

**CIBERSEGURIDAD DEL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN EL SECTOR
DOMÉSTICO Y SU ESTADO ACTUAL EN COLOMBIA**

EUGENIO JOSÉ GÓMEZ MENDOZA

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA - ECBTI
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INFORMÁTICA
MONTERÍA
2024**

**CIBERSEGURIDAD DEL INTERNET DE LAS COSAS (IoT) EN EL SECTOR
DOMÉSTICO Y SU ESTADO ACTUAL EN COLOMBIA**

EUGENIO JOSÉ GÓMEZ MENDOZA

**Proyecto de Grado – Monografía presentado para optar por el título de
ESPECIALISTA EN SEGURIDAD INFORMÁTICA**

JOEL CARROLL VARGAS
Director de Curso

**UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA – UNAD
ESCUELA DE CIENCIAS BÁSICAS, TECNOLOGÍA E INGENIERÍA - ECBTI
ESPECIALIZACIÓN EN SEGURIDAD INFORMÁTICA
MONTERÍA
2024**

NOTA DE ACEPTACIÒN

Firma del Presidente de Jurado

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Montería, 05/08/2024

DEDICATORIA

Con todo cariño dedico este proyecto de grado monográfico inicialmente a Dios todo poderoso por brindarme la fortaleza, sabiduría y los medios para seguir adelante de poder cumplir este sueño y anhelo esperado, así mismo con mucho amor a mi madre quien con su apoyo incondicional, moral y entusiasmo me acompañaron dándome su mano para que día a día fueran de luz y que tuviera las fuerzas necesarias para poder seguir estos estudios y que hoy día se ve reflejado en esta dedicatoria, así mismo a mi hermano que ha estado en la lucha de la vida y que por ello estos han sido mis motores de seguir adelante y esforzarme para ser mejor persona.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a los Directivos y Tutores de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, quienes me fortalecieron educativa y
Agradezco a las directivas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, quienes con su trabajo continuo nos brindan la oportunidad de estudiar y laborar, por otro lado, a cada uno de los tutores y asesores que me acompañaron en el proceso les reconozco que sin su apoyo y colaboración éste logro no hubiera sido posible.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	18
1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	19
1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
2. JUSTIFICACIÓN.....	21
3. OBJETIVOS.....	22
3.1. OBJETIVOS GENERAL	22
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4. MARCO REFERENCIAL	23
4.1. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO	23
4.1.1. PRINCIPIOS DE INTERNET:	23
4.1.2. HISTORIA:.....	23
4.1.3. INTERNET SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO:	24
4.1.4. INTERNET DE LOS SERVICIOS:.....	24
4.1.5. LA INTERNET DE LAS COSAS:.....	25
4.1.6. REDES AD HOC:.....	25
4.1.7. PROTOCOLO AODV (AD – HOC ON DEMAND DISTANCE VECTOR) 26	
4.1.8. REDES AD HOC Y EL INTERNET DE LAS COSAS:.....	26
4.1.9. REDES DE SENSORES:.....	26
4.1.10. REDES DE ACCESO USN:	28
4.1.11. REDES DE SENSORES WSN:.....	28
4.1.12. REDES DE SENSORES Y EL INTERNET DE LAS COSAS:	28
4.1.13. INTERNET:	29
4.1.14. MEDIOS DE CONEXIÓN:	30
4.1.15. DOMÓTICA:	31
4.1.16. LA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES:	31
4.1.17. RADIOFRECUENCIA:.....	32
4.1.18. AUTOMATIZACIÓN:	32
4.1.19. TICs:.....	32
4.1.20. SMART GRIDS:.....	33
4.1.21. RESTFUL:	33
4.1.22. INTERNET DE LAS COSAS:	33
4.1.23. ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS:	34
4.1.24. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS DEL INTERNET DE LAS COSAS: 34	

4.1.24.1. RFID: (Radio Frequency Identifcation):	34
4.1.24.2. SENSORES:	35
4.1.24.3. NANOTECNOLOGÍA:.....	35
4.1.24.4. TECNOLOGÍAS INTELIGENTES:.....	35
4.1.24.5. TELÉFONOS MÓVILES (Smartphones)	36
4.1.25. PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES	36
4.1.26. ACTUADORES.....	42
5. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS	44
5.1. PRINCIPIOS DE INTERNET:.....	44
5.1.1. INTERNET SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO:	44
5.1.2. INTERNET DE LOS SERVICIOS:.....	45
5.1.3. LA INTERNET DE LAS COSAS:.....	45
5.1.4. ESTADO DEL ARTE DE INTERNET DE LAS COSAS	45
5.1.5. EVOLUCIÓN DE IoT	46
5.1.6. REDES AD HOC:.....	48
5.1.7. DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN IOT	48
5.1.8. SENSORES	49
5.1.9. REDES DE SENSORES:.....	49
5.1.10. REDES DE ACCESO USN:	49
5.1.12. REDES DE SENSORES Y EL INTERNET DE LAS COSAS:	50
5.1.13. INTERNET:	50
5.1.16. ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS:	52
5.1.17. ACTUADORES:.....	52
5.1.18. MOTORES	53
5.1.19. SERVOMOTORES.....	53
5.1.20. TELÉFONOS MÓVILES (Smartphones)	53
5.1.21. PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES	54
5.2. ESTADO ACTUAL DE IOT EN COLOMBIA	63
5.2.1. INFRAESTRUCTURA.....	64
5.2.2. PANORAMA DE LA CONEXIÓN A INTERNET EN COLOMBIA	65
5.2.3. EL INTERNET DE LAS COSAS ES UNA REALIDAD EN COLOMBIA.....	66
5.2.4. RUMBO A LA 5G	67
5.3. CUALES SON LOS RIESGOS EN LA IoT.....	67
5.3.1. LOS RETOS EN CIBERSEGURIDAD, RIESGOS Y DEBILIDADES ...	68
5.3.2. HOGARES INTELIGENTES Y SUS PELIGROS PARA LA PRIVACIDAD	69
5.4.3. ¿TODO ES VENTAJA?.....	70
5.4.4. ¿CÓMO FUNCIONA UN HOGAR INTELIGENTE?	70
5.4.5. RIESGOS Y AMENAZAS DE SEGURIDAD DE UN HOGAR INTELIGENTE	70
5.4. CONSEJOS DE SEGURIDAD PARA EL HOGAR INTELIGENTE	71
5.4.1. MEDIDAS.....	71

5.4.2. RECOMENDACIONES	72
6. CONCLUSIONES	75
7. RECOMENDACIONES.....	76
8. BIBLIOGRAFÍA.....	77

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Redes de Sensores	27
Figura 2. Capas del Modelo OSI.	37
Figura 3. Arquitectura de Bluetooth	38

GLOSARIO

3G (Tercera Generación): Utilizado para definir una tecnología móvil que brinda a los usuarios una navegación rápida y sin cable.¹

4G (Cuarta Generación): Estándar de móviles sin cable, sucesor de la familia estándar 3G.²

5G (Quinta Generación): Estándar de tecnología de comunicación inalámbrica, es un desarrollo de evolución del actual 4G/LT.³

Ad Hoc para esto (conexión temporal): Indica un evento específico de manera temporal o que el propósito ha sido creado de manera provisional.⁴

ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line): Tecnología de acceso a Internet de modo banda ancha, con una velocidad superior para la transferencia de datos que conexión por módem.⁵

AES (Advanced Encryption Standard): Es un esquema de cifrado avanzado adoptado como estándar.⁶

AODV (Ad hoc On Demand Distance Vector): es un tipo de enrutamiento Ad Hoc basado en árboles.⁷

¹ ROJAS ZAGAL, Diego. Telefonía móvil 3G. [En Línea]. [Consultado: agosto 2022]. Chile: Departamento de Electrónica. 2009. 7 p. Disponible en <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s09/project/reports/telefonía%20movil%203G.pdf>

² INGA ORTEGA, Esteban. La telefonía móvil de cuarta generación 4G y Long Term Evolution. [En Línea]. [Consultado: agosto 2022]. Ecuador: INGENIUS. 2021. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%204ta%20generaci%C3%B3n%20%24G%20y%20long%20term%20evolution.pdf>

³ MENA, Juan. Ventajas, desventajas y mitos de la tecnología 5G. [En Línea]. Colombia. Facultad de Ingeniería. 2020. Disponible en <https://www.uao.edu.co/ingenieria/ventajas-desventajas-y-mitos-de-la-tecnologia-5g/>

⁴ ROMERO, Esther. SORIA, Belén. Construcción conceptual AD HOC e interpretación metafórica. [En Línea]. 2012. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/formayfuncion/article/view/39857/43265>

⁵ CASTRO, José. JULIO, Hernán. ADSL como tecnología de último kilómetro en Cartagena. Cartagena. Facultad de Ingeniería Electrónica. 2003. 93 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0019028.pdf>

⁶ HIGUERA NEIRA, Brayan. PEDRAZA, Luis. Implementación del algoritmo criptográfico AES para un controlador de tráfico vehicular. [En Línea]. Colombia. 2012. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/7236/8892>

⁷ MEDINA SANTOS, Alejandro. Comparativa de los protocolos AODV y OLSR con un emulador de redes Ad-Hoc. [En Línea]. España. 2006. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3556/53839-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

API (Application Programming Interface): Interfaz de Programación de Aplicaciones, permite la comunicación de productos y servicios con otros sin saber su implementación.⁸

APS (Subcapa de Soporte de Aplicación): Proporciona una interfaz entre las capas de red y aplicación.⁹

DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum): Espectro Ensanchado por Secuencia Directa, es uno de los métodos de codificación de canal.¹⁰

GPS (Global Positioning System): Sistema de Posicionamiento Global, es un sistema de radionavegación, basado en el espacio, proporcionando el servicio de posición.¹¹

HTTP (Hypertext Transfer Protocol): Protocolo de Transferencia de Hipertextos, es un protocolo de acceso a las páginas web por medio de Internet.¹²

IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers): Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos.¹³

⁸ ÁLVAREZ MAYORGA, Edison. QUINALUIZA ARIAS, Alexander. Interfaz de programación de aplicaciones para la generación automática de procedimientos almacenados en MySQL. [En Línea]. Ecuador: Facultad de Ingeniería de Sistemas, Electrónica e industrial. 2018. 131 p. Disponible en https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27820/3/Tesis_t1384si.pdf

⁹ RUÍZ BUITRAGO, Carlos. Sistemas integrados y hogar digital. [En Línea]. España: Electricidad y Electrónica. 2020. 235 p. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=0AHQDwAAQBAJ&pg=PA89&lpg=PA89&dq=aps+subcapa+de+soporte+de+aplicaci%C3%B3n&source=bl&ots=Ywpx7UhgCm&sig=ACfU3U0YyxeiEnPfwNx9gwPb-1hAFTTtWg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip6N2gl-TxAhW0FVvkFhcTsC344ChDoAXoECAYQAw#v=onepage&q&f=false>

¹⁰ COLORADO AGUIRRE, John. RAMÍREZ HURTADO, Alberto. Transmisión de información usando la modulación (DSSS). [En Línea]. Pereira: Facultad de Ingenierías. 2011. 117 p. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4681/62138C719.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹¹ CONSTANZA JEREZ, Ángela. GPS que le da autonomía a los pacientes con Alzheimer. [En Línea]. Bogotá: Investigación. 2021. Disponible en <https://www.urosario.edu.co/Home-V3/Investigacion/Divulgacion-cientifica/Salud-y-Bienestar/GPS-que-le-da-autonomia-a-los-pacientes-con-Alzhei/>

¹² NIÑO, Elías. Fundamentos para el desarrollo de aplicaciones en la red. [En Línea]. Colombia: Ingeniería de software. 2021. 31 p. Disponible en <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/2205/Modelo%20cliente%20servidor.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

¹³ CASTAÑO FORERO, Daniela. HERNÁNDEZ, Marilyn. Institute of Electrical and Electronics Engineers. [En Línea]. Bogotá. 2017. 11 p. Disponible en <https://leo.uniandes.edu.co/index.php/menu-escritura/citas-y-referencias/78-guia-ieee>

IPv4 (Internet Protocol version 4): Es utilizado para entregar datagramas entre hosts de una red.¹⁴

IPv6 (Internet Protocol version 6): Es una actualización de la versión 4, por agotamiento de direcciones.¹⁵

LTE (Long Term Evolution): Es un estándar de comunicación inalámbrica y de transmisión de datos en alta velocidad para telefonía móvil.¹⁶

MAC (Media Access Control): Control de Acceso a Medios, es un identificador único para las interfaces de red.¹⁷

MQTT (Message Query Telemetry Transport): Transporte de Telemetría de Consulta de Mensaje, es un protocolo de mensajería de forma ligera, fundamentado en publicación-suscripción y utilizado en las pilas TCP/IP.¹⁸

PWM (Pulse Width Modulation): Modulación por Ancho de Pulsos, es un tipo de señal de voltaje que se utiliza para enviar información o para modificar la cantidad de energía en una carga.¹⁹

RFID (Radio Frequency Identification): Identificación por Radio Frecuencia, es un sistema de almacenamiento y recuperación de datos remotos.²⁰

¹⁴ BEJARANO RAMIREZ, Ana. MIRANDA CASTILLO, Diego. HENRIQUEZ CELEDON, Javier. Trabajo presentado en la materia de Redes Lan y Man (IPv4 vs IPv6). [En Línea]. Maracaibo: Maestría en Telemática. 2008. 13 p. Pág. 4. Disponible en <https://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/Redes%20Informaticas/IPv4%20Vs%20IPv6.pdf>

¹⁵ *Ibíd.*, Pág 5.

¹⁶ FERNÁNDEZ, Jesús. 4G LTE, La nueva era de las comunicaciones tácticas. [En Línea]. España. 2015. 26 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7686851.pdf>

¹⁷ HERNÁNDEZ ONTIVEROS, Juan. Protocolo de control de acceso al medio (MAC) basado en CSMA/CA que toma en cuenta requerimientos de calidad de servicio y que es eficiente en el consumo de energía, aplicable a redes de sensores. [En Línea]. México: Programa de posgrado en ciencias. 2007. 156 p. Disponible en <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/160/1/174721.pdf>

¹⁸ LÓPEZ VICARIO, Jose. VILAJOSANA GUILLEN, Xavier. Implementación del protocolo MQTT-S sobre IEEE 802.15.4e en plataformas OpenMote. [En Línea]. España: Telemática. 2018. 73 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/80785/9/jlmlolinerTFM0618memoria.pdf>

¹⁹ DÍAZ RODRIGUEZ, Jorge. PARDO GARCIA, Aldo. RÍOS CONTRERAS, Edwin. Implementación de una modulación PWM optimizada para el control de un motor trifásico de inducción usando la tarjeta DSP – TMS320C6416 DSK. [En Línea]. Colombia: Facultad de Ingenierías y Arquitectura. 2009. 9 p. Disponible en http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/03_v13_18/revista_13/04_112011/08.pdf

²⁰ TAPIA, Dante. CUELI, José. GARCÍA, Oscar. CORCHADO, Juan. BAJO, Javier. SAAVEDRA, Alberto. Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones. [En Línea]. España. 2007. 10 p. Disponible en https://bisite.usal.es/archivos/articulo_rfid_fundamentos.pdf

TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol): Protocolo de Control de Transmisión, permite la comunicación entre los ordenadores que pertenecen a una red.²¹

TSMP (Time Synchronized Mesh Protocol): Protocolo de Malla Sincronizada en el Tiempo, permite la comunicación segura entre mallas en una red inalámbrica administrada.²²

WSN (Wireless Sensor Networks): Redes de Sensores Inalámbricas, es una red de ordenadores pequeñísimas, compuesta por sensores que realizan tareas o tareas comunes.²³

ZDO (Objetos de Dispositivos ZigBee): Se encarga de definir el rol de los dispositivos en una red y descubre si hay nuevos dispositivos conectados.²⁴

²¹ CRESPO MARTINEZ, Luis. CANDELAS HERÍAS, Francisco. Introducción a TCP/IP – Sistemas de transporte de datos. [En Línea]. España. 1998. 156 p. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/4328/1/Crespo_Candelas_TCP_IP.pdf

²² RIVAS HERNÁNDEZ, Adad. Análisis y diseño de una red mallada inalámbrica para uso en interiores. [En Línea]. México: Escuela de graduados en ingeniería y Arquitectura. 2011. 186 p. Disponible en <https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/628186/33068001100269.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²³ GARCÍA PATIÑO, Manuel. MORA VALERO, Javier. Guía para la implementación de redes de sensores inalámbricos (WSN). [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 43 p. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/877/digital_19215.pdf?sequence=1.

²⁴ LOYOLA PINOS, María. BECERRA DELGADO, Paúl. “Manual para la aplicación de la tecnología Zigbee para edificios inteligentes en la ciudad de cuenca”. [En Línea]. Ecuador: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2015. 150 p. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7986/1/UPS-CT004855.pdf>

RESUMEN

El Internet de las Cosas es un tema que surge desde la conexión de cualquier dispositivo a Internet y la importancia técnica, social y económica que nos presenta u ofrece. En cuanto al crecimiento que representa a diario y que comúnmente sigue aumentando desde cualquier ámbito personal y empresarial, incluyéndose entre los productos de consumo, componentes industriales y los objetos de uso cotidiano en la conectividad, como también las potentes capacidades que prometen transformar nuestro modo de trabajo y vivencia.²⁵

Sin embargo, este avance tecnológico que cada día se proyecta tratando de impactar de la IoT sobre Internet y economía buscando importantes desafíos que podrían dificultar la realización de potenciales beneficios y los ataques que podrían preocupar la relación de la privacidad y seguridad, pero que existen desafíos que surgen que están diseñados para ayudar a la comunidad de manera políticos, jurídicos y de desarrollo.²⁶

El Internet de las Cosas consiste en la conexión y acceso de cualquier dispositivo desde Internet, donde podamos tener control total adoptando el IPV6 que debería potencializarse aún más para que nos ofrezca ventajas de control y manipulación, como también algunos estudios nos ofrecen ganancia popular para próximos años donde se puede implementar en la vivienda, industria, sensores ambientales y se espera también que en algunos campos cambie gradual y directamente en semáforos, automoción, etc. Sin embargo, es necesario el estudio que nos permita identificar cualquier proceso factible y de mala manipulación que pueda causar problemas para el uso de estos elementos.²⁷

Ahora bien, para este proceso o uso de los dispositivos IoT tanto en hogares como en las oficinas, es necesario conocer y tener una relación con los dispositivos a manipular o conocer de las tecnologías que hoy día se presentan en nuestro entorno para que simplemente nos brinden una mejor tecnificación y simplificación de labores, la disposición y provecho que podemos tomar de estos dispositivos electrónicos y las facilidades de manipular, como es necesario comprender las precauciones de seguridad, ya que para cada uso o manipulación de un sistema es necesario conocer su desarrollo, beneficio como también sus contraindicaciones y/o términos de seguridad para evitar una intrusión ajena. Tomando en cuenta desde el punto de vista de nuestro país, donde la Comisión de Regulación de

²⁵ ROSSE, Karen. ELDRIDGE, Scott. CHAPIN, Lyman. El Internet de las Cosas – Una Breve Reseña. [En línea]. USA. Internet Society. 2015. 83 p. Disponible en <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

²⁶ Ibid., p. 2.

²⁷ OJEDA, Juan. Una visión del revolucionario Internet de las Cosas. [En línea]. Bogotá. Legis Ámbito Jurídico. 2019. Disponible en <https://www.ambitojuridico.com/noticias/especiales/tic/una-vision-del-revolucionario-internet-de-las-cosas-en-colombia>

Comunicaciones (CRC) viene contribuyendo al estudio e implementación para la modernización de estas tecnologías con beneficio y desarrollo TI.²⁸

Teniendo en cuenta los aspectos que consecuentemente surgen para el desarrollo de las tecnologías y que contribuyen como una solución que también puede ser propicio para el sector de los hogares y las personas en Colombia, estas tendencias y los dispositivos que hoy día son capaces de realizar procesos de datos, tomando la información para las decisiones que sean optimas en tiempo real, tratando la comunicación entre los dispositivos y la persona quien debe recibir y administrar sus funciones de acuerdo a sus necesidad con fluidez y suficiencia, donde obligatoriamente deben estar conectados por puntos de red e IP, por lo que es necesario que estos dispositivos y su comunicación deben responder a una protección y seguridad de la información que transporta.²⁹

Sin embargo, uno de los problemas que enfrenta las IoT, teniendo en cuenta el surgimiento de avance y crecimiento en los diferentes sectores, es la seguridad siendo uno de los puntos que se deben tener presente y que posiblemente sean aspectos para que un buen sistema funcione sin problemas y a cabalidad completa, disponible en tiempo real pero segura.³⁰

Palabras Clave: Ciberseguridad, Internet, Redes, Seguridad, SGSI.

²⁸ Ibid., p. 1.

²⁹ JUÁREZ ROBLES, Gabriela. El uso de dispositivos móviles y su influencia en la comunicación familiar. [En Línea]. Guatemala: Escuela de Ciencias de la Comunicación. 2017. 111 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_1574.pdf

³⁰ Ibid., p. 18.

ABSTRACT

The Internet of Things is an issue that arises from the connection of any device to the Internet and the technical, social and economic importance that it presents or offers us. As for the growth that it represents on a daily basis and that commonly continues to increase from any personal and business scope, including among consumer products, industrial components and objects of daily use in connectivity, as well as the powerful capabilities that promise to transform our way of work and experience.

However, this technological advance that is projected every day trying to impact the IoT on the Internet and the economy, looking for important challenges that could hinder the realization of potential benefits and attacks that could concern the relationship of privacy and security, but there are challenges that emerge that are designed to help the community in political, legal and developmental ways.

The Internet of Things consists of the connection and access of any device from the Internet, where we can have total control by adopting IPV6 that should be further strengthened to offer us control and manipulation advantages, as well as some studies offer us popular gain for the next years where it can be implemented in housing, industry, environmental sensors and it is also expected that in some fields it will change gradually and directly in traffic lights, automotive, etc. However, the study is necessary to allow us to identify any feasible and mishandling process that may cause problems for the use of these elements.

Now, for this process or use of IoT devices both in homes and in offices, it is necessary to know and have a relationship with the devices to be manipulated or to know about the technologies that are presented in our environment today so that they simply provide us a better technification and simplification of work, the arrangement and benefit that we can take from these electronic devices and the facilities to manipulate, as it is necessary to understand the safety precautions, since for each use or manipulation of a system it is necessary to know its development, benefit as well as its contraindications and / or security terms to avoid intrusion from others. Taking into account from the point of view of our country, where the Communications Regulation Commission (CRC) has been contributing to the study and implementation for the modernization of these technologies with benefit and IT development.

Taking into account the aspects that consequently arise for the development of technologies and that contribute as a solution that can also be conducive to the household and personal sector in Colombia, these trends and the devices that today are capable of carrying out processes data, taking the information for the decisions that are optimal in real time, treating the communication between the devices and the person who must receive and manage their functions according to their needs with fluency and sufficiency, where they must be connected by points of network and

IP, so it is necessary that these devices and their communication must respond to the protection and security of the information it carries.

However, one of the problems that IoT faces, taking into account the emergence of progress and growth in different sectors, is security, being one of the points that must be taken into account and that are possibly aspects for a good system to work smoothly and fully, available in real time but secure.

Keywords: Cybersecurity, Internet, ISMS, Networks, Security.

INTRODUCCIÓN

Desde que se creó el Internet se ha transformado un cambio en la sociedad completamente, la comunicación entre las personas se ha vuelto un pasatiempo, como la forma de estudiar ha evolucionado considerablemente trayendo consigo repercusiones, donde se puede analizar y en algunos casos esta evolución ha sido positiva como en otros casos no.³¹

Estos cambios se vieron fomentados directamente en las empresas, los hogares y la economía, ya que a raíz de todo se fueron creando nuevos dispositivos, el aumento de las prestaciones del servicio de Internet, se generó más empleo, así como fue avanzando la tecnología y actividades que aun con el crecimiento de estos servicios de Internet se van quedando obsoletas.

Así mismo se puede evidenciar que a medida que el Internet crece y llega a más lugares de Colombia, creando estos medios de comunicación, se ve reflejado un índice de velocidad para más uso y servicio, ya sea entre el área de las comunicaciones, seguridad, entretenimiento, etc. Se puede apreciar que todo este desarrollo se centra en el Internet de las cosas.³²

Teniendo en cuenta los aspectos que consecuentemente surgen para el desarrollo de las tecnologías y que contribuyen como una solución que también puede ser propicio para el sector de los hogares y las personas en Colombia, estas tendencias y los dispositivos que hoy día son capaces de realizar procesos de datos, tomando la información para las decisiones que sean optimas en tiempo real, tratando la comunicación entre los dispositivos y la persona quien debe recibir y administrar sus funciones de acuerdo a sus necesidad con fluidez y suficiencia, donde obligatoriamente deben estar conectados por puntos de red e IP, por lo que es necesario que estos dispositivos y su comunicación deben responder a una protección y seguridad de la información que transporta.³³

³¹ RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNANDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá D.C: Facultad Tecnológica. 2016. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1>

³² Ibid., pag. 28.

