



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

EL INTERNET DE LAS COSAS: UNA REVISIÓN DE ESTÁNDARES PARA SU IMPLEMENTACIÓN

TRABAJO MONOGRÁFICO
PARA OBTENER EL GRADO DE

INGENIERO EN REDES

PRESENTA
JORGE ANTONIO BARBEITO AC

SUPERVISORES
DR. JAVIER VÁZQUEZ CASTILLO
MSI. RUBÉN ENRIQUE GONZÁLEZ ELIXAVIDE
MTI. MELISSA BLANQUETO ESTRADA



UNIVERSIDAD DE
QUINTANA ROO
SERVICIOS ESCOLARES
TITULACIONES

CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2017



UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO
DIVISIÓN DE CIENCIAS E INGENIERÍA

**TRABAJO MONOGRÁFICO BAJO LA SUPERVISIÓN
DEL COMITÉ DEL PROGRAMA DE LICENCIATURA Y
APROBADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL
GRADO DE:**

INGENIERO EN REDES

COMITÉ DE TRABAJO MONOGRÁFICO

SUPERVISOR:



DR. JAVIER YÁÑEZ CASTILLO

SUPERVISOR:

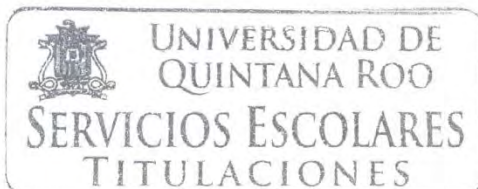


MSI. RUBÉN ENRIQUE GONZÁLEZ ELIXAVIDE

SUPERVISORA:



MTh. MELISSA BLANQUETO ESTRADA



CHETUMAL QUINTANA ROO, MÉXICO, NOVIEMBRE DE 2017

DEDICATORIA

Dedico esta monografía a mis padres, quienes me han apoyado todo el tiempo, sin su apoyo económico y sus buenos consejos, no estaría en estos momentos en el término de uno de mis objetivos que forman proyecto de vida.

A mi universidad, maestros y compañeros que me vieron crecer como una persona profesional y que sobre todo por el gran apoyo emocional durante este tiempo de estudio.

AGRADECIMIENTOS

La dedicación a lo largo de este trayecto ha tenido un avance satisfactorio para la culminación de la monografía y mi titulación.

A mis padres Jorge, Minelia y sin olvidar a mi hermana Shimen, por confiar y creer en mis expectativas, ya que ellos son los principales motores de mis sueños, su confianza en mí han sido la fuente de energía para ser persistente y seguir mis objetivos.

Agradezco a Dios y a la vida por este nuevo triunfo. No quiero dejar atrás a todas las personas que me apoyaron.

A la Universidad de Quintana Roo por darme la oportunidad de estudiar y formar parte de esta gran familia universitaria.

A mi tutor Dr. Jaime S. Ortégón Aguilar y a mi asesor de monografía al Dr. Javier Vázquez Castillo por guiarme y apoyarme durante todo el transcurso de la carrera.

A la División de Ciencias e Ingeniería (DCI), en especial al Departamento de Ingeniería, por la formación académica cuyo emblema me identificará como Universitario.

A mis compañeros y amigos de la carrera Ingeniería en Redes con quienes conviví y compartí momentos divertidos dentro y fuera del salón, sino también, por ser un gran apoyo durante la carrera.

A todos los que de una u otra forma colaboraron en mi formación. Este trabajo no habría sido posible sin la contribución de todas estas personas que de forma directa e indirecta me ofrecieron su apoyo.

RESUMEN

El Internet de las cosas es un concepto reciente promovido por varios foros bajo el auspicio de la UIT (Unión Internacional de Telecomunicaciones) que completa la evolución de las comunicaciones y la informática aplicándola a los objetos y facilitando una mejor interacción con ellos. En este momento se están combinando productos de consumo, automóviles, componentes industriales y de servicios públicos, sensores en otros objetos de uso cotidiano con conectividad a Internet y potentes capacidades de análisis de datos que prometen transformar el modo en que trabajamos, vivimos y jugamos.

Este trabajo monográfico se enfoca a describir el uso del Internet de las cosas (Internet of Things - IoT) en diversos entornos y aplicaciones. Para lograr lo anterior, se investigaron los conceptos más relevantes relacionados a las IoTs y los estándares asociados que son actualmente utilizados para implementar esta tecnología (LoRa, SigFox, etc.). Además, se mencionarán a las compañías aliadas más importantes relacionadas con el diseño de las tecnologías para el desarrollo de IoT y sus productos más competitivos.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1	9
1.1 OBJETIVO GENERAL	9
1.2 OBJETIVOS PARTICULARES	9
CAPÍTULO 2.- ANTECEDENTES	10
2.1 EL INTERNET DE LAS COSAS	10
2.1.1 CONCEPTO DE FUNCIONAMIENTO	11
2.1.2 LO QUE SE ENCUENTRA ENTRE NOSOTROS	12
2.2 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA IdC.....	13
2.2.1 LORA	13
2.2.1.1 LORA ALLIANCE	14
2.2.1.2 CONFIANZA EN LA RED BAJO TECNOLOGÍA LORA.....	14
2.2.1.3 ALIANZAS DE LORA.....	16
2.2.2 SIGFOX.....	16
2.2.2.1 IDEA DE LA RED SIGFOX.....	17
2.2.2.2 SIGFOX PARA IOTS	18
2.2.2.3 ALIANZAS DE SIGFOX	19
2.2.3 COMPARACIÓN ENTRE LAS TECNOLOGÍAS SIGFOX VS LORA.....	20
2.2.3.1 MODELO DE NEGOCIO.....	20
2.2.3.2 CASOS DE USO DE LORA Y SIGFOX.....	22
2.2.4 OTRAS TECNOLOGÍAS PARA IOTS	22
CAPÍTULO 3.- DESARROLLO DEL PROYECTO.....	26
3.1 IOTS	26
3.2 LORAWAN PARA IOTS.....	27
3.2.1 LORAWAN	28
3.2.1.1 DISPOSITIVOS DE LORAWAN.	29
3.2.1.2 BANDA DE FRECUENCIA LORAWAN.....	32
3.2.1.3 MODULACIÓN Y VELOCIDAD DE DATOS	32
3.2.1.4 SEGURIDAD.....	33
3.2.1.5 INNOVACIÓN	34
3.2.1.6 PROTOCOLOS	34

3.2.1.7 CARACTERÍSTICAS DE LORAWAN	35
3.3 DISPOSITIVOS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES IOTS	36
3.3.1 TARJETAS DE DESARROLLO	36
3.3.2 MODEM IOTS	38
CAPÍTULO 4.- DISCUSIÓN DE LOS ALIADOS DE IOTS	40
4.1 ALIADOS SOBRE IOTS DE LORA.....	40
4.2 ALIADOS SOBRE IOTS DE SIGFOX.....	43
CAPÍTULO 5.- APLICACIONES RELACIONADOS CON IOT.....	45
5.1 EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS CON IOTS	46
CAPÍTULO 6.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL INTERNET DE LAS COSAS IOT	49
CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES.....	51
BIBLIOGRAFÍA	52

TABLA DE FIGURAS

Figura 1.-Idea del Internet de las cosas.	11
Figura 2.-Tecnologías Inalámbricas IoT. [2]	13
Figura 3.-Icono de LoRa.....	13
Figura 4.-LoRa Alliance en IoT.....	14
Figura 5.-Topología de una red con tecnología LoRa.	15
Figura 6.-Compañías aliadas a la tecnología LoRa.....	16
Figura 7.-Ícono de Sigfox.	17
Figura 8.-Idea de la Red SigFox en IoT.	18
Figura 9.-Compañías aliadas a la tecnología SigFox.	19
Figura 10.- Concepto de Internet de las cosas.....	26
Figura 11.- Arquitectura de LORAWAN en IoTs.....	27
Figura 12.-Diagrama de dispositivos IoTs con LoraWAN.....	29
Figura 13.-Ventana de recepción de dispositivos de clase A.	30
Figura 14.-Ventana de recepción de dispositivos Clase C.	31
Figura 15.-Claves y cifrados en LoRaWAN.....	33
Figura 16.-Tarjeta de Desarrollo Photon.	36
Figura 17.-Tarjeta de Desarrollo MKR1000 de Arduino.	37
Figura 18.-Tarjeta de Desarrollo Intel Edison.....	37
Figura 19.-Tarjeta de Desarrollo SmartEverything.	38
Figura 20.-Módem "Smart Home" de Nokia para IoT.....	39
Figura 21.-Módem Qualcomm MDM9206 para IoT.....	39
Figura 22.-Conjuntos de aplicaciones IoTs que ofrece Cisco.....	40
Figura 23.-Concepto de IBM Watson IoT.	41
Figura 24.- Modelo de Aplicación de Actility.....	42
Figura 25.- Aplicaciones IoTs de Texas Instruments.....	43
Figura 26.-Concepto de Axon para IoT.	44
Figura 27.- Dispositivo IoT_ Heratwork Model 1.....	46
Figura 28.- Dispositivo Lockitron para IoT.....	46
Figura 29.- Dispositivo Jalousier para IoT.	47
Figura 30.- Dispositivo Sen.se para IoT.	47
Figura 31.- Dispositivo Energy Aware para IoT.....	48

CAPÍTULO 1

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar un estudio de las tecnologías asociadas a Internet de las cosas (IoT), aliados estratégicos y sus aplicaciones.

1.2 OBJETIVOS PARTICULARES

- Definir el concepto de IoT.
- Recopilar información de las tecnologías asociadas a IoT como LoRa, Sigfox, entre otras.
- Describir la especificación LoraWAN para IoT.
- Realizar una búsqueda y documentación de los dispositivos diseñados para desarrollar IoT (tarjetas de desarrollo, módems).
- Discutir sobre el grado de avance de los aliados estratégicos en lo que respecta al desarrollo de productos lanzados en el mercado de IoT.
- Presentar diversas aplicaciones relacionadas a las IoT.

