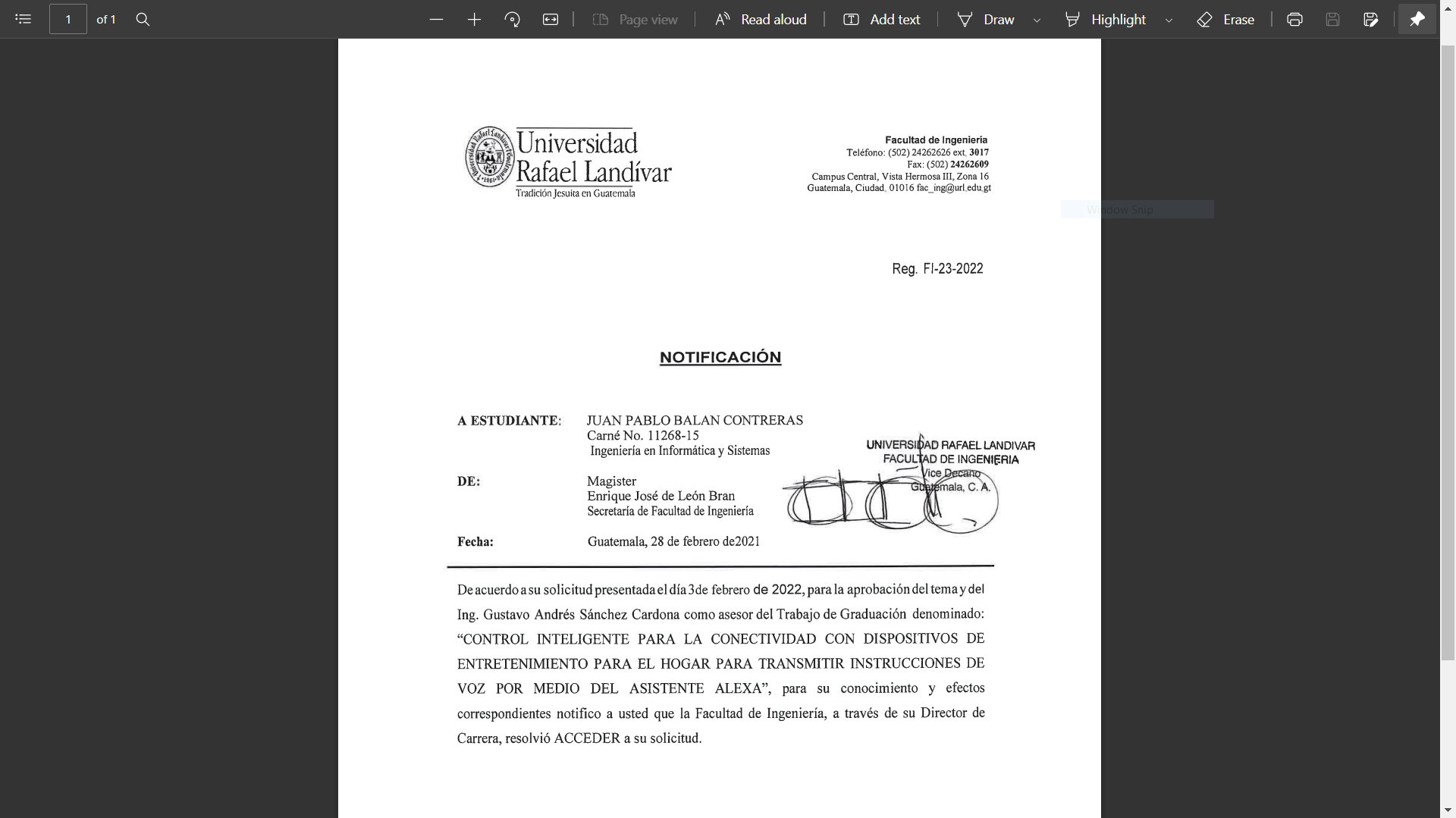
|  |  |
| --- | --- |
| Rectora | Licda. Guillermina Herrera |
| Vicerrector Académico | P. Rolando Alvarado S.J. |
| Vicerrector Administrativo | Lic. Ariel Rivera |
| Secretario General | Licda. Fabiola Padilla de Lorenzana |
| Director General de la Dirección General  De Campus y Sedes Regionales | P. Jorge Sarsaneda del Cid, S.J. |
| Director General de la Dirección General  De Investigación y Proyección | P. Eduardo Valdés Barría, S.J. |
| Vicerrector de Integración Universitaria | Dr. Carlos Cabarrús, S.J. |

Autoridades de la Facultad de Ingeniería

|  |  |
| --- | --- |
| Decano | Ing. Álvaro Zepeda |
| Vicedecano | Ing. Carlos García Bickford. |
| Secretaria | Ingra. Karen Morales |
| Director del Departamento de Ingeniería Industrial | Ingra. Gretel Meng |
| Director del Departamento de Ingeniería Mecánica | Ing. José Arturo Ruano |
| Director del Departamento de Ingeniería en Informática | Ing. Jorge Guillen Galván |
| Director del Departamento de Ingeniería Química | Ingra. Anabella López Lobos |
| Director del Departamento de Ingeniería Civil | Ing. Mario Roberto García |
| Representante de Catedráticos | Ing. Carlos Flores  Ing. Joram Gil |

|  |  |
| --- | --- |
| Asesor del Trabajo de Graduación | Ing. Gustavo Andrés Sánchez Cardona |

|  |  |
| --- | --- |
| Tribunal Examinador | Ing.  Ing.  Ing. |



Dedicatoria (opcional)

# Resumen Ejecutivo

con longitud de una hoja máximo incluyendo el listado de al menos cuatro palabras clave o descriptores del trabajo

**Índice**

[Resumen Ejecutivo 5](#_Toc111294893)

[Introducción 9](#_Toc111294894)

[Lo escrito sobre el tema 10](#_Toc111294895)

[Resumen crítico del Marco Teórico 11](#_Toc111294896)

[Dispositivos Electrónicos 11](#_Toc111294897)

[Conectividad 12](#_Toc111294898)

[Conectividad Inalámbrica 13](#_Toc111294899)

[Bluetooth 13](#_Toc111294900)

[Funcionamiento de Bluetooth 13](#_Toc111294901)

[Versiones de Bluetooth 15](#_Toc111294902)

[TCP/IP 16](#_Toc111294903)

[IPv4 17](#_Toc111294904)

[IPv6 17](#_Toc111294905)

[Dispositivos Inteligentes 22](#_Toc111294906)

[Sección 1: Cosas Físicas 24](#_Toc111294907)

[Sección 2: Comunicación de Canales 28](#_Toc111294908)

[Sección 3: Software 34](#_Toc111294909)

[Sección 4: Operaciones 39](#_Toc111294910)

[Sección 5: Datos 41](#_Toc111294911)

[Inteligencia Artificial 42](#_Toc111294912)

[Terminología de la Inteligencia Artificial 42](#_Toc111294913)

[Inteligencia artificial y desarrolladores 43](#_Toc111294914)

[IA en las empresas 43](#_Toc111294915)

[Características de la IA 44](#_Toc111294916)

[Alexa 44](#_Toc111294917)

[Funciones de Alexa 44](#_Toc111294918)

[Compatibilidad con Alexa 45](#_Toc111294919)

[Planteamiento del Problema 46](#_Toc111294920)

[Objetivos 47](#_Toc111294921)

[Hipotesis 48](#_Toc111294922)

[Variables 49](#_Toc111294923)

[Definición de las Variables 50](#_Toc111294924)

[Alcances Y Limites 51](#_Toc111294925)

[Aporte 52](#_Toc111294926)

[Método 53](#_Toc111294927)

[Sujetos 54](#_Toc111294928)

[Instrumentos 55](#_Toc111294929)

[Procedimiento 56](#_Toc111294930)

[Diseño y Metodología Estadística 56](#_Toc111294931)

[Presentación y Análisis de Resultados 57](#_Toc111294932)

[Discusión 58](#_Toc111294933)

[Conclusiones 59](#_Toc111294934)

[Recomendaciones 60](#_Toc111294935)

[Referencias Bibliográficas 61](#_Toc111294936)

**Índice de Gráficas**

**No se encontraron entradas de tabla de contenido.**

**Índice de Figuras**

[**Figura No. 1:** Dispositivos Electrónicos 12](#_Toc111294937)

[**Figura No. 2:** Modelo OSI 18](#_Toc111294938)

[**Figura No. 3:** Diagrama de una Pila de IoT de un Sistema de Sistemas 22](#_Toc111294939)

[**Figura No. 4:** Diagrama de flujo de un sensor a un actor 24](#_Toc111294940)

[**Figura No. 5:** Estructura de un microcontrolador 26](#_Toc111294941)

[**Figura No. 6:** Estructura de un dispositivo con un sistema IoT 27](#_Toc111294942)

[**Figura No. 7:** Sistema de 7 Capas Modelo OSI 28](#_Toc111294943)

[**Figura No. 8:** Modelo de Publicación y Suscripción 31](#_Toc111294944)

[**Figura No. 9:** Tipos de arquitectura para dispositivos IoT 33](#_Toc111294945)

[**Figura No. 10:** Sistema de Software IoT 35](#_Toc111294946)

[**Figura No. 11:** Diagrama de Big Data 42](#_Toc111294947)

**Índice de Fórmulas**

**No se encontraron entradas de tabla de contenido.**

**Índice de Tablas**

[**Tabla No. 1:** Alcance del bluetooth 13](#_Toc110973132)

[**Tabla No. 2:** Versiones de bluetooth 15](#_Toc110973133)

[**Tabla No. 3:** Divisiones de una dirección IPv6 19](#_Toc110973134)

[**Tabla No. 4:** Formato de la versión IPv6 21](#_Toc110973135)

[**Tabla No. 5:** Tabla de comparación de protocolos MQTT vs CoAP 32](#_Toc110973136)

**Índice de Dibujos 14**

**No se encontraron entradas de tabla de contenido.**

**Índice de Abreviaturas**

[Anexos 66](#_Toc110970228)

[Glosario 66](#_Toc110970229)

[Glosario de Términos 66](#_Toc110970230)

[Glosario de Abreviaturas 67](#_Toc110970231)

# Introducción

## Lo escrito sobre el tema

## Resumen crítico del Marco Teórico

### Dispositivos Electrónicos

Son diferentes componentes electrónicos que conforman circuitos electrónicos, los más comunes que se pueden mencionar son los diodos, las resistencias, los condensadores y transistores. A medida en que la miniaturización se populariza, cada vez se encapsulan cantidades mayores en espacios menores, en algunos casos por miles o millones, como pueden ser las tarjetas electrónicas de un ordenador.

A causa del abaratamiento de los dispositivos electrónicos, el acceso a internet y el término cada día más popular Internet de las cosas (IoT), por ello la domótica se adentra cada día más en el hogar de las personas, el tener un hogar inteligente que se adapte a las necesidades es cada vez más una realidad. Como un robot aspirador que se encargue de la limpieza durante el día, cámaras de seguridad vinculadas a los teléfonos celulares o una calefacción inteligente que se active bajo ciertos términos y temperaturas. (EcuRed, n.d.)

En la actualidad existen distintos tipos de dispositivos electrónicos que son muy utilizados cotidianamente dentro del hogar como pueden ser los siguientes (ver Figura No. 1).

**Figura No. 1:** Dispositivos Electrónicos



Fuente: (Entorno Sano, 2018)

En la imagen anterior se pueden observar ejemplos claros de los distintos tipos de dispositivos electrónicos que se pueden adaptar a un entorno hogareño del cual se pueden aprovechar distintas características bajo las limitaciones de cada dispositivo.

### Conectividad

Se denomina conectividad a la capacidad de establecer una conexión, comunicación o vínculo. El concepto suele aludir a la disponibilidad que tiene un dispositivo para ser conectado a otro o a una red.

En el terreno de la informática, la conectividad de una computadora (ordenador) está dada por su capacidad para conectarse a una red como Internet o a otros equipos y periféricos. Una computadora puede contar con conectividad WiFi, USB, PS/2 y FireWire, por ejemplo: esto quiere decir que el ordenador en cuestión se puede conectar a través de las mencionadas tecnologías. (Gardey, 2016)

#### Conectividad Inalámbrica

Se conoce como conectividad inalámbrica al diseño, configuración, instalación y mantenimiento de todos los elementos físicos necesarios para conectar entre si los dispositivos generadores-receptores de información (PC, servidores, impresoras, escáneres, cámaras, detectores, etc.) y conectarlos con las aplicaciones necesarias para el negocio, sin la utilización de cables o soportes de conectividad física. La conexión se realiza de forma inalámbrica. (INSTEL, n.d.)

La conectividad inalámbrica se alude a aquellas comunicaciones que se realizan sin cables, de modo en que el receptor y el emisor no se conectan por un medio físico, si no que se comunican por medio de ondas que viajan a través de un espacio. Como lo puede ser la comunicación entre dos teléfonos mediante la tecnología bluetooth y de esta manera compartir información sin el uso de cables.

### Bluetooth

Se describe como un protocolo de comunicaciones que sirve para la transmisión inalámbrica de datos, la cual es una tecnología de red desarrollada por IEEE 802.15.1 del Institute of Electrical and Electronics Engineers acuñado como un estándar industrial para conexiones inalámbricas de punto a punto para la transferencia de archivos virtuales, actualmente en su versión más reciente 5.0 en el año 2016 con una capacidad máxima de velocidad con 50 Mb/s. Es importante mencionar que bluetooth está diseñada para transferencia de datos en distancias cortas, por lo tanto, alcanza velocidades bajas de transferencia.