³³ MONTENEGRO GARZÓN, Jorge. Internet de las cosas: la nueva generación de Internet. apropiación, conexión, información e investigación en la era digital colombiana. [En Línea]. Bogota D.C: Facultad de Comunicación y Lenguaje. 2018. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46844/TG-MONTENEGROJORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

1.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

El Internet hoy día se ha convertido en uno de nuestros principales métodos integrales de vivencia cotidiana y su crecimiento ha evolucionado aún más con el pasar del tiempo, así como ha crecido su investigación tecnológica para dar respuestas propicias y eficientes a nuestro entorno e industrias.³⁴

El Internet de las Cosas se aprecia como la interconexión por medio de dispositivos informáticos integrados en objetos cotidianos, para lo que comúnmente lo utilizamos o nos permite enviar y recibir datos, por medio de esto podemos controlar elementos inteligentes de forma remota como también la perspectiva es tener completo control y recibir alertas de estado. Esto sumando los elementos y objetos inteligentes que podemos adquirir hoy día para nuestro entorno que forman parte de la IoT, fusionando el mundo digital con el físico.³⁵

La IoT protagoniza evolución y revolución en nuestras vidas, ya que su principal objetivo es visionar la conectividad para los próximos años, más de 50.000 millones de dispositivos estarán conectados para el año 2020, con capacidades altamente de mejora para nuestra vida cotidiana, tanto en los sistemas de utilidad como en sus procesadores, facilitando la calidad de vida y las rutinas cotidianas, no solo para nuestro hogar sino para nuestras organizaciones.³⁶

La perspectiva en torno al diario vivir donde es evidencia que cada persona posee al menos dos o tres dispositivos, como computadoras, celulares, etc. Y que consecutivamente a esto lo podemos manipular desde cualquier sitio o lugar desde donde nos ubiquemos y que el sentido de estas conexiones que se convierten en una extensión de nosotros mismos. Esta funcionalidad va acompañada de una capacidad de cómputo y sus microchips.³⁷

La interacción que proporciona entre los mundos reales y virtuales, mediante decisiones inteligentes que nos muestran el uso del algoritmo por medio de aplicaciones en un software con el objetivo de recopilar información en pro de nuestra necesidad. Aunque cabe destacar que para esta evolución de dispositivos

³⁴ LÓPEZ, Jorge. ¿Qué es el Internet de las Cosas? [En Línea]. NUEVA YORK. Digitaltrends ES. 2021. Disponible en <https://es.digitaltrends.com/tendencias/que-es-el-internet-de-las-cosas/>

³⁵ Ibid., p. 1.

³⁶ SAP. El futuro del Internet de las Cosas según los expertos. [En Línea]. Colombia. SAP News Center Latinoamérica. 2017. Disponible en <https://news.sap.com/latinamerica/2017/10/el-futuro-del-internet-de-las-cosas-segun-los-expertos-bl0g/>

³⁷ WILCHES VANEGAS, Laura. SASTOQUE SIERRA, Paula. El Internet de las Cosas en el sector retail de Bogotá. [En Línea]. Bogotá. Programa de Ingeniería Comercial. 2020. 84 p. Disponible en https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3748/Trabajo_de_grado_Sastoque_Paula_y_Wilches_Laura.pdf;jsessionid=1BBFF97A57FB4B23B7966D6AA8CB5D4F?sequence=1

conectados a la red debe evolucionar la tecnología de conexiones a Internet con una alta velocidad que correspondan tanto a los dispositivos conectados como en menor tiempo de respuestas para los accesos y controles de estos dispositivos.³⁸

Sin embargo, no se puede dejar de lado que para cada actualización tecnológica y de Internet, existen desarrollos que también pueden ser de problemas y/o que en algunos casos podemos estar vulnerables a cualquier ataque por el medio que utilizamos, para no demeritar que existen desarrollos maliciosos a los cuales debemos estar preparados y buscar alternativas que nos permitan ayudar a proteger los dispositivos que hoy día utilizamos, independientemente del dispositivo, teniendo en cuenta que las conexiones que utilizamos en la IoT puede afectar a la accesibilidad de los dispositivos y la integridad de la información del usuario que la posee. Teniendo en cuenta que la comunicación inalámbrica es otro de los riesgos a los que mayor expuestos estamos, porque para cada conexión de nuestros dispositivos debe disponer de una conexión wifi.³⁹

Por lo tanto, es necesario estudiar el estado actual del Internet de las Cosas, donde aun así se pueda tener análisis de los riesgos a los cuales podemos estar sometidos si no se tiene un oportuno control y precauciones de seguridad, así mismo y por esta razón se plantea el siguiente interrogante:

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿CÓMO SE MEJORARÍA LA CIBERSEGURIDAD EN EL USO DE DISPOSITIVOS IOT DEL SECTOR DOMÉSTICO EN COLOMBIA?

³⁸ Ibid., p. 28.

³⁹ GÓMEZ BLANCO, Ana. Internet de las Cosas: precauciones de seguridad a tener en cuenta. [En Línea]. Colombia. CIBERSEGURIDAD. 2019. Disponible en <https://www.bbva.com/es/internet-de-las-cosas-precauciones-de-seguridad-a-tener-en-cuenta/>

2. JUSTIFICACIÓN

Durante los últimos años las tecnologías de la información y las comunicaciones han evolucionado gradualmente convirtiéndose en una herramienta indispensable para nuestro diario vivir de manera convergente desde algunos servicios que necesariamente y/o comúnmente utilizamos como: televisión, telefonía, mensajería, entre otros, todos estos apuntando a una red de comunicaciones que gradual y oportunamente aportan de manera eficiente un mejor vivir, aunque todos ellos dependen de una conexión que debe ser continua, sin interrupciones, dependiendo de un buen operador que garantice un buen y eficiente servicio.⁴⁰

Así mismo se puede decir que el Internet de las Cosas es un método innovador de la tecnología que busca consecuentemente mejorar y transformar nuestros objetos en “objetos inteligentes”. Buscando de manera gradual y oportuna un acondicionamiento con herramientas que mejoren nuestra vida, tomando control y aun así acondicionando para que por medio de la comunicación se tenga la capacidad de supervisar y manipular lo estipulado en nuestro entorno, pero aun así debemos tener presente algunos aspectos como en todo nuestro entorno de manera que se estimule y se opte por mantener la seguridad ya sea en esta nueva tecnología como nuestra vida utilitaria, cotidiana, en cada hogar o comunidad donde las personas sean partícipes de estos elementos.⁴¹

En razón a lo anterior, es preciso y conveniente realizar un estudio al Estado Actual del Internet de las Cosas en los Hogares de Colombia, para contemplar y evaluar aspectos que son parte de nuestro vivir, que aun más debemos estar preparados para retroalimentar información que nos acerque a las nuevas tendencias que nos puede brindar estas tecnologías y que garantías podemos tener para nuestro entorno y mejora de nuestra vida cotidiana y sobre todo si estamos preparados para contemplar y manipular desde el nivel de seguridad que nos ofrece y un nivel de cultura para nuestro entorno y sobre todo a nivel de Colombia.

Aun así, es necesario e importante evaluar estas nuevas tendencias como también conocer los términos y requisitos de seguridad para evitar pérdida de confidencialidad, siendo esto uno de los puntos importantes de nuestro estudio para rescatar y destacar la importancia en el entorno de la seguridad informática.

⁴⁰ MESA SANDOVAL, Diego. ROJAS GARCÍA, Camilo. El Internet de las Cosas en el sector Retail de Bogotá. [En Línea]. Bogotá: Programa de Ingeniería Comercial. 2020. 84 p. Disponible en https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3748/Trabajo_de_grado_Sastoque_Paula_y_Wilches_Laura.pdf;jsessionid=1BBFF97A57FB4B23B7966D6AA8CB5D4F?sequence=1

⁴¹ Ibid., p. 22.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVOS GENERAL

Establecer el estado actual de la ciberseguridad en el internet de las cosas y los peligros que se derivan de este ecosistema en el sector Doméstico en Colombia, con el fin de realizar las recomendaciones necesarias para mitigar los riesgos de seguridad presentes en los dispositivos que se conectan a Internet.

3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar el estado del arte y los dispositivos que hacen parte del Internet de las Cosas IoT en Colombia.
- Analizar el estado en la ciberseguridad del Internet de las Cosas IoT en el sector doméstico de Colombia.
- Identificar los peligros más comunes que se derivan del ecosistema IoT en el sector doméstico en Colombia.
- Proponer recomendaciones que permitan mitigar los riesgos en el uso de los dispositivos IOT utilizados en los Hogares de Colombia.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1. MARCO CONCEPTUAL Y TEÓRICO

4.1.1. PRINCIPIOS DE INTERNET:

El Internet ha evolucionado generando un gran giro sin antecedentes en todo el mundo de la informática y las comunicaciones. Antes del surgimiento del Internet existieron inventos como el telégrafo, teléfono, radio y computadoras, que fueron los generadores para el éxito que ha tenido Internet integrando desde las diferentes ventajas de diferentes sistemas de las comunicaciones, que ha logrado potencializar y lograr la interacción de las personas, organizaciones y el tránsito de la información en todo el mundo, así mismo podemos realizar una revisión en breve de la historia y la evolución del Internet hasta hoy día.⁴²

4.1.2. HISTORIA:

Se puede decir que el inicio del Internet en su historia es una tarea compleja por su descubrimiento; se crea mediante el desarrollo de diferentes investigaciones con temas que lograron esta revolución de información con el nombre de Internet, en cada elemento de infraestructura se encuentra un pionero que impulsó al desarrollo, inicialmente fue necesario el desarrollo de los temas como fueron por un lado la conmutación de paquetes generando la teoría de redes y la arquitectura, y por otro lado el segundo elemento la creación del ARPA.

En 1962, Paul Baran, investigador del gobierno de USA, reveló un sistema de comunicación de computadoras en una red descentralizada, se mostraba inmune a ataques externos.⁴³

Se siguió trabajando para lograr establecer una red para tomar acceso desde cualquier lugar del mundo, con el nombre de “red galáctica”. En 1965 se conecta un ordenador TX2 en Massachusetts con un Q-32 mediante una línea telefónica conmutada de baja velocidad.

En 1969 Michel Elie, conocido como uno de los pioneros del Internet, ingresa en la Universidad de California en los Ángeles, donde se encontraba incorporado ARPA, donde a finales de ese año consigue conectar la computadora de la Universidad con otra de nombre Instituto de Investigación de Stanford.

⁴² NEBRADA RODRIGO, Iván. El origen de Internet. El camino hacia la red de redes. [En Línea]. Diatel. 2013. 132 p. Disponible en: http://oa.upm.es/22577/1/PFC_IVAN_NEBRADA_RODRIGO.pdf

⁴³ CAÑEDO ANDALIA, Rubén. Aproximaciones para una historia de Internet. [En Línea]. Habana. 2004. 24 p. Disponible en <http://eprints.rclis.org/5029/1/aproximaciones.pdf>

Al tiempo ya eran cuatro las universidades americanas interconectadas, tomando el nombre de red o denominado ARPANET.⁴⁴

En 1970 Ray Tomlinson consolida ARPANET, estableciendo las bases para lo que hoy se conoce como correo electrónico, donde el avance pasa de las agencias militares a las universidades.

En 1972 ya eran 50 las universidades integradas al centro de investigación, donde un año después se estableció conexión con otros países como Inglaterra y Noruega. En los años 80 aparecen otras redes con una elevación en el comercio de computadoras y el número de computadores fue incrementando, luego de todo este caos y variedad de formatos de los ordenadores en conexión, logrando esta unificación y consolidación, nace Internet.⁴⁵

4.1.3. INTERNET SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO:

Mediante este tipo de Internet se busca o genera una mayor posibilidad de conocimiento sin tantas restricciones económicas para el desarrollo de los países subdesarrollados y buscar mejorar la calidad de la educación de las personas en el mundo apuntando desde el trabajo cooperativo, fortaleciendo la sociedad, la ciencia, medicina, etc. Es el Internet que vemos en la actualidad y que sigue creciendo.⁴⁶

4.1.4. INTERNET DE LOS SERVICIOS:

Se visiona como el Internet del futuro, ya que todo lo que busca o necesita para su uso en software está disponible, como todos los servicios de Internet, como software y las herramientas a desarrollar en plataforma (almacenamiento, comunicación y servidores) para ejecutar programas. Es más, una evolución basada en M2M, que se da por medio de la comunicación entre máquina y máquina, donde existe un intercambio de datos y comunicación constante entre ambas máquinas.⁴⁷

⁴⁴ SEVILLA ROBLES, Miguel. Resumen sobre Internet. [En Línea]. Guadalajara: Departamento de Sistemas de información. 2021. 59 p. Disponible en <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3088/1/Resumen%20del%20Contenido%20de%20la%20Unidad.pdf>

⁴⁵ BAHILLO, Luis. Historia de Internet: cómo nació y cuál fue su evolución. [En Línea]. MARKETING ECOMMERCE. 2020. Disponible en <https://marketing4ecommerce.co/historia-de-internet/>

⁴⁶ FUNDS&MARKETS. Internet como base del conocimiento sobre el cliente. [En Línea]. Dirigentes Digital.com. 2016. Disponible en https://dirigentesdigital.com/hemeroteca/internet_como_base_del_conocimiento_sobre_el_cliente-NPDD14861

⁴⁷ HERNANDEZ, Sergio. ¿Qué es loS - Internet de los Servicios? [En Línea]. CEO&Founder. 2018. Disponible en <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-ios-internet-de-los-servicios-sergio-ra%C3%BAI-hern%C3%A1ndez-campos>

4.1.5. LA INTERNET DE LAS COSAS:

La Internet de las Cosas con sus siglas IoT, es un sistema de dispositivos de computación interrelacionados, con objetos, animales, personas, máquinas, electrodomésticos, vehículos, entre otros dispositivos o elementos que pueden ser utilizados mediante sensores APIs para mantener una conexión e intercambio de datos e información por medio de Internet.⁴⁸

Las IoT maneja una dependencia en serie de tecnologías, que realizan una interfaz programada de aplicaciones (API) conectando los elementos o dispositivos a Internet, tomando en cuenta algunas herramientas en gestión como Big Data, las IA, la nube, radiofrecuencia (RFID), etc.⁴⁹

4.1.6. REDES AD HOC:

La mayor parte de las redes de computadora están basados en un punto céntrico donde se conectan, que normalmente puede ser un enrutador o switch, que actúan como controladora de tráfico de red, donde logran comunicarse entre sí y compartir información y a su vez les permite la conexión a Internet. El enrutamiento que cumple mediante los nodos MANET, esto garantiza un buen funcionamiento en la red y encamina de manera correcta los paquetes o datos a menos de que uno de estos nodos deje de funcionar.⁵⁰

La infraestructura de una ad hoc puede ser muy sencillo donde dos computadoras comparten datos entre sí de envío y recepción, pero se vuelve complejo si se requiere acceder a Internet, de acuerdo a esta configuración, una computadora funciona como servidor, compartiendo acceso a Internet de forma inalámbrica con los demás equipos que están conectados.⁵¹

Dentro de sus beneficios está que puede disminuir costo de configurar una red en un hogar, ya que no se necesita un enrutador, pero lo más usual en las redes ad hoc es que se utilizan más que todo para compartir archivos en red con mayor rapidez, de igual forma han sido modificados para buscar una mejor solución en un entorno dinámico, recursos de anchos de banda al límite y la seguridad disminuida.⁵²

⁴⁸ SAP. ¿Qué es el Internet de las Cosas (IoT)? [En Línea]. Colombia. 2020. Disponible en <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>

⁴⁹ Ibid., p. 2.

⁵⁰ ROCABADO MORENO, Sergio. Caso de estudio de comunicaciones seguras sobre redes móviles AD HOC. [En Línea]. Trabajo de Grado de Magister en Redes de datos. Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática. 2013. 171 p. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/33571/Documento_completo__.pdf?sequence=1&isAllowed=y

⁵¹ Ibid., p. 59.

⁵² Ibid., p. 60.

4.1.7. PROTOCOLO AODV (AD – HOC ON DEMAND DISTANCE VECTOR)

Es un protocolo que permite el enrutamiento de datos en redes móviles. Así mismo admite que los nodos se puedan comunicar con otros nodos de manera distante, manteniendo una comunicación directa a través de los nodos.

En AODV se crean rutas en la red para lograr que puedan comunicarse los nodos distantes.⁵³

Se identifica porque utiliza menos ancho de banda y de procesos computacionales, ya que se utiliza el envío de paquetes a menos que sea necesario, también incorpora mecanismos que evitan la formación de bucles y detecta los cambios en la topología y se adapta rápido.⁵⁴

4.1.8. REDES AD HOC Y EL INTERNET DE LAS COSAS:

El principal objetivo del Internet de las cosas es que millones de equipos, elementos o dispositivos estén conectados emitiendo su estado actual de información, con el interés del usuario o para el operador de servicios, donde se pueda tener control de manera dinámica, teniendo en cuenta que podemos ser capaces de actualizar o manejar estos dispositivos desde el lugar que nos encontremos, entre ellos podemos encontrar ejemplos como un sistema de iluminación conectado a la red con capacidad de reconocer la luminosidad del exterior y modificar su intensidad para ahorro, capaces de conocer la proximidad de una persona, tener sensores de temperatura y movimiento para la seguridad del hogar, etc.⁵⁵

4.1.9. REDES DE SENSORES:

Las redes de sensores son dispositivos que trabajan colaborativamente para recolectar información de un ambiente específico, no son costosos y su conexión por lo general es de manera inalámbrica.

⁵³ HIDALGO PASTOR, Francisco. Estudio de viabilidad de la utilización de redes inalámbricas Ad-Hoc en edificios departamentales. [En Línea]. Master en Ingeniería de Computadores. España. Universidad Politécnica de Valencia. 2018. 50 p. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13183/TesinaMaster_FcoJavierHidalgo.pdf?sequence=1

⁵⁴ Ibid., p. 13.

⁵⁵ AYALA RODRÍGUEZ, Edison. Análisis de Tráfico de Datos en hogares para el internet del Todo. [En Línea]. Trabajo de Grado para Título de Ingeniero electrónico. Bogotá. Fundación Universitaria los Libertadores. Facultad de Ingeniería. 2017. 93 p. Disponible en <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1439/ayalaedison2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Las redes de sensores inalámbricas o WSN (Wireless Sensor Networks) se conforman principalmente por microsensores, que sirven para examinar, recolectar, transmitir y procesar los datos del área de su cobertura.⁵⁶

Es un sistema de monitorización en tiempo real con muchas ventajas de despliegue y monitorización en su entorno complicados o difícil acceso.

Se aplica en muchos campos: en el control de la industria y agricultura, defensa militar, biomedicina, gestión en la ciudad, etc. Estas pueden ser alámbricas o inalámbricas ya que tiene un gran número de nodos que pueden realizar comunicación y participación en el Ad Hoc.⁵⁷

Refiere a una tecnología que ayuda a la creación de ciudades inteligentes, crea nodos con captores inteligentes, pueden recoger y transmitir información sobre su entorno.⁵⁸

Figura 1. Redes de Sensores



⁵⁹Fuente CASTELLANOS, Luis. Redes de Sensores. [En Línea]. 2016. Disponible en <https://dtyoc.com/2016/08/07/redes-de-sensores/>

⁵⁶ ARCHILA CÓRDOBA, Diana. SANTAMARÍA BUITRAGO, Frey. Estado del Arte de las Redes de Sensores Inalámbricos. En Rev. TIA. 2013. Vol. 2. 14 p. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/4437>

⁵⁷ Ibid., p. 7.

⁵⁸ CURAY ALDANA, Raúl. Estudio de las redes de sensores aplicados a la medicina para monitorización de pacientes. [En Línea]. Perú: Facultad de Ciencias. 2017. 69 p. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1307/CIE-CUR-ALD-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁵⁹ CASTELLANOS, Luis. Redes de Sensores. [En Línea]. 2016. Disponible en <https://dtyoc.com/2016/08/07/redes-de-sensores/>

4.1.10. REDES DE ACCESO USN:

Es un aspecto que tiene como capacidad conectar cualquier objeto con otro gracias a la detección, almacenamiento, integración y tramitación de información detectada por sensores. En ello puede constituir una red en su entorno para determinar el estado de un objeto, por ejemplo, si está detenido, caliente o frío.⁶⁰

Estas tecnologías de detectores o sensores tienen posibilidades ya que facilitan la creación de nuevos servicios y aplicaciones y se pueden enmarcar en tres categorías:

- Detección de intrusos.
- Seguimiento de bienes en cadena de suministro.
- Vigilancia.⁶¹

4.1.11. REDES DE SENSORES WSN:

Son las redes de sensores inalámbricas (WSN), lo que representa una nueva tendencia por la cantidad de aplicaciones, nodos y protocolos que utilizan de una manera versátil en las configuraciones que puede ser o estar implementada en varias opciones importantes del mundo tecnológico, mejorando las condiciones de vida de las personas, con una finalidad de transmitir señales de eventos que presentan seguimiento o un control de los datos o información, compartiendo los canales dando utilidad a las diferentes tecnologías y protocolos de manera inalámbrica mediante la definición del usuario.⁶²

4.1.12. REDES DE SENSORES Y EL INTERNET DE LAS COSAS:

IoT no solo conecta ordenadores y dispositivos móviles, sino que también tiene la capacidad de interconectar hogares, vehículos, edificios, industrias, ciudades, redes eléctricas, etc. Para todos estos entornos los IoT desarrolla servicios avanzados de procesamiento de información en tiempo real y con sensores inteligentes y autónomos.⁶³

⁶⁰ UIT. Redes de Sensores Ubicuos. [En Línea]. Unión Internacional de Telecomunicaciones. 2021. Disponible en <https://www.itu.int/itunews/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=08&ipage=24&ext=html>

⁶¹ Ibid., p. 2.

⁶² CAMPAÑA BASTIDAS, Sixto. CABRERA MEZA, Harold. CERVELION BASTIDAS, Álvaro. AGUIRRE CABRERA, Adriana. Las redes de sensores inalámbricas, arquitectura y aplicaciones. [En Línea]. 2019. 76 p. Disponible en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/3191/3189>

⁶³ RUÍZ MARTINEZ, William. DÍAZ GUTIERREZ, Yesid. FERRO ESCOBAR, Roberto. PALLARES, Luis. Aplicación del Internet de las cosas a través de una red de sensores inalámbricos en un cultivo

Esta fusión de sensores y procesamientos permite una transferencia mucho más cercana, lo cual protege la integridad de la señal, garantizando el aislamiento del sistema IoT trabajando en ambientes industriales rigurosos.

Estos sensores permiten el procesamiento de manera local y los que ha de remitir a la nube a través de infraestructura IoT, así mismo crea condiciones límites de intervención de un operador humano, donde se puede hacer utilidad de datos y emitir alarmas a través de cloud al usuario, por medio de email, mensajes de texto y/o notificaciones por medio de app.⁶⁴

4.1.13. INTERNET:

Es un neologismo del inglés que significa red informática descentralizada de alcance global. Así mismo se puede definir Internet como una red de computadoras interconectadas entre sí a nivel mundial para compartir información, utilizando un lenguaje universal, mediante un conjunto de protocolos denominado TCP/IP.⁶⁵

4.1.13.1. INTERNET Y WORLD WIDE WEB (WWW O WEB)

Podemos definir que Internet es el medio de transferencia que utiliza la web, como también se puede decir que Internet le admite el acceso a distancia de archivos de hipertexto.⁶⁶

4.1.13.2. TIPOS DE CONEXIONES A INTERNET

Se pueden tener acceso mediante varios canales

- Líneas Telefónicas: Son aquellas que podemos identificar como las líneas convencionales (transmite señales de forma análoga) o digitales (mediante un adaptador de red).
- Cable (Fibra Óptica): Puede ser una conexión por cable que le permite transmitir datos entre nodos (implementa señales luminosas que codifican una mayor cantidad de red).
- Satelital: La podemos describir como un sistema de conexión híbrido de satélite y teléfono para disminuir la congestión terrestre.

de café para monitorear y controlar sus variables ambientales. [En Línea]. 2019. 16 p. Disponible en <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1428>

⁶⁴ Ibid., p. 6.

⁶⁵ ZAMORA LUCIO, Marco. Internet. [En Línea]. México: Informática. 2014. 11 p. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/Presentaciones_Enero_Junio_2014/Definicion%20de%20Internet.pdf

⁶⁶ BALLINA TALENTO, Guillermo. La evolución de Internet como medio de comunicación masivo. [En Línea]. Guatemala: Escuela de Ciencias de la Comunicación. 2008. 75 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_0599.pdf

- Redes Inalámbricas: Son redes con señales luminosas infrarrojas u ondas de radio para transmitir información (ondas de radio de alta frecuencia).⁶⁷

4.1.14. MEDIOS DE CONEXIÓN:

En este caso podemos usar la telefonía móvil, con la disponibilidad de los celulares para acceder a internet.