CAPÍTULO 2.- ANTECEDENTES

2.1 EL INTERNET DE LAS COSAS

Es un término del que escuchamos hablar constantemente. Internet de las cosas, **Internet of Things** o IoT por sus siglas en inglés, es un concepto un poco abstracto pero que ha estado ganando bastante popularidad en los últimos meses. La idea que intenta representar queda bastante bien ilustrada por su nombre, cosas cotidianas que se conectan a Internet, pero en realidad se trata de mucho más que eso.

Para entender de qué trata el Internet de las cosas debemos también comprender que sus fundamentos no son en lo absoluto nuevos. Ideas como el hogar inteligente, también conocido como la casa del mañana, han evolucionado antes de que nos demos cuenta en el hogar conectado para entrar al Internet de las cosas.

El Internet de las cosas potencia objetos que antiguamente se conectaban mediante circuito cerrado, como comunicadores, cámaras, sensores, y demás, y les permite comunicarse globalmente mediante el uso de la red de redes.

Si tuviéramos que dar una definición del Internet de las cosas probablemente lo mejor sería decir que se trata de una red que interconecta objetos físicos valiéndose del Internet. Los objetos en mención se valen de sistemas embebidos, o lo que es lo mismo, hardware especializado que le permite no sólo la conectividad a Internet, sino que además programa eventos específicos en función de las tareas que le sean dictadas remotamente.

2.1.1 CONCEPTO DE FUNCIONAMIENTO

Como ya se ha mencionado, lo primordial de esta tecnología está en los sistemas embebidos. Se trata de chips y circuitos integrados que comparados con, por ejemplo, un smartphone, podrían parecernos muy rudimentarios, pero que cuentan con todas las herramientas necesarias para cumplir labores especializadas muy específicas.



Figura 1.-Idea del Internet de las cosas.

No hay un tipo específico de objetos conectados a Internet de las cosas. En lugar de eso se les puede clasificar como objetos que funcionan como sensores y objetos que realizan acciones activas. Existen aquellos que cumplen ambas funciones de manera simultánea.

En cualquier caso, el principio es el mismo y la clave es la operación remota. Cada uno de los objetos conectados a Internet tiene una IP específica y mediante esa IP

puede ser accedido para recibir instrucciones. Así mismo puede contactar con un servidor externo y enviar los datos que recoja.

2.1.2 LO QUE SE ENCUENTRA ENTRE NOSOTROS

Una de las preguntas más comunes con el Internet de las cosas es cuándo estará finalmente dentro de nuestras vidas. La respuesta es que ya lo está desde hace algunos meses.

A diferencia de algunas tecnologías mucho más populares entre las masas, el Internet de las cosas ha encontrado su foco de explosión en el mercado del consumo. De acuerdo con [1], quizás la tecnología es muy reciente, o quizás los grandes del sector no han visto la oportunidad correcta para abalanzarse encima.

Con respecto a la tecnología que hoy en día se implementa en la rama de telecomunicaciones en el concepto de Internet de las cosas, este tema se concentra en la especificación de LoRa, que a continuación se describirá.

2.2 TECNOLOGÍAS ASOCIADAS A LA IdC

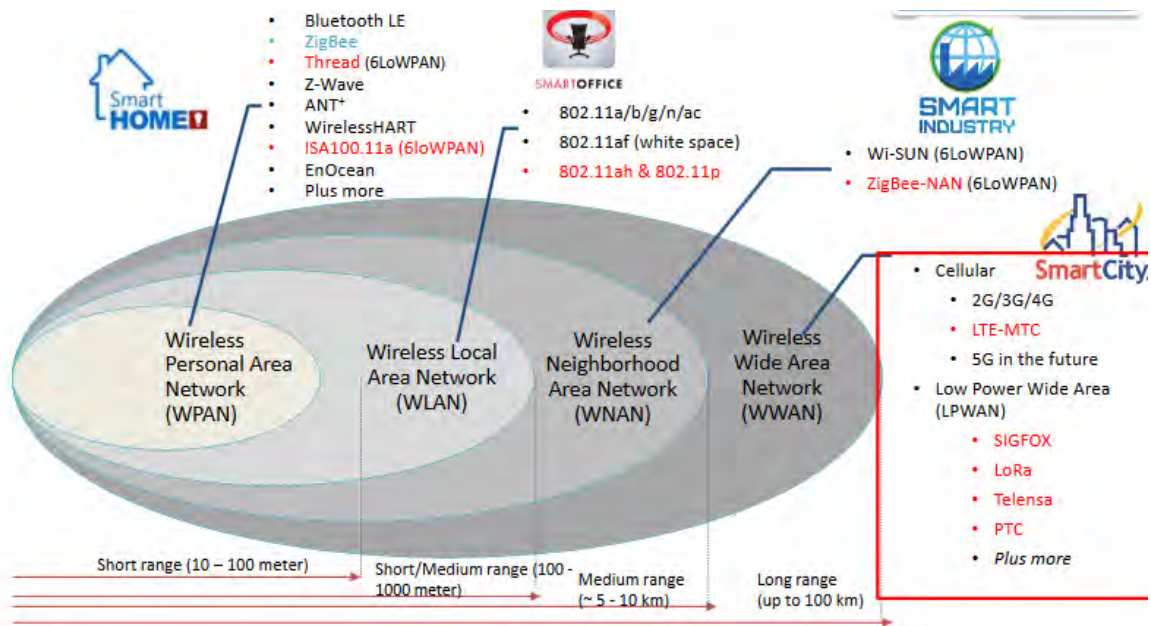


Figura 2.-Tecnologías Inalámbricas IoT. [2]

2.2.1 LORA

LoRa: La plataforma inalámbrica de largo alcance y de bajo consumo es la opción tecnológica predominante para la construcción de redes IoT en todo el mundo. [3]



Figura 3.-Icono de LoRa.

Las aplicaciones inteligentes de IdC han mejorado la forma en que interactuamos y estamos abordando algunos de los mayores desafíos que enfrentan las ciudades y comunidades: cambio climático, control de la contaminación, alerta temprana de

desastres naturales y salvar vidas. Las empresas se benefician también, a través de mejoras en las operaciones y la eficiencia, así como la reducción de los costos.

Esta tecnología RF inalámbrica se está integrando en los coches, farolas, equipos de fabricación, electrodomésticos, dispositivos portátiles - cualquier cosa, en realidad. LoRa Technology está haciendo de nuestro mundo un planeta inteligente.

[3]

2.2.1.1 LORA ALLIANCE



Figura 4.-LoRa Alliance en IoT.

LoRa Alliance es una asociación abierta y sin fines de lucro de miembros que creen que la era de Internet de las cosas es ahora. Nuestros miembros están colaborando y compartiendo experiencias para impulsar el éxito del protocolo LoRa, LoRaWAN, como el estándar global abierto para la conectividad IOT LPWA segura y de grado de proveedor (o carrier). Con un programa de certificación para garantizar la interoperabilidad y la flexibilidad técnica para abordar las múltiples aplicaciones IdC, ya sean estáticas o móviles; ya que LoRaWAN puede dar a todas las cosas una voz global.

2.2.1.2 CONFIANZA EN LA RED BAJO TECNOLOGÍA LORA

Los dispositivos IoT están normalmente diseñados para tener una larga vida de utilización que puede variar de entre cinco a ocho años. Esto requiere un soporte continuo a la conectividad de red elegida a lo largo de la vida del dispositivo. Debido a la incertidumbre en lo referente a la longevidad de la red 2G los diseñadores deben considerar una conectividad alternativa que no sólo tenga un soporte seguro a largo

plazo, sino que también se adecúe a las limitaciones de consumo de energía, rango de comunicación y bajo costo que se usa con las aplicaciones típicas de IoT.

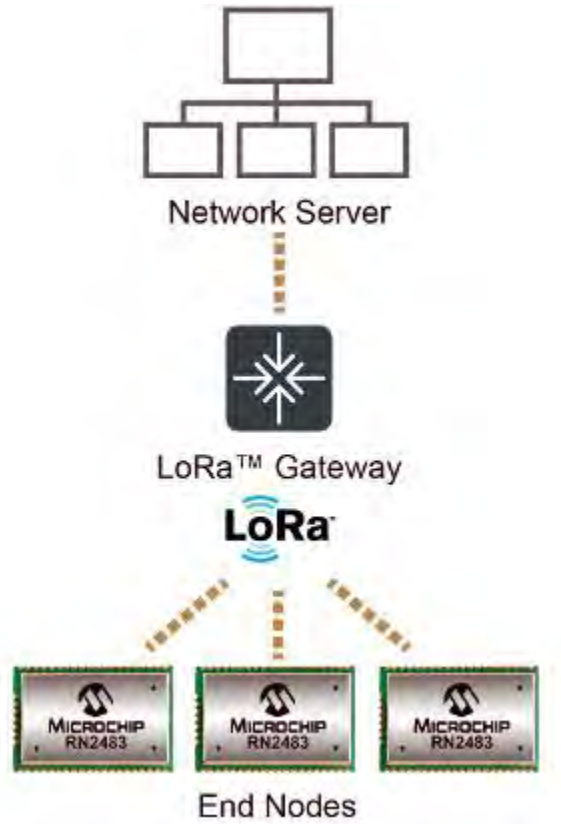


Figura 5.-Topología de una red con tecnología LoRa.

Entre los posibles candidatos, la tecnología LoRa tiene sólidas credenciales técnicas y ya está siendo utilizada en aplicaciones que requieren comunicaciones fiables en distancias de varios kilómetros, como por ejemplo la lectura de contadores inalámbricos y control de alumbrado público. Es una tecnología sub-GHz Low-Power Wide Area Network (LPWAN por sus siglas en inglés) que mantiene una velocidad de datos de 0,3 kbps a 50 kbps dependiendo del rango y duración del mensaje. Las distancias de transmisión pueden ser de hasta 15 o 20 km.