Bluetooth se deriva de la necesidad de disminuir el consumo innecesario de cables y sustituyendo a su vez la tecnología de infrarrojos la cual tenía un consumo de energía relativamente alto, incluyendo la necesidad de mantener un contacto visual directo sin interrupción.

#### Funcionamiento de Bluetooth

El funcionamiento de la tecnología bluetooth consiste en transmitir datos y voz a través de ondas de radio que operan en la banda ISM entre los 2,4 GHz, para ello se cuenta con el uso de Redes Inalámbricas de Área Personal (WPAN). Una de las ventajas de realizar la transferencia por radiofrecuencias consiste en que los dispositivos no deben estar alineados entre sí para compartir los archivos, sin embargo, los equipos si deben encontrarse en un radio de alcance corto, que comúnmente redonda entre los 10 m dependiendo del tipo de dispositivo, los cuales se pueden clasificar de la siguiente manera.

**Tabla No. 1:** Alcance del bluetooth.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo** | **Máxima potencia de transmisión** | **Máximo alcance (interiores)** | **Máximo alcance (exteriores)** | **Aplicaciones (ejemplos)** |
| Tipo 1 | 100 mW | 100 m | 200 m | Ordenadores, ordenadores portátiles |
| Tipo 2 | 2,5 mW | 10 m | 50 m | Adaptadores Bluetooth, ordenadores, ordenadores portátiles |
| Tipo 3 | 1 mW | 1 m | 10 m | Dispositivos móviles |

Fuente: (Digital Guide, 2020)

En la tabla anterior se describen las distintas clasificaciones de bluetooth que existen en la actualidad indicando la cantidad de potencia, el alcance máximo en interiores y exteriores y ejemplos en los cuales se cada caso respectivamente.

Para que un dispositivo sea compatible con bluetooth, se debe contar con un software adecuado para controlar la transferencia de datos, así como con un chip especial, que disponga de una unidad transmisora y otra receptora, y que este integrado en el hardware. Entre los fabricantes más conocidos de estos chips se encuentran Atheros, Nordic Semiconductor o Toshiba. También se puede conectar un adaptador bluetooth en el puerto USB de un dispositivo y con ello, añadir esta función.

La frecuencia dedicada a bluetooth es una banda ISM sin licencia entre los 2,402 GHz y los 2,480 GHz. Los dispositivos compatibles que cumplen los estándares del bluetooth SIG pueden, como dispositivos de corto alcance o Short Range Devices (SRD), enviar por este rango de frecuencias en todo el mundo y sin licencia. Para poder identificarlo sin ningún género de dudas, cada aparato está provisto de una dirección MAC de 48 bits individual.

Una conexión puede iniciarse en cualquier tipo de dispositivo, que se erige en “master” (“maestro”) frente a los “slaves” (“esclavos”, es decir, los dispositivos implicados) y que juntos establecen una red conocida como “piconet” (una red bluetooth). Esta puede existir durante un tiempo indefinido hasta que el dispositivo maestro vuelva a desactivar la función bluetooth en su sistema. Los dispositivos que se quieren conectar a una piconet “escuchan” en modo exploración cada 2,56 segundos a la espera de la señal del maestro. El establecimiento de la conexión se efectúa de media en 1,28 segundos. La conexión de dos o más dispositivos vía bluetooth también se conoce como “pairing” (“emparejar”).

En la práctica, los usuarios de una piconet tienen que encontrarse en proximidad directa y tener activa la función bluetooth en el dispositivo correspondiente. La activación se realiza, según el dispositivo, a través de un software especial, un panel de control o una tecla con el símbolo de bluetooth. Después, la conexión debe autorizarse por medio de un código PIN (que suele tener cuatro dígitos) que aparece en la pantalla del dispositivo esclavo o que se indica en el manual en cuestión. Este proceso, también conocido como “asignación de clave”, garantiza la seguridad frente a terceros y, por lo general, se realiza una sola vez. Después, el dispositivo “emparejado” se almacena en una lista y se conecta siempre de forma automática en cuanto la piconet está dentro de su alcance, siempre y cuando el bluetooth esté activado. (Digital Guide, 2020)

#### Versiones de Bluetooth

La primera versión registrada es la 1.0a del nuevo estándar e inalámbrico la cuál posee una velocidad de transmisión de datos de 732.2 kbps a mediados de 1999, con distintos desperfectos de seguridad y defectos iniciales, lo cual se repitió en su siguiente versión denominada 1.0b. Es hasta principios de 2001 en que sale una actualización 1.1 que se convierte en la base de un producto que se puede comercializar, desde entonces se ha seguido desarrollando y mejorando constantemente, principalmente en el tema de seguridad, la resistencia a las interferencias y la velocidad de conexión.

**Tabla No. 2:** Versiones de bluetooth.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Versión de Bluetooth** | **Lanzamiento** | **Máxima velocidad de trasmisión de datos** | **Novedades más importantes** |
| Bluetooth 1.0a | Julio de 1999 | 732,2 kb/s | Primera versión oficial |
| Bluetooth 1.0b | Diciembre de 1999 | 732,2 kb/s | Mejoras generales |
| Bluetooth 1.1 | Febrero de 2001 | 732,2 kb/s | Problemas de conexión y de seguridad resueltos; primera versión comercializable; cifrado; hasta siete conexiones simultáneas |
| Bluetooth 1.2 | Noviembre de 2003 | 1 Mb/s | Compatibilidad descendente con Bluetooth 1.1; menos susceptible a las interferencias gracias al AFH (Adaptative Frequency Hopping) |
| Bluetooth 2.0 + EDR | Noviembre de 2004 | 2,1 Mb/s | Tasas de transmisión de datos tres veces mayores gracias al EDR (Enhanced Data Rate); diversos métodos para el ahorro de energía; uso adicional de NFC (Near Field Communication) para el emparejamiento |
| Bluetooth 2.1 + EDR | Agosto de 2007 | 2,1 Mb/s | Conexión automática sin PIN gracias al Secure Simple Pairing |
| Bluetooth 3.0 + HS | Abril de 2009 | 24 Mb/s | Canal adicional de alta velocidad (HS) basado en Wi-Fi y UWB (banda ultra ancha) |
| Bluetooth 4.0 LE (Tambien: Bluetooth smart) | Diciembre de 2009 | 24 Mb/s | Pila de protocolos Low Energy (LE) para distintos métodos de ahorro de energía (p. ej., perfil GATT) para dispositivos pequeños; corrección de errores mejorada; cifrado de 128 bits |
| Bluetooth 4.1 | Diciembre de 2013 | 25 Mb/s | Los dispositivos más pequeños ya no necesitan intermediarios; IPv6 |
| Bluetooth 4.2 | Diciembre de 2014 | 25 Mb/s | Mejoras generales |
| Bluetooth 5.0 | Diciembre de 2016 | 50 Mb/s | Aumento considerable del alcance y de las tasas de transmisión de datos |

Fuente: (Digital Guide, 2020)

En la tabla anterior se pueden observar las distintas versiones que existen hasta la actualidad de bluetooth, en la cual se describen brevemente las novedades más importantes, la capacidad máxima de transferencia de datos y la fecha de lanzamiento.

Existen más de 10 versiones de bluetooth a excepción de la versión 4.0 que es compatible únicamente entre sí y en la actualidad las versiones anteriores a la versión 3.0 raramente se utilizan en dispositivos.

La versión 4.0 LE y su uso de pila de protocolos Low Energy hizo posible un bajo consumo, lo cual permite que bluetooth pueda ser utilizado en dispositivos pequeños como relojes inteligentes, cerraduras electrónicas, bombillas inteligentes, etc. desde este origen este estándar inalámbrico es uno de los principales impulsadores de IoT.

Luego la versión 4.1 ha permitido que incluso los dispositivos más pequeños puedan comunicarse con otros dispositivos sin intermediarios y una de sus novedades más significativas, es la compatibilidad con IPv6, que permite que todos los dispositivos del IoT compatibles con bluetooth tengan su propia dirección IP, permitiendo así que sea controlado a través de internet, hasta el momento la versión 4.2 es la versión con un máximo nivel tecnológico, que se caracteriza por sus paquetes de datos más pequeños, una mayor velocidad y una duración prolongada de batería con su respectiva seguridad.

La versión 5.0 que sigue especializándose en IoT y comparado con sus versiones anteriores, ha mejorado en todos los aspectos. Esta versión permite el aumento de transmisión en un 800 por ciento y un alcance hasta de 200 metros en el exterior o 40 metros en interior.

### TCP/IP

El Protocolo de Internet (IP) no fue inicialmente diseñado como un método de administración de direcciones en redes, sino, fue pensado como una tecnología para dividir una pila de red original como el Protocolo de Control de Transmisión (TCP) en la capa cuatro e IP en la capa tres. En estas versiones uno de los conflictos más preocupantes era el hecho de ¿Cómo empaquetar los datos y como enviar esos datos en algún lugar?, y es así como nace IPv4.

El Protocolo de Control de Transmisión (TCP) en su versión inicial v1, se diseña en 1973 (documentado a través de RFC 675), su versión 2 se diseña en agosto de 1977, Jon Postel sabe que va en la dirección equivocada con el Protocolo. Maynez (2019) menciona “*Estamos arruinando nuestro diseño de protocolos de Internet violando el principio de capas. Específicamente, estamos tratando de usar TCP para hacer dos cosas: servir como protocolo de extremo a extremo a nivel de host y como protocolo de enrutamiento y empaquetado de Internet. Estas dos cosas deben proporcionarse de una manera en capas y modular. Sugiero que se necesita un nuevo protocolo de red distinto, y que TCP se use estrictamente como un protocolo de extremo a extremo de host.*” (Maynez, 2019)

En ese instante TCP e IP, se dividen ambos en su versión 3. En su cuarta versión se agregan métodos de estabilidad convirtiéndose en IPv4, sin embargo, IPv5 es un intento fallido por expandir y resolver algunos de los problemas presentados en IPv4, el cual fue creado para admitir entregas eficientes de flujos de paquetes a destinos únicos o múltiples, los cuales requieren tasa de datos garantizadas y demoras controladas. Lo cual intenta resolver problemas de calidad de servicios del Protocolo de Internet original. IPv5 es un intento de transmitir voz sobre redes de conmutación de paquetes, originalmente IP no fue diseñado antes de que se requiriera que los enrutadores mantuvieran la información del estado. A medida en que la transmisión de videos y otros medios se hace una realidad, se presenta el RFC 1190 para una implementación formal de IPv5.

Para poder abordar los distintos términos de IPv4 e IPv6 es necesario definir de forma correcta al Protocolo de Internet (IP), la cual está basada en el protocolo de internet el cuál a su vez es prácticamente la base del funcionamiento de internet, el cual se basa en la dirección de un dispositivo en una red interna o externa. Una dirección IP puede referirse también a un conjunto de dispositivos, como lo puede ser broadcasting o del multicasting. Por lo tanto, en un mismo ordenador se pueden asignar varias direcciones IP siendo una vez al mismo tiempo.

#### IPv4

Este protocolo en la actualidad es muy utilizado el cual está compuesto por 32 bits, lo cual implica un código binario de 32 cifras, como por ejemplo 11000000 10101000 10110010 00011111. Para poder lidiar con este código, se traduce a números decimales con valores entre 0 a 255 separados por puntos, para el caso anterior la IP se representa de la siguiente manera 192.168.178.31.

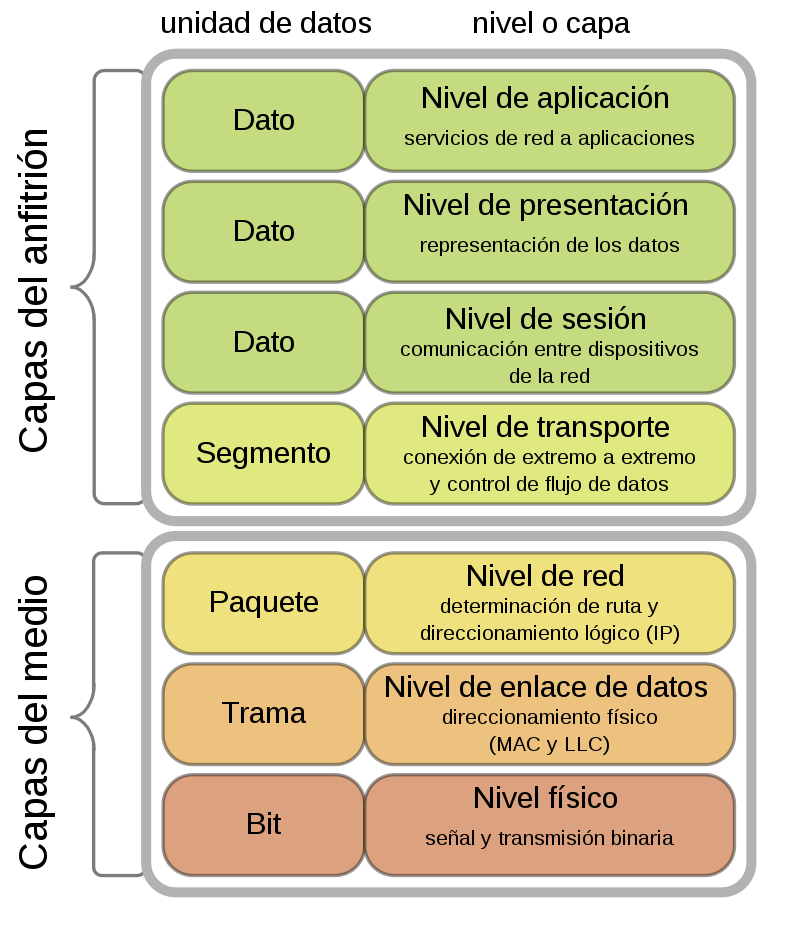
Con IPv4 se pueden representar en total 43,000 millones de direcciones distintas, lo cual representa mucho menos que dispositivos en el mundo, y ha sido posible el uso de estas puesto que no se utilizan todas a la vez y en muchos casos las direcciones IP se encuentran en redes privadas lo cual ha sido suficiente. (Digital Guide, 2018)

#### IPv6

Es el procedimiento estandarizado para la transmisión de paquetes de datos en redes de ordenadores desarrollado por el Internet Engineering Task Force (IETF), junto con otros 500 protocolos de red de la familia de TCP/IP. IPv6 es un sucesor directo de IPv4, el cual tiene como objetivo fijar las bases de la comunicación en el internet. Las principales funciones de IPv6 son el direccionamiento de elementos de red a través de las denominaciones y el reenvío de paquetes entre subredes (enrutamiento), para lo cual se adhiere a la capa de red (capa 3) del modelo OSI.