- **IPv6:** Internet Protocol Version 6, es el sustituto del IPv4 con la intención de eliminar las limitaciones de conexión con las que presentaba IPv4, siendo aún eficiente, esta versión posee un direccionamiento de gran longitud de 128 bits, es decir, tomando en cuenta la posibilidad de conexiones pensando en la gran utilidad de ampliación en la conexión de dispositivos que de manera inalámbrica se puede ampliar.⁶⁸
- **Dispositivos:** En informática se puede definir como sinónimo de artefacto, periférico, producto elemento de sistema o componente eléctrico.
Dispositivos periféricos de computadoras: Son aquellos elementos dentro de una computadora que funcionan mediante un sistema operativo, con la utilidad de unos controladores.⁶⁹
 - **Dispositivo electrónico:** Se pueden identificar como artefactos que nos pueden servir de comunicación u objeto del hogar, como lo son tv, licuadora, celular, computador, etc.
 - **Dispositivo como componente eléctrico:** Son dispositivos que permiten controlar el flujo de corrientes eléctricas para controlar la información y el sistema.
 - **Dispositivo Móvil:** Se describe o identifica como aquellos elementos u objetos electrónicos tan pequeños que pueden ser portables desde el bolsillo, utiliza conexión a redes de datos y conexión a una red inalámbrica, como también logra almacenar datos.

⁶⁷ RESTREPO ZULUAGA, Arley. Vulnerabilidades en redes de Internet alámbricas e inalámbricas. [En Línea]. Dosquebradas: Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. 2018. 117 p. Disponible en

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/27729/%20%09agrestrepoz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶⁸ RIVERA ARAGÓN, Aura. ZULUAGA SOTO, Diana. El nuevo protocolo de Internet: IPv6. [En Línea]. Pereira: Facultad de Tecnología. 2008. 170 p. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2073/004678E82.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁶⁹ PIÑEROS OROZCO, Karen. GONZALEZ ZUÑIGA, Darwin. Dispositivos de interconexión de redes y medios de transmisión. [En Línea]. Cartagena de Indias: Facultad de Ingeniería de Sistemas y Electrónica. 2004. 144 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0026243.pdf>

- **Controlador de dispositivo:** Son software que permiten la integración entre un sistema operativo y su parte hardware.⁷⁰

4.1.15. DOMÓTICA:

Es un término del área de tecnología para definir aquello que constituye tener dominio y supervisión de los elementos que se encuentran en un lugar específico, así mismo se puede decir que estas tecnologías se adaptan para ejercer control y sistematización dentro de un lugar específico o vivienda, permitiendo la toma de información mediante sensores que procesan y transmiten órdenes a uso actuadores. de igual forma surge para dar soluciones a las necesidades y búsqueda de un nuevo vivir, proporcionando un control eficiente de energía y seguridad como también comodidad en las múltiples necesidades de nuestro entorno y búsqueda de nuevas formas de vivir.

Qué aporta:

- Energía.
- Aportando seguridad.
- Convirtiendo el hogar en un lugar más confortable.
- Garantizando la comunicación mediante el control.⁷¹

4.1.16. LA INTERFAZ DE PROGRAMACIÓN DE APLICACIONES:

API es un código o servicio que permite la comunicación entre software mediante el uso de protocolos y se proporcionan para facilitar a los desarrolladores vincular su propio software en un sistema operativo o sitio web. Son vitales para la comunicación y se encontrarán en partes como Twitter API, Flickr API y Maps API, se implementan mediante funciones compuestas de verbos sustantivos.

Toman tres formas básicas:

- **Local:** Son la forma original, origen de su nombre, ofrece servicios de SO para programas de aplicación.
- **Web:** diseñados para representar recursos de utilidad, como páginas HTML, con acceso mediante HTTP, donde cualquier URL activa para una API web.
- **Programa:** Basadas en tecnología de procedimientos remoto (RPC), hace que un componente remoto parezca ser local al resto de un software.⁷²

⁷⁰ BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. [En Línea]. 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

⁷¹ HERNÁNDEZ BALIBREA, Ramón. Tecnología domótica para el control de una vivienda. [En Línea]. Cartagena: Ingeniería Técnica Telecomunicaciones esp. Telemática. 2012. 88 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf>

⁷² PLAZA ESTÉVEZ, Sheila. RAMÍREZ LAMELA, Nerea. ACOSTA MORALES, Carmen. API de servicios web orientados a accesibilidad. [En Línea]. Madrid: Facultad de Informática. 2016. 127 p. Disponible en

4.1.17. RADIOFRECUENCIA:

Se puede definir como una parte del espectro electromagnético, donde transmite ondas que se producen al generar corriente a través de un conductor. Nos referimos a las ondas de radio con la que llega a los equipos de comunicación como walkie talkies y radios comerciales. Así mismo, abarca en todos los dispositivos de comunicación que tenemos en nuestro entorno, como son tv, GPS o redes móviles.⁷³

4.1.18. AUTOMATIZACIÓN:

Se define mediante el acto de automatizar, alude a que sus acciones se vuelvan automáticas, que su desarrollo sea por si solos sin la participación de un individuo. En la actualidad tanto en la robótica como la informática se ha incrementado el alcance, dentro de los sectores industriales, donde nos ofrecen varias ventajas, tanto en las tareas difíciles o peligrosas a realizar como en el tiempo de respuesta. Nos brinda unas considerables ventajas:

- En los trabajos complicados y peligrosos.
- Mejora de la producción.
- Tareas minuciosas y complejas.
- Minimización del esfuerzo al ser humano, etc.⁷⁴

4.1.19. TICs:

Tecnología de Información y Comunicaciones, son un conjunto de tecnologías desarrolladas con la finalidad que la información y comunicación sean eficientes, las TIC hoy día se reconocen como productos innovadores donde se desarrollan elementos y productos propicios para resolver problemas del día a día y de nuestro entorno, según nuestras necesidades.

Estas han revolucionado y evolucionado en nuestro entorno para mejorar nuestra forma de vivir, utilizando y permitiendo métodos de invención de bienes y servicios para el flujo de información.⁷⁵

https://eprints.ucm.es/id/eprint/38686/1/Memoria_API%20de%20servicios%20web%20de%20accesibilidad.pdf

⁷³ CANGA, Rubén. Introducción a la difusión de señales de radio y televisión 1. RadioFrecuencia. [En Línea]. 2011. 42 p. Disponible en <http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/1%20INTRODUCCI%D3N/1%20Radiofrecuencia.pdf.pdf>

⁷⁴ ALAS RAMOS, Lucas. Elaboración de una guía para la selección de sensores y acondicionadores en el control de procesos industriales. [En Línea]. El Salvador: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2005. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1727/1/Elaboraci%C3%B3n_de_una_gu%C3%ADa_para_la_selecci%C3%B3n_de_sensores_y_accionadores_en_el_control_de_procesos_in.pdf

⁷⁵ CRUZ PÉREZ, Miguel. POZO VINUEZA, Mónica. AUSHAY YUPANGUI, Hilda. ARIAS PARRA, Alan. Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) como forma investigativa

4.1.20. SMART GRIDS:

Red eléctrica inteligente, se puede definir en concepto como la integración en el área de la electricidad en almacenamiento energético y los avances tecnológicos de la información y comunicación, donde se coordina la protección, control, medida, calidad y administración de energía, optimizando de esta manera la producción y distribución de la electricidad. son capaces de facturar franjas horarias, permite mapear con precisión el consumo y mejorar las necesidades futuras a nivel local.⁷⁶

4.1.21. RESTFUL:

Se puede definir como conjunto de principios arquitectónicos que pueden diseñar servicios Web, su principal característica es el uso explícito de métodos HTTP mediante protocolo definido por RFC 2616. HTTP GET. Es un método para producir datos, recupera recursos, trae datos de un servidor Web o para ejecutar consulta desde un servidor Web para que este responda a los recursos que coincidan.⁷⁷

4.1.22. INTERNET DE LAS COSAS:

Internet de las Cosas: Por sus siglas en inglés IoT (The Internet of Things) y se puede definir como un sistema de dispositivos de cómputo interrelacionados entre sí, desde una máquina, objetos, etc. donde el ser humano puede interactuar y tener control.

Para que se desarrolle tal funcionamiento se debe implementar la conexión entre dispositivos mediante conexión a Internet IPv6, donde un usuario interactúa controlando los objetos.⁷⁸

Y lo importante y eficiente de todo esto es que a medida que la intervención tecnológica se procesa pensando en este tipo de dispositivos con sistemas y procesadores con multifunciones integradas como el Bluetooth 4.0 y posteriores compatibles con Bluetooth Mesh y el nuevo estándar Wifi 802.11ah y posteriormente

interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación estudiantil. [En Línea]. Costa Rica: Ciencias de la información. 2019. 15 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7026210.pdf>

⁷⁶ LÓPEZ VÁSQUEZ, Javier. Estudio de la situación actual de las Smart Grids. [En Línea]. Ingeniería Técnica de Telecomunicación. 2016. 79 p. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9143/386883.pdf?seq>

⁷⁷ RODRIGUEZ, Alex. Servicios Web de RESTful: Los aspectos básicos. [En Línea]. 2015. Disponible en <https://developer.ibm.com/es/articles/ws-restful/>

⁷⁸ RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNANDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad Tecnológica. 2016. 157 p. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

el 5G, aunque no podemos dejar de lado el estudio y evaluó de la seguridad que representa tener estos dispositivos para su buena manipulación.⁷⁹

4.1.23. ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS:

Está compuesta por tres capas principales, que son: la capa de aplicación, capa de red y capa de percepción.

- **CAPA DE APLICACIÓN:** Esta capa permite la interacción directa entre los usuarios finales y se pueden implementar par diferentes tipos de servicios en la industria, en este nivel se toman todas las decisiones de seguridad, control y administración de aplicaciones.⁸⁰
- **CAPA DE RED:** Es denominada la capa de transporte, se responsabiliza en transmitir los datos de las capas de aplicación y percepción, garantizando la transferencia desde las diferentes tecnologías y protocolos como son los 2G, 3G, bluetooth, ad-hoc, etc.⁸¹
- **CAPA DE PERCEPCIÓN:** Esta capa recopila datos e identifica objetos físicos y sensores, utilizando dispositivos como tarjetas inteligentes, RFID y redes de sensores.⁸²

4.1.24. PRINCIPALES TECNOLOGÍAS DEL INTERNET DE LAS COSAS:

El Internet de las Cosas para su impulso requiere de tecnologías principales como: RFID, para identificar objetos, los sensores para captar los cambios de medios físicos, la nanotecnología para que en los sistemas se genere la ubicuidad y que de esta manera sean menos perceptibles por los usuarios finales.⁸³

4.1.24.1. RFID: (Radio Frequency Identification):

Identificación por Radiofrecuencia, es un sistema de identificación, almacenamiento y transmisión de datos remotos que utiliza unos tags dispositivos llamados etiquetas, transponders RFID activos o tarjetas.

Identifica una tarjeta o etiqueta (tag) a través de un lector, sin contacto y a distancia.

⁷⁹ Ibid., p. 56.

⁸⁰ CHITIVA BERNAL, Yobany. Diseño de una red de IoT para el hogar. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2020. 71 p. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17670/1/2020_diseno_red_iiot.pdf

⁸¹ Ibid., p. 21.

⁸² Ibid., p. 49.

⁸³ EVANS, Dave. Internet de las Cosas – Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. [En Línea]. Cisco Internet Business Solutions Group. 2011. 12 p. Disponible en https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iiot-ibsg.pdf

Cumple como función principal la transmisión de identidad de objeto por medio de ondas de radio.⁸⁴

4.1.24.2. SENSORES:

También conocido como entrada o input, es un dispositivo que detecta acciones recopilando información sobre el entorno de la ubicación de las cosas, dentro de estos la miniaturización de los elementos para que interactúen en la red de Internet sin observar cambios en los equipos, gracias a ello se puede obtener información en tiempo real, logrando acceso desde otros lugares, para tomar decisiones y observar las acciones se han realizado de manera automática.⁸⁵

4.1.24.3. NANOTECNOLOGÍA:

Estudia las partículas minúsculas para la mejora de productos de la industria, medicina, energía y transporte, lo que por medio de ello su objetivo es la interacción y conexión en la red con otros, de acuerdo a su tamaño se crea como un avance tecnológico con el fin de crear inteligencia embebida, a este tipo de dispositivos se le conoce como dispositivos inteligentes, así mismo desarrolla tres temáticas como un eje común: Energía, Remediación y Salud.⁸⁶

4.1.24.4. TECNOLOGÍAS INTELIGENTES:

Son métodos empleados con el fin de lograr propósitos mediante el uso de un conocimiento, se implementan con el objetivo de obtener un proceso o tecnología inteligente que se pueda comunicar con usuarios finales de manera activa o pasiva. Su estudio y comportamiento incluye IA (Inteligencia Artificial), tecnologías avanzadas y procesamiento inteligente con señales, etc.⁸⁷

⁸⁴ RAMÍREZ LAZÓN, Rodrigo. Aplicaciones del RFID como herramienta para el proceso de Marketing. [En Línea]. Chile: Facultad de Economía y Negocios. 2006. 115 p. Disponible en <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108361/Ramirez%20Laz%C3%B3n%20Rodrigo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

⁸⁵ FERNÁNDEZ AMADOR, Gerardo. Sensores magnéticos e inductivos. [En Línea]. Pachuca: Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 2005. 168 p. Disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sensores%20magneticos.pdf>

⁸⁶ ÁLVAREZ VILLARRAGA, David. ARBELAEZ ECHEVERRI, Pablo. ACEVEDO GONZÁLEZ, Juan. FEO LEE, Oscar. Nanotecnología. Revista oficial de la Asociación Colombiana para el estudio del dolor. 2009. 17 p. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/51540/REVISTA%204-1-77-93.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

⁸⁷ ALVARADO LÓPEZ, Raúl. Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. [En Línea]. México: revista de tecnología y sociedad. 2017. 17 p. Disponible en <https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/264/1/Ciudad%20inteligente%20y%20sostenible%20hacia%20un%20modelo%20de%20innovaci%C3%B3n%20inclusiva.pdf>

4.1.24.5. TELÉFONOS MÓVILES (Smartphones)

Se puede definir un dispositivo móvil como un aparato que se identifica por su tamaño y consecuente a esto tiene características y capacidades de procesamiento, lo cual permite a un usuario final de acuerdo a sus necesidades cumplir funciones, entre los más principales mantener conexión ya sea vía red de datos o Wifi.⁸⁸

Sin embargo, nos ofrece una serie de características idóneas y funcionales que van avanzando y actualizando a medida que la tecnología avanza, entre ellos nos ofrece:

- Sensor táctil: Se puede definir como un aparato o sistema que mide entre un contacto y el objeto, donde obtiene una estimación del modelo y lo superficial de dicho objeto.
- Sensor de iluminación: Es un objeto o artefacto que mediante un software percibe el movimiento, brindando una acción de iluminación o de climatización.
- Sensor de temperatura: Se asocia a la noción del calor, mide mediante un termómetro una magnitud escalar con la energía.
- GPS: (Sistema de Posicionamiento Global) Nos ayuda a proporcionar un servicio fiable donde nos muestra la ubicación, localización y posicionamiento de cualquier usuario o lugar en el mundo, sin límites, que nos sirve de ayuda para determinar y llegar a un punto específico.
- Acelerómetro: Mediante el dispositivo le permite detectar la orientación de terminales, con el objetivo de rotar un contenido en la pantalla buscando una posición horizontal o vertical.⁸⁹

4.1.25. PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

De acuerdo al rápido crecimiento de las IoT, logra ser notorio y evidente el aumento de los dispositivos con capacidad de procesamiento conectados a Internet, ocasionando entre dicha comunicación varios desafíos:

1. Direccionamiento e identificación.
2. Comunicación de dispositivos con ahorro de energía.
3. Eficiente comunicación a alta velocidad.
4. Portabilidad de los dispositivos.
5. Protocolos con eficiente direccionamiento a bajo recursos de memoria.⁹⁰

⁸⁸ BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. [En Línea]. Ingeniería de Telecomunicación. 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

⁸⁹ Ibid., p. 4.

⁹⁰ ETEROVIC, Jorge. CIPRIANO, Marcelo. NICOLET, Santiago. Análisis de protocolos de comunicaciones para Internet de las Cosas. [En Línea]. Argentina: Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología. 2018. 4 p. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/67176/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Por lo general los dispositivos IoT se conectan a Internet, por medio de una pila TCP/IP, dicha pila requiere de una cantidad propicia de energía y memoria, otra forma de conexión puede ser localmente por medio de redes IP, donde el consumo de energía es menor por la utilidad de conexión a Internet mediante un Gateway. También existe una forma de conexión de alcance reducido como Bluetooth, RFID y NFC, por lo que la conexión es reducida bajo conexión limitada PAN (personal área network).⁹¹

Los protocolos de comunicación se clasifican de acuerdo a la función del rango o consumo en los dispositivos: sistemas M2M capilares y sistemas M2m celulares. M2M (machine to machine): se refiere a la conexión de dos máquinas que intercambian datos entre sí, donde envía y recibe datos o información por medio de una red directa.⁹²

4.1.25.1. MODELO OSI

Modelo de interconexión de sistemas abiertos (OSI), creado por la organización Internacional de Normalización. En este modelo se consideran siete niveles, donde se realizan procesos de información que a su vez se denominan PDU (Unidad de Datos de Protocolo). En los PDU transmisores se transfieren de superior a inferior, donde a cada uno es añadida una información de control, en cambio en los receptores la información es procesada desde el nivel inferior, así mismo se comprueba y elimina los niveles de cabeceras en cada PDU de los niveles.

Capas de aplicación:

- Capa 7: Aplicación.
- Capa 6: Presentación.
- Capa 5: Sesión.
- Capa 4: Transporte.
- Capa 3: Red.
- Capa 2: Enlace de Datos.
- Capa 1: Física.⁹³

⁹¹ Ibid., p. 2.

⁹² Ibid., p. 3.

⁹³ CANCIO GÓMEZ, Aarón. Diseño, desarrollo y prototipado de un Gateway M2M multiprotocolo para aplicaciones IoT. 2018. 21 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81087/9/acancioTFG0618presentaci%C3%B3n.pdf>

Figura 2. Capas del Modelo OSI.



⁹⁴Fuente Informática Medica. Protocolos de comunicación. 2021. Disponible en http://informaticamedicaipn.mex.tl/1589954_protocolos-de-comunicacion.html

4.1.25.2. IEEE 802.15.1 (Bluetooth):

Reconocido como un estándar de conexión inalámbrica que nos sirve para el intercambio de datos a corta distancia (utiliza como medio de transmisión radio de longitud con banda ISM con alcances de 2.4 a 2.48 Ghz) permitiendo la interoperabilidad entre dispositivos portátiles y que estos se puedan conectar y/o comunicar como enlace radiofrecuencia bajo la estandarización WPAN, tomando en cuenta algunos aspectos y/o principales objetivos:

- Reemplazo de conexión por cable.
- Permite una comunicación entre dispositivos locales y móviles.
- Se posibilita la creación de redes inalámbricas pequeñas y la sincronización entre ellos.
- Es un camino de fácil uso para la transferencia o intercambio de datos.⁹⁵

Tiene un nivel de radiofrecuencia (RF) que lo conforma un transceptor físico y componentes. Las bandas de uso a 2.4 GHz no regulado, que brinda fácil uso y calidad en la señal y conexión de transceptores.

Las partes de un sistema Bluetooth son:

- Una unidad de radio
- Una unidad de control del enlace.
- La gestión de enlace.
- Las funciones del software.⁹⁶

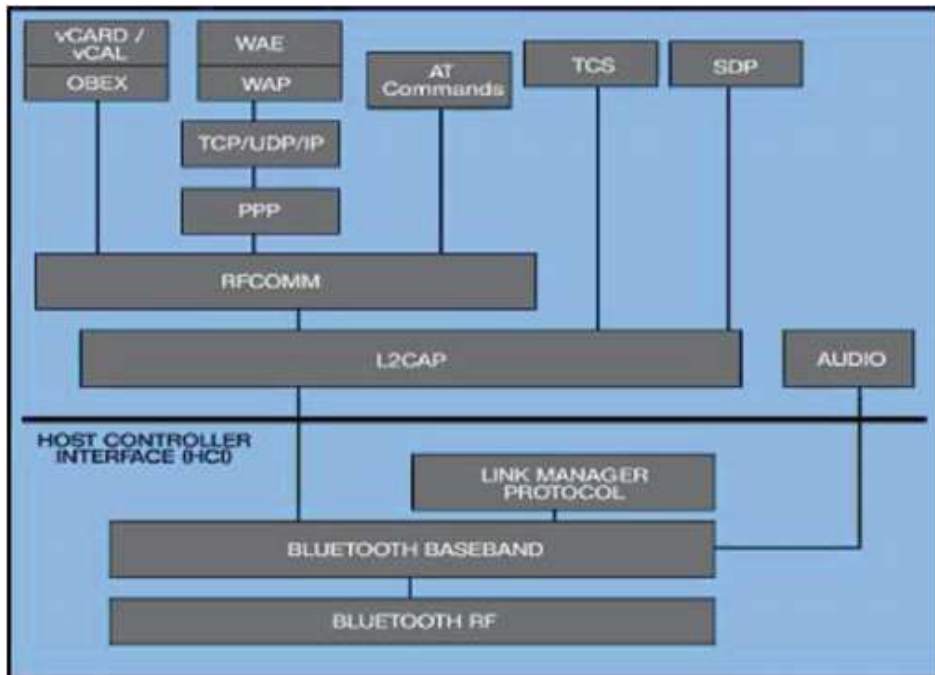
⁹⁴ Informática Medica. Protocolos de comunicación. 2021. Disponible en http://informaticamedicaipn.mex.tl/1589954_protocolos-de-comunicacion.html

⁹⁵ ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbricas para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. 181 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁹⁶ Ibid., p. 18.

El sistema de Bluetooth admite las conexiones entre puntos y de un punto a multipunto, donde la velocidad de la información o datos es full-dúplex, con 10 piconets a una carga hasta de 6 Mb/s. Teniendo en cuenta que un piconet es la colección de dispositivos de 2 a 8 en conexión por medio del radio Bluetooth.⁹⁷

Figura 3. Arquitectura de Bluetooth



⁹⁸Fuente ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

4.1.25.3. IEEE 802.11 (WIFI)

Es un grupo de estándar que pertenece a la familia IEEE 802, que especifica en una serie para las redes de Área Local (LAN). Estas especificaciones se basan en dos capas bajas del modelo OSI, donde tienen incorporado componentes de una capa física y la que controla el acceso al medio.

El estándar 802.11 se sostiene en una especificación desde la capa de acceso en un medio común apuntando a las tecnologías LAN, por medio de control al enlace lógico (LLC), además de esto, incluye una capa MAC y dos capas físicas.⁹⁹

⁹⁷ Ibid., p. 18.

⁹⁸ ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

⁹⁹ NAVARRETE CHÁVEZ, Carlos. Evaluación de la tecnología IEEE 802.11n con la plataforma OPNET. [En Línea]. 2009. 98 p. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7834/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

La versión estándar 802.11 promovía tasas de transmisión 1 a 2 Mbps donde operaba bajo una banda ISM (Industrial, Scientific and Medical band) de 2.45 Ghz, pero necesitaba implementar uso de técnicas de espectro disperso, donde se toma el salto de frecuencia (Frequency Spread-Spectrum DSSS) pero eran incompatibles. De acuerdo a las necesidades de los usuarios, donde requerían más tasa de transmisión, por lo que se investigan dos esquemas: DSSS para 802.11b, proporcionando 11 Mbps en canal de 20 Mhz y (Orthogonal Frequency Division Multiplexing OFDM) para 802.11^a, como una capa física alterna, donde brinda tasas de 54 Mbps en banda de 5 Ghz, con menos saturación.¹⁰⁰

4.1.25.4. IEEE WLAN 802.11 MAC

Asume funciones por otros protocolos de capas superiores que son aceptadas por protocolos de capa superior, en fragmentación, recupera error, controla el movimiento y conserva la potencia. Puede trabajar de manera independiente a la capa física.

Así mismo, la subcapa MAC incluye funciones como: Coordinación puntual y Coordinación dirigida, ambas funciones de acceso utilizan intervalo de tiempo, donde CP (Periodo de Contención o Contienda) la utiliza la función DCF, la función PCF utiliza CFP (Periodo Libre de Contención o de Contienda).

Donde la última estación actúa iniciando cuando mande una trama administradora llamada Beacon (Baliza), donde expone el inicio y la duración del CFP.¹⁰¹

4.1.25.5. WirelessHART

Conocido como un protocolo de red en tipo malla, que puede tomar auto organización y reparación, se usa de manera inalámbrica para automatización de procesos y control mediante la IEEE 802.15.4 con una baja potencia de banda 2.4 GHz.¹⁰²

- **Características:**

- **Redes auto organizables y reparables:** Una de las mejores redes con mayor capacidad para tomar el mejor camino de envío y recibido de los datos y en caso de algún obstáculo buscar otra alternativa de entrega de datos.¹⁰³

¹⁰⁰ Ibid., p. 11.