En lo relativo a aplicaciones IoT, una red LoRa también incorpora encriptación de seguridad a nivel de red, aplicación y dispositivo; ofreciendo así una estructura de protección de datos personales y funciones esenciales contra ataques físicos o

ciber-ataques. Su modulación de amplio espectro habilita una alta capacidad de red y un largo alcance con potencia RF baja. Gracias a su mínima demanda de energía, un punto extremo de red LoRa alimentado por batería puede operar durante varios años. Esto es suficiente para funcionar a lo largo de toda la vida de algunas aplicaciones, lo que puede influir de forma significativa en los gastos de funcionamiento de una red con muchos extremos. [4]

2.2.1.3 ALIANZAS DE LORA



Figura 6.-Compañías aliadas a la tecnología LoRa.

2.2.2 SIGFOX

Sigfox: Es una tecnología de banda estrecha (o banda ultra-estrecha). Utiliza un método estándar de transmisión de radio llamado Binary Phase Shift Keying (BPSK), y toma trozos muy estrechos de espectro y cambia la fase de la onda de radio portadora para codificar los datos. Esto permite al receptor escuchar sólo en una pequeña porción de espectro que mitiga el efecto del ruido. Requiere una radio de punto final de bajo costo y una estación base más sofisticada para administrar la red. [5]



Figura 7.-Ícono de Sigfox.

Sigfox propone la creación de una red independiente a la que, para conectarse, es necesario incorporar un chip que sea compatible con la misma. Para ello, trabaja con fabricantes como Texas Instruments, Atmel, Silicon Labs y otros para poder ofrecer distintos tipos de SOC, transceptores y componentes de conexión a su red. En el caso de smartphones y tablets, actualmente no son compatibles con esta red, pero, al no tener licencia de uso, su inclusión sería realmente económica y sencilla.

2.2.2.1 IDEA DE LA RED SIGFOX

Puede ser un complemento a las redes actuales o actuar de forma independiente. Los detectores y chips se pueden incluir en dispositivos tan pequeños como un botón, con la garantía de tener la autonomía necesaria para su funcionamiento durante años.

De momento, presume de incorporar 7 millones de dispositivos conectados contratados y es el primer proveedor en proporcionar red IoT exclusiva. Para el control de dispositivos, proporciona una interfaz de aplicaciones web, así como una web API basada en estándares, para una fácil y eficiente gestión de dispositivos e integración de datos, facilitando su uso con los sistemas que ya utilizan sus clientes, caso de las empresas que empiezan a ver soluciones interesantes en esta red para mejorar sus productos y flujos de trabajo.

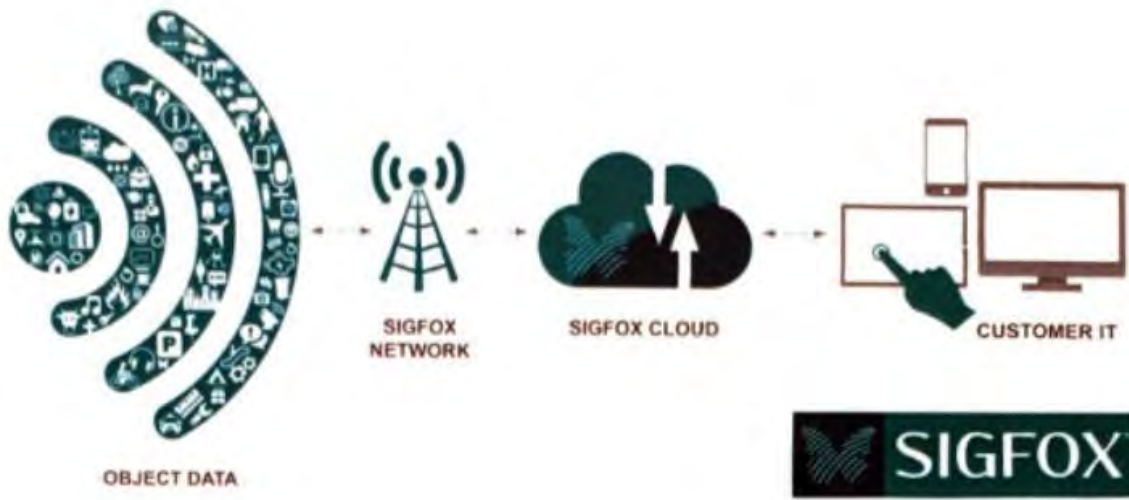


Figura 8.-Idea de la Red SigFox en IoT.

Lo cierto es que parece que el gran salto lo darán si los dispositivos móviles empiezan a incorporar su chip de comunicación, para poder controlar objetos desde el móvil. De otra manera, su uso seguramente quedará más enfocado a empresas y negocios para mejorar determinados procesos de los que actualmente es complicado encontrar más datos. [6]

Las tecnologías inalámbricas NB-IOT (banda estrecha - Internet de las cosas), LoRa y Sigfox han estado recibiendo mucha atención a nivel mundial a medida que el mercado de la tecnología inalámbrica madura a la luz de las perspectivas de miles de millones de conexiones. Cada una de estas tecnologías probablemente desempeñará un papel importante en la conexión de dispositivos, pero la comprensión de las características y las diferencias de cada uno es fundamental.

2.2.2.2 SIGFOX PARA IOTS

Debido a que el ancho de banda no para de crecer, en SIGFOX pensaron que tenían que apostar por una red más pequeña, que pudiera enviar una cantidad de datos

limitada, pero suficiente para el IoT. Esto tiene interesantes ventajas para la comunicación de los objetos conectados:

- Eficiencia energética, alargando la duración de la batería en algunos dispositivos hasta 15 años, más allá en muchos casos de su vida útil.
- Uso de frecuencias libres (ISM) resistentes frente a interferencias.
- Conectividad Ultra Narrow Band (UNB) bidireccional.
- Libre de derechos y royalties.
- Gestión sencilla y basada en la nube. Se controlan todos los dispositivos conectados a la red desde un único lugar.
- Cobertura internacional.

Los dispositivos que pueden utilizar esta red van desde termostatos, detectores de humo, de presencia, localizadores, etcétera, que pueden enviar alertas o geolocalizar un objeto.

2.2.2.3 ALIANZAS DE SIGFOX



Figura 9.-Compañías aliadas a la tecnología SigFox.

2.2.3 COMPARACIÓN ENTRE LAS TECNOLOGÍAS SIGFOX VS LORA

LoRa examina una mayor cantidad de espectro que SigFox (y por lo tanto obtiene más interferencia). Sin embargo, debido a que está buscando un tipo de comunicación muy específico, el aumento de ruido debido a un mayor ancho de banda del receptor se mitiga por las ganancias de codificación. Los presupuestos de enlaces prácticos son casi los mismos para SigFox y LoRa.

A diferencia de SigFox, tanto el punto final como la estación base son relativamente baratos con los dispositivos habilitados para LoRa. Esto se debe principalmente a que puede utilizar la misma radio para un receptor en la estación base y en el punto final. Mientras que la base de LoRaWAN tiende a ser más caro que el punto final, es barato en comparación con una base de SigFox.

2.2.3.1 MODELO DE NEGOCIO

SigFox

El modelo de negocio de SigFox adopta un enfoque descendente. La empresa es propietaria de toda su tecnología, desde los datos de back-end y el servidor de nube hasta el software de puntos finales. Pero el diferenciador es que SigFox es esencialmente un mercado abierto para los puntos finales. SigFox entrega su tecnología de punto final a cualquier fabricante o proveedor de silicio que lo desee, siempre y cuando se acuerden ciertas condiciones comerciales.

Los terminales SigFox usan radios MSK de productos básicos, y son relativamente baratos. Usted puede obtener un chip de unos pocos dólares y un módulo de menos de \$ 10 en grandes volúmenes, por lo que los socios de SigFox no están aportando mucho dinero desde el propio hardware. SigFox hace su dinero haciendo que los operadores de red paguen regalías por revender su pila de tecnología a los clientes. En otras palabras, SigFox entrega los habilitadores de hardware, pero vende el software/red como un servicio. En algunos casos, la empresa realmente despliega

la red y actúa como operador de red. Este es el caso en Francia y en los Estados Unidos; Cuando usted compra el servicio de LPWAN allí, usted está funcionando en una red de SigFox.

El objetivo final de SigFox es conseguir que los grandes operadores de red de todo el mundo desplieguen sus redes. SigFox ha existido desde 2009 y es probable que el vendedor más agresivo en IoT.

SigFox opina que es más fácil trabajar con operadores de redes móviles o desplegar redes en sí y cobrar una pequeña tarifa recurrente que vender hardware costoso en el punto final. Sin embargo, hay algunos desafíos asociados con este modelo de negocio. Por un lado, si desea implementar una red SigFox, tiene que trabajar directamente con SigFox, no hay otra opción. Además, sólo se puede implementar una red SigFox en un área, ya que la empresa tiene acuerdos exclusivos con los operadores de red cuando trabajan juntos.

LoRa

La Alianza LoRa tiene una estrategia diferente. Dirían que son más abiertos que SigFox, estrictamente porque la especificación que rige cómo se gestiona la red es relativamente abierta. Puede descargar las especificaciones y unirse a LoRa Alliance, y cualquier fabricante de hardware o gateway puede construir un módulo o gateway que cumpla con las especificaciones de LoRa. La captura es que la única compañía que fabrica la radio para LoRa es Semtech. Así que mientras el ecosistema en sí está abierto, tiene un elemento cerrado.

Una cosa agradable sobre el estándar abierto de LoRa es su potencial para ser muy flexible; no va a ser impulsado por una empresa específica. En la práctica, esto obliga al desarrollo a ser un poco más lento, porque está desarrollando estándares por comité.

La Alianza LoRa cree que la apertura crea la adopción, por lo que los miembros insisten en que cualquier *persona* puede unirse a la Alianza y construir hardware

para apoyarla. El truco aquí es cómo las empresas que adoptan LoRaWAN pueden agregar valor. Al igual que SigFox, LoRa Alliance quiere que los operadores de red desplieguen la red LoRa, pero también quieren que las empresas privadas y las startups lo hagan. Para permitir esto, han desarrollado una cierta discusión alrededor de la red del roaming a la red. El negocio y la tecnología alrededor de esta idea no se desarrolla aún, por lo que uno de los próximos pasos será averiguar cómo permitir la itinerancia de la red pública a la red pública y la red privada a la red privada.