Las funciones centrales de IPv6 son el direccionamiento de elementos de red a través de las denominadas direcciones IP y el reenvío de paquetes entre subredes, también llamado enrutamiento. Para ello, IPv6 se adhiere a la capa de red (capa 3) del modelo OSI. (Digital Guide, 2017)

**Figura No. 2:** Modelo OSI



Fuente: (Offnfopt, 2015)

En la figura anterior se muestra el esquema de los distintos niveles de capas según el modelo OSI, las unidades de datos que se manejan respectivamente y el medio de agrupación por capas de medio y capas de anfitrión, más adelante se encuentra a detalle el funcionamiento de cada capa.

El nuevo protocolo IPv6, posee 340 billones de billones de billones de direcciones, lo cual ofrece una variedad de ventajas en términos de estabilidad, simplicidad y flexibilidad en la administración de las redes.

La diferencia entre IPv4 e IPv6 es visible a primera vista donde:

* Dirección IPv4: 203.0.120.195
* Dirección IPv6: 2001:0620:0000:0000:0211:24FF:FE80:C12C

Ahora en IPv6 implementa direcciones de 128 bits que se muestran en forma hexadecimal en comparativa:

* Espacio para direcciones en IPv4: 32 bits = 232 direcciones ≈ 4,3 miles de millones de direcciones.
* Espacio para direcciones en IPv6: 128 bits = 2128 direcciones ≈ 340 miles de trillones de direcciones.

En IPv6 sus 128 bits se dividen en 8 bloques de 16 bits, la cual en la notación hexadecimal cada bloque se puede escribir en grupos de 4 números o letras y se separan por dos puntos. Por ejemplo.

* 2001:0620:0000:0000:0211:24FF:FE80:C12C

Las direcciones IPv6 contienen un identificador de interfaz único que es generado manualmente o que se deriva de la dirección MAC de la tarjeta de red del terminal. Tanto el prefijo de enrutamiento o routing prefix, como el identificador de interfaz comprenden cada uno 64 bits de una dirección IPv6. Por lo general, el prefijo de enrutamiento de una dirección de la IPv6 se divide en un prefijo de red y un prefijo de subred. De esta manera la notación CIDR (Enrutamiento entre dominios sin clases), en bits se adjunta a la dirección de red tras una barra “/”. Por ejemplo. (Digital Guide, 2017)

* 2001:0820:9511::/48, describe una subred con las direcciones 2001:0820:9511:0000:0000:0000:0000:0000 hasta 2001:0820:9511:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF:FFFF

**Tabla No. 3:** Divisiones de una dirección IPv6

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Routing Prefix (ID de la Red) | | Interface identifier (ID de la interfaz) |
| 2001:0620:0000 | :0000 | :0211:24FF:FF80FC12C |
| Prefijo de la red / Topología pública | Prefijo de subred / Topología del sitio |
| 48 Bit | 16 Bit |
| 64 Bit | | 64 Bit |
| El prefijo identifica a la red y a las posibles subredes. | | El identificador de la interfaz señal a un dispositivo específico con la tarjeta de red dentro de la red |

Fuente: (Digital Guide, 2017)

Ahora bien, el identificador de interfaz o interface identifier se utiliza para la identificación de un dispositivo en específico que se encuentre conectado a la red y de cómo se menciona anteriormente este puede ser asignado manualmente o con base a la MAC de la tarjeta de red del dispositivo.

* Como primer paso, se divide la dirección MAC de 48 bits en dos partes de 24 bits, los cuales representan el principio y final del identificador de interfaz que tiene en total 64 bits.
  + **Dirección MAC:** 00-11-24-80-C1-2C
  + **Dirección MAC dividida:** 0011:24\_\_:\_\_80:C12C
* Como siguiente paso para los 16 bits restantes, la nomenclatura utilizada en código hexadecimal FFFE.
  + **Dirección MAC completa:** 0011:24FF:FE80:C12C
* Por último, se invierte el séptimo bit (Universal/Local bit), el cual indica si la dirección se utiliza a nivel global o local.
  + **Interface Identifier antes de la inversión:** 0011:24FF:FE80:C12C
  + **Interface Identifier después de la inversión:** 0211:24FF:FE80:C12C

Para las direcciones basadas en el formato modificado EUI 64 el cual permite obtener las direcciones MAC subyacentes. Las “Privacy Extensions” o Extensiones de privacidad, es un proceso que permito anonimizar el identificador de la interfaz, incluso con las direcciones IPv6. Para lo cual el proceso consiste en la cancelación de la vinculación entre la dirección MAC y el identificador de la interfaz. Lo cual provoca que las extensiones de privacidad generen al azar identificadores de interfaz temporales para conexiones salientes. De esta forma complican la extracción de conclusiones a propósito del host y la creación de patrones de movimientos basados en IP.

* Tipos de direcciones IPv6
* Direcciones unidifusión

Se utilizan para la comunicación de un elemento de red con otro y se subdividen en dos categorías: direcciones de enlace local y unidifusión global.

**Direcciones de enlace local:** Únicamente son válidas dentro de las redes locales y comienzan con el prefijo FE80::/10. Normalmente, su alcance se extiende hasta el router más cercano, de tal forma que cada dispositivo conectado a la red pueda comunicarse y generar una dirección IPv6 global. Este proceso se denomina Neighbor Discovery.

**Direcciones unidifusión global:** Son direcciones únicas, que requieren de un dispositivo de red para establecer una conexión a Internet, utilizan 2000::/3 como prefijo, incluye todas las direcciones que comienzan con 2000 hasta 3FFF. Se puede enrutar y utilizar con el fin de hacer frente directo a un host en la red local a través de Internet. Las direcciones unidifusión global comienzan siempre con bloque hexadecimal 2001 y son asignadas a los clientes finales por los proveedores de Internet.

* Direcciones multidifusión

Estas direcciones permiten la comunicación de uno a muchos, los paquetes se envían por medio de una dirección multidifusión, llegan a todos los dispositivos de red que sean parte del grupo de la multidifusión. También permite la comunicación a distintos grupos de multidifusión cuando estos dispositivos se encuentran en paralelo. La multidifusión por lo general lo incorporan los routers o todos los hosts, los dispositivos utilizan el prefijo FF00::/8.

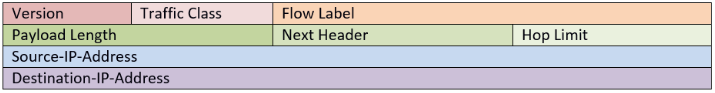
* Las direcciones de alguna difusión

Las direcciones anycast permiten hacer grupos de recepción y los paquetes no se envían a todos los miembros del grupo, sino, solamente a los dispositivos que se encuentran más cerca al remitente.

* El formato de paquetes de IPv6

Por lo tanto, Ipv6 comprende 8 cabeceras, la cual se puede esquematizar de la siguiente forma

**Tabla No. 4:** Formato de la versión IPv6.

 (Digital Guide, 2017)

En la tabla anterior, se muestran los componentes y cabeceras que conforman un direccionamiento IPv6, para ello se debe de tomar en cuenta lo siguiente.

* **Version:** Muestra la versión del protocolo IP, de acuerdo a la que se creó el paquete, conformado por 4 bits.
* **Traffic Class:** Priorización, conformado por 8 bits.
* **Flow Label:** Son aquellos paquetes que son marcados con la misma etiqueta de flujo, conformado por 20 bits.
* **Payload Length:** Especifica la longitud del contenido del paquete, incluyendo su extensión, pero sin mostrar los datos del encabezado, conformado por 16 bits.
* **Next Header:** Especifica el protocolo de los datos de la capa superior de transporte, conformado por 8 bits.
* **Hop Limit:** Especifica el número máximo de pasos intermedios (router) por los que debe pasar un paquete hasta que expire, conformado por 8 bits.
* **Source IP Address:** Dirección del remitente, conformado por 128 bits.
* **Destination IP Address:** Dirección del destinatario, conformado por 128 bits.

Con IPv6 es mucho más fácil la implementación de información opcional debido a que los routers que conforman la ruta de entrega de la cabecera de extensión, no comprueban ni procesan los paquetes, únicamente son leídos una vez lleguen a su destino final. Entre la información que se puede incluir en el encabezado se encuentran las opciones de nodo a nodo, opciones de destino, de enrutamiento, de fragmentación, autenticación y cifrado.

(Digital Guide, 2017)

* Funcionalidades de IPv6

El nuevo estándar proporciona numerosas funcionabilidades que permiten superar las limitaciones de IPv4. Esto implica, la aplicación coherente del principio de extremo a extremo, restando importancia al desvío a través de NAT, por tanto, simplificando la aplicación de protocolos de seguridad como IPsec. Además, la asignación optimizada de direcciones, las cabeceras de paquete simplificadas y la externalización de informaciones opcionales para la conmutación de paquetes en cabeceras de extensión, se encargan de asegurar un enrutamiento más rápido.  
  
Con Quality of Service (QoS), IPv6 posee un mecanismo incorporado para garantizar los componentes que se encargan de priorizar los paquetes urgentes y su fácil uso. Se han diseñado los campos “Traffic Class” y “Flow Label” directamente en la metodología QoS.

Es importante considerar la asignación estática de IP a los dispositivos de red local, al igual que, la práctica de crear un identificador de interfaz único basado en direcciones MAC. Las privacy extensions representan una alternativa al formato modificado EUI 64, sin embargo, debido a que el prefijo de una dirección IPv6 es suficiente para crear perfiles de movimiento, es necesario que el ISP asigne un prefijo dinámico para mantener el anonimato en Internet.

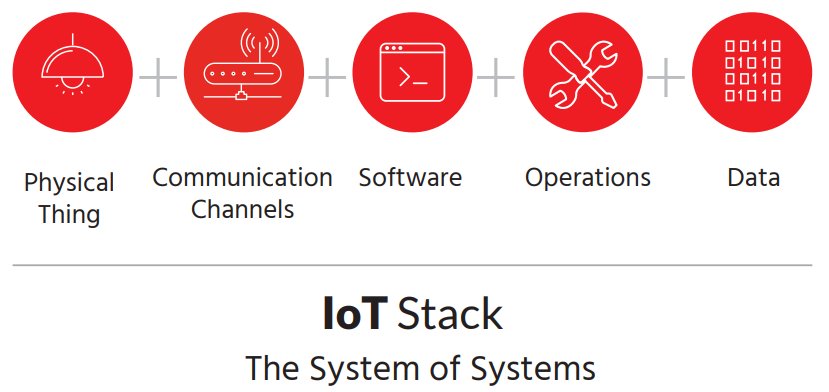
(Digital Guide, 2017)

### Dispositivos Inteligentes

Los dispositivos inteligentes son aquellas cosas físicas que van más allá de un modelo de programación rígido, para interactuar de forma natural con su entorno y con las personas, de ahí nace un término muy importante a mencionar a continuación denominado Internet de las Cosas (IoT).

IoT es la intersección entre lo digital y lo físico, los dispositivos ahora están mejorados con capacidades de detección, computación y comunicación. En la actualidad algunas de las áreas de IoT están comenzando a estandarizarse, pero en la mayoría de los casos aún existen muchas opciones. IoT es un sistema de sistemas en el que cada sistema tiene demandas tecnológicas únicas.

**Figura No. 3:** Diagrama de una Pila de IoT de un Sistema de Sistemas.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

En la imagen anterior se muestran 5 secciones de las cuales se pueden definir de la siguiente manera:

* **Cosas Físicas:** Dentro de las capacidades de las cosas físicas para IoT incluyen sensores, actuadores, procesamiento, control y energía. También se analiza el diseño de los dispositivos teniendo en cuenta su costo, tamaño, rendimiento y limitaciones ambientales.
* **Canales de Comunicación:** En esta sección se mencionan las distintas combinaciones de protocolos de internet y soluciones de conectividad que permitan la transferencia de datos entre dispositivo-dispositivo, dispositivo-servidor o servidor-servidor, los cuales pueden variar dependiendo del caso de uso del diseño.
* **Software:** Se determina la capacidad de ingerir, procesar, almacenar y analizar datos. También proporciona capacidades de nivel de aplicación para que los humanos visualicen datos e interactúen con el sistema.
* **Operaciones:** Hace referencia a la accesibilidad de la infraestructura de la nube, para proporcionar una función DevOps hacia un sistema complejo.
* **Datos:** Es una de las secciones más importantes puesto que sin datos IoT no tendría sentido alguno.