¹⁰¹ SANCHÉZ TORRES, Pedro. Evaluación de la capacidad de redes 802.11e transportando VoIP. [En Línea]. Integración de redes telemáticas. 2012. 70 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/14885/9/psancheztoTFC0612memoria.pdf>

¹⁰² SALA FAYOS, Joaquin. Redes Wireless industriales. [En Línea]. España: Estudios de Informática, multimedia y telecomunicación. 2014. 81 p. Disponible en http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/33381/1/Herciano_TFG_0614.pdf

¹⁰³ VELASCO GRANADO, Jairo. Evaluación y selección de alternativas de comunicación de transmisión inalámbrica para los campos de producción petrolera en Ecopetrol. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2013. 115 p. Disponible en:

- **Time Synchronized Mesh Protocol (TSMP):** Se dedica a tomar el tiempo necesario para transferir los datos, con la intención de proteger la vida útil de la batería reduciendo obstrucciones.¹⁰⁴
- **Report by Exception – Time and Condition- Based Alerts:** Se evalúan los eventos importantes con el valor de la PV, el tiempo aumentará, tomando en cuenta reportes de manera inteligente, con la finalidad de ahorro de energía.¹⁰⁵
- **Time Stamp:** Es un tipo de reloj que muestra fecha y hora de los eventos sincronizados por transmisión de datos en el momento exacto.¹⁰⁶
- **Process Variable (PV) Trending:** De acuerdo a los instrumentos de campo toma los valores y los transfiere a las estaciones de operación, con la intención de visualizar gráficos de variables de los procesos.¹⁰⁷
- **Wireless Diagnostics:** Analiza y hace seguimiento a la red inalámbrica para asegurar el estado y salud de la red.¹⁰⁸
- **Wireless Security (Seguridad de la red):** De acuerdo a los datos que transitan por la red busca la protección mediante múltiples métodos de seguridad.¹⁰⁹
- **Loop Test:** Testeo remoto.¹¹⁰
- **HART Compatibility:** Ofrece para los instrumentos HART una compatibilidad adicionando adaptador Wireless.¹¹¹

4.1.25.6. SEGURIDAD WIRELESSHART:

Busca asegurar la red de datos oportunamente, utilizando técnicas de protección y proporcionando un alto nivel de seguridad de manera activa y disponible.

- De manera automática da protección a la información.
 - Seguridad robusta.
 - Cifrado AES.
 - Clave cifrada.
 - Integridad de datos y autenticación.¹¹²
- **Protege la red inalámbrica:** No se puede desactivar ya que se encuentra integrada, de extremos y utilizando cifrado AES-128 bits. Así mismo:
 - Utiliza varios niveles de claves de acceso.
 - Nos indica los intentos fallidos y no autorizados

<https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12734/VelascoGranadosJairo2013.pdf?sequence=1>

¹⁰⁴ Ibid., p. 44.

¹⁰⁵ Ibid., p. 44.

¹⁰⁶ Ibid., p. 45.

¹⁰⁷ Ibid., p. 45.

¹⁰⁸ Ibid., p. 46.

¹⁰⁹ Ibid., p. 46.

¹¹⁰ Ibid., p. 47.

¹¹¹ Ibid., p. 47.

¹¹² OSPINA VARÓN, Andrés. Transmisión en la zona de sensores en MTC y M2M en Aplicaciones orientadas a Smart Cities. 2013. 80 p. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19724/u671340.pdf?sequence=1>

- Informa errores de autenticación.
 - Evalúa los ataques de Internet que sean tipo wifi.¹¹³
- **Evaluación / reducción de riesgos:** Existen métodos que un atacante puede utilizar, ya sea por conocimiento o por estar motivado. Sin embargo, esta tecnología ayuda al usuario a minimizar, controlar y auditar el acceso.¹¹⁴
 - **Seguridad de datos:** Su objetivo es evitar las escuchas de dispositivos no autorizados, estando en la red o por fuera, proporciona cifrado AES 128 bits modo CCM. Brinda claves de seguridad de sesión individual, que sirven como autenticación para el administrador de seguridad, muestra a que red pertenece esta red, utiliza campos que verifican la integridad de mensajes (MIC) usando una sesión que protege los datos, mostrando si el paquete ha sido alterado.¹¹⁵

4.1.26. ACTUADORES

Actúan directamente en el mundo real, mediante la información digital y las diferentes formas de control que utilizan:

4.1.26.1. MOTORES

Es uno de los más comunes como actuador, ya que es utilizado de diferentes formas de controlar utilizando modulaciones por ancho pulso (PWM), donde se envían pulsos de ancha variable para que este gire de manera proporcional.¹¹⁶

4.1.26.2. SERVOMOTORES

Es un tipo de actuadores que permite el control de las posiciones y de mantenerla fija, se retroalimenta de la posición para de esta forma controlar el movimiento, donde la entrada es proporcionada por una señal, representando la posición para el eje de salida.¹¹⁷

4.1.26.3. ZigBee

Conocido como un protocolo que es utilizado en las comunicaciones inalámbricas seguras a un bajo costo, bajo consumo y bajo uso de datos, funciona por medio del estándar IEEE 802.14.4, facilitando el medio comunicación entre sus capas ZigBee NWK (Network - Red) y la MAC (Control de Acceso al Medio).¹¹⁸

¹¹³ Ibid., p. 64.

¹¹⁴ Ibid., p. 65.

¹¹⁵ Ibid., p. 65.

¹¹⁶ CERVEN, Diego. NARANJO, Erika. Tipos de actuadores y servomotores. Carabobo: Facultad de Ingeniería. 2016. Disponible en <https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/actuador-de-la-valvula>

¹¹⁷ Ibid.

¹¹⁸ MARTIN MORENO, Javier. RUIZ FERNÁNDEZ, Daniel. Informe Técnico: Protocolo Zigbee (IEEE 802.15.4). [En Línea]. 2007. 36 p. Pág. 5. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf

Se encarga de agregar nuevos dispositivos a la red, asigna direcciones y paquetes, buscando el camino más corto donde pueda hacer entrega de sus paquetes, de igual forma se encuentra una capa identificada de Aplicación que tiene un nivel más alto y con más funcionalidades, se pueden identificar sus subcomponentes:

- **APS (Subcapa de Soporte de Aplicación):** Coordina la comunicación entre las diferentes capas, donde su objetivo principal es rechazar cualquier mensaje que se encuentre duplicado.
- **ZDO (Objetos de Dispositivos ZigBee):** Define los roles de cada uno de los dispositivos dentro de la red, como también su objetivo es identificar los nuevos dispositivos conectados.
- **Objetos de Aplicación:** Define los perfiles de la aplicación, identificándolos por medio de objetos que van desde 1 y 240, identificando y asociando un punto de acceso diferente, pero asignando el 0 al ZDO.
- **Seguridad:** Para los mecanismos de seguridad utiliza claves de 128 bits, donde la clave maestra es utilizada para generar las diferentes claves que son enviadas mediante una ruta llamada segura y prefijada anteriormente.¹¹⁹

ZigBee emplea los siguientes tipos de nodos, divididos en tres:

- **Coordinador de red:** Se encarga de gestionar la red.
- **Router:** Reenvía datos a los demás dispositivos.
- **Nodo final:** Toma los datos para reenviarlo al router o coordinador.¹²⁰

4.1.26.4. MQTT (Message Query Telemetry Transport):

Es un protocolo TCP con tecnología para publicar y suscribir, dedicado específicamente para las comunicaciones IoT. Utiliza una seguridad SSL/TLS, además de un usuario y contraseña entre las comunicaciones.

El protocolo MQTT lleva a cabo 13 paquetes de control donde estructura la comunicación:

CONNECT, CONNACK, PUBLISH, PUBACK, PUBREC, PUBREL, PUBCOMP, SUBSCRIBE, SUBACK, UNSUBSCRIBE, UNSUBACK, PINGREQ, PINGRESP y DISCONNECT.¹²¹

El mensaje tiene como mínimo 2 Bytes en una cabecera fija donde descifra: si es un mensaje doble, el tipo, la calidad y si se debe guardar. Así mismo utiliza un tópico bróker, cuando un cliente está suscrito, el mensaje es retenido en el retain message, pasando a ser guardado.

También utiliza un sistema para IoT que es last will o último deseo, el mensaje sería enviado en caso futuro.

¹¹⁹ Ibid., p. 6

¹²⁰ Ibid., p. 6.

¹²¹ MORENO CERDÁ, Francesc. Demostrador arquitectura publish/subscribe con MQTT. [En Línea]. Barcelona: Escola Técnica d'Enginyeria de Telecomunicación de Barcelona. 55 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117782/MQTT_MEMORIA.pdf?sequence=1

Así mismo, como funcionalidad a destacar, donde utiliza persistent session o sesión persistente, donde implica si el cliente como el server pueden conservar el estado de sesión.¹²²

5. DESARROLLO DE LOS OBJETIVOS

5.1. PRINCIPIOS DE INTERNET:

El Internet y su gran revolución desde el punto de vista creativo y constructivo, contribuyendo a lo largo de su evolución, donde se ha visto impulsada, por los gobiernos, sector educativo, investigadores, etc. Como una herramienta que busca satisfacer las necesidades de la comunidad, manteniendo la comunicación constante entre las personas, como también lograr a gran escala el crecimiento para que las compañías brinden soluciones de trabajo en sus actividades diarias y a gran variedad de los servicios.¹²³

Tomando en cuenta los diseños de redes por las cuales se deben interactuar e implementar los servicios en software o en hardware, trayendo consigo y fomentando sistemas abiertos de innovación y evolución.¹²⁴

5.1.1. INTERNET SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO:

El Internet como base fundamental y como herramienta que transforma las mejores y nuevas prácticas ya sea frente a los modelos de formación, actividades profesionales y cultural. La disponibilidad de las herramientas que ofrece el internet mediante sus aplicaciones, donde es notoria la factibilidad mediante la transformación cultural e interactividad y la comunicación, bajo las mejores prácticas de conocimientos y experiencias que dan cabida a un buen aprendizaje que encamina a una evolución de modelo educativo y cultural, que consecuentemente va evolucionando aún más.¹²⁵

¹²² Ibid., p. 17.

¹²³ BALLINA TALENTO, Guillermo. La evolución de Internet como medio de comunicación masivo. [En Línea]. Guatemala: Escuela de las Ciencias de la Comunicación. 2008. 75 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_0599.pdf

¹²⁴ Ibid., p. 18.

¹²⁵ COLÁS BRAVO, Pilar. Internet y aprendizaje en la sociedad del conocimiento. [En Línea]. Sevilla: Revista científica de comunicación y educación. 2003. 6 p. Disponible en <https://bit.ly/2w7z4rn>

5.1.2. INTERNET DE LOS SERVICIOS:

Representa como uno de los mecanismos donde se interrelaciona y/o se interactúa información entre ordenadores e individuos, independientemente de la ubicación o localidad donde se encuentre.¹²⁶

Se visiona con la intención de buscar las necesidades, el uso de sus herramientas como software disponible, como servicio de Internet (servidores, comunicación y almacenamiento) para ejecutar programas. Es más, una evolución basada en M2M, que se da por medio de la comunicación entre máquina y máquina, donde existe un intercambio de datos y comunicación constante entre ambas máquinas.¹²⁷

5.1.3. LA INTERNET DE LAS COSAS:

La Internet de las Cosas con sus siglas IoT, caracterizado por la nueva evolución y transformación que representa para que más allá de la comunicación que hay entre las personas, se convierta en la integración máquina vs hombre, o podría extenderse hasta un animal, electrodoméstico, hogar, edificio o cualquier elemento al que se pretenda tener un control, entre otros dispositivos o elementos que pueden ser utilizados mediante sensores APIs para mantener una conexión e intercambio de datos e información por medio de Internet.¹²⁸

Las IoT maneja una dependencia en serie de tecnologías, que realizan una interfaz programada de aplicaciones (API) conectando los elementos o dispositivos a Internet, tomando en cuenta algunas herramientas en gestión como Big Data, las IA, la nube, radiofrecuencia (RFID), etc.¹²⁹

5.1.4. ESTADO DEL ARTE DE INTERNET DE LAS COSAS

El Internet de las Cosas, bien conocido como IoT. Aparece por primera vez por el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT), quienes con la ideología de implementar y diseñar las infraestructuras RFID, identificadores de Radio Frecuencia, presentado en 1999. De igual forma para el mismo año se plasma la idea de un libro llamado “Cuando las cosas empiezan a pensar”, escrito por Neil Gershenfeld, apareciendo el crecimiento de World Wide Web, dando uso y lugar a los dispositivos inteligentes, que ocupan un espacio en nuestro entorno de conexión,

¹²⁶ MÁRQUEZ RODRÍGUEZ, Julio. Introducción a los servicios de Internet. [En línea]. Tecnología educativa. 2021. 13 p. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT42.pdf

¹²⁷ Ibid., p. 1.

¹²⁸ BARRIO ANDRÉS, Moisés. Internet de las Cosas. [En Línea]. Madrid: 1ra edición REUS S.A. 2018. 24 p. Disponible en https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf

¹²⁹ Ibid., p. 19.

inicialmente para los tiempos laborales, cambiando algunos aspectos para que estas conexiones sean un resultado propicio en nuestro entorno.¹³⁰

El Internet de las Cosas, crea un modelo que coordina la tecnología desde distintos aspectos, enfocando la conexión entre dispositivos tecnológicos, creando interacción que, sumado a la computación e informática y protocolos de comunicación, recopilando información e interactuando con un entorno que es controlado por el administrador, intercambian información para control de sus objetos. Uno de los ejemplos claros son las plataformas que permiten el uso de organizar una casa inteligente.¹³¹

5.1.5. EVOLUCIÓN DE IoT

- **1926:** Se da inicio de un gran trabajo teórico, lo cual fue base para el inicio de la comunicación inalámbrica y de radio, investigado por Nikola Tesla.¹³²
- **1949:** Se da inicio al invento sobre el código de barras, que estaría entrando para el uso de supermercados.¹³³
- **1969:** Mediante el precursor de Internet, creado con el nombre de ARPANET, se da uso y envío del primer mensaje.¹³⁴
- **1973:** Se evidencia el primer uso del lector RFID pasivo.¹³⁵
- **1978:** Mediante los esfuerzos de investigación Danny Cohen, David Reed y John Schoch, quienes convierten el protocolo TCP a TCP/IP, permitiendo la comunicación sobre IP soportando tráfico en tiempo real.¹³⁶
- **1980:** Se da inicio de pruebas donde se instala un micro-switch en máquinas de refrescos en conexión a un ordenador que daba como resultados brindando datos de inventario y el nivel de clima, las pruebas se dan mediante el departamento de Ciencias de Computación de Carnegie Mellon.¹³⁷

¹³⁰ ACOSTA MOLINA, Cesar. El estado del arte sobre el Internet de las Cosas. Amenazas y vulnerabilidades de seguridad informática evidenciadas desde la domótica. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. 2019. 81 p. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28446/Monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹³¹ Ibid., p. 19.

¹³² RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional de Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad Tecnológica. 2016. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹³³ Ibid., p. 25.

¹³⁴ Ibid., p. 25.

¹³⁵ Ibid., p. 25.

¹³⁶ Ibid., p. 25.

¹³⁷ Ibid., p. 25.

- **1990:** Se implementa la comunicación entre cliente vs servidor, dando utilidad mediante el protocolo HTTP, así mismo se inventa la World Wide Web donde se crea la primera página web, dando inicio a la revolución de Internet.¹³⁸
- **1993:** Se diseña un head-up de realidad aumentada, que es capaz de dar sobre posición a los planos y enseña cómo hacer mantenimiento a los objetos, este proyecto se da mediante la universidad de Columbia.¹³⁹
- **1994:** Se da invento de la primera cámara web con la dimensión de observar el nivel de la bebida en una cafetería, creado por Steve Mann.¹⁴⁰
- **1995:** Mediante la empresa Siemens quien se dedica a desarrollar teléfonos móviles con un módulo GSM para aplicaciones machine to machine M2M.¹⁴¹
- **1997:** Tiene lugar para dar inicio en Cambridge a nivel internacional de IEEE de “wearable computers”.¹⁴²
- **1999:** Se da inicio de hablar sobre el concepto de Internet de las Cosas, quien fue dirigida por Kevin Ashton en Procter & Gamble.¹⁴³
- **2000:** Se da el primer proyecto de la necera conectada a Internet, lanzada por LG.¹⁴⁴
- **2003 – 2004:** Se da a conocer el concepto amplio de IoT en las publicaciones de primer orden. Así mismo se implementa la tecnología RFID, que son impartidas en la II Guerra Mundial, ya que se utilizaban como ondas electroestáticas que transmiten señal que comparten datos.¹⁴⁵
- **2005:** Se publica “A partir de este momento el Internet de las Cosas adquiere otro nivel”, tema tratado mediante la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT).¹⁴⁶
- **2006:** Se inventa y comercializa el Nabaztag, un conejo que brinda conexión a Internet por ondas inalámbricas wifi 802.11b, donde se emite comunicación entre el objeto y el usuario final, donde se emite movimiento, mensajes y luminosidad, así mismo provee información del estado de calidad y correos, etc. Invento creado por Rafi Haladjian y Oliver Mével.¹⁴⁷
- **2008:** Se crea la plataforma de servicios PaaS para el Internet de las Cosas, llamado Xively, proporcionada como una nube especializada para el despliegue de información de los diferentes sensores conectados.¹⁴⁸

¹³⁸ Ibid., p. 25.

¹³⁹ Ibid., p. 25.

¹⁴⁰ Ibid., p. 25.

¹⁴¹ Ibid., p. 26.

¹⁴² Ibid., p. 26.

¹⁴³ Ibid., p. 26.

¹⁴⁴ Ibid., p. 26.

¹⁴⁵ Ibid., p. 26.

¹⁴⁶ Ibid., p. 26.

¹⁴⁷ Ibid., p. 26.

¹⁴⁸ Ibid., p. 26.

- **2010:** Se inicia un foro de apertura para la Tecnología de la Información, Comunicación y Desarrollo Urbano, concebido en la localidad oriental China, donde se buscaba el desarrollo de la Industria de la IoT y plataforma de desarrollo económico, dirigido por el ministro de Industria y Tecnología de la Información Li Yizhong.¹⁴⁹
- **2012:** Se hace el lanzamiento de la IPv6, mediante la Internet Society (ISOC). Samsung, Nokia, Google y otras organizaciones inician proyectos con NFC, donde se crea adopción de estándares IoT y China convierte e impulsa el desarrollo de la implementación de las IoT.¹⁵⁰
- **2013:** Se crean implementaciones IoT desde Intel.¹⁵¹

5.1.6. REDES AD HOC:

Una red AD HOC tiene como significado este tipo de redes, que literalmente es para esto. Es creada con una finalidad de crear una red de manera temporal, donde se establece un enlace entre un conjunto de dispositivos que de manera independiente se configuran para la cooperación entre la red.¹⁵²

- Características de las redes AD HOC:
 - Nodos móviles.
 - Topología variable.
 - Cambios de rutas.
 - Dispositivos con capacidad limitada.
 - Limitaciones de los enlaces inalámbricos.
 - Ausencia de infraestructura.¹⁵³

5.1.7. DISPOSITIVOS UTILIZADOS EN IOT

Son aquellos dispositivos que, conectados a Internet, mediante las capacidades y características logran proporcionar interconexión, mediante capas que comunican, integran, brindan información y/o servicio, entre otras funciones, facilitando el acceso y uso al usuario final o consumidor.¹⁵⁴

¹⁴⁹ Ibid., p. 27.

¹⁵⁰ Ibid., p. 27.

¹⁵¹ Ibid., p. 27.

¹⁵² GÓMEZ MONTENEGRO, Carles. PARADELLS ASPAS, Josep. Redes AD-HOC: El próximo reto. [En Línea]. Barcelona. Technical University of Catalonia. 2021. 8 p. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9919/Article006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁵³ Ibid., p. 31.

¹⁵⁴ SALAZAR, Jordi. SILVESTRE, Santiago. Internet de las Cosas. [En Línea]. Republic Czech. 2021. 34 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100921/LM08_R_ES.pdf

5.1.8. SENSORES

Reconocidos como dispositivos electrónicos que poseen las capacidades de detectar acciones, recopilando información que se asemeja a su entorno y para lo cual pudo ser implementado, interactuando en una red de Internet y lograr obtener información en tiempo real, donde un usuario final logra o puede tomar decisiones que se han realizado de manera automática.¹⁵⁵

5.1.9. REDES DE SENSORES:

Se refiere a una red de tecnología con sistemas informáticos que son adaptados con la capacidad de interactuar en el mundo físico, pueden estar conectados de manera inalámbrica, con el propósito de realizar acciones como medir temperatura, movimiento, etc. Así mismo recoge información sobre su entorno.¹⁵⁶

Las redes de sensores inalámbricas o WSN (Wireless Sensor Networks) se conforman principalmente por microsensores, que sirven para examinar, recolectar, transmitir y procesar los datos del área de su cobertura.

Es un sistema de monitorización en tiempo real con muchas ventajas de despliegue y monitorización en su entorno complicados o difícil acceso.

Se aplica en muchos campos: en el control de la industria y agricultura, defensa militar, biomedicina, gestión en la ciudad, etc. Estas pueden ser alámbricas o inalámbricas ya que tiene un gran número de nodos que pueden realizar comunicación y cooperación en el Ad Hoc.¹⁵⁷

5.1.10. REDES DE ACCESO USN:

Es un tipo de red de sensores ubicua, que se conecta por medio de una red de rangos, recoge información y controla los actuadores. Son escalables a las redes de malla, toleran los errores y tiene la capacidad de reconocer la ubicación en tiempo real.

Los USN son utilizados para controlar el acceso, monitoreo, detecta intrusos, más que todo para la seguridad. Esta tecnología pertenece a las IoT ya que cumple las capacidades de transmitir a través de una red.¹⁵⁸

¹⁵⁵ ABAC DE LEÓN, Julio. Propuesta de aplicaciones de sensores para la industria y características de sensores. [En Línea]. Guatemala: Facultad de Ingeniería. 2015. 112 p. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3309/1/Julio%20Alejandro%20Abac%20de%20Le%C3%B3n.pdf>

¹⁵⁶ ARANZAZU SUESCÚN, Catalina. MORENO LÓPEZ, Gustavo. Revisión del estado del arte de redes de sensores inalámbricos. [En Línea]. Revista Politécnica. 2009. 18 p. Disponible en <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/130/106>

¹⁵⁷ Ibid., p. 95.

¹⁵⁸ SÁNCHEZ MARTÍN, Andrés. Modelo informático de integración Aml_IoT para el cuidado de adultos mayores CARE_HOME16. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2017. 82 p. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/39883/MISyC%20-%20Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

5.1.11. REDES DE SENSORES WSN:

Son redes de sensores inalámbricas (WSN – Wireless Sensor Network) que se ha venido implementando en varias de las áreas, logrando un bajo costo por medio de nodos de sensores con bajo consumo de energía, estos sensores son de corta distancia.¹⁵⁹

Este tipo de red mediante sus nodos, logra medir las condiciones del ambiente, así mismo logra enviar y recibir datos o información, procesándolos por medio de dispositivos como ordenadores, celulares, etc.

Estas redes de sensores son de utilidad en diferentes campos, ya sea de entornos militares, salud, agricultura, personas, animales, etc.

Características de las WSN:

- Se pueden auto configurar.
- Tolera falencias.
- Durabilidad en las baterías.
- Nodos muy eficientes y fácil despliegue.
- Costo mínimo.¹⁶⁰

5.1.12. REDES DE SENSORES Y EL INTERNET DE LAS COSAS:

Las redes de sensores tienen la capacidad de comunicarse entre sí, pero con un mínimo consumo, lo que favorece en gran cantidad la utilidad de estos objetos. A raíz de lo que ofrecen estos sensores ante el mundo IoT, tomando provecho de su tecnología que, a partir de estos dispositivos, es una vía fundamental ya que la comunicación que utiliza es inteligente, utilizando la conexión IPv6.¹⁶¹

Estos sensores permiten el procesamiento de manera local y los que ha de remitir a la nube a través de infraestructura IoT, así mismo crea condiciones límites de intervención de un operador humano, donde se puede hacer utilidad de datos y emitir alarmas a través de cloud al usuario, por medio de email, mensajes de texto y/o notificaciones por medio de app.¹⁶²

5.1.13. INTERNET:

El Internet es una de las innovaciones tecnológicas como verdadera esencia, que ha ayudado a proporcionar la producción de aparatos que hacen parte del diario vivir. De acuerdo a esto, como de manera original la creación del Internet fue con la

¹⁵⁹ GARCIA PATIÑO, Manuel. MORA VALERO, Javier. Guía para la Implementación de Redes de Sensores Inalámbricas. [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 43 p. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15152/tesisUPV3764.pdf>

¹⁶⁰ Ibid., p. 11.