2.2.3.2 CASOS DE USO DE LORA Y SIGFOX

LoRa es probablemente la mejor opción si necesita una verdadera bidireccionalidad debido al enlace simétrico. Por lo tanto, si necesita funcionalidad de mando y control, por ejemplo, para monitorizar la red eléctrica, LoRa es su mejor opción.

Con SigFox, puede utilizar la funcionalidad bidireccional de comando y control, pero para trabajar adecuadamente, la densidad de red debería ser mayor (debido al enlace asimétrico). Por lo tanto, es mejor para las aplicaciones que envían ráfagas de datos pequeñas e infrecuentes (como alarmas y contadores).

Aparte de estas pequeñas diferencias, SigFox y LoRa sirven a mercados similares. Vale la pena señalar que ambas tecnologías fueron diseñadas originalmente para las bandas reguladoras europeas entre 865 y 868 MHz, y ambas han enfrentado retos al llegar a los mercados regulatorios en los EE.UU. El progreso se está haciendo, y ambas tecnologías están trabajando para la optimización para Uso de la FCC. [5]

2.2.4 OTRAS TECNOLOGÍAS PARA IOTS

En la actualidad, existen multitud de tecnologías de transmisión inalámbrica de datos, como por ejemplo Wi-Fi, Bluetooth, ZigBee, 2G/3G/4G, etc.

Dependiendo de la aplicación, los factores como el alcance, velocidad de transferencia, seguridad, potencia y autonomía dictarán cuál es la mejor alternativa a la hora de elegir una red inalámbrica u otra. Estas son algunas de las principales tecnologías de comunicación que pueden elegir los desarrolladores:

- **ZigBee**

ZigBee es una tecnología inalámbrica más centrada en aplicaciones domóticas e industriales. Los perfiles ZigBee PRO y ZigBee Remote Control (RF4CE) se basan en el protocolo IEEE 802.15.4, una tecnología de red inalámbrica que opera a 2,4GHz en aplicaciones que requieren comunicaciones con baja tasa de envío de datos dentro de áreas delimitadas con un alcance de 100 metros, como viviendas o edificios. ZigBee/RF4CE tiene algunas ventajas significativas como el bajo consumo en sistemas complejos, seguridad superior, robustez, alta escalabilidad y capacidad para soportar un gran número de nodos. Así, es una tecnología bien posicionada para marcar el camino del control wireless y las redes de sensores en aplicaciones IoT y M2M.

- **WiFi**

Normalmente la conectividad WiFi es la opción obvia elegida por los desarrolladores dada la omnipresencia de WiFi en entornos domésticos y comerciales: existe en la actualidad una extensa infraestructura ya instalada que transfiere datos con rapidez y permite manejar grandes cantidades de datos. Actualmente, el standard WiFi más habitual utilizado en los hogares y en muchas empresas es el 802.11n, ofreciendo un rendimiento significativo en un rango de cientos de megabits por segundo, muy adecuado para la transferencia de archivos, pero que consume demasiada potencia para desarrollar aplicaciones IoT.

- **Thread**

En la actualidad, el protocolo de red más innovador basado en IPv6 es Thread. Diseñado para domótica, está basado en 6LowPAN, y del mismo modo que aquel, no es un protocolo de aplicaciones IoT como Bluetooth o ZigBee. Se diseñó como un complemento WiFi, puesto que aunque la tecnología Wi-Fi funciona muy bien en dispositivos de consumo, tiene limitaciones al utilizar en configuraciones de domótica. Es una solución resistente basada en IP para aplicaciones IoT. Diseñado para trabajar sobre chips IEEE 802.15.4 ya existentes de fabricantes como Freescale y Silicon Labs, Thread es compatible con redes de topología de malla al utilizar radio transceptores IEEE802.15.4, siendo capaz de manejar hasta 250 nodos con altos niveles de autenticación y cifrado.

- **Neul**

El concepto de este sistema es similar al de Sigfox y funciona en la banda sub-1GHz. Neul aprovecha pequeños fragmentos de la “banda blanca” de las estaciones de TV para ofrecer alta escalabilidad, amplia cobertura y bajos costos.

Este sistema se basa en el chip Icen1, que se comunica utilizando los “banda blanca” de la radio para acceder al espectro UHF de alta calidad. Ya está La tecnología de comunicaciones que utiliza se llama Weightless, que es una nueva tecnología de red inalámbrica ampliada diseñada para aplicaciones IoT que compite contra las soluciones GPRS, 3G, CDMA y LTE WAN.

- **Z-Wave**

Z-Wave es una tecnología RF de bajo consumo diseñada inicialmente para productos de domótica como controladores de iluminación y sensores. Optimizado para la comunicación fiable de baja latencia de pequeños paquetes de datos, alcanza velocidades de datos de hasta 100kbit/s, opera en la banda de sub-1 GHz y es robusta frente a interferencias de Wi-Fi y otras tecnologías inalámbricas en el rango 2,4 GHz como Bluetooth o ZigBee. Es totalmente compatible con redes de topología de malla, no necesita un nodo

coordinador y es muy escalable, permitiendo controlar hasta 232 dispositivos.
[7]

3.2 LORAWAN PARA IOTS.

Es una especificación de red de área amplia de baja potencia (LPWAN) diseñada para funcionar con baterías inalámbricas en una red regional, nacional o global. LoRaWAN se centra en los requisitos clave de Internet de las cosas, tales como la comunicación bidireccional segura, la movilidad y los servicios de localización. La especificación LoRaWAN proporciona una interoperabilidad sin fisuras entre las cosas inteligentes sin necesidad de instalaciones locales complejas y devuelve la libertad al usuario, al desarrollador, a las empresas, permitiendo el despliegue de Internet de las cosas.

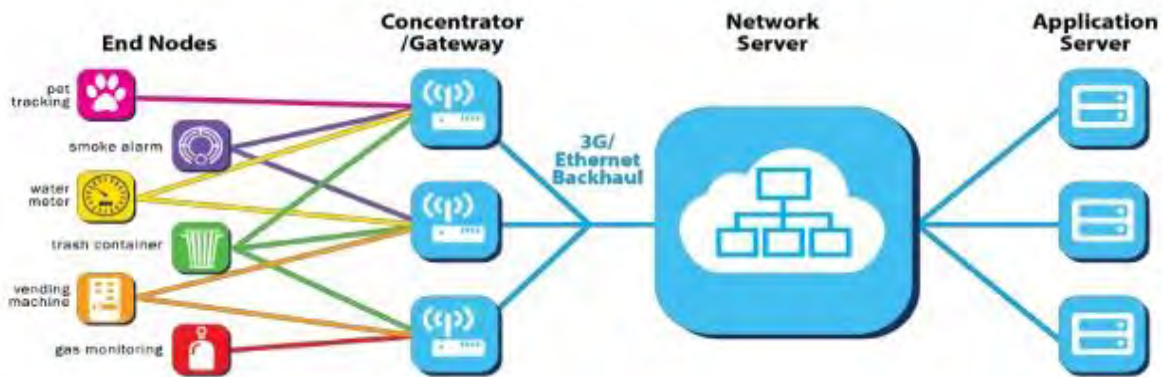


Figura 11.- Arquitectura de LORAWAN en IoTs.

La topología de la red propuesta por LoRaWAN es el de estrella de estrellas, es decir, los dispositivos se conectan directamente (one-hop) con una o más estaciones base o gateways de forma bidireccional (con restricciones). Estas gateways transmiten los datos de los dispositivos al servidor de red y viceversa usando una conexión IP estándar.

Una característica interesante de LoRaWAN es que las Gateways son simples intermediarios entre los dispositivos inalámbricos y el servidor de red.

Las redes nacionales que apuntan a Internet en cosas como infraestructura crítica, datos personales confidenciales o funciones críticas para la sociedad tienen una necesidad especial de comunicación segura.

3.2.1 LORAWAN

Si está buscando un protocolo para conectar sus dispositivos inteligentes al Internet de las cosas y que éstos se comuniquen entre ellos, LoRaWAN es la mejor opción. LoRaWAN es una red de área extendida (WAN) de gran alcance (LoRa se refiere a long range) y está optimizada para consumir muy poca energía. Esto significa que LoRaWAN es perfecta como red inalámbrica para nodos alimentados por baterías en redes IoT.

LoRaWAN es un protocolo de control de acceso a medios (MAC) para redes de área amplia. Está diseñado para permitir que los dispositivos de baja potencia se comuniquen con aplicaciones conectadas a Internet a través de conexiones inalámbricas de largo alcance. LoRaWAN se puede asignar a la segunda y tercera capa del modelo OSI. Se implementa sobre la modulación de LoRa o FSK en bandas de radio industriales, científicas y médicas (ISM). Los protocolos LoRaWAN son definidos por la Alianza LoRa y formalizados en la Especificación LoRaWAN.

Las aplicaciones adecuadas para utilizar LoRaWAN son las redes de sensores, sistemas de seguridad, domótica, medición inteligente, control industrial y ciudades inteligentes.

El alcance de 2-5 km en entornos de alta densidad urbana -hasta 15 km en espacios de baja densidad-, es posible gracias al compromiso entre el alcance de comunicación, la duración del mensaje (a través de la propagación del espectro de frecuencias sub GHz) y la adaptación de la velocidad de los datos. LoRaWAN presenta una topología "estrella de estrellas", donde las puertas de enlace proporcionan un puente transparente, enviando y recibiendo mensajes entre los nodos de los dispositivos, y una red central o una nube de datos.