Cada día IoT es uno de los temas más transcurridos y conocidos por sus consumidores, es importante entender que los sistemas IoT, son sistemas de sistemas, en los cuales los datos de un sistema combinado con datos de otro sistema crean un valor agregado. Uno de los principales objetivos de IoT se centra en la constante comunicación e intercambio de datos, por ejemplo, una manzana que se compre en un supermercado puede ser cultivada en un huerto inteligente el cual puede llegar a implicar un sistema IoT que rastrea y controla la humedad y los nutrientes del suelo. Los sensores se comunican con servidores que se comunican con redes de detección meteorológica. Y la combinación de ambos flujos de datos permite que el sistema sea capaz de determinar de qué manera y poder predecir cuándo regar y fertilizar.

Muchas soluciones de IoT se vuelven cada día más populares a nivel de ciudad. Ayudando a que muchos servicios de respuestas sean más rápidos y efectivos. Y existen miles de posibilidades para poder emplear y aprovechar de una forma eficiente todos los beneficios que los sistemas IoT puede brindar.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

#### Sección 1: Cosas Físicas

Común mente el IoT se centra en la nueva economía de datos, el cual es basado en el estudio de los datos. La fuente fundamental de datos en IoT son los sensores. Impulsada por nuevas innovaciones en materiales y nanotecnología, con resultados en mayor precisión, menor tamaño y costo. Con la capacidad de medir o detectar cosas que antes no eran posibles.

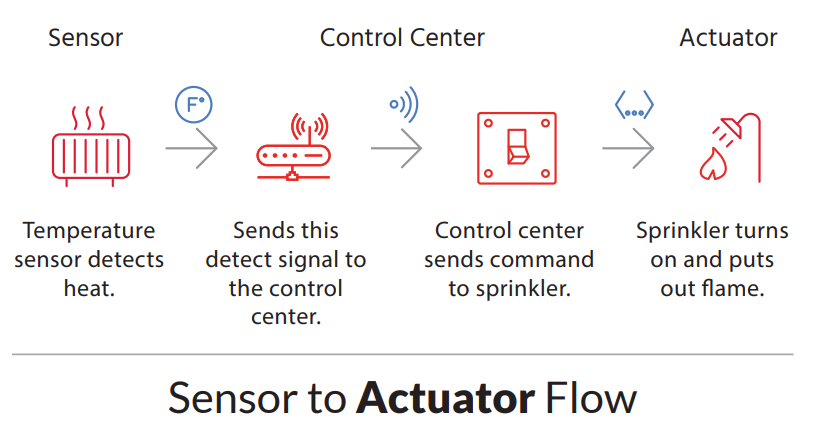
Un sensor es un transductor, el cual consiste en cualquier dispositivo físico que convierte energía. Por lo tanto, al convertir un fenómeno físico en un impulso eléctrico se puede interpretar para determinar una lectura. Un micrófono es un sensor que toma energía vibracional (es decir, ondas de sonido) y las convierte en energía eléctrica de una manera útil para que otros dispositivos del sistema se correlacionen con el sonido original.

Otro tipo de transductor que se puede encontrar al operar sistemas IoT son los actuadores. Un actuador viene siendo la operación inversa de un sensor. El cual toma una entrada eléctrica y la convierte en una acción física, como lo puede ser, un motor eléctrico, un sistema hidráulico y un sistema neumático son tipos de actuadores diferentes.

En un sistema básico de IoT, un sensor puede recopilar la información y enviarla a un centro de control, en donde se toma una decisión, la cual, posteriormente envía el comando correspondiente a un actuador en respuesta a esa entrada.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

**Figura No. 4:** Diagrama de flujo de un sensor a un actor.



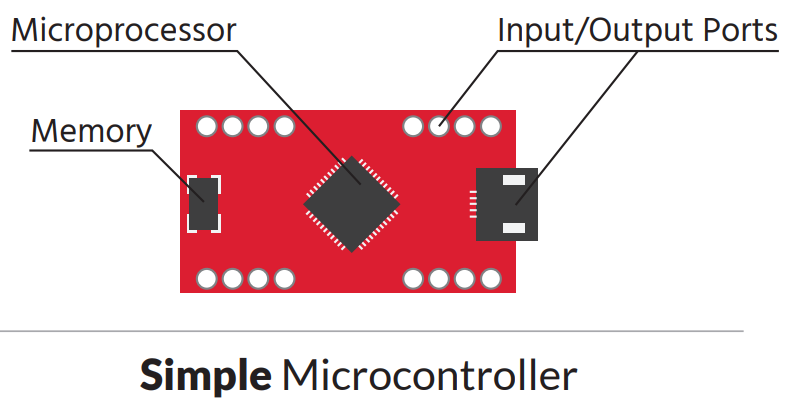
Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

En la imagen anterior se puede observar el diagrama de flujo de la comunicación entre un sensor y un actor, de la cual, para este caso, para el primer paso se detecta calor por medio de un sensor de temperatura, luego se envía la señal detectada a un centro de control, el cual envía los comandos a un aspersor que se enciende y apaga la flama.

Para poder llevar la comunicación del sensor a un actor es necesario un sistema de control el cual consiste en que todos los dispositivos de IoT utilizan microcontroladores, como una pequeña computadora, que está compuesta por un núcleo de microprocesador, memoria y puertos de entradas y salidas (E/S). El núcleo del microprocesador del microcontrolador funciona como una unidad de procesamiento central. La memoria incluye memoria de lectura (ROM) y memoria de acceso aleatorio (RAM). De las cuales la ROM se encarga de almacenar el programa de software del microcontrolador y la RAM almacena y recibe los datos al tiempo que admite el procesamiento de números. Los puertos de E/S, pueden ser digitales o analógicos. Los puertos de entrada se encargan de recopilar datos de los sensores y los de salida admiten cualquier actuación o control local en el dispositivo IoT.

Normalmente un microcontrolador es capaz de controlar varios dispositivos o subsistemas dentro de las aplicaciones integradas.

**Figura No. 5:** Estructura de un microcontrolador.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

En la imagen anterior se muestra la estructura de un microcontrolador, sin embargo, es importante determinar qué microcontrolador usar para una aplicación IoT, primero se deben comprender algunas especificaciones básicas:

* Tipo de microprocesador ("Cerebro")

Se deben de considerar dos puntos importantes, uno se refiere a la velocidad rapidez con la que el cerebro debe pensar (velocidad del reloj) y el otro es la cantidad de información que puede manejar (tamaño del bus de E/S de datos) para poder determinar el tipo de microprocesador que se debe utilizar. La aplicación juega un rol muy importante porque dependiendo de la aplicación que se desarrolle se puede optar por un microprocesador muy simple o uno mucho más rápido, más grande y que consume mucha energía.

* Cantidad de memoria

Es necesario contar con una memoria de almacenamiento ROM, la cual contiene la aplicación en el microcontrolador. El cual depende del tamaño del programa. Ahora bien, la RAM se encarga de dos funciones importantes, leer y escribir datos para el almacenamiento de archivos y se encarga de mantener los datos en espera de ser procesados por el microprocesador. Es importante tomar en cuenta la volatilidad de ambas memorias.

* Tensión y corriente de funcionamiento

Es importante tomar en cuenta el voltaje adecuado para soportar los sensores y fuentes de energía. De ser necesario, se puede utilizar un voltaje de salida local, como una batería. De lo contrario, de necesitar una corriente de salida más alta, con necesidad de control o activación, podría utilizarse un motor.

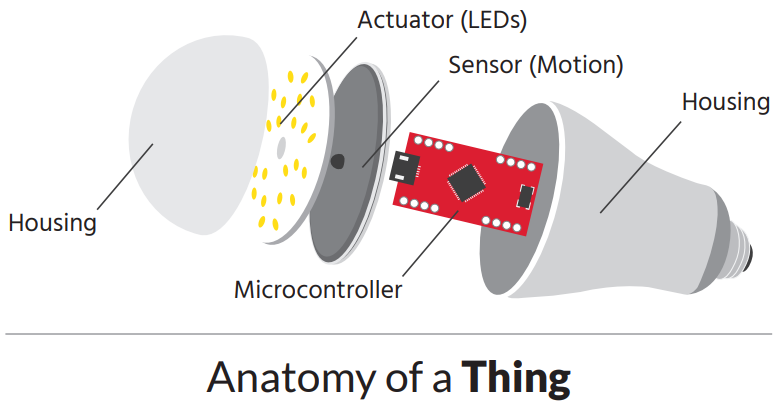
* Número y tipo de puertos de entrada/salida (E/S)

Como se menciona anteriormente los puertos de E/S son las distintas conexiones de los sensores y actuadores de un dispositivo. Estos puertos pueden variar tanto de entrada como de salida, dependiendo de la aplicación y sus funciones. Y pueden actuar como entradas del sensor al dispositivo, salidas del dispositivo al actuador o en ambas direcciones. Como bien se sabe los puertos de E/S pueden ser digitales o analógicos. Los puertos digitales se utilizan para lógica simple o entradas de tipo sí/no. Los puertos analógicos se utilizan para E/S continuas como temperatura o velocidad. Es necesario tomar en cuenta que los microcontroladores son dispositivos digitales, por lo que las señales de E/S también deben estar en formato digital, las entradas de los sensores analógicos utilizan un convertidor de analógico a digital (ADC). Una vez definida la aplicación de los dispositivos IoT, se pueden determinar el tipo y la cantidad de puertos E/S que serán necesarios.

* Interfaz de control

Es un protocolo que permite a los dispositivos periféricos y el microcontrolador la comunicación mutua, dependiendo de la aplicación, es posible la necesidad de una interfaz específica.

**Figura No. 6:** Estructura de un dispositivo con un sistema IoT.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

En la imagen anterior se puede observar la estructura simple de un sistema IoT, los dispositivos de IoT pueden variar de un tamaño pequeño a uno grande y la complejidad de su funcionabilidad también varia. La transferencia de datos normalmente se reduce a bytes de información de enviados por radiofrecuencias a corto alcance, sin embargo, también hay dispositivos que pueden transferir flujos de datos de gran ancho de banda. El dispositivo de IoT puede encontrarse en una ubicación fija o variable y puede o no ser de fácil acceso. A pesar de las muchas diferencias que pueden existir entre los diferentes dispositivos, la que todos comparten es el acceso a energía o electricidad para poder funcionar, en la actualidad existen diferentes maneras de poder alimentar a un dispositivo IoT.

* **Red eléctrica:** Son aquellos dispositivos que necesitan estar enchufados al cableado del edificio u hogar, como lo puede ser una bombilla de luz, que se encuentra en una ubicación fija, clavados a una red eléctrica.
* **Baterías:** Dispositivos portátiles, por lo general la aplicación determina si el uso de las baterías puede ser recargables o de un solo uso.
* **Cosecha:** Aquellos dispositivos que transforman los recursos ambientales en energía eléctrica, como lo pueden ser los paneles solares, el flujo de aire, el fluido, el calor, el movimiento, la radiofrecuencia y la energía química para convertirlos en electricidad.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

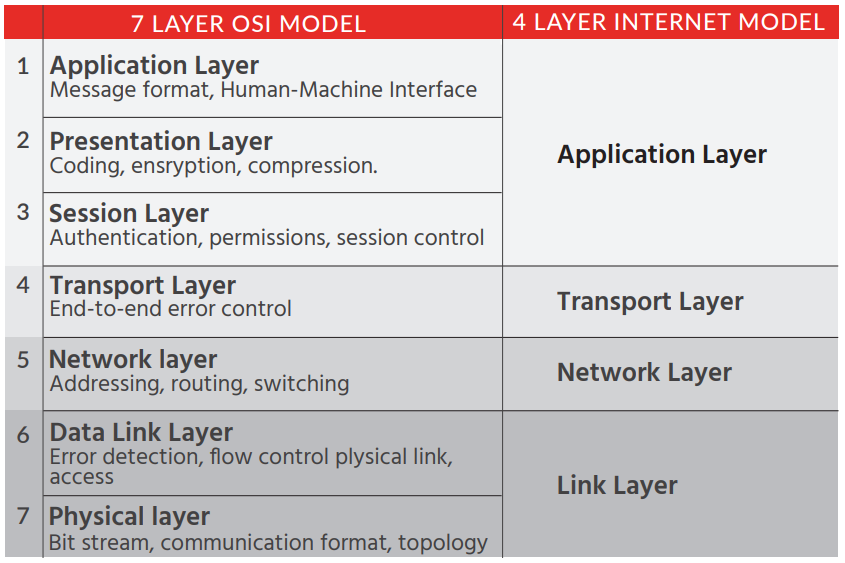
#### Sección 2: Comunicación de Canales

Para los sistemas de IoT se permite la comunicación entre servidores y muchos dispositivos simultáneamente e internet es quien proporciona la base de esta comunicación, los sistemas de IoT, se comunican mediante la combinación de protocoles de internet específicos y métodos de conectividad.

* Protocolos de Internet

Existen alternativas de protocolos de internet, como lo pueden ser el transporte de telemetría de Message Queue Server (MQTT) y el Protocolo de Aplicación Restringida (CoAP). Quienes buscan la mejora del funcionamiento de los dispositivos IoT manteniendo la interoperabilidad con internet. Pero su principal diferencia difiere en el método de implementación. Es importante tomar en cuenta las capas y protocolos de internet existentes basados en el modelo OSI de 7 capas.