¹⁶¹ CAMA, Alejandro. DE LA HOZ, Emiro. CAMA, Dora. Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las Cosas. [En Línea]. 2012. 163 p. Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/253/232>

¹⁶² Ibid., p. 168.

intensión de concebir comunicación entre los científicos, pero hoy día es una gigantesca masa que ayuda a satisfacer no solo las necesidades de cualquier empresa, sino de cualquier usuario sin limitar su género, haciendo que el mundo entero naturalmente se mantenga en una realidad de conexión posible.¹⁶³

5.1.14. INTERNET Y WORLD WIDE WEB (WWW Ó WEB):

Internet es el medio propicio para que se de utilidad a la web, brindando los accesos a los archivos y programas de hipertextos, logrando un gran vinculo de comunicación.¹⁶⁴

5.1.15. TIPOS DE CONEXIÓN A INTERNET:

Existen diversas formas por las cuales hoy día se logra tener acceso a Internet, teniendo en cuenta que algunos se han venido quedando olvidadas por la calidad y velocidad.¹⁶⁵

- Conexión por línea telefónica: Es el método más antiguo, donde se brinda el servicio por medio de un modem con una línea de teléfono convencional.
- Conexión por DSL: Se implementa por medio de red de telefonía convencional, por medio dial-up. Brindando señal que la transforma para ser utilizada en voz.¹⁶⁶
- Conexión por televisión por cable: Esta conexión se brinda por medio de un aparato llamado splitter, que separa la señal de cable y datos, brindando conexión por cable de conexión a un modem y brindando el acceso a Internet.
- Conexión por satélite: Es una alternativa donde se requieren equipos especiales para dicha conexión, desde este proceso se capta la señal de manera satelital con un modem receptor, proporcionando una velocidad específica, pero variante.¹⁶⁷
- Conexión por radio (Conexiones inalámbricas): De esta manera se logra extender la conexión inalámbrica desde donde se disponga el servicio, donde se configura una red sin cables.
- Conexiones móviles a través de telefonía: Conexiones 3G y 4G: Los teléfonos móviles otorgan las capacidades necesarias para interactuar con mayor facilidad y velocidad de navegación.¹⁶⁸

¹⁶³ DREYFUS, Hubert. Acerca de Internet. [En Línea]. EDITORIAL UOC. 27 p. Disponible en https://www.uoc.edu/dt/20396/acerca_de_Internet.pdf

¹⁶⁴ HÍPOLA, Pedro. World Wide Web. Toda la Internet en un solo "documento". [En Línea]. 1994. 6 p. Disponible en http://eprints.rclis.org/18328/1/World_Wide_Web_Toda_la_Internet_en_un_solo_documento.pdf

¹⁶⁵ SEVILLA ROBLES, Miguel. Resumen sobre Internet. [En Línea]. Guadalajara: Departamento de Sistemas de Información. Recuperado 2021. 59 p. Disponible en <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3088/1/Resumen%20del%20Contenido%20de%20la%20Unidad.pdf>

¹⁶⁶ Ibid., p. 12.

¹⁶⁷ Ibid., p. 13.

¹⁶⁸ Ibid., p. 14.

5.1.16. ARQUITECTURA DEL INTERNET DE LAS COSAS:

La construcción de esta arquitectura está distribuida por medio de multicapas que se conectan de manera inteligente para realizar aportes de sus servicios por medio de las siguientes capas:

5.1.16.1. CAPA DE APLICACIÓN: En esta capa se maneja el control y contenido de las aplicaciones que se establecen para dar rienda de acceso y manejo de información para un control inteligente, como también se lleva a cabo un reconocimiento y análisis de los procesos.¹⁶⁹

5.1.16.2. CAPA DE RED: Se distribuye en dos tipos de capacidades:

- Capacidades de red: En ella se lleva a cabo un control de conexión, la disposición de acceso, autenticación y autorización.
- Capacidades de transporte: Se detallan las necesidades para la conectividad y los servicios de aplicaciones que se requieren para un mejor control.¹⁷⁰

5.1.16.3. CAPA DE DISPOSITIVOS: Se clasifican en dos tipos de capas de dispositivos:

- Capacidades de dispositivo: Este tipo de capacidades se puede obtener de manera directa e indirecta, de acuerdo a la capacidad de obtener la información. Así mismo se pueden montar redes ad-hoc cuando sea necesario una capacidad de despliegue evolutivo.¹⁷¹
- Capacidades de pasarela: Este tipo de capacidades utiliza una pasarela de red para dispositivos que pueden conectarse de manera inalámbrica, mediante ZigBee, Bluetooth, Wifi, etc.¹⁷²

5.1.17. ACTUADORES:

Un actuador es generalmente reconocido como un dispositivo que operan mediante válvulas de forma localmente y/o remota, se le da utilidad en funcionamiento por medio de energía ya sea eléctrica, neumática, hidráulica o manual.¹⁷³

¹⁶⁹ CHITIVA BERNAL, Yobany, Diseño de una red de IoT para el hogar. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2020. 71 p. pág. 47-48. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17670/1/2020_diseno_red_iiot.pdf

¹⁷⁰ Ibid., p. 48.

¹⁷¹ Ibid., p. 48.

¹⁷² Ibid., p. 49.

¹⁷³ GUTIERREZ RODRIGUEZ, Luis. Instructivo para la elaboración de ingenierías en la selección, montaje e instalaciones de actuadores electromecánicas para válvulas. [En Línea]. Bucaramanga:

- Actuadores eléctricos: Son adaptables a la mayoría de las aplicaciones, ofreciendo mayor velocidad y torque, de acuerdo a su tamaño. Tiene protecciones térmicas que evitan daños en el motor.¹⁷⁴
- Actuadores neumáticos: Necesitan una fuente de alimentación para su funcionalidad, aparte que el volante es de operación manual, tiene caja mecánica y paquete de control local y remoto, etc.¹⁷⁵
- Actuadores hidráulicos: Son llamados cilindros, trabajan por medio de presión y se determina la velocidad dependiendo dicha presión, presentan un acoplamiento estándar en la válvula.¹⁷⁶
- Actuadores manuales: Tiene engranajes manuales para válvulas de mariposa, bushing desacoplaible.¹⁷⁷

5.1.18. MOTORES

Es uno de los más comunes como actuador, básicamente un motor realiza un proceso que convierte la energía eléctrica a mecánica, por medio de una fuente externa que hace la producción de movimientos, denominada fuerza contra electromotriz.¹⁷⁸

5.1.19. SERVOMOTORES

Son llamados también servos, lo cual se encargan de forzar el movimiento, mantener posición y realizar operación de rangos. Los servos tienen terminales de conexión, que son los de positivo, tierra y control, estos otorgan movimiento de rotación base.¹⁷⁹

5.1.20. TELÉFONOS MÓVILES (Smartphones)

Se puede definir un dispositivo móvil como un aparato que se identifica por su tamaño y consecuente a esto tiene características y capacidades de procesamiento,

Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 84 p. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1297/digital_20479.pdf?sequence=1

¹⁷⁴ Ibid., p. 3.

¹⁷⁵ Ibid., p. 8.

¹⁷⁶ Ibid., p. 9.

¹⁷⁷ Ibid., p. 9.

¹⁷⁸ CONTRERAS VILLAMIZAR, Eybar. SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Rolando. Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II. [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. 2010. 282 p. 58. Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>

¹⁷⁹ MORA, José. Control de robot con plataforma de simulación virtual con plugin integrado. [En Línea]. Valencia. 2013. 70 p. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49797/TFG_JoseTomasMora_14044591812332835556741784253523.pdf?sequence=2

lo cual permite a un usuario final de acuerdo a sus necesidades cumplir funciones, entre los más principales mantener conexión ya sea vía red de datos o Wifi.

Sin embargo, nos ofrece una serie de características idóneas y funcionales que van avanzando y actualizando a medida que la tecnología avanza, entre ellos nos ofrece:¹⁸⁰

- Sensor táctil: Se puede definir como un aparato o sistema que mide entre un contacto y el objeto, donde obtiene una estimación del modelo y lo superficial de dicho objeto.¹⁸¹
- Sensor de iluminación: Es un objeto o artefacto que mediante un software percibe el movimiento, brindando una acción de iluminación o de climatización.¹⁸²
- Sensor de temperatura: Se asocia a la noción del calor, mide mediante un termómetro una magnitud escalar con la energía.¹⁸³
- GPS: (Sistema de Posicionamiento Global) Nos ayuda a proporcionar un servicio fiable donde nos muestra la ubicación, localización y posicionamiento de cualquier usuario o lugar en el mundo, sin límites, que nos sirve de ayuda para determinar y llegar a un punto específico.¹⁸⁴

Acelerómetro: Mediante el dispositivo le permite detectar la orientación de terminales, con el objetivo de rotar un contenido en la pantalla buscando una posición horizontal o vertical.¹⁸⁵

5.1.21. PROTOCOLOS DE COMUNICACIONES

5.1.21.1. IEEE 802.15.1 (Bluetooth):

Reconocido como un estándar de conexión inalámbrica que nos sirve para el intercambio de datos a corta distancia (utiliza como medio de transmisión radio de longitud con banda ISM con alcances de 2.4 a 2.48 Ghz) permitiendo la interoperabilidad entre dispositivos portátiles y que estos se puedan conectar y/o comunicar como enlace radiofrecuencia bajo la estandarización WPAN, tomando en cuenta algunos aspectos y/o principales objetivos:

- Reemplazo de conexión por cable.
- Permite una comunicación entre dispositivos locales y móviles.

¹⁸⁰ BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. España: Ingeniería de Telecomunicación. Recuperado 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

¹⁸¹ MORILLO POZO, Julián David. Introducción a los dispositivos móviles. UOC. [En Línea]. España: Informática. Recuperado 2021. 56 p. Disponible en [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnología_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnología_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_2\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnología_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnología_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_2).pdf)

¹⁸² Ibid., p. 38.

¹⁸³ Ibid., p. 40.

¹⁸⁴ Ibid., p. 51.

¹⁸⁵ Ibid., p. 52.

- Se posibilita la creación de redes inalámbricas pequeñas y la sincronización entre ellos.
- Es un camino de fácil uso para la transferencia o intercambio de datos.¹⁸⁶

Tiene un nivel de radiofrecuencia (RF) que lo conforma un transceptor físico y componentes. Las bandas de uso a 2.4 GHz no regulado, que brinda fácil uso y calidad en la señal y conexión de transceptores.

Las partes de un sistema Bluetooth son:

- Una unidad de radio
- Una unidad de control del enlace.
- Gestión de enlace.
- Funciones software.¹⁸⁷

El sistema de Bluetooth admite las conexiones entre puntos y de un punto a multipunto, donde la velocidad de la información o datos es full-dúplex, con 10 piconets a una carga hasta de 6 Mb/s. Teniendo en cuenta que un piconet es la colección de dispositivos de 2 a 8 en conexión por medio del radio Bluetooth.¹⁸⁸

5.1.21.2. IEEE 802.11 (WIFI)

Es un grupo de estándar que pertenece a la familia IEEE 802, se define para las comunicaciones LAN Inalambricas por la IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers). Este tipo de redes inalámbricas wifi, define el uso de los niveles de arquitectura OSI, capa física y enlace de datos.¹⁸⁹

Esta arquitectura se especifica bajo las normas que operan con las conexiones Wlan, identificado como una red inalámbrica en comunicación por medio de una serie de dispositivos, que son conectados de manera sencilla y tienen movilidad a cualquier sitio mientras haya alcance de radio o cobertura.

Las velocidades van de 1 a 2 mbps con una frecuencia de 2.4 Ghz.¹⁹⁰

5.1.21.3. IEEE WLAN 802.11 MAC

Subcapa Mac es un protocolo para el estándar 802.11, totalmente diferente al de Ethernet, ya que los radios son half-dúplex, que transmite y escucha los radios en una sola ráfaga de frecuencia. Asume funciones por otros protocolos de capas

¹⁸⁶ ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbricas para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. 181 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

¹⁸⁷ Ibid., p. 22.

¹⁸⁸ Ibid., p. 23.

¹⁸⁹ PUERTO ÁVILA, Luís. VALDÉS MIRANDA, Yuleidis. Tendencias del estándar 802.11N. [En Línea]. Cartagena: Facultad de Ingeniería de Sistemas. 2008. 80 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0043258.pdf>

¹⁹⁰ Ibid., p. 40.

superiores que son aceptadas por protocolos de capa superior, en fragmentación, recupera error, controla el movimiento y conserva la potencia. Puede trabajar de manera independiente a la capa física.¹⁹¹

Así mismo, la subcapa MAC incluye funciones como: Coordinación puntual y Coordinación dirigida, ambas funciones de acceso utilizan intervalo de tiempo, donde CP (Periodo de Contención o Contienda) la utiliza la función DCF, la función PCF utiliza CFP (Periodo Libre de Contención o de Contienda).

Donde la última estación actúa iniciando cuando mande una trama administradora llamada Beacon (Baliza), donde expone el inicio y la duración del CFP.¹⁹²

5.1.21.4. WirelessHART

Conocido como un protocolo de red en tipo malla, basado en la comunicación HART, bajo la versión 7, usando señal analógica de 4-20mA, auto organizable y reparable que se usa de manera inalámbrica para automatización de procesos y control mediante la IEEE 802.15.4 con una baja potencia de banda 2.4 GHz.¹⁹³

ARQUITECTURA:

- Puede unir dispositivos Hard cableados para una red de malla.
- Gateway con interfaz WPN y WFN.
- Puede tener de uno a varios administradores de red.
- Dispositivos de móviles de mano.
- Puntos de acceso para la comunicación entre aplicaciones host y dispositivos.¹⁹⁴

SEGURIDAD WIRELESSHART:

Busca asegurar la red de datos oportunamente, utilizando técnicas de protección y proporcionando un alto nivel de seguridad de manera activa y disponible.

- De manera automática da protección a la información.
 - Seguridad robusta.
 - Cifrado AES.
 - Clave cifrada.

¹⁹¹ MEDEN PERALTA, Javier. IEEE 802.11ac. [En Línea]. Paraguay: Facultad de Ciencias y Tecnología. Recuperado 2021. 27 p. Disponible en <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/80211ac.pdf>

¹⁹² Ibid., p. 15.

¹⁹³ SALA FAYOS, Joaquín. Redes Wireless industriales. [En Línea]. Catalunya: Tecnologías de Telecomunicación. 2014. 81 p. Pág. 47. Disponible en http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/33381/1/Herciano_TFG_0614.pdf

¹⁹⁴ Ibid. p. 48.

- Integridad de datos y autenticación.¹⁹⁵
- **Protege la red inalámbrica:** No se puede desactivar ya que se encuentra integrada, de extremos y utilizando cifrado AES-128 bits. Así mismo:
 - Utiliza varios niveles de claves de acceso.
 - Nos indica los intentos fallidos y no autorizados
 - Informa errores de autenticación.
 - Evalúa los ataques de Internet que sean tipo wifi.¹⁹⁶
- **Evaluación / reducción de riesgos:** Existen métodos que un atacante puede utilizar, ya sea por conocimiento o por estar motivado. Sin embargo, esta tecnología ayuda al usuario a minimizar, controlar y auditar el acceso.¹⁹⁷
- **Seguridad de datos:** Su objetivo es evitar las escuchas de dispositivos no autorizados, estando en la red o por fuera, proporciona cifrado AES 128 bits modo CCM. Brinda claves de seguridad de sesión individual, que sirven como autenticación para el administrador de seguridad, muestra a que red pertenece esta red, utiliza campos que verifican la integridad de mensajes (MIC) usando una sesión que protege los datos, mostrando si el paquete ha sido alterado.¹⁹⁸

5.1.21.5. ZigBee

Conocido como un dispositivo de reducida dimensión, protocolo que es utilizado en las comunicaciones inalámbricas seguras a un bajo costo, bajo consumo de energía 2.1V a 3.6V y bajo uso de datos, funciona por medio del estándar IEEE 802.14.4, facilitando el medio comunicación entre sus capas ZigBee NWK (Network - Red) y la MAC (Control de Acceso al Medio). Puede trabajar bajo temperatura -40°C y 85°C.¹⁹⁹

Se encarga de agregar nuevos dispositivos a la red, asigna direcciones y paquetes, buscando el camino más corto donde pueda hacer entrega de sus paquetes, de igual forma se encuentra una capa identificada de Aplicación que tiene un nivel más alto y con más funcionalidades, se pueden identificar sus subcomponentes:

¹⁹⁵ INCIBE. Aplicando seguridad en WirelessHART. [En Línea]. 2015. Disponible en <https://www.incibe-cert.es/blog/aplicando-seguridad-wirelesshart>

¹⁹⁶ Ibid., p. 1.

¹⁹⁷ Ibid., p. 2.

¹⁹⁸ Ibid., p. 3.

¹⁹⁹ MARTÍN MORENO, Javier. RUÍZ FERNÁNDEZ, Daniel. Informe Técnico: Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4). [En Línea]. 2007. 36 p. Pág 13. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf

- **APS (Subcapa de Soporte de Aplicación):** Coordina la comunicación entre las diferentes capas, donde su objetivo principal es rechazar cualquier mensaje que se encuentre duplicado.²⁰⁰
- **ZDO (Objetos de Dispositivos ZigBee):** Define los roles de cada uno de los dispositivos dentro de la red, como también su objetivo es identificar los nuevos dispositivos conectados.²⁰¹
- **Objetos de Aplicación:** Define los perfiles de la aplicación, identificándolos por medio de objetos que van desde 1 y 240, identificando y asociando un punto de acceso diferente, pero asignando el 0 al ZDO.
- **Seguridad:** Para los mecanismos de seguridad utiliza claves de 128 bits, donde la clave maestra es utilizada para generar las diferentes claves que son enviadas mediante una ruta llamada segura y prefijada anteriormente.²⁰²

ZigBee emplea los siguientes tipos de nodos, divididos en tres:

- **Coordinador de red:** Se encarga de gestionar la red.
- **Router:** Reenvía datos a los demás dispositivos.
- **Nodo final:** Toma los datos para reenviarlo al Router o coordinador.²⁰³

5.1.21.6. MQTT (Message Queue Telemetry Transport)

Es un protocolo de mensajería estándar que es utilizado para IoT. Diseñado como un transporte de mensajería de publicación/suscripción, basado en la pila TCP/IP como base de comunicación, de manera muy liviano y es perfecto para la conexión de dispositivos remotos con huella de código y ancho de banda muy bajo. Este tipo de protocolo se utiliza en las industrias, las telecomunicaciones, petróleo, gas, etc.²⁰⁴

- **¿CÓMO FUNCIONA MQTT?**

Ya que MQTT es un tipo de mensajería de modo push, que utiliza un tipo de arquitectura de clientes, publicadores y realiza intercambio de información con un server central o bróker.

²⁰⁰ Ibid., p. 8.

²⁰¹ Ibid.. p. 9.

²⁰² Ibid..., p. 9.

²⁰³ Ibid....., p. 13.

²⁰⁴ BORJA VEGA, Edwin. Diseño de una arquitectura usando el protocolo Message Queue Telemetry Transport (MQTT) sobre Plataformas de bajo coste, para monitorización de procesos industriales. [En Línea]. Ecuador: Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial. 2020. 65 p. Disponible en <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/14099/1/20T01337.pdf>

Donde cada cliente se encuentra suscrito a un topic, puede publicar un mensaje o recibir los mensajes de los topics a los cuales se encuentra suscrito, ya sea de servicio, dispositivo, actuador, etc.²⁰⁵

- **VENTAJAS:**

- El sistema de comunicación basado en IoT, inicialmente desde el punto de vista de la arquitectura, publicador/suscriptor de escalabilidad y asincronismo.
- Es ligero, ya que requiere de un ancho de banda muy bajo.²⁰⁶

5.1.22. IoT Y SU ADOPCIÓN EN COLOMBIA

Los procesos que vienen transformando digitalmente la tecnología en nuestro país es imparable, tomando en cuenta desde las impresoras 3D que vienen tomando auge por su innovadora, la inteligencia artificial y el blockchain que marcan una innovación digital.

Aunque, en Colombia es estimado que para las soluciones basadas en IoT, dos de cada diez empresas optan por proyectarse de manera digital, informe realizado por “Identidad IoT”, es una empresa experta en tecnología que pertenece al país.²⁰⁷

El IoT emplea aplicaciones inteligentes, que sirven para el diseño y análisis de modelos de negocio realizando de manera eficiente y sostenible para que una empresa opere y brinde facilidad en la vida cotidiana. Sin embargo, el IoT emplea sensores y tecnologías de red para registrar datos donde utiliza diversos equipos comunes como vehículos, neveras, sistemas de riego, cadena de producción, etc.²⁰⁸

En Colombia existen compañías como ejemplos de transformación de acuerdo a los avances tecnológicos, uno de ellos es la compañía Alpina, quienes en su transporte implementaron la tecnología IoT, donde reciben en determinados segundos la información de recorrido del transporte, tomando en cuenta eventos que influyen dentro de un control, como son las estaciones para recoger productos, control para

²⁰⁵ MORENO CERDÁ, Francesc. Demostrador arquitectura publish/subscribe con MQTT. [En Línea]. Barcelona: Escola Tècnica d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. 55 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117782/MQTT_MEMORIA.pdf?sequence=1

²⁰⁶ Ibid., p. 18.

²⁰⁷ PEÑA LEAL, Astrid. Principales factores que facilitan la adopción del IoT en estudiantes universitarios como usuarios tempranos. [En Línea]. Manizales: Maestría de Mercadeo. 2018. Disponible en https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/3418/2/Astrid_Andrea_Pe%C3%B1a_Leal_2018.pdf

²⁰⁸ GRUPO BANCOLOMBIA. Internet de las Cosas: ¿Cómo lo ha adoptado Colombia? [En Línea]. 2018. Disponible en <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/innovacion/iot-como-lo-ha-adoptado-colombia>

exceso de velocidad, si la temperatura de la carga es la idónea o si el motor se encuentra recalentado.²⁰⁹

En Colombia se puede nombrar el sector agrícola que ha tenido beneficio con los drones y su tecnología IoT, donde les permite tomar medidas de los cambios en temperatura del cultivo a grandes extensiones, donde se puede planear de acuerdo a la información obtenida, de cómo reducir hasta un 30% de consumo en agroquímico según Santiago Pinzón Galán (Vicepresidente de Transformación Digital de la ANDI).²¹⁰

5.1.22.1. IoT Y LAS EMPRESAS QUE GENERAN DESARROLLO EN COLOMBIA

Las IoT han presentado un cambio propicio y de hiperenlace que ha conllevado a la relación entre las personas y su ubicación, tornando un plus en la tecnología ya que dicha relación no representa barreras de comunicación, tornando un enfoque desde cualquier industria, ya sea en el transporte, salud, educación, agricultura, hogares, etc.²¹¹

De esta forma, es donde notamos la transformación tecnológica que viene asumiendo y brindando una revolución imparables y eficiente, en pro de mejoras para el desarrollo social y económico, contribuyendo en estrategias que toman provecho para satisfacer las necesidades de una comunidad y de dicha industria. Así mismo, aterrizando en los hogares, prometiendo hacer una vida fácil entre los dispositivos y productos que, conectados a Internet aparte de establecer una comunicación inalámbrica, entre celulares, bluetooth, wifi, energía, ibutton, etc. Permitiendo entre ellos, una solución de comunicación constante entre dispositivos y el usuario final.²¹²

De igual forma, se puede resaltar algunos de los aliados que hacen parte del mundo IoT, brindando soluciones referentes al desarrollo de este campo: SAP que promete compromiso en la nube.

Otras de las principales soluciones que se han encontrado son la domótica, telemedicina, automatización de las industrias, etc.²¹³

²⁰⁹ Ibid., p. 2.

²¹⁰ Ibid., p. 2.

²¹¹ GUZMAN CARDENAS, María. La importancia de la implementación de la tecnología IoT en el gobierno colombiano, como un país subdesarrollado. [En Línea]. Nueva granada, Recuperado 2021. 24 p. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32505/GuzmanCardenasMariaAlejandra2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²¹² Ibid., p. 12.