Las puertas de enlace, normalmente dispositivos alimentados, se comunican a través del protocolo LoRaWAN con los nodos antes de la transmisión de los mensajes a través de los protocolos tradicionales como Ethernet, 3G o Wi-Fi. La mayor parte de la comunicación a los nodos es bidireccional, aunque LoRaWAN soporta transmisiones multidifusión para actualizar nodos o distribuir mensajes masivos de emergencia. [8]

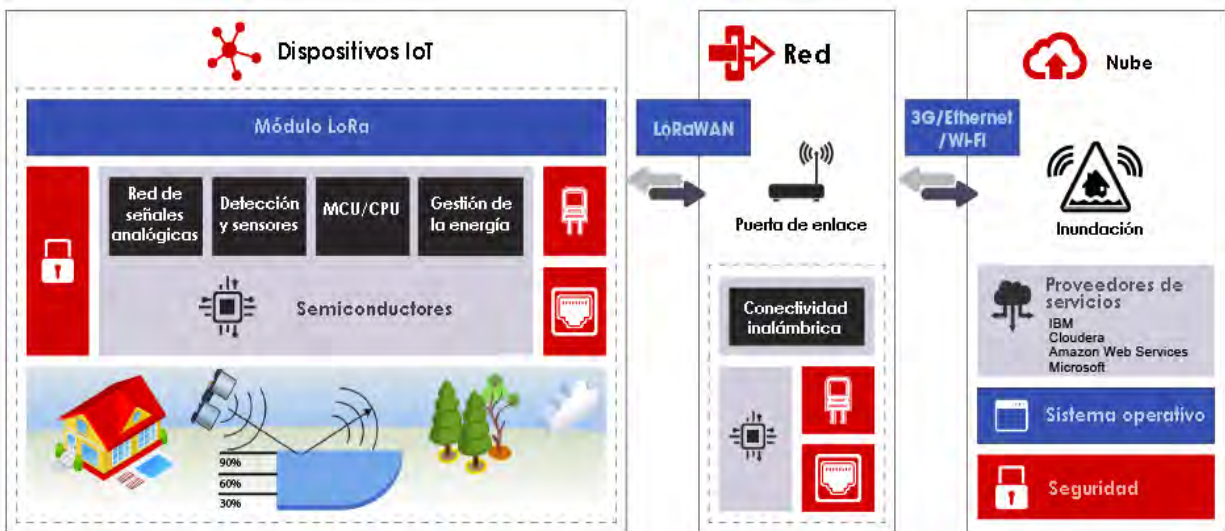


Figura 12.-Diagrama de dispositivos IoTs con LoraWAN.

3.2.1.1 DISPOSITIVOS DE LORAWAN.

La especificación LoRaWAN define tres tipos de dispositivos, llamados clases, diseñados para distintas aplicaciones. Todos los dispositivos LoRaWAN deben implementar Clase A, mientras que Clase B y Clase C son extensiones a la especificación de dispositivos Clase A.

- Los dispositivos de clase A admiten la comunicación bidireccional entre un dispositivo y una pasarela. Los mensajes de enlace ascendente (desde el dispositivo al servidor) se pueden enviar en cualquier momento (de forma

aleatoria). Como se representa en la figura, el dispositivo abre entonces dos ventanas de recepción a tiempos especificados (1s y 2s) después de una transmisión de enlace ascendente. Si el servidor no responde en ninguna de estas ventanas de la recepción (situación 1 en la figura), la próxima oportunidad será después de la siguiente transmisión de enlace ascendente desde el dispositivo. El servidor puede responder ya sea en la primera ventana de la recepción (situación 2 en la figura) o en la segunda ventana de recepción (situación 3 en la figura).

Este tipo de dispositivos serán los de menor consumo de la especificación, y nos servirán para aplicaciones en las que los dispositivos no deban recibir datos habitualmente.

Un dispositivo compatible con LoRaWAN debe implementar siempre esta clase básica.

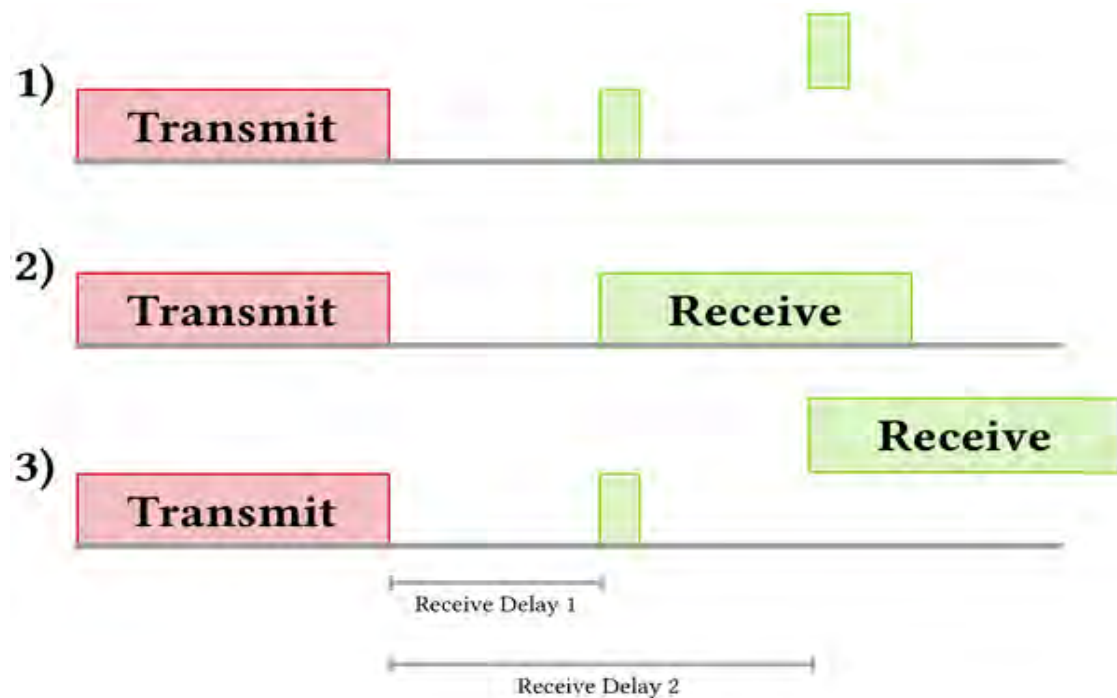


Figura 13.-Ventana de recepción de dispositivos de clase A.

- Los dispositivos de clase B amplían la clase A añadiendo ventanas de la recepción programadas para mensajes de enlace descendente desde el servidor. Utilizando las balizas sincronizadas en el tiempo transmitidas por la pasarela, los dispositivos se abren periódicamente para recibir ventanas.

Los dispositivos de clase B añaden la capacidad de recibir datos (*downlink*) sin necesidad de enviar un paquete (*uplink*), de esta forma la aplicación puede enviar datos a los dispositivos de forma programada.

Esto se consigue mediante el envío periódico de *beacons* por parte de la gateway. Estos *beacons* permiten a los dispositivos estar sincronizados con la gateway, y de esta forma pueden negociar tiempos de recepción de paquetes desde la gateway al dispositivo (*downlink*)

Esta clase de dispositivos tendrán un consumo mayor de energía que los de clase A debido a la recepción periódica de los *beacons* desde la Gateway.

- Los dispositivos de clase C amplían la clase A al mantener abiertas las ventanas de recepción a menos que éstas estén transmitiendo, como se muestra en la figura siguiente. Esto permite la comunicación de baja latencia, pero es muchas veces más consumidor de energía que los dispositivos de clase A.

Esta clase proporciona los mejores tiempos de respuesta y capacidad de envío desde el servidor a los dispositivos, a costa de un consumo energético mucho mayor respecto a las clases A y B.



Figura 14.-Ventana de recepción de dispositivos Clase C.

3.2.1.2 BANDA DE FRECUENCIA LORAWAN

LoRaWAN opera en espectro radioeléctrico sin licencia. Esto significa que cualquier persona puede utilizar las frecuencias de radio sin tener que pagar honorarios de millones de dólares por los derechos de transmisión. Es similar a WiFi, que utiliza las bandas ISM de 2,4 GHz y 5 GHz en todo el mundo. Cualquier persona puede configurar routers WiFi y transmitir señales WiFi sin necesidad de una licencia o permiso.

LoRaWAN utiliza frecuencias de radio más bajas con un rango más largo. El hecho de que las frecuencias tengan un rango más largo también viene con más restricciones que a menudo son específicas de cada país. Esto plantea un reto para LoRaWAN, que trata de ser lo más uniforme posible en todas las diferentes regiones del mundo. Como resultado, LoRaWAN se especifica para un número de bandas para estas regiones. Estas bandas son lo suficientemente similares como para soportar un protocolo agnóstico regional, pero tienen una serie de consecuencias para la implementación de los sistemas backend.

3.2.1.3 MODULACIÓN Y VELOCIDAD DE DATOS

En la mayoría de los casos, LoRaWAN utiliza la modulación LoRa. La modulación de LoRa se basa en la tecnología Chirp de espectro extendido, lo que hace que funcione bien con el ruido del canal, el desvanecimiento multipath y el efecto Doppler, incluso a baja potencia.

La velocidad de datos depende del ancho de banda utilizado y del factor de propagación. LoRaWAN puede utilizar canales con un ancho de banda de 125 kHz, 250 kHz o 500 kHz, dependiendo de la región (como en la banda estadounidense) o del plan de frecuencias (en Europa). El factor de dispersión es elegido por el dispositivo final e influye en el tiempo que se tarda en transmitir un cuadro.

3.2.1.4 SEGURIDAD

LoRaWAN conoce tres claves de seguridad de 128 bits distintas. La clave de AppKey sólo es conocida por el dispositivo y por la aplicación. Cuando un dispositivo se une a la red (esto se llama una unión o activación), se generan una clave de sesión de AppSKey y una clave de sesión de red NwkSKey. El NwkSKey se comparte con la red, mientras que la AppSKey se mantiene privada. Estas claves de sesión se utilizarán durante la sesión.



Figura 15.-Claves y cifrados en LoRaWAN.

LoRaWAN incluye seguridad en dos niveles: encriptación de paquetes a nivel de red y a nivel de aplicación. De esta forma se protege la red de dispositivos maliciosos (primer nivel) y con el segundo nivel se protegen los datos de aplicación, de forma que los servidores de red no pueden leer los datos de cada aplicación.

Para los dos niveles se usa AES con claves de 128 bits de longitud basadas en distintos identificadores del dispositivo, aplicación y red.

