



REPÚBLICA DEL ECUADOR

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EMPRESARIAL DE
GUAYAQUIL**

**TRABAJO DE GRADO
PARA LA OBTENCIÓN AL TÍTULO DE:**

**INGENIERO EN GESTION DE TELECOMUNICACIONES
MENCION REDES DE ACCESO Y TELEFONIA**

TEMA:

**ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES HIBRIDAS DE
TRANSMISIÓN DE DATOS QUE OPERAN EN AMBIENTE
INDUSTRIAL**

AUTOR:

HUMBERTO ANTONIO GONZÁLEZ JIMÉNEZ

2018

GUAYAQUIL- ECUADOR

AGRADECIMIENTO

Totalmente agradecido con Dios, quien ha sido mi fuente de inspiración en todo momento especialmente en estos últimos cuatro años, los cuales se presentaron muchas situaciones emocionales y críticas que me hicieron pensar en renunciar pero gracias al Santísimo he podido terminar mis metas con éxito.

DEDICATORIA

Primeramente agradecer a Dios por todas las metas alcanzadas, a mi Madre Aurita que está en el cielo, a mis hermanas Catalina y Patricia así como mi cuñado Juan Carlos que siempre estuvieron a mi lado, mis sobrinas Katty, Ivana y Máxima por su gran cariño, también a mis jefes, desde mi comienzo en Holcim como el Ing. Jorge Zavala, Roger Calle y por el apoyo incondicional del Ing. Eddy Iturralde, a mis compañeros de trabajo por su gran motivación Raúl, Luis, Willy, Milton, Jimmy J., Jimmy E., Jorge S. y Jonathan Zambrano, sin olvidar a mis buenos amigos de despacho Miguel, Alexander, Freddy, Vicente, Segundo, José, Jorge, Carlos, John, Erick y Geovanny.

La responsabilidad de este trabajo de investigación, con sus resultados, conclusiones y recomendaciones, pertenece exclusivamente al autor.

Humberto Antonio González Jiménez

ANÁLISIS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE REDES HÍBRIDAS DE TRANSMISIÓN DE DATOS QUE OPERAN EN AMBIENTE INDUSTRIAL

Humberto Antonio González Jiménez

Universidad Tecnológica Empresarial de Guayaquil "UTEG"

RESUMEN

En la actualidad las redes sirven como herramienta primordial en la transferencia de información en diferentes organizaciones y ambientes industriales y es así como el desarrollo de este artículo se basa en el análisis del funcionamiento de distintas redes aplicadas a la Industria las cuales influyen en el proceso productivo de diferentes aplicaciones o mercados para lo cual se establece todo un estudio de los tipos de cables y redes que se aplican actualmente, teniendo como objetivo el analizar la implementación de redes híbridas que operan en ambientes industriales. Según lo mencionado en el párrafo anterior se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los factores que influyen en la implementación de redes híbridas de transmisión de datos que operan en ambiente industrial? En el diseño metodológico se aplicó el método cuantitativo basado en revisión bibliográfica, aplicando un método analítico dando como resultado la implementación de redes que al fusionarse forman una red única o Híbrida. Se concluye este estudio que las redes híbridas por su topología muy robusta y de gran alcance pueden interconectarse varios dispositivos y operar de manera remota con una distancia considerable.

Palabra clave: redes híbridas, cables, análisis, ambiente Industrial

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta artículo académico orientado para *Ingeniería en Gestión de Telecomunicaciones mención redes de acceso y telefonía 2009*. El propósito del artículo es el estudio de tecnologías como transmisión por radio frecuencia, por luz óptica y bus de datos que son usados en Industrias como alimenticia y sus derivados, plástico, siderúrgica y cementeras entre otras donde la finalidad es obtener un solo resultado formando un solo enlace de datos o comunicación.

La propuesta es analizar los conceptos de diseño de las diferentes estructuras de red, así como sus requisitos básicos para su implementación en los procesos y fusión con redes independientes que con el tiempo han formado redes Híbridas como por ejemplo fibra óptica – coaxial, Profibus DP – WIFI, Topología estrella – bus nombrando estas como las más usadas.

La comunicación alámbrica de cobre es el pilar de los procesos automatizados teniendo redes eléctricas utilizadas como fuente principal de abastecimiento, redes telefónicas usando como instrumento físico el par trenzado de cobre y redes industriales usando autómatas programables (PLC) estas tres variantes desde la década de los 60 son implementados pero las necesidades de mejoras para ser más productivos y ahorro de espacio van cambiando al pasar del tiempo incluyendo en los procesos Industriales redes inalámbricas, fibra óptica, radio frecuencia, siendo muy utilizados actualmente.

La formación de redes o protocolos de comunicación son formalmente el enlace de datos que se traducen en instrucciones interpretadas por máquinas en movimiento las mismas que son visualizadas y controladas por personas involucradas en un proceso determinado. Los parámetros y límites de los equipos son obligatoriamente diseñados para la independencia de los mismos y fundamentalmente para la seguridad física de las personas que están presentes en el proceso.