²¹³ RÁMIREZ VELÁSQUEZ, David Julián. PULGARÍN ESPITIA, Luis Alejandro. Propuesta de un sistema domótico de bajo costo enfocado a personas con discapacidad que sea usuaria de sillas de ruedas. [En línea]. 2022. Disponible en

5.1.22.2. APLICACIONES Y DISPOSITIVOS COMO SOLUCIONES BASADAS DE LA IoT EN COLOMBIA

- **Aplicaciones IoT SaaS:**

Son las aplicaciones de software como servicio (SaaS), que tiene la capacidad de presentar datos de sensores de IoT, que son recibidos por usuarios finales mediante cuadros de mando. Analizan una gran cantidad de datos en la nube mediante sensores, usando alertas en tiempo real y claves de rendimiento para medidas de uso proactivo.²¹⁴

- **Azure IoT Hub:**

Servicio de hospedaje y es administrado en la nube, que procede como central para los mensajes y que la comunicación sea en ambas direcciones entre los dispositivos IoT, contribuyendo a que la información sea confiable y segura.²¹⁵

- **Azure IoT Central:**

Mediante un panel puede administrar completamente por medio de conexión y supervisión los dispositivos IoT, realizado mediante plantillas que son personalizados y con su objetivo de enviar alertas y datos requeridos mediante dichos dispositivos. Entre otras opciones, puede enviar actualizaciones de software o realizar modificaciones a los dispositivos.²¹⁶

- **Azure Sphere:**

Utiliza un microcontrolador (MCU), que procesa entre las señales de los sensores y el sistema, por otra parte, puede personalizar y controlar la comunicación con los servicios de seguridad y la comunicación, también puede proporcionar mediante

<http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11482/PROPUESTA%20DE%20UN%20SISTEMA%20DOM%20C3%93TICO%20DE%20BAJO%20COSTO%20ENFOCADO%20A%20PERSONAS%20CON%20DISCAPACIDAD%20QUE%20SEA%20USUARIA%20DE%20SILLA%20DE%20RUEDAS.pdf?sequence=13>

²¹⁴ ORACLE. ¿Qué es el IoT? [En Línea]. 2021. Disponible en <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>

²¹⁵ MICROSOFT. Identificación de las opciones de producto. [En Línea]. Unidad 2. Recuperado 2021. Disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/iot-fundamentals/2-identify-product-options>

²¹⁶ Ibid., p. 2.

AS3, asegura que el dispositivo no esté en peligro, que no sea alterado y para su conexión es necesario sea autenticado mediante su respectiva aprobación.²¹⁷

- **SOLUCIONES BASADAS EN RED NB-IoT**

NB-IoT (Narrowband Internet of Things – Banda Estrecha de Internet de las Cosas) es un estándar para redes de tecnología en redes LPWAN, de manera inalámbrica, lo cual se enfoca en brindar resultados para las ciudades inteligentes, agricultura, iluminación y todo lo referente para las necesidades de las empresas, ciudades y el país como tal, se enfoca en brindar conectividad de largo alcance a un bajo consumo de energía.²¹⁸

Este dispositivo permite mediante su tecnología la conexión a Internet donde logra tomar control y el monitoreo desde cualquier sitio y el tiempo deseado. Este producto es de bajo consumo, alta autonomía y sobre todo es ideal para el control de contadores de energía y agua.²¹⁹

- **IDENTIFICACIÓN DE DISPOSITIVOS Y PRODUCTOS:**

En los dispositivos IoT estos permiten la recopilación de información y transferirla para que haya un proceso de análisis, entre ellos tenemos algunos sensores para funcionan para medir atributos del mundo físico:

- Sensor de proximidad y ubicación (GPS)
- Sensores de sonido
- Sensores de luz e infrarrojos
- Sensores de humo, gas y alcohol
- Detector de errores
- Escáner de código, QR
- Sensores de temperatura y humedad
- Sensores de flujo y nivel, etc.²²⁰

Listado de requerimientos técnicos para implementar IoT

²¹⁷ Ibid., p. 2.

²¹⁸ SÁNCHEZ ROSADO, David. NB_IoT Tecnologías celulares narrow-band. [En Línea]. Madrid: Facultad de Informática. 2019. 80 p. Disponible en https://eprints.ucm.es/id/eprint/57472/1/DAVID_SANCHEZ_ROSADO.pdf

²¹⁹ Ibid., p. 18.

²²⁰ RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicables a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Tecnología. 2016. 157 p. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sensores
- Actuadores
- Fuentes de energía
- Tarjeta de adquisición de datos
- Controlador
- Software
- Seguridad
- Las cosas
- Tecnologías de comunicación
- Acceso a Internet
- Plataforma
- Aplicaciones.²²¹

5.2. ESTADO ACTUAL DE IOT EN COLOMBIA

Como bien se ha estudiado el IoT hace referencia a una tecnología que se basa en la conexión de objetos a la red mediante accesorios y/o electrodomésticos, hasta en los automóviles inteligentes, convirtiéndose en una oportunidad de negocio para las empresas.²²²

Existen cifras obtenidas por Oracle, afirma que las organizaciones están preparadas para adoptar los sistemas IoT, que para 2022 estaría moviendo US\$14,4 billones en el mundo.²²³

Afirma el gerente general de Oracle Jorge Arias, para Colombia tiene gran oportunidad para transformarse desde el Internet de las Cosas, donde se puedan monitorear y conocer el estado actual de sus activos y tomar acciones.²²⁴

Según una encuesta de opiniones realizadas por la Andi donde se toma en cuenta el interés de los empresarios para la implementación de los IoT en sus organizaciones.

Aunque un 56,3% de los consultados conoce de las aplicaciones IoT y un 78,5% considera lo importante promover su uso.

Así mismo la firma analista global IDC, identifica en la actualidad solo dos de cada diez empresas en Colombia utilizan soluciones IoT, aunque en pro de realizar transformaciones de inversión, destacando un 0,02% en Colombia tienen inversión

²²¹ Ibid., p. 47.

²²² GONZÁLEZ, Ximena. Según cifras de Oracle, 96% de las empresas está listo para adoptar el IoT. [En Línea]. 2019. Disponible en <https://www.larepublica.co/especiales/cuarta-revolucion-industrial/el-internet-de-las-cosas-movera-us144-billones-en-el-mundo-para-2022-2834081>

²²³ Ibid., p. 2.

²²⁴ Ibid., p. 2.

IoT, en comparación con China con un 26% y USA con un 27% según el índice de innovación QuISI de IDC.²²⁵

5.2.1. INFRAESTRUCTURA TECNOLÓGICA

En Colombia se ha visto notorio el cambio en conexión a Internet de lo que estaba hace algunos años, buscando en darle importancia de reducir la brecha digital que existe entre unos ciudadanos y otros, por la dinámica de avance en el mundo, donde el gobierno nacional se ha visto en la voluntad de administrar locales e incrementar la cobertura, donde el gobierno ha buscado enmarcar planes TIC, liderados por el Ministerio de Comunicaciones, fortaleciendo el desarrollo de los sectores por medio de las TIC y orientado para aumentar el desarrollo de la infraestructura.²²⁶

Aunque según los estudios todavía falta por hacer que la conectividad sea real y que haya cobertura en lugares que aún no llega el Internet.

Lo cierto es que en Colombia el 68% de las empresas y el 64% de los hogares tiene acceso a Internet, en promedio con un 61,4% llega Internet a la población.

Así mismo se resaltan iniciativas como la instalación de 10 cables submarinos, más de 500 zonas wifi instaladas por el Ministerio de las TIC para llevar conexión gratuita a lugares públicos.²²⁷

El país cuenta con la tarifa de servicio de telecomunicaciones más barata, donde el costo de equipo representa el 64% y el acceso a un 74%, donde la modalidad de conexión a Internet se establece bajo la modalidad prepago 15,1 millones y unos 10,5 millones se conectan por suscripción.²²⁸

Colombia en temas de tecnología y ciberseguridad, se encuentra en pro de desarrollo para hacer frente a las amenazas:

- **Centros de Operaciones de seguridad (SOC):** Son los encargados del monitoreo y análisis de las amenazas cibernéticas en tiempo real, donde estos pueden ser operados empresas privadas, gobierno y proveedores de servicio.
- **Sistemas de detección y prevención de intrusiones (IDS/IPS):** Este tipo de sistemas logran detectar y/o prevenir mediante el tráfico en la red los ataques cibernéticos.
- **Firewalls y sistemas de seguridad perimetral:** estos sistemas se encargan de filtrar el tráfico entrante y saliente donde previenen los ataques e intrusiones de acceso no autorizados.
- **Servicios de seguridad en la nube:** Teniendo en cuenta la adopción de estos servicios, donde las entidades han estado optando por buscar soluciones en la

²²⁵ Ibid..., p. 2.

²²⁶ PEÑA GIL, Héctor Alcides. CUARTAS CASTRO, Katherine Andrea. TARAZONA BERMUDEZ, Giovanni Mauricio. La Brecha Digital en Colombia: Un Análisis de las Políticas Gubernamentales para su Disminución. [En Línea]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2017. 13 p. Disponible en <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/download/12477/13075>

²²⁷ Ibid., p. 66.

²²⁸ Ibid..., p. 66.

nube para la seguridad y protección de datos como también las aplicaciones alojadas en entornos de red pública, privada e híbrida.²²⁹

5.2.2. PANORAMA DE LA CONEXIÓN A INTERNET EN COLOMBIA

Es notorio el incremento de la conectividad que hoy día representa la sociedad, de acuerdo con los reportes realizados de las estadísticas de la situación actual en Colombia, donde se toma análisis y exploración al crecimiento que ha surgido el Internet de las Cosas IoT, por influencia de la pandemia que creó nuevas alternativas de uso para estos medios.²³⁰

Lo que ha hecho que la población urbana tomara un auge de crecimiento para la conectividad en los dispositivos móviles, tomando una cifra del 119% en la población que hoy día se conectan a celulares, tablets y portátiles, para uso activo de labores, estudio, redes sociales, Tik Tok, etc. Donde el porcentaje de aumento en uso de Internet fue de 4.0%, sumando al 1.3 millones de consumidores y acceso a Internet. Lo que, por temas de pandemia y aislamiento, crearon una necesidad de elevar el número de conexiones a Internet que soportaran poder sobrellevar la situación no solo de un país, sino del mundo entero, en el que se pudiera suplir necesidades laborales y compromisos de educación como también un acercamiento con los seres queridos y amistades. Creando de esta forma un acercamiento a la tecnología, hasta de las personas que no tomaban uso de los dispositivos como también acceso a las redes.²³¹

5.2.3. ESTADO DE LA CIBERSEGURIDAD EN COLOMBIA

Colombia como también otros países se encuentra en situación de desafíos de ciberseguridad, ya que no puede quedar a un lado de estas amenazas cibernéticas, donde se incluyen los malware, ransomware y phishing, que son las actividades más comunes de ataque en línea.²³²

Según se estima de acuerdo a la Empresa Kaspersky, Colombia se encuentra en el cuarto lugar de los países en latino América que ha recibido más ataques

²²⁹ SUÁREZ BERNAL, Laura. Ciberseguridad en Colombia ¿Cuáles son los riesgos a los que se enfrenta el país? [En Línea]. 2024. Disponible en <https://impactotic.co/ciberseguridad/ciberseguridad-en-colombia-riesgos-a-los-que-se-enfrenta-el-pais/>

²³⁰ PEÑA ROBAYO, María Valentina. Efecto del Covid-19 en el Comercio Electrónico en Colombia. [En Línea]. 2020. Disponible en <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/5601/400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²³¹ ALVINO, Clay. Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2020-2021. [En Línea]. 2021. Disponible en <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/>

²³² SUÁREZ BERNAL, Laura. Ciberseguridad en Colombia ¿Cuáles son los riesgos a los que se enfrenta el país? [En Línea]. 2024. Disponible en <https://impactotic.co/ciberseguridad/ciberseguridad-en-colombia-riesgos-a-los-que-se-enfrenta-el-pais/>

cibernéticos, donde en los últimos 10 años y un estudio realizado entre los años 2022-2023, según el número de casos reportados y denuncias ante la fiscalía, ha aumentado a 60.000 los casos. Ahora bien, Colombia ocupa el ranking mundial con el puesto 39 entre los países con más ataques, en el sector empresarial tanto públicos como privados, con una diferencia de 14.000 casos en 2022, respecto al 2021.²³³

Por lo tanto, el gobierno como las empresas privadas en Colombia hacen inversión en ciberseguridad para la protección de datos.²³⁴

De acuerdo al reporte realizado por la OEA y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), en Latinoamérica Colombia es el país que alcanza el nivel más alto en desarrollo de ciberseguridad, dado que el gobierno junto con las empresas privadas, han buscado estrategias para mitigar estas amenazas y/o ir minimizando las vulnerabilidades, buscando estrategias ante respuestas y detección de incidentes.²³⁵

5.2.4. EL INTERNET DE LAS COSAS ES UNA REALIDAD EN COLOMBIA

En Colombia se estima que a largo plazo se estaría implementando soluciones en las diferentes ciudades, como también empresas y hogares, aunque podemos tener presente que en algunos casos ya se ha venido implementando, esto cuando hablamos de la popularización en el campo de la tecnología, que empieza a tener presente ciertas cosas que se llevan a cabo mediante la hiperconectividad.²³⁶

Unos de los retos que tienen las compañías en Colombia, es implementar tendencias que sean de auge y que por consiguiente permitan el aumento en la tecnología, tras buscar un nuevo comercio electrónico, luego de enfrentar una reactivación y adaptación con la pandemia en el mundo.²³⁷

Por lo que el Ministerio TIC y Colombia implementó el programa Sofística, en el que se avanza una tecnología con madurez como inteligencia artificial, blockchain, realidad virtual, comercio electrónico, etc.

Inicialmente algunas compañías dieron transformación con la automatización, donde se ve creada la reactivación económica y con proyectos que inducen al desarrollo de nuevas tendencias tecnológicas.²³⁸

²³³ *Ibíd.*, p. 4.

²³⁴ *Ibíd.*, p. 5.

²³⁵ *Ibíd.*, p. 6.

²³⁶ REYES CORREDOR, Edward. Impacto del Internet de las Cosas en el Entorno Bogotano. [En Línea]. 2017. Disponible en https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/3414/2017_Tesis_Reyes_Corredor_Edward.pdf?sequence=1

²³⁷ *Ibíd.*, p. 24.

²³⁸ MINTIC. Con una inversión de \$18.420 millones, empresas adoptaron tecnologías 4.0 para optimizar procesos internos y aumentar negocios digitales en la reactivación económica. [En Línea].

5.2.5. RUMBO A LA 5G

Es uno de los proyectos en pro para que se logre surgir un nuevo proceso de conectividad, brindando soluciones de interacción con redes inalámbricas, esto para el caso de los dispositivos que utilizamos en los hogares, automóviles e incluso ciudades, tornando entre otros dispositivos eléctricos/electrónicos de las casas, mediante sensores conectados a Internet que se puedan llevar a cabo en monitoreo en tiempo real.

La compañía Claro se encuentra explorando la tecnología 5G en Colombia con un espectro de 3.5GHz, alcanzando unos niveles de velocidad con 864 Mbps de descarga y 103 Mbps de carga.²³⁹

5.3. CUALES SON LOS RIESGOS EN LA IOT

Algunos de los riesgos de privacidad y protección de datos, se pueden relacionar:

- Se puede clasificar como un punto inicial, donde existan múltiples roles de responsabilidad en usuarios, tomando en cuenta que alguna de las partes puede causar o suponer una brecha de seguridad a los datos, de acuerdo a la falta de control por el mismo.²⁴⁰
- La falta de mecanismos que no son de fácil aplicabilidad para algunos dispositivos, que a su vez podría afectar en las bases legales, por ejemplo: pocas capacidades que no permitan la muestra de la información correcta.²⁴¹
- Falta de control de la información y el movimiento masivo que se presente sin una revisión adecuada.²⁴²
- La falta de seguridad desde el punto de vista en cualquiera de las capas, tomando en cuenta los principios de protección, la comunicación cifrada, contraseñas, manipulación remota, ataques por brechas de seguridad a los datos personales y de usuarios.²⁴³

2021. Disponible en <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/172262:Con-una-inversion-de-18-420-millones-empresas-adoptaron-tecnologias-4-0-para-optimizar-procesos-internos-y-aumentar-negocios-digitales-en-la-reactivacion-economica>

²³⁹ CONTRERAS GARCÍA, Violeta. Claro Colombia alcanza velocidad de más de 860 Mbps en piloto 5G. [En Línea]. 2020. Disponible en <https://digitalpolicylaw.com/claro-colombia-alcanza-velocidad-de-mas-de-860-mbps-en-piloto-5g/>

²⁴⁰ GONZÁLEZ LARÍN, Yeisson Germán: El Internet de las Cosas y sus Riesgos para la Privacidad. [En Línea]. Bogotá. Revisado 2022. Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003525.pdf>

²⁴¹ Ibid., p. 7.

²⁴² Ibid., p. 8.

²⁴³ Ibid., p. 8.

5.3.1. LOS RETOS EN CIBERSEGURIDAD, RIESGOS Y DEBILIDADES

Teniendo en cuenta la evolución constante en las tecnologías IoT y los servicios que promete ofrecer a futuro, se puede hacer intuición de los grandes obstáculos o problemas de privacidad que podrían afectar a un usuario final.

El objetivo de estas amenazas es que la recolección de datos de los usuarios apunta desde los dispositivos o elementos cotidianos y que son de fácil comunicación por Internet, que son de uso personal y que, a su vez brindan uso y acceso a servicios que son fuente para atraer problemas de seguridad.²⁴⁴

- **Ciberseguridad:**

Dado que, para la evolución de la tecnología y nuestra vida cotidiana, se ha venido enfrentando una antigua supervivencia donde el hombre debe crear nuevas estrategias que sean progresivas para el avance de las tecnologías y su protección, tanto en la seguridad física, económica, laboral, seguridad, etc. Por esta razón, en el término de ciberseguridad se llevan a cabo un grupo de mecanismos ligado con políticas que operativamente logran asegurar los procesos para que al momento de navegar o dar utilidad a los dispositivos, estos puedan estar protegidos de ataques o robo a lo que usualmente están expuestos.²⁴⁵

- **Prevención:** Una de las evoluciones ante las amenazas, es fundamentar el conocimiento de los ataques y las diferentes posibles formas que un delincuente utiliza para llegar a adquirir la información, donde es necesario capacitar a los empleados de una empresa y que este sea una cadena de protección, para que al momento de dar utilidad a los dispositivos y/o servicios, sean de beneficio para un buen manejo y protección.²⁴⁶
- **Detección:** Se la forma ágil donde se alcanza a detectar a tiempo, tomando una medida o acción ya sea ante un malware o por cualquier brecha de seguridad.²⁴⁷

²⁴⁴ DE ROJAS DÍAZ, Emilio Sánchez. La Ciberseguridad: retos, riesgos y amenazas. [En Línea]. 2010. Disponible en https://www.academia.edu/49347337/_Ciber_qu%C3%A9_La_ciberseguridad_retos_riesgos_y_amenazas_p%C3%A1gs_136_143

²⁴⁵ CANDO, Mauricio Rodrigo. Prevención en Ciberseguridad: Enfocada a los Procesos de Infraestructura Tecnológica. [En Línea]. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888164.pdf>

²⁴⁶ Ibid., p. 9.

²⁴⁷ Ibid., p. 18.

- Ciberespacio:**
 Está conformado por todas las redes informáticas en el mundo, teniendo claro que el Internet es una red abierta donde cualquier individuo puede navegar y donde cualquier persona puede comunicarse, pero también el ciberespacio nos ayuda a navegar de manera fácil y segura.
 Lo que indica que se puede brindar acceso o información privada desde cualquier momento a través de una red, por lo que es necesario la información debe ser manejada por protocolos de seguridad desde cualquier punto de vista, ya sea en una empresa como un usuario individual.²⁴⁸
- Ingeniería Social:**
 Es una de las técnicas utilizadas como fraude, donde un individuo logra obtener información confidencial, de manera ágil manipulando a los usuarios, desde un punto de vista a una situación de provecho en el que la persona logra brindar información ya sea propia o de un compañero, maniobrando la situación de miedo y terminando de manera fácil con adquirir datos importantes, estos métodos son mediante llamadas telefónicas, correos, malware, etc.²⁴⁹
- Phishing:**
 Es uno de los métodos para referirse a los delincuentes cibernéticos para estafar y la obtención confidencial de una persona o empresa.
 Su función principal es atacar mediante correos masivos directamente a una empresa, utilizando una aparente fuente de fiabilidad, donde logra adquirir datos para luego utilizarlos como beneficio propio.²⁵⁰

5.3.2. HOGARES INTELIGENTES Y SUS PELIGROS PARA LA PRIVACIDAD

Los hogares son considerados inteligentes al momento de contar con los sistemas automáticos o automatizados lo cual permiten un control a las diferentes funciones donde interviene la seguridad, la climatología interna, elementos multimedia, etc. Este control de los sistemas puede ser controlado mediante un teléfono inteligentes, siempre y cuando se tenga el software adecuado para llevar a cabo la comodidad y destreza de utilidad.²⁵¹

Estos sistemas de control automático en los hogares pueden ser útil propiciando un ahorro de energía, así como la reducción en los riesgos, como también el sistema de domótica puede ser ideal para las personas que sufran alguna discapacidad y

²⁴⁸ MONSALVE, Jaime. Ciberseguridad: principales amenazas en Colombia (Ingeniería social, phishing y DOS). [En Línea]. Recuperado 2021. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4663/00004883.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

²⁴⁹ Ibid., p. 3.

²⁵⁰ Ibid., p. 4.

²⁵¹ GONZÁLEZ LARÍN, Yeisson. El Internet de las Cosas y sus riesgos para la privacidad. [En Línea]. Colombia. Recuperado 2021. Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003525.pdf>

que alineado a esto donde las funciones optadas por acciones automatizadas como ayuda.²⁵²

5.3.3. ¿TODO ES VENTAJA?

Se deben reconocer como primera instancia los beneficios que proporciona adquirir o implementar elementos para volver un hogar inteligente, pero también nos puede causar incertidumbre, por la pérdida de privacidad. Ya que podemos identificar que los dispositivos que se utilizan para mantener una interconexión y que deben permanecer activos en su constancia, también podrían tener pérdidas de privacidad, en lo que es de fácil rastreo mediante Geoposicionamiento IP, los mismos dispositivos van realizando procesos para guardar información y envío de datos a memoria u a la nube, donde puede estar expuesta cualquier información de registro mediante respuestas de solicitud por usuario.²⁵³

Según expertos de seguridad digital indican que algunas fallas de seguridad pueden ser presentadas por los diseños y/o configuración que inicialmente tendría una apertura para los hackeos se hagan atractivos contra la propiedad en general.²⁵⁴

5.3.4. ¿CÓMO FUNCIONA UN HOGAR INTELIGENTE?

Apuntando directamente a los hogares inteligentes, es tomar nota que toman uso de dispositivos que se conectan a Internet y que por ello poseen pequeños ordenadores que les admite controlarlos de manera remota. Se puede tener mando desde la distancia, así mismo ofrecen herramientas y/o servicios para guardar información ya sea directamente en el dispositivo en red. Cabe aclarar que todo este proceso convierte un hogar de manera inteligente, pero a su vez con vulnerabilidad para la privacidad de la información que posees o guardas.²⁵⁵

- Casas con dispositivos interconectados.
- Casas controladas por voz, gestos o movimientos.
- Casas programables.²⁵⁶

5.3.5. RIESGOS Y AMENAZAS DE SEGURIDAD DE UN HOGAR INTELIGENTE

Dadas las conexiones que se deben realizar para que un hogar sea inteligente, pueden ocurrir situaciones que son propicios a un acto delictivo y de facilidad para que un hacker actúe aprovechando las situaciones:

²⁵² Ibid., p. 5.

²⁵³ PALACIOS, Katherine. Internet Of Things: Hogares inteligentes y sus peligros para la privacidad. [En Línea]. 2019. Disponible en <https://www.america-retail.com/iot-ia/internet-of-things-hogares-inteligentes-y-sus-peligros-para-la-privacidad/>

²⁵⁴ Ibid., p. 2.

²⁵⁵ HERRERA QUINTERO, Luis Felipe. Viviendas Inteligentes (Domótica). [En Línea]. Bogotá. 2005. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v25n2/v25n2a06.pdf>

²⁵⁶ Ibid., p. 6.

- Puede ser ocurrente que algunos dispositivos sean no seguros por su lanzamiento apresurado al mercado, lo que podría ser una posible causa al no tratarse la seguridad de forma correcta. Así mismo, uno de los casos abordados son los manuales que no proporcionan información relacionada con la privacidad ni información para mantener los dispositivos e información segura. Ejemplo: los hackeos a cámaras de seguridad y monitores de bebés, lo que podrí permitir el acceso y observar dentro de la casa.²⁵⁷
- Otro caso sería que la red interna de un hogar puede ser no segura y que los datos e información que manejen podrían ser de fácil acceso por un intruso, ya que un criminal cibernético puede tomar rastreo de patrones en uso de los dispositivos.²⁵⁸

Es de saber que muchos de los usuarios manejan o controlan los dispositivos IoT mediante un smartphone, convirtiéndolo en la base de datos y que por algún motivo un delincuente cibernético podría acceder y tomar la información o datos, colocando en riesgo cuentas privadas, correos, redes sociales y aún las cuentas bancarias.²⁵⁹

5.4. CONSEJOS DE SEGURIDAD PARA EL HOGAR INTELIGENTE

Es necesario conocer y asimilar los peligros que podrían traer consigo las tecnologías utilizadas en IoT en el hogar, donde se puede exponer la vivienda y sus integrantes, por ello es necesario identificar y documentarse los dispositivos adquiridos como también que ventajas nos proporcionan, capacidades y las posibles vulnerabilidades y medidas a tener en cuenta.²⁶⁰

5.4.1. MEDIDAS

1. Tener en cuenta los cambios de contraseña tanto en dispositivos como la de wifi, regularmente y que se robusta y segura.
2. Si dentro de los dispositivos a utilizar no requieren la utilidad o no es necesario la cámara y micrófono, deshabilitarlo para evitar mal funciones.
3. Hacer revisiones periódicas a la configuración de seguridad.
4. Mantener los dispositivos asociados actualizados a los últimos parches de seguridad.