La figura anterior muestra cómo se utilizan estas claves. La AppSKey se utiliza para el AppSKey extremo a extremo de la carga útil del marco. El algoritmo utilizado para ello es AES-128, similar al algoritmo utilizado en el estándar 802.15.4. El NwkSKey es conocido por la red y el dispositivo y se utiliza para validar la integridad de cada mensaje por su Código de Integridad de Mensajes (MIC). Este MIC es similar a una suma de comprobación, excepto que evita la manipulación intencional de un mensaje. Para ello, LoRaWAN utiliza AES-CMAC. [9]

3.2.1.5 INNOVACIÓN

Una innovación de Semtech¹, LoRa Technology ofrece una mezcla muy atractiva de largo alcance, bajo consumo de energía y transmisión segura de datos. Las redes públicas y privadas que utilizan esta tecnología pueden proporcionar una cobertura de mayor alcance en comparación con las redes celulares existentes. Es fácil de conectar a la infraestructura existente y ofrece una solución para las aplicaciones IoT operadas por batería. Semtech construye LoRa Technology en sus chipsets. Estos chipsets se incorporan a los productos ofrecidos por nuestra amplia red de socios IoT e integrados en LPWANs de operadores de redes móviles en todo el mundo.

3.2.1.6 PROTOCOLOS

LoRaWAN es una especificación de protocolo construida sobre la tecnología LoRa desarrollada por la Alianza LoRa. Utiliza espectro radioeléctrico sin licencia en las bandas Industrial, Científica y Médica (ISM) para permitir una comunicación de baja potencia y de área amplia entre sensores remotos y pasarelas conectadas a la red. Este enfoque basado en estándares para la construcción de un LPWAN permite la creación rápida de redes IoT públicas o privadas en cualquier lugar utilizando hardware y software que sea bidireccionalmente seguro, interoperable² y móvil, proporciona una localización precisa y funciona de la manera que usted espera.

¹ **Semtech Corporation:** Es un proveedor de semiconductores analógicos y de señal mixta.

² **Interoperable:** Define interoperabilidad como la habilidad de dos o más sistemas o componentes para intercambiar información y utilizar la información intercambiada.

3.2.1.7 CARACTERÍSTICAS DE LORAWAN

- **Estandarizado**
Asegura la interoperabilidad global, acelerando la adopción y el despliegue de aplicaciones LoRaWANs y IoT.
- **Baja potencia**
Protocolo diseñado específicamente para un bajo consumo de energía prolongando la duración de la batería hasta 20 años.
- **De largo alcance**
Estación base única proporciona una penetración profunda en zonas densas urbanas / interiores, además conecta áreas rurales hasta 30 millas de distancia.
- **Seguro**
Encriptación de extremo a extremo AES128 integrada.
- **Geolocalización**
Permite aplicaciones de seguimiento de baja potencia sin GPS.
- **Bajo costo**
Reduce los costos de tres maneras: inversión en infraestructura, gastos de operación y sensores de nodos finales.

3.3 DISPOSITIVOS PARA EL DESARROLLO DE APLICACIONES IOTS

El IoT, Internet de las cosas, es sin duda una de las tendencias en lo que se refiere a tecnología, cada día surgen nuevos productos relacionados con esto y los que somos desarrolladores debemos contar con las mejores herramientas.

3.3.1 TARJETAS DE DESARROLLO

- **Photon de Particle.**



Figura 16.-Tarjeta de Desarrollo Photon.

Es una tarjeta de desarrollo que ya lleva bastante experiencia del tema del IoT, tiene un gran soporte de parte de la empresa, varias herramientas que lo vuelven una plataforma muy profesional al momento de desarrollar.

Aunque no es la plataforma más económica tiene un excelente precio que lo hace una gran opción.

- **MKR1000 de Arduino.**



Figura 17.-Tarjeta de Desarrollo MKR1000 de Arduino.

Una de las nuevas tarjetas de desarrollo de Arduino y una de las más esperadas por los seguidores de Arduino, sin embargo, quizá no tiene un precio tan accesible como el que todos quisiéramos, de igual manera sigue siendo una buena opción por estar diseñada y soportada por Arduino.

- **Intel Edison**



Figura 18.-Tarjeta de Desarrollo Intel Edison.

Esta es la plataforma quizá más potente de todas, diseñada por Intel, una de las empresas más poderosas en el mundo de la tecnología, en su interior lleva un SoC muy potente que además tiene un muy buen soporte, desde su salida al mercado han ido mejorando mucho la plataforma para hacerla cada vez más sencilla de utilizar. Se han realizado diversas dinámicas y eventos que motiven a las personas a utilizarla, sin embargo el inconveniente aquí es el precio, es la plataforma más costosa de todas y quizá con mucha razón, lleva un controlador bastante potente que además de WiFi también incluye Bluetooth LE, está diseñada por Intel y tiene una buena plataforma de desarrollo.

- **SmartEverything**

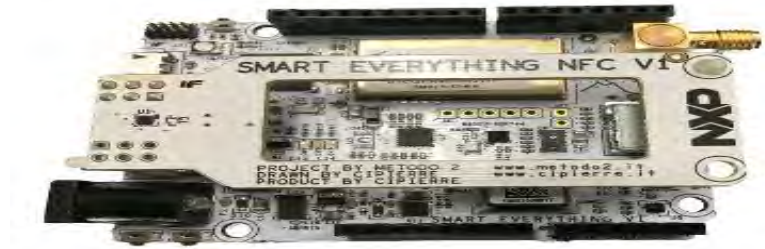


Figura 19.-Tarjeta de Desarrollo SmartEverything.

La tarjeta SmartEverything de Arrow busca reducir los ciclos de diseño y los plazos de desarrollo de modo que los usuarios puedan conectarse rápidamente y controlar los dispositivos a través de internet.

Esta tarjeta de desarrollo IoT utiliza la solución SIGFOX de conectividad móvil global para acceder al Internet de las cosas. Las características de la tarjeta de desarrollo incluyen sensores de STMicroelectronics de proximidad, humedad, temperatura y aceleración. [10]

3.3.2 MODEM IOTS

- **Nokia Smart home.**

“Smart Home”, el primer módem IoT para el hogar que permitirá a los usuarios conectar y controlar todos los objetos inteligentes de su casa desde un solo punto.

Nokia Smart Home es una solución completa IoT en una sola caja que permite monitorear y controlar sensores de movimiento y temperatura, sensores de puertas y ventanas, detectores de humo, apagadores de luz y cámaras de seguridad, entre otros objetos inteligentes. La solución soporta una amplia variedad de sensores, conexiones y otros dispositivos conectados que son esenciales para la seguridad del hogar y los servicios de automatización y medición incluyendo el control de objetos mediante Wi-Fi, y mediante los protocolos Z-Wave y ZigBee. [11]



Figura 20.-Módem "Smart Home" de Nokia para IoT.

- **Qualcomm MDM9206**

El módem Qualcomm MDM9206 está diseñado para ofrecer conectividad LTE categoría M1 (eMTC), ampliable al modo dual categoría M1/NB-1, así como una futura actualización de software para mejorar aún más el desempeño. Esto permite que los productos IoT funcionen en una diversa serie de despliegues de operador a nivel mundial, maximizando el alcance y la escalabilidad de los productos globalmente. [12]



Figura 21.-Módem Qualcomm MDM9206 para IoT.

CAPÍTULO 4.- DISCUSIÓN DE LOS ALIADOS DE IOTS

En el transcurso de los años, los avances tecnológicos con respecto al Internet de las cosas han mejorado en la implementación con protocolos ya establecidos; por ejemplo, frecuencias y asociaciones y/o empresas que apoyan en la creación de dispositivos tales como: Lora y Sigfox. Tanto Lora como Sigfox son las más conocidas en adaptar aplicaciones al Internet de las cosas, son financiados económicamente, y supervisados por las empresas que apoyan estos dispositivos para que su cometido se logre. Entre sus objetivos está el de establecer comunicación entre los dispositivos que cuentan con tecnología inalámbrica. La tecnología LoRa cuenta con compañías reconocidas como Cisco, IBM entre otras que se enfocan al estándar de IoT, y por otra parte SigFox con compañías americanas en el sector de aplicación IoT como Axon, Texas Instruments, etc.

4.1 ALIADOS SOBRE IOTS DE LORA

- CISCO



Figura 22.-Conjuntos de aplicaciones IoTs que ofrece Cisco.

La IoT de Cisco es el conjunto más completo de productos, soluciones y servicios que proporcionan conectividad, seguridad, automatización y conocimientos a la nube que las organizaciones, ofrece una amplia gama de soluciones para automatizar el ciclo de vida de los servicios de las empresas IoT, ofreciendo visibilidad en tiempo real, control y conocimientos prácticos.

Cisco permite a los clientes automatizar el proceso de conexión de dispositivos a través de una red global de los principales proveedores de servicios.

Sólo la seguridad IoT de Cisco ofrece una protección escalable de amenazas de extremo a extremo y un cumplimiento simplificado de niebla a nube.

- **IBM**

Poner el poder de la computación cognitiva de la plataforma Watson IoT para construir soluciones integradas y especializadas para trabajar para la gestión de activos y de instalaciones, desarrollo de productos, fabricación, electrónica, automoción y seguros.

Watson IoT, millones de sensores entregan volúmenes de datos que transforman las empresas, de los gemelos digitales a los coches conectados, IoT cognitiva le ayuda a hacer su mejor trabajo.



Figura 23.-Concepto de IBM Watson IoT.

- **Actility**

Actility es líder en la industria de la infraestructura IOT LPWA (Low Power Wide Area) y aplicaciones Smart Grid. Actility ThingPark es una solución IoT completa, que combina la red de LPWA, una plataforma de gestión de datos IoT y un extenso ecosistema de dispositivos y aplicaciones completamente interoperables. ThingPark es una plataforma de IoT de grado de carrier que permite a los proveedores de servicios acelerar su estrategia de IoT y su lanzamiento al mercado. ThingPark Wireless ofrece redes de largo alcance para sensores de baja potencia y dispositivos utilizados en múltiples industrias, ciudades inteligentes, agricultura y vida conectada.

Actility, anunció que está colaborando con Cisco para ayudar a los clientes a adoptar la transformación digital y acelerar el desarrollo de nuevos modelos de negocio basados en Internet De las cosas (IoT).