Es necesario ir identificando la problemática de la investigación y para ello se plantea que en la Industria se maneja varios procesos cuya arquitectura de red que dependiendo al ambiente físico de trabajo van a variar las aplicaciones tomando en cuenta también el aumento de producción y control. Sumando más

equipos las cuales se hacen más robustas por ende debe considerarse la topología de red. (Caicedo & Varon- Serna, 2012)

Este proceso como la mayoría de industrias son automatizados y controladas por controladores lógico programable (PLC) que nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto, se puede decir que un PLC no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra. (Morán, 2007). Siendo este como distribuidor y procesador principal de información hacia otros dispositivos necesita protocolo de red robustas que de acuerdo al avance de la tecnología y de las dificultades presentadas por algunos protocolos patentados es la interoperabilidad que es la capacidad de comunicación entre sí. Por ello se requiere instrumentos que no posean esta limitación y tengan la capacidad de dar soluciones tecnológicas a empresas que estén estandarizadas y abiertas. (Caicedo & Varon- Serna, 2012).

En el proceso de redes hay que tomar en cuenta el cableado. Se puede definir a la comunicación alámbrica como, aquella forma de comunicación eléctrica en la que se necesita un soporte físico para la transmisión de la señal eléctrica. Este soporte físico será un cable y dependiendo de las características de la comunicación el tipo de cable será distinto. (Tecnocomunicaciones, 2016) que es el medio importante para transporte de la información y que en la industria está siendo afectada por el desgaste del material conductor de cobre y en algunos casos ha llevado el sistema de comunicación a derivación de tierra por fragilidad o ruptura del aislamiento (Spitta, 1981). Cuando se presentan estos inconvenientes es factible convinarla con otra topología que es de gran ayuda que es fidelidad inalámbrica (WIFI), hoy en día se construyen redes con esta tecnología e incluso son más baratas que fibra óptica (WNDW, 2013).

De acuerdo con el planteamiento del problema se presenta la siguiente pregunta que se tomará como la formulación de este problema de investigación.

¿Cuáles son los factores que influyen en la implementación de redes híbridas de transmisión de datos que operan en ambiente industrial?

De la interrogante general se desprende varias incógnitas que ayudan a establecer los objetivos de la investigación.

- ¿Cómo determinar los tipos de medio físico de transporte de datos donde pueden interactuar las diferentes topologías de redes para mantener un proceso eficiente en el tiempo?
- ¿Por qué realizar un análisis más específico sobre las redes híbridas implementadas en ambientes industriales y que han dado un efecto favorable a los procesos?

Para ir creando parámetros de cumplimiento con el problema es importante definir un objetivo general que vaya ligado con la investigación. Este objetivo general es el de analizar la implementación de redes híbridas de transmisión de datos que operan en ambiente industrial.

Conjuntamente con el objetivo general, va a ir definiéndose los objetivos específicos que son:

- Determinar los tipos de medio físico de transporte de datos donde pueden interactuar las diferentes topologías de redes para mantener un proceso eficiente en el tiempo.
- Realizar un análisis más específico sobre las redes híbridas implementadas en ambientes industriales y que han dado un efecto favorable a los procesos.
- Desarrollar un marco teórico de las bases conceptuales que puedan soportar la investigación propuesta.
- Crear una metodología obtenida de información de estudio del caso de procesos paralelos implementados.

Este tipo de investigación se realiza para aportar con el análisis necesario entre los lectores que les interese conocer sobre una red híbrida, ya que es una de las formas de conectividad y transferencia de información más moderna que

existen en la actualidad, además con este tipo de trabajo se pretende dar una perspectiva global sobre la implementación y diseño de una red.

La red híbrida, es una red de ordenadores cableada, todos los dispositivos tienen que estar conectados mediante cables físicos. Una configuración típica usa equipos centrales de acceso donde la información debe viajar por estos equipos centralizados para llegar a los puntos distribuidos. Estos puntos centrales de distribución pueden ser routers, switches y ya en menor medida hubs. La misión de estos dispositivos es compartir la conexión de red entre muchos otros dispositivos. Todos los dispositivos van conectados a los equipos principales usando cables de categoría 5 y 6. Si se quiere acceder a Internet en la red, normalmente se instala un router o un firewall dedicado para esta finalidad. (Sanchez, 2013)

Las empresas y en grupos de ordenadores especialmente interesados para desarrollar normas para cualquier tipo de comunicaciones o enlaces, estas redes permiten conocer e intercambiar información de manera general.