²⁵⁷ ESTRADA BOLIVAR, Luis Bernardo, Estado del Arte: Desafíos de Seguridad del Hogar Inteligente Basado en IoT. [En Línea]. Recuperado 2023. Disponible en <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21530/3/Anexo1.pdf>

²⁵⁸ Ibid., p. 6.

²⁵⁹ Ibid., p. 6.

²⁶⁰ OSPINA PASTRANA, Johan Felipe. Soluciones Tecnológicas Basadas en Domotica con Enfoque en Sistemas de Seguridad Tecnológica y Automatización de Procesos para Condominios en la Ciudad de Girardot para el 2022. [En Línea]. 2023. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12833/Proyecto%20de%20Grado%20Emprendimiento.1.1.pdf?sequence=7>

5. Cuando no se tenga utilidad de los dispositivos es recomendable desactivarlos.
6. Tratar de realizar los menos ingresos posibles desde fuera de casa y que estos no se realicen desde computadoras.
7. Agregar a los dispositivos de comunicación un Router VPN que logre encriptar la comunicación de Internet.
8. Evitar el acceso a páginas desconocidas y/o no confiables, para evitar que estas contengan vínculos de acceso a los dispositivos.
9. Usar filtros de seguridad por MAC para identificar y evidenciar los dispositivos conectados a la red interna.²⁶¹

Aunque el sistema de seguridad presente alertas y cuando se crea no esté funcionando adecuadamente, no deshabilitar para que los dispositivos no queden desprotegidos.²⁶²

5.4.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo con los análisis e investigaciones realizadas por algunos proveedores que a nivel de seguridad brindan recomendaciones como el caso de BITAG - Broadband Internet Technical Advisory Group (Grupo Asesor Técnico de Internet de Banda Ancha), quien contribuyen con ítems proporcionados para las soluciones y mitigar la inseguridad de los dispositivos.²⁶³

5.4.2.1. LOS DISPOSITIVOS DE IoT DEBEN UTILIZAR LAS MEJORES PRÁCTICAS DE SOFTWARE ACTUALES:

- Los dispositivos de IoT deben contar con un software razonablemente actualizado.
- Los dispositivos de IoT deben tener un mecanismo para software seguro y automatizado Actualizaciones.
- Los dispositivos de IoT deben utilizar autenticación sólida de forma predeterminada.
- Las configuraciones de dispositivos de IoT deben probarse y fortalecerse.²⁶⁴

²⁶¹ Ibid., p.37.

²⁶² Ibid., p. 37.

²⁶³ BITAG. Internet of Things (IoT) Security and Privacy Recommendations. 2016. Disponible en [https://www.bitag.org/documents/BITAG_Report_-_Internet_of_Things_\(IoT\)_Security_and_Privacy_Recommendations.pdf](https://www.bitag.org/documents/BITAG_Report_-_Internet_of_Things_(IoT)_Security_and_Privacy_Recommendations.pdf)

²⁶⁴ Ibid., p. 7.

5.4.2.2. LOS DISPOSITIVOS DE IOT DEBEN SEGUIR LAS MEJORES PRÁCTICAS DE SEGURIDAD Y CRIPTOGRAFÍA:

- Cifrar comunicaciones de configuración (comando y control) por defecto.
- Comunicaciones seguras hacia y desde controladores de IoT.
- Cifre el almacenamiento local de datos confidenciales.
- Autenticar comunicaciones, cambios de software y solicitudes de datos.
- Utilice credenciales únicas para cada dispositivo.
- Utilice credenciales que se puedan actualizar.
- Cerrar puertos innecesarios y deshabilitar servicios innecesarios.
- Utilice bibliotecas que se mantienen y admiten activamente.²⁶⁵

5.4.2.3. LOS DISPOSITIVOS DE IOT DEBEN SER RESTRICTIVOS EN LUGAR DE PERMISIVOS EN LA COMUNICACIÓN:

Se debe listar los dispositivos propicios y de entera confianza para configurarlos en la red y que consecuente a esto se utilicen los mecanismos de confianza y canales de comunicación seguro.²⁶⁶

5.4.2.4. LOS DISPOSITIVOS DE IOT DEBERÍAN SEGUIR FUNCIONANDO SI SE INTERRUMPE LA CONECTIVIDAD A INTERNET:

Se recomienda que los dispositivos IoT realicen sus funciones aun cuando haya una interrupción, estas funciones deben ser robustas, para evitar que cualquier intrusión por cualquier malhechor, mala configuración, ataque intencional sea interrumpida.²⁶⁷

5.4.2.5. LOS DISPOSITIVOS DE IOT DEBERÍAN SEGUIR FUNCIONANDO SI FALLA EL BACK-END EN LA NUBE:

Muchos de los servicios dependen del back-end y que luego de una interrupción debe seguir funcionando, incluso si su estado se ha degradado o si el servicio en la nube falla, esto si un termostato con alguna alteración en el servicio de la nube, en el peor de los casos debería seguir funcionando con la última configuración conocida o predeterminada, como en el caso de una cámara de seguridad, debe ser accesible dentro del hogar aun cuando el Internet falle.²⁶⁸

²⁶⁵ Ibid., p. 8.

²⁶⁶ Ibid., p. 8.

²⁶⁷ Ibid., p. 8.

²⁶⁸ Ibid., p. 9.

5.4.2.6. LOS DISPOSITIVOS DE IOT DEBEN ADMITIR LAS MEJORES PRÁCTICAS DE ASIGNACIÓN DE NOMBRES Y DIRECCIONES:

Los dispositivos IoT deben admitir las mejores prácticas y que sean recientes relativamente, para el uso de nombres de dominio (DNS) Ip de direccionamiento y que sea compatible con los últimos protocolos.²⁶⁹

5.4.2.7. AHORA BIEN, EXISTEN UN LISTADO DE RECOMENDACIONES BÁSICAS SUGERIDAS, TOMANDO COMO BUEN MÉTODO PARA EL USO CORRECTO DE NUESTROS DISPOSITIVOS:

- Antes de hacer uso de un programa o aplicación, debemos fijarnos en el fabricante, las versiones que nos ofrecen periódicamente y que en realidad esa sea el aplicativo correcto y/o necesario de uso.²⁷⁰
- Debemos asegurarnos mediante inventario a nuestros dispositivos, como también cuales están conectados, que sean de confianza, para tratar de identificar alguna intrusión.²⁷¹
- Verificar los manuales de dispositivos y respectivas conexiones, teniendo en cuenta algunos niveles de seguridad por fabricante para una configuración correcta.²⁷²
- Mantener los dispositivos actualizados a la última versión disponible con parches de seguridad.²⁷³
- Instalar aplicaciones de las tiendas de los dispositivos para hacer uso de programas legales.²⁷⁴
- Configurar los dispositivos con pantallas de bloqueo y seguridad.²⁷⁵
- Apague el Bluetooth, NFC, GPS y Wifi cuando no se estén usando.²⁷⁶

²⁶⁹ Ibid....., p. 9.

²⁷⁰ BLASCO HERRERO, Pablo. BERNÁ MARTINEZ, José Vicente. Guía Práctica de Ciberseguridad en el Hogar. [En Línea]. 2019. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/93293/1/Guia_practica_de_ciberseguridad_para_el_hogar_Blasco_Herrero_Pablo.pdf

²⁷¹ Ibid., p. 81.

²⁷² Ibid., p. 82.

²⁷³ Ibid...., p. 83.

²⁷⁴ Ibid....., p. 83.

²⁷⁵ Ibid....., p. 84.

²⁷⁶ Ibid....., p. 84.

6. CONCLUSIONES

- Se elaboró el estudio en el estado del arte de la IoT en Colombia y los dispositivos que hacen parte y que han venido tornando un crecimiento tecnológico para beneficio de las personas, su evolución y la importancia que ha surgido en este ámbito, generado por el desarrollo y crecimiento innovador como las necesidades que se crean en el diario vivir contando con el acceso a Internet desde cualquier lugar, la identificación de aspectos con relación a la ciberseguridad a la hora de su uso.
- Se analizó el estado actual de la ciberseguridad del Internet de las Cosas IoT, con referente a su crecimiento innovador y la situación que hoy día se presenta desde el ámbito en el sector doméstico en Colombia, donde cada vez existen más dispositivos que se conectan a una red, implementado por el beneficio e importancia de una tecnología inteligente, que conlleva a controles de cifrado y manejo de información, lo que puede relacionarse con vulnerabilidades por accesos no autorizados.
- Se identifican significativamente los peligros que se derivan al momento de implementar un ecosistema inteligente IoT de acuerdo a la situación actual en Colombia y los peligros de ciberseguridad, donde se evalúa la necesidad de realizar estudios de factibilidad en el ambiente, incluyendo la infraestructura del hogar o el sector doméstico, como también de los dispositivos que sean necesarios para la instalación, teniendo en cuenta que existen riesgos que propician la inseguridad en la implementación, pero que a su vez se pueden reconocer e identificar para lograr mitigar y corregir mediante acciones preventivas y correctivas idóneas para que este ecosistema trabaje de manera correcta mediante un buen uso cibernético.
- Por esta razón, se proponen recomendaciones que sirvan para mitigar los riesgos que se presentan en la instalación de un ecosistema IoT en el sector doméstico de Colombia, dado que pueden existir brechas de seguridad por errores de instalación o dispositivos en mal estado, lo que es necesario fundamentarse a las necesidades y que por consiguiente dichas recomendaciones sean aptas para que ayuden y/o contribuyan a las buenas prácticas de seguridad y/o ciberseguridad al momento de instalar un ecosistema en el sector doméstico en Colombia.

7. RECOMENDACIONES

Tomando en cuenta el análisis de todos los aspectos y situaciones que representa la conexión de los dispositivos IoT, es necesario realizar las siguientes recomendaciones:

- Considerar un análisis extenso de los dispositivos que hacen parte de la estructura IoT, tomando en cuenta cada uno sus componentes y abordando específicamente dentro de estos, las causas y vulnerabilidades que podrían estar acoplados para su uso.
- Asociar los dispositivos IoT que se utilizan hoy día en nuestro entorno y en los hogares colombianos, para así detallar técnicas que se vienen usando como ataque para verificar las causales de aprovechamiento, vulnerabilidades y como mantener estos servicios IoT asegurados.
- Es considerable tener en cuenta y analizar las responsabilidades de las industrias, el proveedor y del usuario final como consumidor, para que los dispositivos que se utilizan en IoT, cuenten con el aseguramiento adecuado como también su uso, desde el punto de vista de instalación y manipulación en los hogares colombianos.
- Promover sensibilización mediante los procesos y utilidades que se vayan a promover en una instalación de dispositivos IoT en los hogares colombianos, donde se logre optar por metodologías que implementen la importancia del buen uso de los dispositivos y del Internet como tal.

8. BIBLIOGRAFÍA

ABAC DE LEÓN, Julio. Propuesta de aplicaciones de sensores para la industria y características de sensores. [En Línea]. Guatemala: Facultad de Ingeniería. 2015. 112 p. Disponible en <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3309/1/Julio%20Alejandro%20Abac%20de%20Le%C3%B3n.pdf>

ACOSTA MOLINA, Cesar. El estado del arte sobre el Internet de las Cosas. Amenazas y vulnerabilidades de seguridad informática evidenciadas desde la domótica. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. 2019. 81 p. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/28446/Monografia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALAS RAMOS, Lucas. Elaboración de una guía para la selección de sensores y acondicionadores en el control de procesos industriales. [En Línea]. El Salvador: Facultad de Ingeniería y Arquitectura. 2005. Disponible en http://ri.ues.edu.sv/id/eprint/1727/1/Elaboraci%C3%B3n_de_una_gu%C3%ADa_para_la_selecci%C3%B3n_de_sensores_y_accionadores_en_el_control_de_procesos_in.pdf

ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbricas para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. 181 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbrica para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALBALADEJO PÉREZ, Cristina. Diseño de una red de sensores inalámbricas para un sistema de observación costero (SOC). [En Línea]. Cartagena: Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación. 2009. 181 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/1773/pfm58.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ALVARADO LÓPEZ, Raúl. Ciudad inteligente y sostenible: hacia un modelo de innovación inclusiva. [En Línea]. México: revista de tecnología y sociedad. 2017. 17 p. Disponible en <https://infotec.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1027/264/1/Ciudad%20inteligente%20y%20sostenible%20hacia%20un%20modelo%20de%20innovaci%C3%B3n%20inclusiva.pdf>

ÁLVAREZ MAYORGA, Edison. QUINALUIZA ARIAS, Alexander. Interfaz de programación de aplicaciones para la generación automática de procedimientos almacenados en MYSQL. [En Línea]. Ecuador: Facultad de Ingeniería de Sistemas, Electrónica e industrial. 2018. 131 p. Disponible en https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/27820/3/Tesis_t1384si.pdf

ÁLVAREZ VILLARRAGA, David. ARBELAEZ ECHEVERRI, Pablo. ACEVEDO GONZÁLEZ, Juan. FEO LEE, Oscar. Nanotecnología. Revista oficial de la Asociación Colombiana para el estudio del dolor. 2009. 17 p. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/51540/REVISTA%204-1-77-93.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

ALVINO, Clay. Estadísticas de la situación digital de Colombia en el 2020-2021. [En Línea]. 2021. Disponible en <https://branch.com.co/marketing-digital/estadisticas-de-la-situacion-digital-de-colombia-en-el-2020-2021/>

ARANZAZU SUESCÚN, Catalina. MORENO LÓPEZ, Gustavo. Revisión del estado del arte de redes de sensores inalámbricos. [En Línea]. Revista Politécnica. 2009. 18 p. Disponible en <https://revistas.elpoli.edu.co/index.php/pol/article/view/130/106>

ARCHILA CÓRDOBA, Diana. SANTAMARÍA BUITRAGO, Frey. Estado del Arte de las Redes de Sensores Inalámbricos. En Rev. TIA. 2013. Vol. 2. 14 p. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/4437>

AYALA RODRÍGUEZ, Edison. Análisis de Tráfico de Datos en hogares para el internet del Todo. [En Línea]. Trabajo de Grado para Título de Ingeniero electrónico. Bogotá. Fundación Universitaria los Libertadores. Facultad de Ingeniería. 2017. 93 p. Disponible en <https://repository.libertadores.edu.co/bitstream/handle/11371/1439/ayalaedison2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

BAHILLO, Luis. Historia de Internet: cómo nació y cuál fue su evolución. [En Línea]. MARKETING ECOMMERCE. 2020. Disponible en <https://marketing4ecommerce.co/historia-de-internet/>

BALLINA TALENTO, Guillermo. La evolución de Internet como medio de comunicación masivo. [En Línea]. Guatemala: Escuela de Ciencias de la Comunicación. 2008. 75 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_0599.pdf

BALLINA TALENTO, Guillermo. La evolución de Internet como medio de comunicación masivo. [En Línea]. Guatemala: Escuela de las Ciencias de la Comunicación. 2008. 75 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_0599.pdf

BARRIO ANDRÉS, Moisés. Internet de las Cosas. [En Línea]. Madrid: 1ra edición REUS S.A. 2018. 24 p. Disponible en https://www.editorialreus.es/static/pdf/primeraspaginas_9788429020380_internetdelascosas.pdf

BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. [En Línea]. 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. [En Línea]. Ingeniería de Telecomunicación. 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

BAZ ALONSO, Arturo. FERREIRA ARTIME, Irene. ÁLVAREZ RODRÍGUEZ, María. GARCÍA BANIELLO, Rosana. Dispositivos móviles. España: Ingeniería de Telecomunicación. Recuperado 2021. 12 p. Disponible en http://isa.uniovi.es/docencia/SIGC/pdf/telefonía_movil.pdf

BEJARANO RAMIREZ, Ana. MIRANDA CASTILLO, Diego. HENRIQUEZ CELEDON, Javier. Trabajo presentado en la materia de Redes Lan y Man (IPv4 vs IPv6). [En Línea]. Maracaibo: Maestría en Telemática. 2008. 13 p. Pág. 4. Disponible en <https://www.urbe.edu/info-consultas/web-profesor/12697883/articulos/Redes%20Informaticas/IPv4%20Vs%20IPv6.pdf>

BITAG. Internet of Things (IoT) Security and Privacy Recommendations. 2016. Disponible en [https://www.bitag.org/documents/BITAG_Report_-_Internet_of_Things_\(IoT\)_Security_and_Privacy_Recommendations.pdf](https://www.bitag.org/documents/BITAG_Report_-_Internet_of_Things_(IoT)_Security_and_Privacy_Recommendations.pdf)

BLASCO HERRERO, Pablo. BERNÁ MARTINEZ, José Vicente. Guía Práctica de Ciberseguridad en el Hogar. [En Línea]. 2019. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/93293/1/Guia_practica_de_ciberseguridad_para_el_hogar_Blasco_Herrero_Pablo.pdf

- BORJA VEGA, Edwin. Diseño de una arquitectura usando el protocolo Message Queue Telemetry Transport (MQTT) sobre Plataformas de bajo coste, para monitorización de procesos industriales. [En Línea]. Ecuador: Magíster en Sistemas de Control y Automatización Industrial. 2020. 65 p. Disponible en <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/14099/1/20T01337.pdf>
- CAMA, Alejandro. DE LA HOZ, Emiro. CAMA, Dora. Las redes de sensores inalámbricos y el Internet de las Cosas. [En Línea]. 2012. 163 p. Disponible en <https://revistascientificas.cuc.edu.co/ingecuc/article/view/253/232>
- CAMPAÑA BASTIDAS, Sixto. CABRERA MEZA, Harold. CERVELION BASTIDAS, Álvaro. AGUIRRE CABRERA, Adriana. Las redes de sensores inalámbricas, arquitectura y aplicaciones. [En Línea]. 2019. 76 p. Disponible en <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/book/article/view/3191/3189>
- CANCIO GÓMEZ, Aarón. Diseño, desarrollo y prototipado de un Gateway M2M multiprotocolo para aplicaciones IoT. 2018. 21 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/81087/9/acancioTFG0618presentaci%C3%B3n.pdf>
- Informática Medica. Protocolos de comunicación. 2021. Disponible en http://informaticamedicaipn.mx.tl/1589954_protocolos-de-comunicacion.html
- CANDO, Mauricio Rodrigo. Prevención en Ciberseguridad: Enfocada a los Procesos de Infraestructura Tecnológica. [En Línea]. 2021. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7888164.pdf>
- CANGA, Rubén. Introducción a la difusión de señales de radio y televisión 1. RadioFrecuencia. [En Línea]. 2011. 42 p. Disponible en <http://serbal.pntic.mec.es/srug0007/archivos/radiocomunicaciones/1%20INTRODUCCI%D3N/1%20Radiofrecuencia.pdf.pdf>
- CAÑEDO ANDALIA, Rubén. Aproximaciones para una historia de Internet. [En Línea]. Habana. 2004. 24 p. Disponible en <http://eprints.rclis.org/5029/1/aproximaciones.pdf>
- CASTAÑO FORERO, Daniela. HERNÁNDEZ, Marilyn. Institute of Electrical and Electronics Engineers. [En Línea]. Bogotá. 2017. 11 p. Disponible en <https://leo.uniandes.edu.co/index.php/menu-escritura/citas-y-referencias/78-guia-ieee>
- CASTELLANOS, Luis. Redes de Sensores. [En Línea]. 2016. Disponible en <https://dtyoc.com/2016/08/07/redes-de-sensores/>
- CASTRO, José. JULIO, Hernán. ADSL como tecnología de último kilómetro en Cartagena. Cartagena. Facultad de Ingeniería Electrónica. 2003. 93 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0019028.pdf>
- CERVEN, Diego. NARANJO, Erika. Tipos de actuadores y servomotores. Carabobo: Facultad de Ingeniería. 2016. Disponible en <https://instrumentacionuc.wixsite.com/facultad-ingenieria/actuador-de-la-valvula>
- COLÁS BRAVO, Pilar. Internet y aprendizaje en la sociedad del conocimiento. [En Línea]. Sevilla: Revista científica de comunicación y educación. 2003. 6 p. Disponible en <https://bit.ly/2w7z4rn>
- COLORADO AGUIRRE, John. RAMÍREZ HURTADO, Alberto. Transmisión de información usando la modulación (DSSS). [En Línea]. Pereira: Facultad de Ingenierías. 2011. 117 p. Disponible en

<http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4681/62138C719.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CONSTANZA JEREZ, Ángela. GPS que le da autonomía a los pacientes con Alzheimer. [En Línea]. Bogotá: Investigación. 2021. Disponible en <https://www.urosario.edu.co/Home-V3/Investigacion/Divulgacion-cientifica/Salud-y-Bienestar/GPS-que-le-da-autonomia-a-los-pacientes-con-Alzhei/>

CONTRERAS VILLAMIZAR, Eybar. SÁNCHEZ RODRÍGUEZ, Rolando. Diseño y construcción de un banco de prácticas en motores eléctricos, como apoyo a la asignatura diseño de máquinas II. [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingenierías Físico mecánicas. 2010. 282 p. 58. Disponible en <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2010/133923.pdf>

CONTRERAS GARCÍA, Violeta. Claro Colombia alcanza velocidad de más de 860 Mbps en piloto 5G. [En Línea]. 2020. Disponible en <https://digitalpolicylaw.com/claro-colombia-alcanza-velocidad-de-mas-de-860-mbps-en-piloto-5g/>

CRESPO MARTINEZ, Luis. CANDELAS HERÍAS, Francisco. Introducción a TCP/IP – Sistemas de transporte de datos. [En Línea]. España. 1998. 156 p. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/4328/1/Crespo_Candelas_TCP_IP.pdf

CRUZ PÉREZ, Miguel. POZO VINUEZA, Mónica. AUSHAY YUPANGUI, Hilda. ARIAS PARRA, Alan. Las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) como forma investigativa interdisciplinaria con un enfoque intercultural para el proceso de formación estudiantil. [En Línea]. Costa Rica: Ciencias de la información. 2019. 15 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7026210.pdf>

CURAY ALDANA, Raúl. Estudio de las redes de sensores aplicados a la medicina para monitorización de pacientes. [En Línea]. Perú: Facultad de Ciencias. 2017. 69 p. Disponible en <https://repositorio.unp.edu.pe/bitstream/handle/UNP/1307/CIE-CUR-ALD-17.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CHITIVA BERNAL, Yobany. Diseño de una red de IoT para el hogar. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2020. 71 p. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17670/1/2020_diseno_red_iiot.pdf

CHITIVA BERNAL, Yobany. Diseño de una red de IoT para el hogar. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2020. 71 p. págs. 47-48. Disponible en https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/17670/1/2020_diseno_red_iiot.pdf

DÍAZ RODRIGUEZ, Jorge. PARDO GARCIA, Aldo. RÍOS CONTRERAS, Edwin. Implementación de una modulación PWM optimizada para el control de un motor trifásico de inducción usando la tarjeta DSP – TMS320C6416 DSK. [En Línea]. Colombia: Facultad de Ingenierías y Arquitectura. 2009. 9 p. Disponible en http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_40/recursos/03_v13_18/revista_13/04_112011/08.pdf

DE ROJAS DÍAZ, Emilio Sánchez. La Ciberseguridad: retos, riesgos y amenazas. [En Línea]. 2010. Disponible en https://www.academia.edu/49347337/_Ciber_qu%C3%A9_La_ciberseguridad_retos_riesgos_y_amenazas_p%C3%A1gs_136_143

DREYFUS, Hubert. Acerca de Internet. [En Línea]. EDITORIAL UOC. 27 p. Disponible en https://www.uoc.edu/dt/20396/acerca_de_Internet.pdf

ESTRADA BOLIVAR, Luis Bernardo, Estado del Arte: Desafíos de Seguridad del Hogar Inteligente Basado en IoT. [En Línea]. Recuperado 2023. Disponible en <https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/21530/3/Anexo1.pdf>

ETEROVIC, Jorge. CIPRIANO, Marcelo. NICOLET, Santiago. Análisis de protocolos de comunicaciones para Internet de las Cosas. [En Línea]. Argentina: Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología. 2018. 4 p. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/67176/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y

EVANS, Dave. Internet de las Cosas – Cómo la próxima evolución de Internet lo cambia todo. [En Línea]. Cisco Internet Business Solutions Group. 2011. 12 p. Disponible en https://www.cisco.com/c/dam/global/es_mx/solutions/executive/assets/pdf/internet-of-things-iot-ibsg.pdf

FERNÁNDEZ, Jesús. 4G LTE, La nueva era de las comunicaciones tácticas. [En Línea]. España. 2015. 26 p. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7686851.pdf>

FERNÁNDEZ AMADOR, Gerardo. Sensores magnéticos e inductivos. [En Línea]. Pachuca: Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería. 2005. 168 p. Disponible en <https://www.uaeh.edu.mx/docencia/Tesis/icbi/licenciatura/documentos/Sensores%20magneticos.pdf>

FUNDS&MARKETS. Internet como base del conocimiento sobre el cliente. [En Línea]. Dirigentes Digital.com. 2016. Disponible en https://dirigentesdigital.com/hemeroteca/internet_como_base_del_conocimiento_sobre_el_cliente-NPDD14861

GARCÍA PATIÑO, Manuel. MORA VALERO, Javier. Guía para la implementación de redes de sensores inalámbricos (WSN). [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 43 p. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/877/digital_19215.pdf?sequence=1.