Actility es líder en soluciones de red LoRaWAN

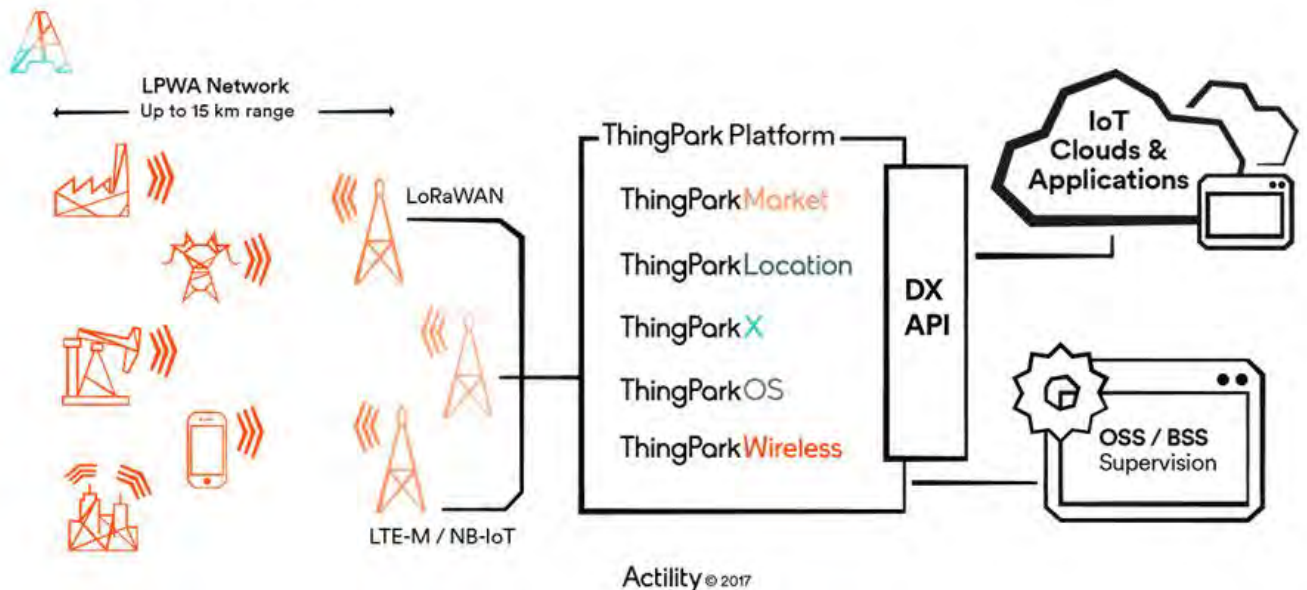


Figura 24.- Modelo de Aplicación de Actility.

Esta asociación permitirá que las redes LPWA (Low Power Wide Area) se expandan rápidamente a escala mundial, alimentando el crecimiento explosivo de la próxima generación de servicios de IoT. Las relaciones de Cisco y Actility con los principales operadores de telecomunicaciones de nivel uno acelerará la salida al mercado y el despliegue generalizado de la solución conjunta.

4.2 ALIADOS SOBRE IOTS DE SIGFOX

- **Imc.**

El IMC ofrece una colección de estudios de casos en profundidad para los despliegues de IoT y M2M, abarcando el rango de posibles aplicaciones y geografías del mercado.

El IMC es una organización comercial para la industria de la comunicación máquina-máquina, y trae un nuevo enfoque, que será para M2M como su propia industria global.

- **Texas Instruments.**

Desde la automatización de edificios y las fábricas inteligentes hasta los wearables, el IoT toca todas las facetas de nuestras vidas.



Figura 25.- Aplicaciones IoTs de Texas Instruments.

TI facilita el desarrollo de aplicaciones con hardware, software y soporte para conectar cualquier cosa a Internet.

- **Axon**

AXON Platform for Conversational IoT es una solución de gateway inteligente de grado de operador que soporta la activación de voz manos libres. La solución integrada de extremo a extremo combina una interfaz de voz de campo lejano y de campo lejano, aprovechando la plataforma Nuance Mix de Nuance Technologies y la plataforma AXON de Greenwave Systems.

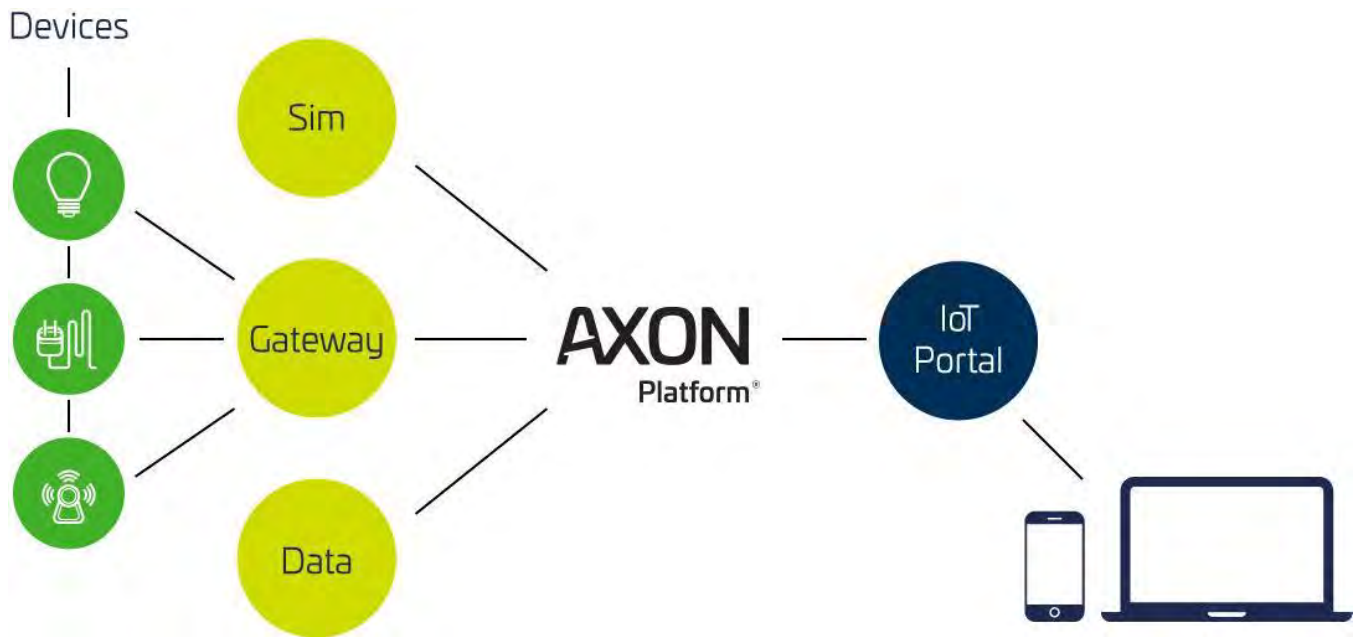


Figura 26.-Concepto de Axon para IoT.

CAPÍTULO 5.- APLICACIONES RELACIONADOS CON IOT

Es una de las tendencias clave de este año. Aunque se lleve ya mucho tiempo hablando de las promesas del Internet of Things (IoT) o Internet de las cosas, lo cierto es que parece que hasta 2014 era más una promesa que una realidad. Ahora, no obstante, la era de los objetos conectados se ve ya cercana, ya presente. Poco a poco hay cada vez más objetos inteligentes, más cosas que de pronto se conectan a Internet y se controlan a través de una app. Y, sobre todo, más soluciones para conectar lo que hasta ahora estaba aislado y sin conexión. Esta explosión de la tendencia se ve también en el número de startups que están naciendo alrededor del Internet de las cosas.

Los startups que se dedican al Internet of things se pueden dividir en dos grandes grupos: las específicas, las que consisten en un objeto ya conectado o en un dispositivo para conectar un objeto determinado; y las generales, las que sirven para conectarlo casi todo o para controlar desde un mismo lugar todos esos objetos inteligentes que poco a poco se van acumulando en las casas.

5.1 EJEMPLOS DE DISPOSITIVOS CON IOTS

- **ISI Technology**

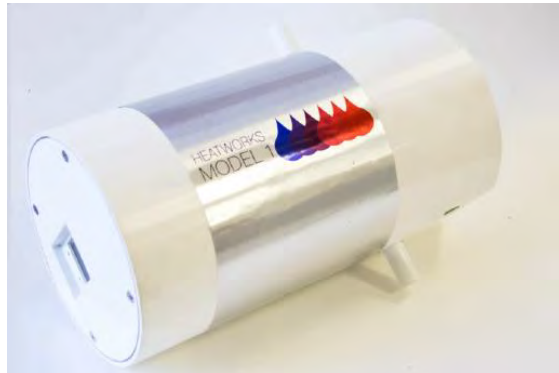


Figura 27.- Dispositivo IoT_ Heratwork Model 1.

Este startup desarrolló un calentador de agua inteligente, Heatworks Model 1, que permite seleccionar la temperatura exacta del agua, además de permitir ahorrar energía, agua y dinero. Heatworks fue lanzado en Kickstarter y consiguió casi cuadruplicar su objetivo de recaudación.

- **Lockitron**

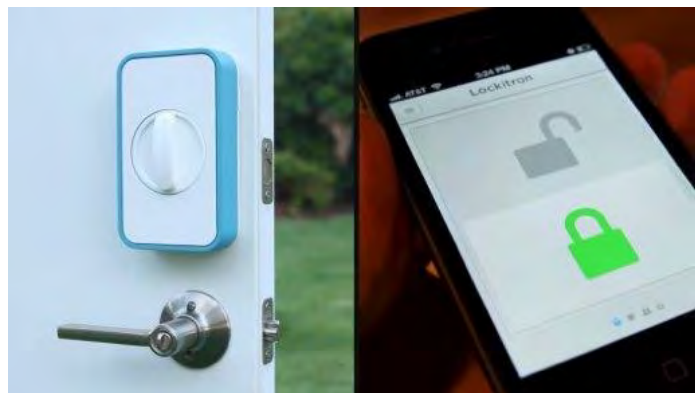


Figura 28.- Dispositivo Lockitron para IoT.