**Figura No. 7:** Sistema de 7 Capas Modelo OSI.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* **Capa 1:** Capa de aplicación

El usuario ingresa datos y los datos se envían al usuario, esta capa proporciona servicios para aplicaciones, como correo electrónico.

* **Capa 2:** Capa de presentación

Convierte los datos entrantes y salientes de un formato a otro para su presentación.

* **Capa 3:** Capa de sesión

Configuración y autenticación, mantiene y finaliza conversaciones, para los sistemas IoT las sesiones son diferentes a las sesiones tradicionales de internet. Debido a esto, se seguirá realizara un gran esfuerzo para optimizar esta capa y es aquí donde normalmente operan CoAP y MQTT.

* **Capa 4:** Capa de Transporte

Es quien se encarga de las gestiones de comunicación. Lo cual implica agrupar por paquete los datos, entregar los paquetes y la verificación de errores una vez llegados los datos. Para el TCP y el Protocolo Universal de Datagramas (UDP) quienes se encargan de brindar estos servicios para la mayoría de las aplicaciones. TCP se utiliza comúnmente para las aplicaciones con interacción humana con la web como correo electrónico, navegación web, juegos etc. En cambio, UDP es adecuado para aplicaciones de datos en tiempo real, como voz y video. Por lo que es poco probable que se necesite transmitir un paquete de voz o video.

* **Capa 5:** Capa de red

Se maneja el direccionamiento y enrutamiento de datos, es en donde se opera el Protocolo de Internet (IP) y es donde se origina la dirección IP. El Internet tradicional opera en IPv4, que utiliza direcciones de 32 bits, sin embargo, como se menciona anteriormente está comenzando a evolucionar hacia IPv6, que usa direcciones de 128 bits para acomodar sustancialmente más direcciones de Internet.

* **Capa 6:** Capa de enlace de datos

Proporciona un enlace fiable entre dos nodos conectados directamente. Es responsable de detectar y corregir errores de paquetes que pueden formarse en la capa física.

* **Capa 7:** Capa física

Transmite el flujo de bits a través de la red a nivel eléctrico, óptico o de radio.

Como se menciona en la capa 4, algunos protocolos de compatibles con IoT son MQTT y CoAP que cumplen con los requisitos de bajo costo, memoria limitada, operación de bajo consumo, escalable con capacidad de direccionamiento del nodo final y soporte de seguridad.

Para más información consultar el punto 1.2.4. Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP) del presente documento.

* MQTT

Inicialmente IBM inventa MQTT para comunicaciones por satélite con equipos de campo petrolero. MQTT es confiable y requiere poca energía. Este estándar abierto que ha evolucionado para abordar un conjunto más amplio de aplicaciones de IoT.

MQTT utiliza un modelo de transporte de mensajes de "publicación/suscripción", es un modelo liviano e ideal para conectar dispositivos pequeños en redes restringidas. Su relación de muchos a muchos requiere un intermediario MQTT quien se encarga de recibir, administrar y enrutar mensajes entre sus nodos. También es responsable de la autenticación y autorización de los clientes.

Algunos de los beneficios de MQTT son los siguientes:

* Operación Independiente

Si bien un nodo y el intermediario deben tener la dirección IP del otro, los nodos funcionan de forma independiente. los nodos pueden publicar información y suscribirse a la información publicada de otros nodos.

* Independencia de tiempo y sincronización

El nodo de destino puede recibir la información publicada del intermediario una vez que esté activo.

* Flexibilidad de seguridad

Utiliza el TCP para su capa de transporte, lo que permite ciertas capacidades de seguridad, además, se aprovecha la seguridad TLS/SSL para cifrar el tráfico. Otra opción es cifrar solo la carga útil del paquete.

* Niveles variados de entrega garantizada

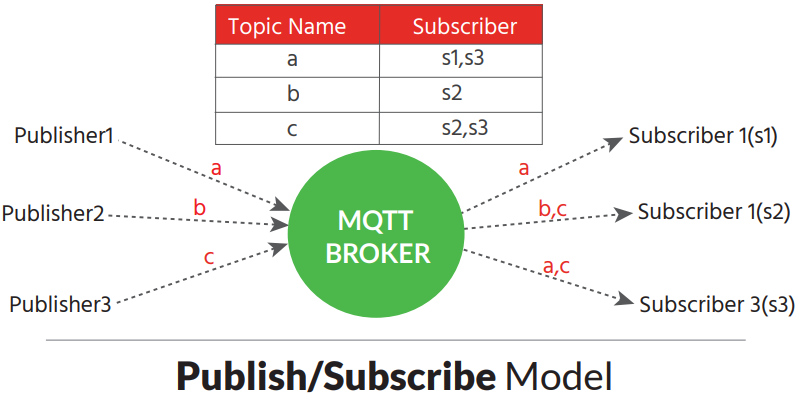
Ofrece tres niveles de calidad de servicio (QoS), esta es una característica importante porque garantiza la entrega de mensajes.

* + QoS 0: "activar y olvidar". Este nivel realiza un solo esfuerzo, o ráfaga de transmisión, sin garantía de llegada del mensaje.
  + QoS 1: Intenta garantizar que se reciba el mensaje, al menos una vez.
  + QoS 2: Garantiza que el mensaje se recibe, una sola vez y también se decodifica.
* Última Voluntad y Testamento (LWT)

Envía un mensaje de LWT, el intermediario almacena el mensaje en caso de que un nodo se desconecte inesperadamente de la red. Si el nodo desaparece, el corredor notifica a todos los suscriptores del LWT del nodo. Y si el nodo regresa, el intermediario le notifica su estado anterior.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

**Figura No. 8:** Modelo de Publicación y Suscripción.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* CoAP

Es un protocolo cliente/servidor que proporciona un modelo de interacción de solicitud/informe de uno a uno. También es un protocolo RESTful diseñado para ser interoperable con HTTP y a través de proxies simples, lo que lo hace compatible de forma nativa con Internet. Algunos beneficios de CoAP son:

* El uso del protocolo de datagramas de usuario (UDP) para transporte

Utiliza un enfoque más simple para TCP con menos sobrecarga. Esto permite ciclos de activación y transmisión más rápidos, así como paquetes más pequeños con menos sobrecarga. Lo cual provoca que los dispositivos IoT permanezcan en estado de suspensión durante períodos más largos, conservando así la energía.

* Posibilidad de compatibilidad con multidifusión

Es un protocolo uno a uno, sin embargo, el direccionamiento IPv6, permite requisitos de multidifusión de uno a muchos o de muchos a muchos.

* Seguridad

Utiliza datagram transport layer security (DTLS) además de su UDP. Al igual que TCP, UDP no está cifrado, pero se puede aumentar con DTLS cuando sea necesario.

* Descubrimiento de recursos/servicios

Utiliza un identificador uniforme de recursos (URI). Esto permite cierto grado de autonomía en los paquetes de mensajes. También se define un mapeo entre CoAP y HTTP. Habilitar la creación de proxies brinda acceso a los recursos de CoAP de manera uniforme a través de HTTP.

* Comunicaciones Asíncronas

Utiliza el modelo de solicitud/informe para intercambiar mensajes de forma asíncrona. Tiene un mecanismo de "observación" simplificado (como el publicador/suscriptor de MQTT), que permite a los nodos observar a otros sin involucrarlos activamente.

* Protocolo compatible con la Web

Tiene muchas similitudes con HTTP.

**Tabla No. 5:** Tabla de comparación de protocolos MQTT vs CoAP.

|  |  |
| --- | --- |
| **MQTT** | **CoAP** |
| Protocolo de comunicación de muchos a muchos. | Protocolo de comunicación uno a uno. |
| Síncrono o Asíncrono\* | Asíncrono\* |
| Seguridad de nivel medio\*\* | Seguridad de nivel medio\*\* |
| Entrega de mensajes confiables. | Entrega de mensajes menos confiables. |
| Escalabilidad fácil debido al modelo pub/sub. | Escalabilidad compleja. |
| Especificación de protocolo más simple puede permitir una implementación más simple. | Fácil traducción a HTTP para una integración web sencilla. |
| No se ha especificado un diseño para la representación de datos en un mensaje. | Proporciona soporte inherente para la negociación de contenido y el descubrimiento dinámico. |
| No soporta operación de multidifusión. | Soporta operación de multidifusión. |
| Muchas bibliotecas de contenido de lenguaje de software. | Muchas bibliotecas de contenido de lenguaje de software. |

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* Métodos de Conectividad

Como se ha mencionado anteriormente los protocolos se basan en la conectividad para transportar datos entre nodos. Esta conectividad puede ser de dispositivo a dispositivo, dispositivo a servidor o servidor a servidor.

Los tipos de conexiones para sistemas IoT son:

* Directo por cable

El dispositivo se conecta físicamente a internet, por ejemplo, Ethernet.

* Directo inalámbrico

El dispositivo se comunica inalámbricamente a internet, por ejemplo, wifi.

* Conexión local inalámbrica y conexión a internet por cable

El dispositivo se comunica de forma inalámbrica con un sistema local utilizando una solución de conectividad local de corto alcance. El sistema local, está conectado físicamente a Internet, por ejemplo, a través de Ethernet.

* Conexión local inalámbrica y conexión inalámbrica a internet

El dispositivo se comunica de forma inalámbrica con un sistema local utilizando una solución de conectividad local de corto alcance. El sistema local, se conecta sin cables a internet.

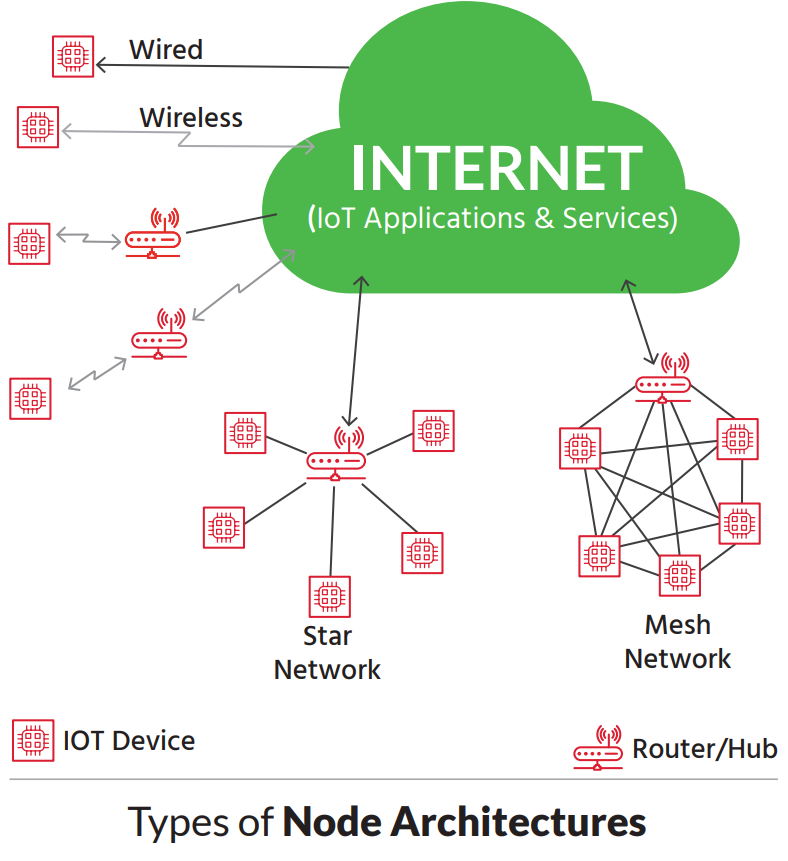
* Red estrella

Tiene un nodo central que administra las conexiones con todos los nodos. El nodo central es el concentrador o punto de acceso (AP). El AP se conecta a internet y proporciona la conexión para todos los demás nodos. Los nodos no se comunican entre sí a menos que el AP reenvíe el mensaje.

* Red de malla

Permite que los nodos dentro de un rango específico se comuniquen entre sí.

**Figura No. 9:** Tipos de arquitectura para dispositivos IoT.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

¿Hablar sobre LoraWan?

#### Sección 3: Software

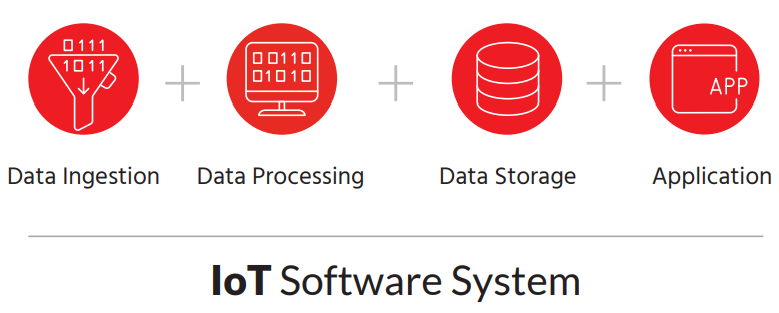
La capacidad de conectar dispositivos a internet permite utilizar recursos informáticos remotos, no están limitados por el tamaño, la ubicación, el consumo de energía o la conectividad de la red. Un intermediario común puede ser la nube, de la cual su infraestructura se encuentra tanto pública como privada, incluye servidores, redes y almacenamiento. Los sistemas de software IoT constan de cuatro componentes:

* Ingestión de datos
* Procesamiento de datos
* Almacenamiento de datos
* Solicitud

Los requisitos para un sistema de software se dividen en:

* Escala horizontal, es decir, la cantidad de dispositivos que necesita admitir.
* Escala vertical, es decir, el volumen y la velocidad de los datos que necesitará para procesar.
* Protocolos de comunicación que serán compatibles.
* Experiencia del usuario, capacidades y presentación de la interfaz de usuario, accesibilidad de los datos (API, web, móvil, etc).
* Integración con sistemas propietarios y fuentes de datos, con servicios de datos públicos basados ​​en API.
* DevOps y opciones de nube, dónde se alojará y quién dará soporte y mantenimiento al sistema.