GARCIA PATIÑO, Manuel. MORA VALERO, Javier. Guía para la Implementación de Redes de Sensores Inalámbricos. [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 43 p. Disponible en <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/15152/tesisUPV3764.pdf>

GÓMEZ BLANCO, Ana. Internet de las Cosas: precauciones de seguridad a tener en cuenta. [En Línea]. Colombia. CIBERSEGURIDAD. 2019. Disponible en <https://www.bbva.com/es/internet-de-las-cosas-precauciones-de-seguridad-a-tener-en-cuenta/>

GÓMEZ MONTENEGRO, Carles. PARADELLS ASPAS, Josep. Redes AD-HOC: El próximo reto. [En Línea]. Barcelona. Technical University of Catalonia. 2021. 8 p. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/9919/Article006.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GONZÁLEZ LARÍN, Yeisson Germán: El Internet de las Cosas y sus Riesgos para la Privacidad. [En Línea]. Bogotá. Revisado 2022. Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003525.pdf>

GONZÁLEZ LARÍN, Yeisson. El Internet de las Cosas y sus riesgos para la privacidad. [En Línea]. Colombia. Recuperado 2021. Disponible en <http://polux.unipiloto.edu.co:8080/00003525.pdf>

GONZÁLEZ, Ximena. Según cifras de Oracle, 96% de las empresas está listo para adoptar el IoT. [En Línea]. 2019. Disponible en <https://www.larepublica.co/especiales/cuarta-revolucion-industrial/el-internet-de-las-cosas-movera-us144-billones-en-el-mundo-para-2022-2834081>

GRUPO BANCOLOMBIA. Internet de las Cosas: ¿Cómo lo ha adoptado Colombia? [En Línea]. 2018. Disponible en <https://www.grupobancolombia.com/wps/portal/empresas/capital-inteligente/tendencias/innovacion/iot-como-lo-ha-adoptado-colombia>

GUTIERREZ RODRIGUEZ, Luis. Instructivo para la elaboración de ingenierías en la selección, montaje e instalaciones de actuadores electromecánicas para válvulas. [En Línea]. Bucaramanga: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2010. 84 p. Disponible en https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1297/digital_20479.pdf?sequence=1

GUZMAN CARDENAS, María. La importancia de la implementación de la tecnología IoT en el gobierno colombiano, como un país subdesarrollado. [En Línea]. Nueva granada, Recuperado 2021. 24 p. Disponible en <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/32505/GuzmanCardenasMariaAlejandra2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

HERRERA QUINTERO, Luis Felipe. Viviendas Inteligentes (Domótica). [En Línea]. Bogotá. Recuperado 2021. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/iei/v25n2/v25n2a06.pdf>

HERNÁNDEZ BALIBREA, Ramón. Tecnología domótica para el control de una vivienda. [En Línea]. Cartagena: Ingeniería Técnica Telecomunicaciones esp. Telemática. 2012. 88 p. Disponible en <https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/2793/pfc4381.pdf>

HERNÁNDEZ ONTIVEROS, Juan. Protocolo de control de acceso al medio (MAC) basado en CSMA/CA que toma en cuenta requerimientos de calidad de servicio y que es eficiente en el consumo de energía, aplicable a redes de sensores. [En Línea]. México: Programa de posgrado en ciencias. 2007. 156 p. Disponible en <https://cicese.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1007/160/1/174721.pdf>

HERNANDEZ, Sergio. ¿Qué es IoT - Internet de los Servicios? [En Línea]. CEO&Founder. 2018. Disponible en <https://es.linkedin.com/pulse/qu%C3%A9-es-los-internet-de-los-servicios-sergio-ra%C3%BAI-hern%C3%A1ndez-campos>

HIDALGO PASTOR, Francisco. Estudio de viabilidad de la utilización de redes inalámbricas Ad-Hoc en edificios departamentales. [En Línea]. Master en Ingeniería de Computadores. España. Universidad Politécnica de Valencia. 2018. 50 p. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/13183/TesinaMaster_FcoJavierHidalgo.pdf?sequence=1

HIGUERA NEIRA, Brayan. PEDRAZA, Luis. Implementación del algoritmo criptográfico AES para un controlador de tráfico vehicular. [En Línea]. Colombia. 2012. Disponible en <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/Tecnura/article/view/7236/8892>

HÍPOLA, Pedro. World Wide Web. Toda la Internet en un solo “documento”. [En Línea]. 1994. 6 p. Disponible en http://eprints.rclis.org/18328/1/World_Wide_Web_Toda_la_Internet_en_un_solo_documento.pdf

INCIBE. Aplicando seguridad en WirelessHART. [En Línea]. 2015. Disponible en <https://www.incibe-cert.es/blog/aplicando-seguridad-wirelesshart>

INGA ORTEGA, Esteban. La telefonía móvil de cuarta generación 4G y Long Term Evolution. [En Línea]. Ecuador: INGENIUS. 2021. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8369/1/La%20telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%20de%204ta%20generaci%C3%B3n%20y%20long%20term%20evolution.pdf>

JUÁREZ ROBLES, Gabriela. El uso de dispositivos móviles y su influencia en la comunicación familiar. [En Línea]. Guatemala: Escuela de Ciencias de la Comunicación. 2017. 111 p. Disponible en http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/16/16_1574.pdf

LÓPEZ, Jorge. ¿Qué es el Internet de las Cosas? [En Línea]. NUEVA YORK. Digitaltrends ES. 2021. Disponible en <https://es.digitaltrends.com/tendencias/que-es-el-internet-de-las-cosas/>

LÓPEZ VÁSQUEZ, Javier. Estudio de la situación actual de las Smart Grids. [En Línea]. Ingeniería Técnica de Telecomunicación. 2016. 79 p. Disponible en <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/9143/386883.pdf?seq>

LÓPEZ VICARIO, Jose. VILAJOSANA GUILLEN, Xavier. Implementación del protocolo MQTT-S sobre IEEE 802.15.4e en plataformas OpenMote. [En Línea]. España: Telemática. 2018. 73 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/80785/9/jlmolinerotfm0618memoria.pdf>

LOYOLA PINOS, María. BECERRA DELGADO, Paúl. "Manual para la aplicación de la tecnología Zigbee para edificios inteligentes en la ciudad de cuenca". [En Línea]. Ecuador: Facultad de Ingeniería Electrónica. 2015. 150 p. Disponible en <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/7986/1/UPS-CT004855.pdf>

MÁRQUEZ RODRÍGUEZ, Julio. Introducción a los servicios de Internet. [En línea]. Tecnología educativa. 2021. 13 p. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Lectura/maestria/documentos/LECT42.pdf

MARTIN MORENO, Javier. RUIZ FERNÁNDEZ, Daniel. Informe Técnico: Protocolo Zigbee (IEEE 802.15.4). [En Línea]. 2007. 36 p. Pág. 5. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf

MARTÍN MORENO, Javier. RUÍZ FERNÁNDEZ, Daniel. Informe Técnico: Protocolo ZigBee (IEEE 802.15.4). [En Línea]. 2007. 36 p. Pág. 13. Disponible en https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/1109/7/Informe_ZigBee.pdf

MEDEN PERALTA, Javier. IEEE 802.11ac. [En Línea]. Paraguay: Facultad de Ciencias y Tecnología. Recuperado 2021. 27 p. Disponible en <http://jeuazarru.com/wp-content/uploads/2014/10/80211ac.pdf>

MEDINA SANTOS, Alejandro. Comparativa de los protocolos AODV y OLSR con un emulador de redes Ad-Hoc. [En Línea]. España. 2006. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/3556/53839-1.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MENA, Juan. Ventajas, desventajas y mitos de la tecnología 5G. [En Línea]. Colombia. Facultad de Ingeniería. 2020. Disponible en <https://www.uao.edu.co/ingenieria/ventajas-desventajas-y-mitos-de-la-tecnologia-5g/>

ROJAS ZAGAL, Diego. Telefonía móvil 3G. [En Línea]. Chile: Departamento de Electrónica. 2009. 7 p. Disponible en <http://profesores.elo.utfsm.cl/~agv/elo322/1s09/project/reports/telefon%C3%ADa%20m%C3%B3vil%203G.pdf>

MESA SANDOVAL, Diego. ROJAS GARCÍA, Camilo. El Internet de las Cosas en el sector Retail de Bogotá. [En Línea]. Bogotá: Programa de Ingeniería Comercial. 2020. 84 p. Disponible en

https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3748/Trabajo_de_grado_Sastoque_Paula_y_Wilches_Laura.pdf;jsessionid=1BBFF97A57FB4B23B7966D6AA8CB5D4F?sequence=1

MICROSOFT. Identificación de las opciones de producto. [En Línea]. Unidad 2. Recuperado 2021. Disponible en <https://docs.microsoft.com/es-es/learn/modules/iot-fundamentals/2-identify-product-options>

MINTIC. Con una inversión de \$18.420 millones, empresas adoptaron tecnologías 4.0 para optimizar procesos internos y aumentar negocios digitales en la reactivación económica. [En Línea]. 2021. Disponible en <https://mintic.gov.co/portal/inicio/Sala-de-prensa/Noticias/172262:Con-una-inversion-de-18-420-millones-empresas-adoptaron-tecnologias-4-0-para-optimizar-procesos-internos-y-aumentar-negocios-digitales-en-la-reactivacion-economica>

MONSALVE, Jaime. Ciberseguridad: principales amenazas en Colombia (Ingeniería social, phishing y DOS). [En Línea]. Recuperado 2021. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/4663/00004883.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MONTENEGRO GARZÓN, Jorge. Internet de las cosas: la nueva generación de Internet. apropiación, conexión, información e investigación en la era digital colombiana. [En Línea]. Bogotá D.C: Facultad de Comunicación y Lenguaje. 2018. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/46844/TG-MONTENEGROJORGE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MORA, José. Control de robot con plataforma de simulación virtual con plugin integrado. [En Línea]. Valencia. 2013. 70 p. Disponible en https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/49797/TFG_JoseTomasMora_14044591812332835556741784253523.pdf?sequence=2

MORENO CERDÁ, Francesc. Demostrador arquitectura publish/subscribe con MQTT. [En Línea]. Barcelona: Escola Técnica d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. 55 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117782/MQTT_MEMORIA.pdf?sequence=1

MORENO CERDÁ, Francesc. Demostrador arquitectura publish/subscribe con MQTT. [En Línea]. Barcelona: Escola Técnica d'Enginyeria de Telecomunicació de Barcelona. 55 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/117782/MQTT_MEMORIA.pdf?sequence=1

MORILLO POZO, Julián David. Introducción a los dispositivos móviles. UOC. [En Línea]. España: Informática. Recuperado 2021. 56 p. Disponible en [https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_\(Modulo_2\).pdf](https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Informatica/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles/Tecnologia_y_desarrollo_en_dispositivos_moviles_(Modulo_2).pdf)

NAVARRETE CHÁVEZ, Carlos. Evaluación de la tecnología IEEE 802.11n con la plataforma OPNET. [En Línea]. 2009. 98 p. Disponible en <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/7834/memoria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Ibid., p. 11.

NEBRADA RODRIGO, Iván. El origen de Internet. El camino hacia la red de redes. [En Línea]. Diatel. 2013. 132 p. Disponible en: http://oa.upm.es/22577/1/PFC_IVAN_NEBRADA_RODRIGO.pdf

NIÑO, Elías. Fundamentos para el desarrollo de aplicaciones en la red. [En Línea]. Colombia: Ingeniería de software. 2021. 31 p. Disponible en <https://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/2205/Modelo%20cliente%20servidor.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

OJEDA, Juan. Una visión del revolucionario Internet de las Cosas. [En línea]. Bogotá. Legis Ámbito Jurídico. 2019. Disponible en <https://www.ambitojuridico.com/noticias/especiales/tic/una-vision-del-revolucionario-internet-de-las-cosas-en-colombia>

ORACLE. ¿Qué es el IoT? [En Línea]. 2021. Disponible en <https://www.oracle.com/co/internet-of-things/what-is-iot/>

OSPINA PASTRANA, Johan Felipe. Soluciones Tecnológicas Basadas en Domotica con Enfoque en Sistemas de Seguridad Tecnológica y Automatización de Procesos para Condominios en la Ciudad de Girardot para el 2022. [En Línea]. 2023. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/12833/Proyecto%20de%20Grado%20Emprendimiento.1.1.pdf?sequence=7>

OSPINA VARÓN, Andrés. Transmisión en la zona de sensores en MTC y M2M en Aplicaciones orientadas a Smart Cities. 2013. 80 p. Disponible en <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/19724/u671340.pdf?sequence=1>

PALACIOS, Katherine. Internet Of Things: Hogares inteligentes y sus peligros para la privacidad. [En Línea]. 2019. Disponible en <https://www.america-retail.com/iot-ia/internet-of-things-hogares-inteligentes-y-sus-peligros-para-la-privacidad/>

PEÑA GIL, Héctor Alcides. CUARTAS CASTRO, Katherine Andrea. TARAZONA BERMUDEZ, Giovanni Mauricio. La Brecha Digital en Colombia: Un Análisis de las Políticas Gubernamentales para su Disminución. [En Línea]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2017. 13 p. Disponible en <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/REDES/article/download/12477/13075>

PEÑA LEAL, Astrid. Principales factores que facilitan la adopción del IoT en estudiantes universitarios como usuarios tempranos. [En Línea]. Manizales: Maestría de Mercadeo. 2018. Disponible en https://ridum.umanizales.edu.co/jspui/bitstream/20.500.12746/3418/2/Astrid_Andrea_Pe%C3%B1a_Leal_2018.pdf

PEÑA ROBAYO, María Valentina. Efecto del Covid-19 en el Comercio Electrónico en Colombia. [En Línea]. 2020. Disponible en <https://repositorio.unbosque.edu.co/bitstream/handle/20.500.12495/5601/400.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PIÑEROS OROZCO, Karen. GONZALEZ ZUÑIGA, Darwin. Dispositivos de interconexión de redes y medios de transmisión. [En Línea]. Cartagena de Indias: Facultad de Ingeniería de Sistemas y Electrónica. 2004. 144 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0026243.pdf>

PLAZA ESTÉVEZ, Sheila. RAMÍREZ LAMELA, Nerea. ACOSTA MORALES, Carmen. API de servicios web orientados a accesibilidad. [En Línea]. Madrid: Facultad de Informática. 2016. 127 p. Disponible en https://eprints.ucm.es/id/eprint/38686/1/Memoria_API%20de%20servicios%20web%20de%20accesibilidad.pdf

PUERTO ÁVILA, Luís. VALDÉS MIRANDA, Yuleidis. Tendencias del estándar 802.11N. [En Línea]. Cartagena: Facultad de Ingeniería de Sistemas. 2008. 80 p. Disponible en <https://biblioteca.utb.edu.co/notas/tesis/0043258.pdf>

RAMÍREZ LAZÓN, Rodrigo. Aplicaciones del RFID como herramienta para el proceso de Marketing. [En Línea]. Chile: Facultad de Economía y Negocios. 2006. 115 p. Disponible en

<http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/108361/Ramirez%20Laz%C3%B3n%2C%20Rodrigo.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNANDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá D.C: Facultad Tecnológica. 2016. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1>

RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNANDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad Tecnológica. 2016. 157 p. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicable a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional de Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad Tecnológica. 2016. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RAMÍREZ MADRID, David. RODRÍGUEZ HERNÁNDEZ, Erika. Diseño de un método para identificar necesidades y oportunidades para la implementación de Internet de las Cosas (IoT) aplicables a oficinas de trabajo donde permanezcan entre 30 y 70 personas y planteamiento de un caso práctico de solución en las oficinas de la Agencia Nacional del Espectro. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Tecnología. 2016. 157 p. Disponible en <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/5343/RamirezMadridDavidAndres2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RÁMIREZ VELÁSQUEZ, David Julián. PULGARÍN ESPITIA, Luis Alejandro. Propuesta de un sistema domótico de bajo costo enfocado a personas con discapacidad que sea usuaria de sillas de ruedas. [En línea]. 2022. Disponible en <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11482/PROPUESTA%20DE%20UN%20SISTEMA%20DOM%C3%93TICO%20DE%20BAJO%20COSTO%20ENFOCADO%20A%20PERSONAS%20CON%20DISCAPACIDAD%20QUE%20SEA%20USUARIA%20DE%20SILLA%20DE%20RUEDAS.pdf?sequence=13>

RESTREPO ZULUAGA, Arley. Vulnerabilidades en redes de Internet alámbricas e inalámbricas. [En Línea]. Dosquebradas: Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería. 2018. 117 p. Disponible en <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/27729/%20%09agrestrepoz.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

REYES CORREDOR, Edward. Impacto del Internet de las Cosas en el Entorno Bogotano. [En Línea]. 2017. Disponible en https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/3414/2017_Tesis_Reyes_Corredor_Edward.pdf?sequence=1

RIVAS HERNÁNDEZ, Adad. Análisis y diseño de una red mallada inalámbrica para uso en interiores. [En Línea]. México: Escuela de graduados en ingeniería y Arquitectura. 2011. 186 p. Disponible en <https://repositorio.tec.mx/ortec/bitstream/handle/11285/628186/33068001100269.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

RIVERA ARAGÓN, Aura. ZULUAGA SOTO, Diana. El nuevo protocolo de Internet: IPv6. [En Línea]. Pereira: Facultad de Tecnología. 2008. 170 p. Disponible en <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/2073/004678E82.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ROCABADO MORENO, Sergio. Caso de estudio de comunicaciones seguras sobre redes móviles AD HOC. [En Línea]. Trabajo de Grado de Magister en Redes de datos. Argentina. Universidad Nacional de la Plata. Facultad de Informática. 2013. 171 p. Disponible en http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/33571/Documento_completo_.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RODRIGUEZ, Alex. Servicios Web de RESTful: Los aspectos básicos. [En Línea]. 2015. Disponible en <https://developer.ibm.com/es/articles/ws-restful/>

ROMERO, Esther. SORIA, Belén. Construcción conceptual AD HOC e interpretación metafórica. [En Línea]. 2012. Disponible en <https://revistas.unal.edu.co/index.php/formayfuncion/article/view/39857/43265>

ROSSE, Karen. ELDRIDGE, Scott. CHAPIN, Lyman. El Internet de las Cosas – Una Breve Reseña. [En línea]. USA. Internet Society. 2015. 83 p. Disponible en <https://www.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/09/report-InternetOfThings-20160817-es-1.pdf>

RUIZ BUITRAGO, Carlos. Sistemas integrados y hogar digital. [En Línea]. España: Electricidad y Electrónica. 2020. 235 p. Disponible en <https://books.google.com.co/books?id=0AHQDwAAQBAJ&pg=PA89&lpg=PA89&dq=aps+subcapa+de+soprote+de+aplicaci%C3%B3n&source=bl&ots=Ywpx7UhgCm&sig=ACfU3U0YyxeiEnPfwNx9gwPb-1hAFTTtWg&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwip6N2gl-TxAhW0FVvkFHcTsC344ChDoAXoECAYQAw#v=onepage&q&f=false>

RUIZ MARTINEZ, William. DÍAZ GUTIERREZ, Yesid. FERRO ESCOBAR, Roberto. PALLARES, Luis. Aplicación del Internet de las cosas a través de una red de sensores inalámbricos en un cultivo de café para monitorear y controlar sus variables ambientales. [En Línea]. 2019. 16 p. Disponible en <https://repositorio.itm.edu.co/handle/20.500.12622/1428>

SALA FAYOS, Joaquin. Redes Wireless industriales. [En Línea]. España: Estudios de Informática, multimedia y telecomunicación. 2014. 81 p. Disponible en http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/33381/1/Herciano_TFG_0614.pdf

SALA FAYOS, Joaquin. Redes Wireless industriales. [En Línea]. Catalunya: Tecnologías de Telecomunicación. 2014. 81 p. Pág. 47. Disponible en http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/33381/1/Herciano_TFG_0614.pdf

SALAZAR, Jordi. SILVESTRE, Santiago. Internet de las Cosas. [En Línea]. Republic Czech. 2021. 34 p. Disponible en https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/100921/LM08_R_ES.pdf

SÁNCHEZ MARTÍN, Andrés. Modelo informático de integración Aml_IoT para el cuidado de adultos mayores CARE_HOME16. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2017. 82 p. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/39883/MISyC%20-%20Trabajo%20de%20Grado.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

SÁNCHEZ ROSADO, David. NB_IoT Tecnologías celulares narrow-band. [En Línea]. Madrid: Facultad de Informática. 2019. 80 p. Disponible en https://eprints.ucm.es/id/eprint/57472/1/DAVID_SANCHEZ_ROSADO.pdf

SANCHÉZ TORRES, Pedro. Evaluación de la capacidad de redes 802.11e transportando VoIP. [En Línea]. Integración de redes telemáticas. 2012. 70 p. Disponible en <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/14885/9/psancheztoTFC0612memoria.pdf>

SAP. El futuro del Internet de las Cosas según los expertos. [En Línea]. Colombia. SAP News Center Latinoamérica. 2017. Disponible en <https://news.sap.com/latinamerica/2017/10/el-futuro-del-internet-de-las-cosas-segun-los-expertos-bl0g/>

SAP. ¿Qué es el Internet de las Cosas (IoT)? [En Línea]. Colombia. 2020. Disponible en <https://www.sap.com/latinamerica/insights/what-is-iot-internet-of-things.html>

SEVILLA ROBLES, Miguel. Resumen sobre Internet. [En Línea]. Guadalajara: Departamento de Sistemas de información. 2021. 59 p. Disponible en <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3088/1/Resumen%20del%20Contenido%20de%20la%20Unidad.pdf>

SEVILLA ROBLES, Miguel. Resumen sobre Internet. [En Línea]. Guadalajara: Departamento de Sistemas de Información. Recuperado 2021. 59 p. Disponible en <http://biblioteca.udgvirtual.udg.mx/jspui/bitstream/123456789/3088/1/Resumen%20del%20Contenido%20de%20la%20Unidad.pdf>

SUÁREZ BERNAL, Laura. Ciberseguridad en Colombia ¿Cuáles son los riesgos a los que se enfrenta el país? [En Línea]. 2024. Disponible en <https://impactotic.co/ciberseguridad/ciberseguridad-en-colombia-riesgos-a-los-que-se-enfrenta-el-pais/>

TAPIA, Dante. CUELI, José. GARCÍA, Oscar. CORCHADO, Juan. BAJO, Javier. SAAVEDRA, Alberto. Identificación por Radiofrecuencia: Fundamentos y Aplicaciones. [En Línea]. España. 2007. 10 p. Disponible en https://bisite.usal.es/archivos/articulo_rfid_fundamentos.pdf

UIT. Redes de Sensores Ubicuos. [En Línea]. Unión Internacional de Telecomunicaciones. 2021. Disponible en <https://www.itu.int/itu-news/manager/display.asp?lang=es&year=2008&issue=08&ipage=24&ext=html>

VELASCO GRANADO, Jairo. Evaluación y selección de alternativas de comunicación de transmisión inalámbrica para los campos de producción petrolera en Ecopetrol. [En Línea]. Bogotá: Facultad de Ingeniería. 2013. 115 p. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/12734/VelascoGranadosJairo2013.pdf?sequence=1>

WILCHES VANEGAS, Laura. SASTOQUE SIERRA, Paula. El Internet de las Cosas en el sector retail de Bogotá. [En Línea]. Bogotá. Programa de Ingeniería Comercial. 2020. 84 p. Disponible en https://repository.udca.edu.co/bitstream/handle/11158/3748/Trabajo_de_grado_Sastoque_Paula_y_Wilches_Laura.pdf;jsessionid=1BBFF97A57FB4B23B7966D6AA8CB5D4F?sequence=1

ZAMORA LUCIO, Marco. Internet. [En Línea]. México: Informática. 2014. 11 p. Disponible en https://www.uaeh.edu.mx/docencia/P_Presentaciones/prepa3/Presentaciones_Enero_Junio_2014/Definicion%20de%20Internet.pdf