Lockitron quiere que sustituyas las llaves de casa por el smartphone, una idea tan popular que están teniendo problemas para entregar el producto a tiempo. Fueron rechazados por Kickstarter hace dos años y lanzaron su propio crowdfunding. Y una historia similar a la de Pebble: éxito sin precedentes y poca preparación para satisfacer la demanda.

- **Jalousier**



Figura 29.- Dispositivo Jalousier para IoT.

Un pequeño gadget que hace que las persianas sean inteligentes, ajustándolas a la temperatura, condiciones de luz y tiempo, y hora del día.

- **Sen.se**



Figura 30.- Dispositivo Sen.se para IoT.

Este gadget se llama Mother y, combinado con unos sensores, los Motion cookies, que se colocan en los objetos que se quieran monitorizar, puede desde recordarte que te laves los dientes o bebas más agua, hasta si tu perro se ha escapado. Los sensores monitorizan movimiento, temperatura y geolocalización.

- Energy Aware



Figura 31.- Dispositivo Energy Aware para IoT.

Este startup cree que con unos pocos sensores localizados en puntos clave de la casa cualquier hogar se puede volver inteligente. Para lograrlo, crearon Neurio Sensor, un dispositivo que se coloca en el cuadro de distribución de la casa y envía información sobre el uso de la electricidad al móvil a través de una app. Así, se puede saber cuánto se está gastando y en qué, y actuar al respecto. [13]

CAPÍTULO 6.- VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL INTERNET DE LAS COSAS IOT

El Internet de las cosas se está convirtiendo en un tema creciente de conversación. Es un concepto que no sólo tiene el potencial de afectar la forma en que vivimos, sino también la forma en que trabajamos.

Ya estamos etiquetando nuestros objetos electrónicos del día a día para que puedan ser identificados por otras máquinas. A través de los sensores ya podemos recopilar más información sobre la condición de dichos objetos a tu alrededor. A continuación, se les mostrara las ventajas y desventajas del Internet de las cosas:

Ventajas:

- **Automatización de tareas.** La IoT permite automatizar y controlar las tareas que se realizan a diario, evitando la intervención humana. La comunicación dispositiva a dispositivo ayuda a mantener la transparencia en los procesos. También conduce a la uniformidad de las tareas. También se puede mantener la calidad de servicio.
- **Eficiencia y ahorro de tiempo.** La interacción de dispositivo a dispositivo proporciona una mayor eficiencia, por lo tanto, resultados exactos se pueden obtener rápidamente. Esto se traduce en ahorro de tiempo valioso. En lugar de repetir las mismas tareas todos los días, permite a la gente a hacer otros trabajos.
- **Ahorro de dinero.** El aprovechamiento óptimo de la energía y los recursos que puede lograrse mediante la adopción de esta tecnología y del mantenimiento de los dispositivos bajo vigilancia influirán directamente en los costos. Podemos recibir una alerta en caso de posibles cuellos de botella, averías y daños en algún sistema. Por lo tanto, se puede ahorrar dinero mediante el uso de la IoT.
- **Mejorar la calidad de vida.** Todas las aplicaciones del Internet de las cosas culminan en un aumento de confort, comodidad y una mejor gestión; mejorando así la calidad de vida.

Desventajas:

- **Perdida de privacidad y seguridad.** Como los electrodomésticos, maquinaria industrial, servicios del sector público como el abastecimiento de agua y el transporte, y muchos otros dispositivos están conectados a Internet; estos generan una gran cantidad de información disponible. Esta información es propensa a ataques de los cibercriminales. Sería muy desastroso si esta información privada y confidencial fuese accedida por intrusos.
- **Compatibilidad.** Al estar interconectados dispositivos de diferentes fabricantes, la compatibilidad sería un problema. Aun así los fabricantes de dispositivos o aplicaciones de la Internet de las Cosas pueden ponerse de acuerdo por medio de normas comunes.
- **Complejidad.** La IoT es hoy por hoy una red diversa y compleja. Cualquier fallo o errores en el software o hardware tendrán graves consecuencias. Incluso un corte de corriente puede causar un sinfín de inconvenientes.
- **Pérdida de empleo.** Los trabajadores no calificados y ayudantes pueden llegar a perder sus puestos de trabajo como efecto de la automatización de las actividades diarias. Esto puede conducir a problemas de desempleo en la sociedad. Este es un problema con el advenimiento de cualquier tecnología y se puede superar con la educación.
- **La tecnología toma el control de nuestras vidas.** Nuestras vidas serán controladas cada vez más por la tecnología, y seremos dependiente de ella. La generación más joven ya es adicta a la tecnología con *cosas sencillas* como los Smartphones. Habrá en un punto en que tendremos que decidir qué parte de nuestra vida cotidiana estamos dispuestos a mecanizar y ser controlada por la tecnología. [14]

CAPÍTULO 7.- CONCLUSIONES

En conclusión, la Internet de las cosas está más cerca de ser implementado de lo que la persona promedio podría pensar. La mayoría de los avances tecnológicos necesarios para ello ya se han hecho, y algunos fabricantes y agencias ya han comenzado a implementar una versión a pequeña escala de la misma.

LoRaWAN es una gran opción para el protocolo si desea construir en redes públicas operadas y poseídas por el operador. Hay muchos proveedores de hardware y servidores de red que compiten en este espacio, por lo que hay un montón de opciones, lo cual es un gran beneficio.

Una de las razones por las que escribimos este artículo es porque bien esta es una meta para todos los miembros de la Alianza LoRa, todavía está en sus primeros días, y usted querrá estar seguro de entender toda la arquitectura y tener una buena comprensión de cómo funciona el sistema antes de decidir que la mejor tecnología en que se podrá utilizar para el Internet de las cosas.

Las principales razones por las que no se ha implementado realmente es el hecho que aún se están construyendo los objetos que se logren comunicar con el protocolo e interactuar con todo a nuestro alrededor.

Internet de las Cosas tiene todavía mucho recorrido, sin embargo, no podemos pasar por alto en sus ventajas en ahorro de tiempo y el dinero. Muchas grandes compañías como IBM, Cisco y Samsung están trabajando para que el IoT sea parte de nuestros hogares y empresas.

Por ahora lo mejor que podemos hacer es informarnos acerca de lo que es la Internet de las cosas y los impactos potenciales que tendrá en la forma en que trabajamos y vivimos.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] I. d. I. C. (IoT), «Internet de las Cosas (IoT),» Hipertextual, 20 Octubre 2014. [En línea]. Available: <https://hipertextual.com/archivo/2014/10/internet-cosas/>. [Último acceso: 16 Abril 2017].
- [2] «IEEE 802.15.4g Stand,» WISUN ALIANCE, 23 ABRIL 2015. [En línea]. Available: http://www.keysight.com/upload/cmc_upload/All/Slide_IOT_Part_2.pdf?&cc=MX&lc=eng. [Último acceso: 12 JUNIO 2017].
- [3] «What is LoRa?,» SEMTECH, [En línea]. Available: <http://www.semtech.com/wireless-rf/internet-of-things/what-is-lora/>. [Último acceso: 16 Abril 2017].
- [4] A. Rodriguez, «Tecnología LoRa para sistema IoT,» Comunicaciones Inalambricas Hoy, 18 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://www.comunicacionesinalambricashoy.com/tecnologia-lora-sistemas-iot/>. [Último acceso: 16 Abril 2017].
- [5] LinkLabs, «SigFox vs LoRa: A Comparison Between Technologies & Business Models,» 13 Enero 2016. [En línea]. Available: <https://www.link-labs.com/blog/sigfox-vs-lora>. [Último acceso: 26 Abril 2017].
- [6] Nobbot, «SIGFOX, la red alternativa para el Internet de las cosas,» Tecnología para las personas, 01 03 2016. [En línea]. Available: <http://www.nobbot.com/redes/sigfox-la-red-para-el-internet-de-las-cosas/>. [Último acceso: 26 Abril 2017].
- [7] «Redes Inalámbricas fundamentales para Internet de las Cosas,» Create your internet of things, 03 Abril 2016. [En línea]. Available: <http://redeweb.com/articulos/articulo.php?id=1423&categoria=software>. [Último acceso: 15 Mayo 2017].
- [8] «LoRaWAN,» Especificacion de red de baja potencia y area extendida para dispositivos IoT., [En línea]. Available: <http://es.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=i/lora>. [Último acceso: 15 Mayo 2017].
- [9] «LoRaWAN,» The Things Network, [En línea]. Available: <https://www.thethingsnetwork.org/wiki/LoRaWAN/Home>. [Último acceso: 15 Mayo 2017].
- [10] «Plataformas para Desarrollar aplicaciones IoT,» T-Bem, 08 Mayo 2016. [En línea]. Available: <http://blog.teslabem.com/plataformas-para-aplicaciones-iot/>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].
- [11] E. D. Olvera, «Smart Home-Primer Módem IOT,» Poder pda, 24 Junio 2016. [En línea]. Available: <http://www.poderpda.com/investigacion-y-desarrollo/nokia-smart-home-modem-iot/>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].
- [12] V. Hdez., «Qualcomm MDM9206 es un módem LTE diseñado para IoT,» Poder pda, 28 Octubre 2016. [En línea]. Available: <http://www.poderpda.com/hardware/qualcomm-mdm9206-es-un-modem-lte-disenado-para-iot/>. [Último acceso: 17 Mayo 2017].

- [13] «Mejores startups del Internet de las cosas,» ITespresso, 12 marzo 2014. [En línea]. Available: <http://www.itespresso.es/las-10-mejores-startups-del-internet-de-las-cosas-122683.html>. [Último acceso: 20 mayo 2017].
- [14] «Todo lo que debes saber sobre el Internet de las Cosas (IoT),» 1000 TIPS INFORMATICOS, 13 Septiembre 2015. [En línea]. Available: <http://www.1000tipsinformaticos.com/2016/06/todo-lo-que-debes-saber-sobre-el-Internet-de-las-Cosas.html>. [Último acceso: 15 Octubre 2017].