**Figura No. 10:** Sistema de Software IoT.



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* **Ingestión de Datos**

Se centra en escuchar y capturar el flujo de mensajes de los dispositivos, el cual debe determinar la fuente del mensaje, es decir, el dispositivo que lo produce y el tipo de cada mensaje, es decir, interpretar los datos. Luego cada mensaje es colocado en una cola de temas para su procesamiento.

La escalabilidad y la tolerancia a fallas son consideraciones al elegir una capacidad de ingesta de datos. El software debe escalar para poder admitir el volumen, la velocidad y la variedad de mensajes de todos los dispositivos del sistema IoT. El software debe proporcionar un nivel aceptable de tolerancia a fallas lo cual garantiza que se reciba un mensaje y se coloque en la cola adecuada para su procesamiento.

* Tecnología de la ingesta de datos

Se inicia con un servicio que escucha, el cual debe adaptarse al protocolo de comunicación de los dispositivos del sistema. Por ejemplo, Apache NiFi, es una solución de código abierto, para desarrollar servicios de escucha personalizados donde la escala y la tolerancia a fallas son importantes. Tiene procesadores incorporados para reducir el tiempo y los costos de desarrollo.

Estos procesadores de subprocesos múltiples pueden residir en uno o un conjunto ilimitado de nodos. En NiFi un desarrollador puede crear procesadores personalizados para admitir diferentes protocolos de comunicación y lógica.

Ahora bien, Apache Kafka es un intermediario de mensajes de código abierto. Se encarga de organizar los mensajes entrantes y salientes por tema y los coloca en colas específicas para su procesamiento. Los protocolos de transporte (como MQTT y CoAP) que publican mensajes por tema pueden aumentar la eficiencia de los intermediarios de mensajes.

* Modelo de publicación/suscripción (MQTT)

El procesamiento de datos sigue un proceso de tres pasos:

Paso 1: Extraer un mensaje, por tema, de una cola.

Paso 2: Aplicar la lógica específica del tema al mensaje.

Paso 3: Activar un evento/acción.

Este modelo es ideal cuando:

* La comunicación a través de TCP es más adecuada.
* La tolerancia a fallas es importante, habilitado por QoS (Calidad de Servicio).
* Se requiere comunicación de uno a muchos.
* Modelo de solicitud/informe (CoAP)

No escucha la llegada de un mensaje a una cola, en su lugar, debe invocar para iniciar una solicitud de datos, como invocar una API. Sigue un proceso de cuatro pasos:

Paso 1: Realiza una solicitud de datos.

Paso 2: Recibe los datos.

Paso 3: Aplica la lógica específica de la solicitud a los datos.

Paso 4: Activa un evento/acción.

Este modelo es ideal cuando:

* La comunicación a través de UDP es más adecuada.
* Se necesita una comunicación de dispositivo uno a uno.
* El tamaño del paquete es más pequeño y el ciclo de transmisión es más rápido sin garantía de entrega.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* **Procesamiento de Datos**

Su principal función es aplicar la lógica a los datos entrantes al dispositivo y luego invocar la acción correspondiente. Sin embargo, hay una limitación a considerar por el procesamiento de datos dentro de un microprocesador, para el dispositivo IoT. Estas limitaciones provienen del tamaño y la capacidad del microprocesador y el acceso a las fuentes alternativas de datos. Por lo tanto, el sistema IoT por lo general, incluye una capacidad de procesamiento de datos del lado del software más potente con acceso a todas las fuentes de datos disponibles para el sistema.

Existen distintas alternativas de diseño para el procesamiento de datos, las cuales se alinean con protocolos de internet. MQTT para la publicación y suscripción y CoAP para la solicitud e informar.

* Tecnologías de procesamiento de datos

Una solución de IoT el cual requiere un procesamiento de datos en tiempo real, debe ser compatible con el procesamiento de mensajes asíncrono y de subprocesos múltiples. Esto quiere decir que los mensajes se procesan simultáneamente y en cualquier orden, sin restricciones de tiempo, volumen o velocidad de los datos en cola.

No existe una arquitectura de procesamiento de datos ampliamente aceptada disponible para IoT. Con mayor frecuencia se comparte un tema en torno al procesamiento políglota. Es la combinación de diferentes modos de procesamiento, en una sola plataforma, esto permite tratar una variedad de datos de diferentes casos de uso de IoT. Lambda y Kappa son dos patrones arquitectónicos utilizados, ambos ofrecen capacidades de procesamiento por lotes y en tiempo real, en cambio, Apache Storm, Apache Flink y Apache Spark son herramientas/marcos candidatos disponibles para su uso como motor de procesamiento de mensajes de IoT.

* Interfaz con otros sistemas

El procesamiento de datos normalmente implica el uso de una interfaz con componentes externos para realizar ciertas acciones, como, por ejemplo, el envío de correos electrónicos o alertas de texto SMS los cuales requieren una interfaz con una puerta de enlace de correo electrónico/SMS. El colocar detalles de eventos en una cola, para que luego otros sistemas los recojan requiere una interfaz con soluciones de colas de mensajes (Kafka o RabbitMQ). De manera similar, el almacenamiento de datos requiere una interfaz con bases de datos (RDBMS, No SQL).

Uno de los puntos más importantes del procesamiento de datos, es la comunicación de dispositivo a dispositivo, lo cual requiere tanto la recepción de datos como el enviío de comandos entre dispositivos IoT. Esta es una operación difícil porque requiere el uso de diferentes protocolos de comunicación y puntos finales del dispositivo.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* Almacenamiento de Datos

La capacidad de escalamiento horizontal (fragmentación) de las bases de datos NoSQL (como MongoDB, Cassandra) ayuda a administrar el gran volumen de datos sin comprometer el rendimiento. El almacenamiento de datos puede aumentar rápidamente los gastos. Lo complejo de un sistema IoT es encontrar el equilibrio entre el costo y qué datos conservar y por cuánto tiempo.

¿Debe el sistema procesar y descartar inmediatamente? ¿Debería procesarse y conservarse durante un breve período de tiempo, o debería procesarse y conservarse indefinidamente?

Para los casos de uso de los sistemas IoT que requieren almacenamiento de un gran volumen de datos, por lo cual las soluciones tradicionales pueden no ser prácticas, puesto que, los sistemas empresariales tradicionales se basan en componentes de almacenamiento de datos de baja latencia y muy costosos. La tecnología de Big Data es mejor para grandes volúmenes de datos, puesto que utilizan almacenamiento de bajo costo sin comprometer la confiabilidad y el rendimiento. La replicación de datos inherentemente hace que el sistema de almacenamiento sea tolerante a fallas y el uso de computación paralela como MapReduce aumenta el rendimiento de las consultas que se ejecutan en los conjuntos de datos IoT.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

* Aplicación

Por lo general, las aplicaciones de IoT no interactúan directamente con los dispositivos de IoT, la comunicación hacia o desde el dispositivo se enruta a través de la capa de ingesta y procesamiento de datos de una pila de software. La aplicación de software de IoT proporciona tres funciones críticas:

* Permite la interacción humana con el sistema IoT a través de una interfaz de usuario (UI).
* Proporciona un mecanismo para el análisis de datos.
* Proporciona capacidades de visualización de datos.
* Interfaz de usuario

Permite que las personas interactúen con el sistema IoT, la mayoría de los sistemas requieren interacción humana, durante la implementación inicial y mientras se ejecutan. Las aplicaciones más comunes están disponibles a través de navegadores web o aplicaciones móviles.

La interfaz de usuario tiende a desarrollarse de forma personalizada o en caso de IU, se configuran de forma única. Los sistemas IoT admiten un conjunto diverso de usuarios, como: consumidores finales, administradores, distribuidores, etc. La seguridad debe ser una consideración primordial para cualquier aplicación de IoT.

* Análisis de datos

Los sistemas IoT pueden generar una gran cantidad de datos, lo que permite ejecutar análisis y algoritmos de aprendizaje automático para obtener más información. Las aplicaciones IoT tienen la capacidad de visualización de datos para proporcionar representaciones gráficas simples, lo cual permite la detección a tendencias y toma de decisiones.

El análisis predictivo agrega una nueva dimensión a IoT, lo cual permite predecir resultados basados en los datos capturados por el dispositivo.

* Visualización de datos

Es la representación gráfica de datos, lo cual permite la detección de tendencias y la toma de medidas adecuadas. IoT permite la recolección de datos de sensores de dispositivos de fuentes públicas y de sistemas empresariales. Las soluciones de visualización combinan estos conjuntos de datos proporcionando gráficos de tendencia y correlación. La visualización es un punto primordial puesto que al diseñar un sistema IoT, es importante considerar como mostrar los datos generados por el sistema.

Los sistemas IoT pueden incorporar herramientas de visualización comercial como PowerBI, Tabeau entre otras, las cuales proporcionan capacidades de visualización extremadamente flexibles. Es posible que los cuadros y gráficos no siempre cumplan con los requisitos del caso de uso único. Ciertos casos pueden requerir una solución de tablero personalizado.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

#### Sección 4: Operaciones

Es necesario considerar una infraestructura de centro de datos, una función DevOps, el hardware y el firmware asociado con los dispositivos y considerando una función de seguridad.

* Infraestructura

Para los requisitos de software, deberán proporcionar una red, un servidor y una infraestructura de almacenamiento. Estos servicios pueden aprovisionar y colocarse en un centro de datos privado o aprovisionarse como un servicio en la nube. Lo cual proporciona una infraestructura de red/servidor en toda la arquitectura del nodo de IoT. La infraestructura podría estar aún más lejos en un centro de datos accesible a través de una conexión de red de área amplia.

* DevOps

Se refiere a que el desarrollo y las operaciones deben trabajar en conjunto más allá del lanzamiento de un producto o servicio. Con esto se asegura que las mejoras y los errores se manejen correctamente sin interrumpir la solución final.

* Cosas Físicas

Debe planificar la compatibilidad en la vida de sus dispositivos durante la fase de diseño. Esto puede incluir la planificación de actualizaciones de firmware, la carga o el reemplazo de la batería y la calibración del sensor.

* Seguridad

Supervisar los dispositivos de manera adecuada y constante y planificar actualizaciones periódicas del firmware y los protocolos de seguridad pueden ayudar a proteger el sistema y todo lo relacionado con él. Esto ayudará a construir un sistema que pueda monitorear, mantener y actualizar de manera eficiente.

* Consideraciones de Seguridad

Existen muchos dispositivos IoT con diferentes configuraciones de hardware y sistemas operativos, estas variaciones, hacen que sea imposible implementar una solución única para todos. Generalmente vienen con capacidades de procesamiento muy limitadas lo cual dificulta la ejecución de soluciones de seguridad basadas en cifrado de última generación dentro de los dispositivos. Y además muchos dispositivos no están diseñados para recibir actualizaciones periódicas de firmware, por lo que no se pueden aplicar parches de seguridad.

La seguridad en los dispositivos IoT para evitar que los piratas informáticos obtengan acceso al ellos y a los datos es el principal desafío. Las prácticas de seguridad para una aplicación web o plataforma de software no funcionan, sin embargo, puede y debe aplicar estas prácticas a la capa de software de un sistema IoT.

Los dispositivos habilitados para IP mantienen un puerto abierto para los mensajes entrantes. Esto proporciona una oportunidad para cualquier ataque externo. La comunicación del dispositivo generalmente se limita al intercambio de mensajes con plataformas IoT u otros dispositivos/hubs. Si el dispositivo tiene suficientes recursos para admitir el cifrado de clave pública/privada, su canal de comunicación puede usar el cifrado TLS/SSL. Para este tipo de comunicación, el cifrado de clave privada se almacena a nivel de dispositivo, el cual, también cuenta con un certificado digital para garantizar la autenticidad. Los certificados digitales emitidos por una Autoridad de Certificación (CA) de confianza caducan después de un período determinado. Para esto debe haber una manera fácil de actualizar de forma remota el certificado digital en el dispositivo si se utilizan este tipo de certificados.

Las actualizaciones de un certificado digital para el firmware de los dispositivos requieren acceso físico al dispositivo o una capacidad de actualización de firmware Over the Air (OTA), otra alternativa es generar certificados X.509 para usarlos en la comunicación TLS/SSL. Estos certificados son más fáciles de administrar y no caducan. Es importante utilizar claves privadas separadas para cada dispositivo. Esto ayuda a poner en cuarentena solo el dispositivo comprometido sin cerrar toda la operación.

La implementación de una solución TLS/SSL requiere muchos recursos, de memoria y potencia de procesamiento. Desafortunadamente, la mayoría de los dispositivos IoT de bajo costo no cuentan con esto. Sin embargo, existen diferentes maneras aún más comunes de implementar seguridad. Una forma de prevenir un ataque es utilizar una pieza única de información que debe ser parte de cada comunicación con el dispositivo. Algunos dispositivos IoT envían una contraseña/código de acceso junto con cada comando. El dispositivo generalmente se envía con una contraseña predeterminada, la cual debe cambiar al momento de la activación. Es recomendable el cambio de contraseña con frecuencia mediante la administración remota de dispositivos. Las contraseñas de los dispositivos deben de mantenerse en la medida de lo posible seguras es decir encriptadas en la capa de software de IoT, si cada dispositivo posee una contraseña única para la comunicación entre dispositivo y servidor, un ataque generalizado sería parcialmente imposible.

Al utilizar una lista blanca de IP, se pueden filtrar mensajes que no son de confianza a nivel de dispositivo, la cual puede ser una medida fácil de implementar al utilizar direccionamiento de IP estática o rango de IP estática. El filtrado basado en IP a nivel de software o intermediario es un excelente amortiguador para evitar ataques.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

#### Sección 5: Datos

Es al momento de recopilar, gestionar y agregar datos donde se encuentra gran parte del poder de IoT. Cuando se habla de datos, es importante considerar cuándo y dónde se necesitan los datos y por cuánto tiempo. Para los procesos de envío de información a la nube, luego procesar y devolver comandos tiende a ser demasiado lento cuando la reacción debe ser en fracciones de segundo. Por lo cual es inminente la compensación entre costo, conveniencia, seguridad y rendimiento.

* Pequeños Datos / Grandes Datos

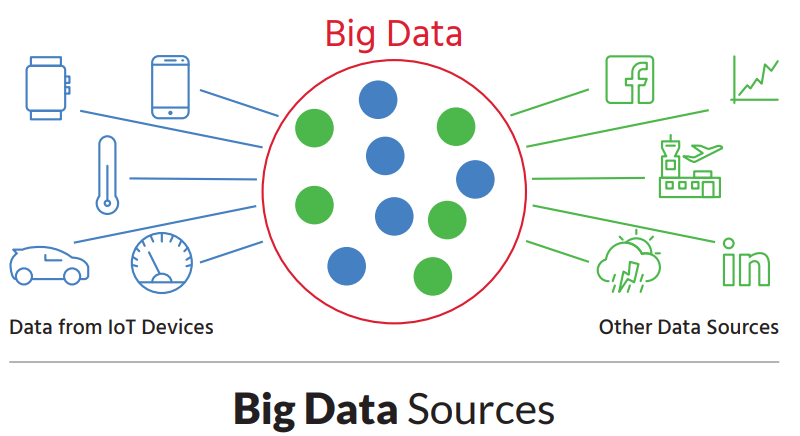
El punto de partido para cualquier dato dentro de un sistema IoT es el sensor, el cual envía señales a un microprocesador, quien a su vez se encarga de convertir dicha señal en datos y finalmente esos datos se almacenan en el dispositivo que los envía a otro nodo, es decir, dispositivo o servidor, o se utilizan como comando para un actuador integrado.

Si el sistema IoT puede abastecerse de datos pequeños, requiere el uso de un único sensor o incluso un pequeño conjunto de sensores. Existen distintas razones para capturar pequeños datos, por ejemplo, el monitoreo de hábitos del usuario, como abrir y cerrar una puerta.

Por otro lado, se pueden agregar esos datos pequeños de los dispositivos individuales dentro de un sistema IoT, y mezclar dichos datos de uno o más sistemas, además, se pueden mezclar esos datos con registros públicos, con registros meteorológicos, precios del mercado de valores y datos de censo. Y además se puede combinar esos datos con fuentes de datos privadas, como bases de datos internas de una empresa. Este ejercicio se puede repetir cada segundo de cada día durante semanas, meses y años. Finalmente, los datos pequeños se convierten en Big Data.

Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

**Figura No. 11:** Diagrama de Big Data



Fuente (books\IoT\1 IoTeBook3)

### Inteligencia Artificial

En términos generales la Inteligencia Artificial (IA), hace referencia a sistemas o máquinas que tratan de imitar la inteligencia humana para la ejecución de tareas y pueden mejorar iterativamente a partir de la información que recopilan. Existen distintos métodos de aplicación algunos ejemplos pueden ser los chatbots, que se encargan de comprender los problemas de los clientes y proporcionar respuestas eficientes, los asistentes inteligentes, quienes utilizan la IA para el análisis de información crítica que proviene de BigData de texto libre y los motores de recomendación, son capaces de proporcionar recomendaciones automatizadas para programas de TV, música, videos, etc., según los hábitos de visualización de los usuarios

La IA, consiste en procesos y capacidades de pensamientos, en análisis de datos. Su principal objetivo es mejorar las capacidades y contribuciones humanas, y esto lo convierte en un activo empresarial valioso. (OCI, n.d.)

#### Terminología de la Inteligencia Artificial

La Inteligencia artificial se ha utilizado cotidianamente para realizar tareas complejas que antes requerían aportes humanos, como la comunicación con clientes de forma online o un juego de ajedrez. Naturalmente incluye aprendizaje automático y aprendizaje profundo. Sin embargo, existen ciertas diferencias, el machine learining se centra en la creación de sistemas que aprenden a mejorar su rendimiento en función a datos que son consumidos por ellos. Es importante realizar la distinción que, aunque todo machine learning es IA, no toda la IA es machine learning.

Para poder generar Inteligencia Artificial es necesario de una inversión significativa de equipos de ciencias de datos, que se puedan centrar en métodos científicos para la extracción de datos. Estas habilidades se combinan con campos de estadística e informática con conocimiento empresarial para el análisis de datos. (OCI, n.d.)

#### Inteligencia artificial y desarrolladores

Muchos desarrolladores en la actualidad emplean IA para realizar tareas de una forma más eficiente, que antes se realizaban manualmente como, comunicación con clientes, identificación de patrones y resolución de problemas. Para poder utilizar IA, los desarrolladores deben conocer conceptos matemáticos y algorítmicos. Para poder emplear IA al desarrollar aplicaciones, se recomienda avanzar paso a paso, al diseñar un proyecto relativamente simple. Aprender con la práctica ayuda al aumento de habilidades y la IA no es distinta en este aspecto. (OCI, n.d.)

#### IA en las empresas

Uno de los principios fundamentales de la IA es “*replicar y superar, la manera en que los humanos perciben y reaccionan ante el mundo*”. Impulsada por varias formas de machine learning que son capaces de reconocer patrones en los datos para permitir predicciones, que pueden agregar valor a un negocio al:

* Proporcionar la abundancia de datos disponibles.
* Confiar en predicciones, para automatizar tareas complejas.

La IA es capaces de mejorar el rendimiento y la productividad de una empresa mediante la automatización de procesos o tareas. Esta capacidad puede generar importantes ventajas para una empresa. Posee valor para casi todas las funciones, negocios e industrias, proporciona aplicaciones generales y específicas para una industria, como lo pueden ser:

* Uso de datos transaccionales y demográficos, para predecir cuanto puede llegar a gastar una cantidad promedio de clientes.
* Optimización de precios, con base al comportamiento y preferencias de los clientes.
* Reconocimiento de imágenes para analizar rayos X en busca de síntomas de cáncer.

De acuerdo con la Harvard Business Review, las empresas utilizan la IA principalmente para:

* Detectar y disuadir intrusiones de seguridad (44%).
* Resolver problemas tecnológicos de los usuarios (41%).
* Reducir el trabajo de la gestión de producción (34%).
* Medir el cumplimiento interno en el uso de proveedores aprobados (34%).

(OCI, n.d.)

#### Características de la IA

Las organizaciones que incorporan machine learning e interacciones cognitivas a las aplicaciones y a procesos empresariales, mejoran en mayor medida la experiencia y la productividad del usuario. Sin embargo, pocas compañías han implementado la IA de manera equilibrada por distintas razones. Es importante considerar que al no utilizar could compuring, los proyectos de IA a menudo son costosos a nivel informático. También son complejos de diseñar y requieren de una experiencia que es muy demandada.

Con la IA, las organizaciones son capaces de cumplir más objetivos en una cantidad de tiempo menor, crear experiencias personalizadas y atractivas para los clientes, y predecir los resultados comerciales para impulsar una mayor rentabilidad. Uno de los principales desafíos en la actualidad, se basa en que la IA sigue siendo una tecnología nueva y compleja. Para poder aprovechar al máximo, es necesario poseer experiencia en diseño y una correcta administración de soluciones de forma equilibrada. (OCI, n.d.)

Ahora bien, dentro de la escuela clásica de la IA, se utilizan representaciones simbólicas básicas basadas en números finitos para la manipulación de símbolos, cuales siguen siendo la parte central de dichos sistemas. Otro tipo de representación es el sub simbólico, en el cual se utilizan representaciones numéricas. Este enfoque se caracteriza por la creación de sistemas con la capacidad de aprendizaje. Este modelo se puede obtener al simular un cerebro o redes neuronales y a nivel de especie, imitando la evolución.

### Alexa

Alexa es un asistente virtual que se controla comúnmente por voz. Se ha lanzado en noviembre de 2014 junto a su línea de altavoces inteligentes Echo. Es activada cuando se llama por su nombre seguido de una instrucción, para luego ella proporcionar una respuesta. Inicialmente el asistente se encontraba únicamente vinculado a los altavoces inteligentes creados por Amazon. Meses después se abre su propio SDK para que otros fabricantes y desarrolladores puedan trabajar con él. Desde entonces, el asistente se ha incluido en una gran cantidad de dispositivos de muchos tipos como, microondas, reloj de pared, televisores, luces, etc. (Fernández, 2022)

Es el servicio de voz ubicado en la nube de Amazon, se encuentra disponible en los dispositivos de Amazon y dispositivos de terceros con Alexa integrada. Con Alexa, se pueden crear experiencias de voz naturales para ofrecer a los usuarios una forma intuitiva de interactuar con la tecnología que se utiliza a diario. Gracias al conjunto de herramientas, API, soluciones de referencia y documentación, que posee Amazon, cualquier persona puede crear Skills de forma sencilla con Alexa. (Amazon Alexa, 2022)

#### Funciones de Alexa

La funcionabilidad de Alexa depende de distintos elementos clave, actualmente se manejan comandos por voz, en los cuales se pueden realizar una gran variedad de peticiones y luego se tienen los skills, que son complementos que se pueden instalar para añadir más funcionabilidades.

* Comandos por voz

Alexa es capaz de recibir muchos tipos de preguntas, por ejemplo, se pueden realizar peticiones meteorológicas o búsquedas de información sobre un contenido determinado en internet. Es capaz de poder configurar alarmas, establecer recordatorios o iniciar tiempos cronometrados. Alexa se integra con Amazon principalmente para poder realizar pedidos por voz o informar al usuario sobre el estado de una compra, es capaz de realizar videollamadas entre distintos dispositivos o controlar otros dispositivos compatibles con el asistente.

El dispositivo Echo posee el modo hub smart home integrado, esto quiere decir que es capaz de poder detectar dispositivos compatibles de manera automática, como bombillas inteligentes, cámaras de vigilancia, entre muchos otros.

* Alexa Skills

Hace referencia a aplicaciones de terceros que son compatibles y se encuentran disponibles para Alexa, con esta opción se pueden ampliar las posibilidades para el asistente, agregando muchos más comandos por voz o diferentes fuentes con las que hacer más completas sus funciones. (Fernández, 2022)

En otras palabras, Alexa Skills Kit (ASK) es un conjunto de herramientas, documentación, muestras de código y API en self-service con el que se pueden añadir de forma rápida y sencilla. Esto permite que diseñadores, desarrolladores y marcas, el poder crear sus skills personalizadas y llegar a los consumidores. Con este kit, una persona pude aprovechar el conocimiento y la innovación de Amazon en el sector del diseña por voz. (Amazon Alexa, 2022)

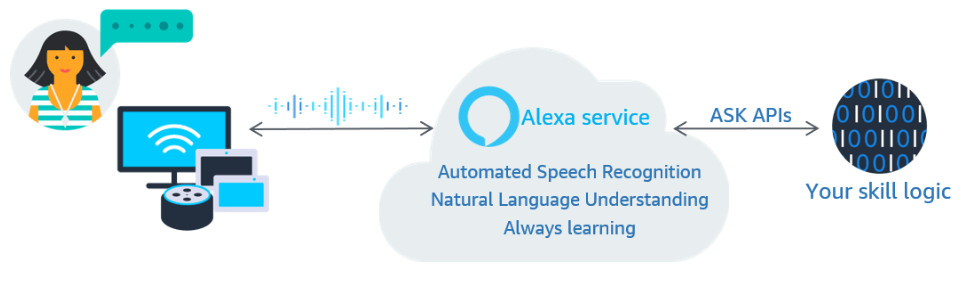
#### Compatibilidad con Alexa

Claramente la primera línea de comunicación con Alexa, son los altavoces de Amazon Echo y sus distintas variantes. Alexa también es capaz de integrar otros productos de empresas como Fire Tv, como también electrodomésticos que pueden incluir microondas, enchufes, relojes de pared y luces inteligentes. Amazon ha llegado a importantes acuerdos con marcas de electrónica para el hogar como Whirlpool, Samsung o Hisense, lo que permite abarcar un gran mercado. Y no solamente contempla un ambiente, sino, también se están realizando acuerdos para llevarlos otros tipos de dispositivos y electrónicos, como con las maras de LG, Sony o Toshiba, vehículos de Ford, Volkswagen y Toyota entre muchos otros, otros tipos de electrónicos pueden ser interruptores, bombillas, enchufes o sensores. Al igual que posee acuerdos con Acer, Asus, HP y Lenovo. Huawei ha presentado un altavoz-router inteligente y Acer un proyector, ambos con Alexa. (Fernández, 2022)

#### Acceso a Skills

Un usuario puede acceder al contenido de una habilidad personalizada, pidiendole a Alexa que invoque la habilidad. Cuando el usuario utiliza la palabra de activación, “Alexa” y habla a un dispositivo habilitado para Alexa, el dispositivo transmite la oración al servicio de Alexa en la nube. Alexa determina lo que el usuario quiere y luego envía una solicitud para invocar la habilidad que puede cumplir con la solicitud. Alexa se comunica con su habilidad mediante el uso de un mecanismo de solicitud-respuesta a través de la interfaz HTTPS. Al momento en que un usuario invoca una habilidad de Alexa, su habilidad recibe una solicitud POST que contiene un cuerpo JSON. El cuerpo contiene los parámetros necesarios para que su solicitud sea comprendida, realice su lógica y genere una respuesta. (Amazon Alexa, 2022)

**Figura No. 12:** Proceso de activación por voz, para invocar un Skill.



Fuente: (Amazon Alexa, 2022)

En la figura anterior se puede observar el proceso que se lleva a cabo por Alexa para la activación de una Skill por voz, como se menciona en el párrafo anterior.

# Planteamiento del Problema.

En la vida cotidiana de una persona, se acostumbran a realizar distintas tareas que son efectuadas por una intervención humana, que recaen en la perdida de tiempos cortos e innecesarios para ejecutar otros quehaceres, como lo pueden ser, actividades de ocio, participación social, juego, trabajo básicas entre otras, al momento de no efectuar todas o algunas de estas tareas, significa que existe una pérdida de funcionabilidad. Esto implica el apoyo de terceros para desempeñarlas.

Por lo tanto, al no realizar algunas de estas tareas, supone un grado de dependencia. Llevar a cabo por estas actividades ayuda a que una persona se sienta activa y esto mejorará de forma notable su estado anímico. Las personas que se encuentran inactivas y por lo general se sienten en deterioro de ciertas funciones físicas y cognitivas pueden caer fácilmente en estados depresivos, por ello, retomar estas actividades de suma importancia para un bien estar y evitar este tipo de perjuicios.

El Instituto Nacional de Estadística (INE) presentó el martes 17 de septiembre de 2018, los resultados del censo, fueron 14 millones 901 mil 286 guatemaltecos censados. Entre las características generales, se tomó en cuenta el tema de equipamiento en tecnología de información y comunicación. Según los datos obtenidos a escala nacional, el 70.5% de los hogares guatemaltecos cuenta con televisor, de esta cifra, el 54.5% por ciento tiene servicio de cable.

Los datos también revelaron de que el 65.3% de los hogares cuenta con radio, el 21.3% por ciento tiene computadora y el 17.3% por ciento tiene acceso a servicio de Internet. (Instituto Nacional de Estadística (INE), 2018)

Con los avances de la tecnología existe la posibilidad de emplear distintas herramientas para el apoyo de ejecución de actividades de ocio en el hogar, aunque esta demostrado que las personas se apoyan de dispositivos inteligentes en la actualidad, para la ejecución de actividades no obligatorias, la oferta de estos dispositivos ofrece distintas opciones para personalizar el hogar.

## Objetivos

### Objetivo General

Transmitir instrucciones con la ayuda de la asistente Alexa hacia un control universal que

las ejecute en dispositivos incapaces de hacerlas por medio de activación de voz.

### 2.1.2. Objetivos Específicos

* Desarrollar o diseñar un programa o librería que se encargue de la interpretación de los

comandos indicados por Alexa hacia los dispositivos electrónicos.

* Construir un dispositivo intermediario que se encargue de la comunicación entre el

asistente de voz y los dispositivos electrónicos a través de una red inalámbrica.

## Alcances

El proyecto consiste en la fase de análisis, diseño, desarrollo y prueba piloto de una aplicación y dispositivo electrónico de IoT e Inteligencia artificial. La publicación de la aplicación y manual de fabricación y usuario se encontrarán en el controlador de versiones de GitHub. El dispositivo se basa en la tecnología de IoT como intermediario entre el altavoz inteligente Alexa y dispositivos del hogar, por lo que se encuentra en el nivel A de la agrupación establecida por (Felix Uribe 2017), descrito en la metodología de agrupación. Necesita internet para que pueda funcionar. Posee un único funcionamiento de la ejecución de tareas básicas de dispositivos no inteligentes.

## Limites

Pendiente

## Aporte

El presente proyecto demuestra la posibilidad de crear aplicaciones y dispositivos electrónicos con tecnología de IoT, con herramientas disponibles en internet, licencias de desarrollo gratuitas, con el conocimiento de ingeniería y desarrollo de software. La elaboración del dispositivo busca motivar a otros jóvenes emprendedores a la elaboración de nuevos inventos que puedan facilitar las actividades diarias de una persona.

Está diseñado para que pueda ser utilizado en el hogar con conectividad a bluetooth e internet para poder conectar dispositivos no inteligentes como intermediario para comunicarse con el asistente virtual Alexa y así poder realizar acciones básicas de los dispositivos. También incentiva a desarrolladores a involucrarse con las tecnologías más recientes.

# Método

## Sujetos

## Instrumentos

## Procedimiento

## Diseño y Metodología Estadística

# Presentación y Análisis de Resultados

# Discusión

# Conclusiones

# Recomendaciones

# Referencias Bibliográficas

Amazon Alexa. (2022). *Amazon Alexa Official Site*. Obtenido de https://developer.amazon.com/es-ES/alexa

Amazon Alexa. (2022). *Developer Documentation*. Obtenido de What is the Alexa Skills Kit?: https://developer.amazon.com/es-ES/docs/alexa/ask-overviews/what-is-the-alexa-skills-kit.html

Digital Guide. (5 de Diciembre de 2017). *IPv6: todo sobre el nuevo estándar de Internet*. Obtenido de Digital Guide IONOS: https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/ipv6-los-beneficios-del-nuevo-protocolo-de-internet/

Digital Guide. (10 de Septiembre de 2018). *¿Qué es el Internet Protocol (IP)?* Obtenido de Digital Guide IONOS: https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/internet-protocol-definicion-y-fundamentos/

Digital Guide. (20 de Febrero de 2020). *IONOS*. Obtenido de https://www.ionos.es/digitalguide/servidores/know-how/que-es-bluetooth/

EcuRed. (s.f.). *Dispositivos electrónicos*. Obtenido de https://www.ecured.cu/Dispositivos\_electr%C3%B3nicos

Entorno Sano. (18 de Febrero de 2018). *Fundación vivo sano*. Obtenido de Dispositivos Electrónicos: https://www.vivosano.org/dispositivos-electronicos/

Fernández, Y. (4 de Marzo de 2022). *Xataka Basics*. Obtenido de Qué es Alexa: https://www.xataka.com/basics/que-alexa-que-puedes-hacer-que-dispositivos-compatibles

Gardey, J. P. (2016). *Definicion.de*. Obtenido de Definición de conectividad, que es, significado y concepto: https://definicion.de/conectividad/

INSTEL. (s.f.). *CONECTIVIDAD INALÁMBRICA*. Obtenido de Instel - Infraestructuras y sistemas de Telecomunicación: https://instel.es/productos/conectividad/conectividad-inalambrica/

Instituto Nacional de Estadística (INE). (17 de Septiembre de 2018). *Resultados del Censo 2018.* Obtenido de XII Censo Nacional de Población y VII Censo Nacional de Vivienda: https://www.censopoblacion.gt/archivos/Principales\_resultados\_Censo2018.pdf

IPv6 para todos. (2009). *IPv6 para todos, Guía de uso y aplicación para diversos entornos.* Buenos Aires, Argentina: E-Book.

Maynez. (27 de Mayo de 2019). *Introducción a IPv1, IPv2, IPv3 e IPv5*. Obtenido de Comunidad Huawei Enterprise: https://forum.huawei.com/enterprise/es/introducci%C3%B3n-a-ipv1-ipv2-ipv3-e-ipv5/thread/531819-100259

Moes, T. (2014 - 2020). *SoftwareLab.org*. Obtenido de ¿Qué es el Bluetooth y para qué sirve?: https://softwarelab.org/es/bluetooth/

OCI. (s.f.). *¿Qué es la inteligencia artificial?* Obtenido de https://www.oracle.com/mx/artificial-intelligence/what-is-ai/

Offnfopt. (2 de Mayo de 2015). *Wikipedia*. Obtenido de Modelo OSI: https://es.wikipedia.org/wiki/Modelo\_OSI#/media/Archivo:OSI\_Model\_v1.svg

Real Academia Española. (s.f.). *RAE*. Obtenido de https://www.rae.es/

Uribe, F. (2017). La clasificación de dispositivos del Internet de las Cosas. En F. Uribe, *La clasificación de dispositivos del Internet de las Cosas* (pág. 3). Argentina.

Referencias que no he puesto aún, la primera ya la puse pero no guarde el link ni el libro, la segunda no la he guardado.

<http://www.ipv6tf.org/pdf/ipv6paratodos.pdf>

<http://www.ie.tec.ac.cr/acotoc/CISCO/R&S%20CCNA1/R&S_CCNA1_ITN_Chapter8_Direccionamiento%20IP.pdf>

Unidad 9, del libro:Achaeandio L. (1996). Indicación a la Practica de la Investigación. Guatemala: Reproducciones URL.

En la sección 11 de este documento se explica la forma de citar referencias bibliográficas.

# Anexos

## Glosario

### Glosario de Términos

**Actuador:** Elemento de maniobra que utiliza potencia eléctrica, mecánica, hidráulica o neumática.

**Anonimizar:** Hacer anónimo.

**Bluetooth SIG:** fundado en septiembre de 1998, es hoy en día una organización sin ánimo de lucro que reúne en total a unas 33 000 empresas (datos de 2017) que definen juntas los estándares de Bluetooth y continúan impulsando el desarrollo de esta tecnología inalámbrica. Cada empresa que desarrolla y produce dispositivos con Bluetooth está obligada a formar parte de la organización. Los promotores más importantes del SIG en estos momentos son: Apple, Ericsson, Lenovo, Nokia, Toshiba, Intel y Microsoft.

**Broadcasting:** transmisión de señales de video y/o audio.

**Condensadores:** Sistema de dos conductores, separados por una lámina dieléctrica, que sirve para almacenar cargas eléctricas.

**Diodos:** Válvula electrónica de dos electrodos que solo deja pasar la corriente en un sentido.

**Domótica:** Conjunto de sistemas que automatizan las diferentes instalaciones de una vivienda.

**Multicasting:** Técnica de transmisión de datos a través de Internet en la que se envían paquetes desde un punto a varios simultaneamente.

**Piconet:** Es una red integrada por ocho dispositivos activos como máximo.

**Resistencias:** Dificultad que opone un circuito al paso de una corriente. Elemento que se intercala en un circuito para modificar el paso de la corriente o para producir calor. Magnitud que mide la resistencia y cuya unidad en el sistema internacional es el ohmio.

**Subredes:** Parte de una red de teledistribución que sirve a un grupo de usuarios particular, o que tiene características técnicas particulares.

**Transistores:** Semiconductor provisto de tres o más electrodos que sirve para rectificar y amplificar los impulsos eléctricos. Sustituye ventajosamente a las lámparas o tubos electrónicos por no requerir corriente de caldeo, por su tamaño pequeñísimo, por su robustez y por operar con voltajes pequeños y poder admitir corrientes relativamente intensas.

**Transductor:** Dispositivo que transforma el efecto de una causa física, como la presión, la temperatura, la dilatación, la humedad, etc., en otro tipo de señal, normalmente eléctrica.

### Glosario de Abreviaturas

ADC Analog to Digital Converter / Convertidor de analógico a digital

AP Access Point / Punto de acceso

CA Certification Autority / Autoridad de certificación

CIDR Classless Inter-Domain Routing / Enrutamiento entre dominios sin clases

CoAP Restricted Application Protocol / Protocolo de aplicación restringida

DTLS Datagram Transport Layer Security / Seguridad en capas para transporte de datagramas

E/S Entradas y Salidas

etc. Etcetera

FireWire

GHz Gigahercio

IEEE Institute of Electrical and Electronics Engineers / Instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos

IETF Internet Engineering Task Force / Grupo de trabajo de ingeniería de internet

IoT Internet of Things / Internet de las cosas

IP Internet Protocol / Protocolo de internet

IPv6 Internet Protocol version 6 / Protocolo de internet versión 6

ISM Institute for Supply Management / Instituto de gestión de suministros

ISM Industrial, Scientific and Medical Bands / Bandas industriales, científicas y médicas

LAN Local Area Network / Área local de red

LE Bluetooth 4.0 Low Energy

LWT Last Will and Testament / Última voluntad y testamento

m Metros

MAC Media Access Control / Acceso de control de medios

Mb/s Megabit por segundo

MQTT Message Queue Server / Servidor de cola de mensajes

mW megavatio

No. Número

OTA Over the Air / Por el aire

PC Computadora Personal

PS/2 Personal System/2

QoS Quality of Services / Calidad de servicios

RAM Random Access Memorie / Memoria de Acceso aleatorio

ROM Read Only Memorie / Memoria solo de lectura

SRD Short Range Devices / Dispositivos de control de alcance

TCP Transmission Control Protocol / Protocolo de control de transmisión

UDP Universal Datagram Protocol / Protocolo universal de datagramas

UDP User Datagram Protocol / Protocolo de datagramas de usuario

URI Uniform Resource Identifier / identificador uniforme de recursos

USB Universal Serial Bus / Bus universal en serie

WiFi Wireless networking technology / Tecnología de red inalámbrica