Método inalámbrico se comunicarán constantemente por medio de dos antenas una receptora y otra transmisora las cuales están instaladas en los equipos mencionados, Además el sistema de WIRELESS nos permite operar en medio de ambientes hostiles típicamente de Industria como alta temperatura, humedad y contaminación por polvo teniendo un alcance de 1Km. a la redonda (Oicomp, 2015)

Para el análisis de la red híbrida en una operación Industrial se debe de conocer si es inalámbrico, sobre la red WIFI y traducido al español es una "Fidelidad inalámbrica", en concreto es una red que no se soporta por ningún cable, estar conectado significaba literalmente estar conectado con un cable, esto restaba movilidad a la hora de usar un portátil, de que sirve tener un portátil si no lo puedes mover más allá del cable de conexión a internet. (Paulla, 2012). También tomando en consideración las radiofrecuencias inalámbricas que se basan en tecnología antigua y transmiten su señal a través de ondas de radio. Este tipo de bandas inalámbricas puede dar y recibir interferencia de diversas cosas tales como altavoces, microondas, Wi-Fi , y así sucesivamente, la ventaja es que el rango es enorme: 40 pies o más.

Tipos de cables como medio físico de transporte de datos en comunicación alámbrica son los más empleados para procesos industriales.

Teniendo como referencia principalmente al *cable ethernet* el cual es el elemento más importante de cualquier red, sea de kilómetros de distancia como de una simple red en la oficina o el hogar, es el cable Ethernet, y es el tipo de cable utilizado habitualmente para interconectar todos los dispositivos que conforman una LAN, incluyendo impresoras, discos externos, routers, escaners, switches y por supuesto las propias computadoras. (Cuvero, 2014)

Se puede hacer mención del *cable de pares o de par de par trenzado* el cual está formado por dos hilos de cobre recubiertos cada uno de ellos por un aislante. Los cables se trenzan uno alrededor del otro para evitar que se separen físicamente. Es el cable más simple y barato que se emplea en las comunicaciones, aunque su velocidad para la transmisión de datos es inferior a la que se obtiene con otros soportes y en ocasiones producen interferencias (ruidos). (Tecnocomunicaciones, 2016)

Como cableado alámbrico industrial se puede mencionar el *cable coaxial* el que está formado por dos conductores: uno central de cobre y de sección tubular revestido por una capa de aislante (este conductor es el que realmente transmite la señal) y otro en forma de malla que rodea al aislante del primer, este segundo conductor es una especie de toma a tierra que evita interferencias electromagnéticas. Todo el conjunto se aísla exteriormente por medio de un segundo aislante. (Tecnocomunicaciones, 2016)

En cuanto al cable de fibra óptica: está formado por un núcleo central de plástico o vidrio por el que circula la luz, normalmente ultravioleta, gracias a las propiedades de reflexión de la luz. Este núcleo está revestido por varias capas de aislante y permite la transmisión de grandes cantidades de información a grandes distancias y a gran velocidad sin interferencias. (Tecnocomunicaciones, 2016). Es importante también mencionar el cable mixto fibra-coaxial para el que se emplea aprovechando instalaciones de televisión por cable y proporciona un ancho de banda importante.

También se pueden hacer mención unos tipos de redes híbridas que fueron considerados como objeto de investigación.

Así también si de redes se va a hablar en este trabajo, es importante mencionar a la *red Ethernet industrial alámbrica*, es un estándar de redes de área local para computadores con acceso al medio por detección de la onda portadora y con detección de colisiones (CSMA/CD). Su nombre viene del concepto físico de ether. Ethernet define las características de cableado y señalización de nivel físico y los formatos de tramas de datos del nivel de enlace de datos del modelo OSI. (Hernandó,2016)

También llamada topología de red híbrida, combina las mejores características de dos o más redes diferentes. De acuerdo con "Auditoría y Control de la Tecnología de la Información", las topologías híbridas son confiables y versátiles. Estas proporcionan un gran número de conexiones y caminos de transmisión de datos para los usuarios. Las redes más reales son las híbridas, de acuerdo con "Lecturas sobre telecomunicaciones y redes". (Vasquez, 2013)

Así también la red híbrida se puede dividir en 2 tipos principales que son:

- El anillo de estrella
- El bus de estrella por cable

El *anillo de estrella* hace combinación de física de una red en estrella y la topología lógica, en este caso podemos ejemplificar los flujos de datos.

En el caso de la *red de bus de estrella por cable* también es empleada en una repartición de red física y la transmisión de datos.

La transmisión de datos es la que se transporta a través de la red híbrida y esto simplifica la velocidad de navegación y obtener mejor cobertura, con amplitud de seguridad en la información que se transmite. El propósito de una red es transmitir información desde un equipo otro. Para lograr esto, primero se debe decidir cómo se van a codificar los datos que serán enviados. (Carper, 2008)

Las industrias han implementado ciertas redes que contribuyen a la modernización de traspaso de información y monitoreo de proceso es por eso

que es imperativo obtener este tipo de red híbrida en una industria. El encuentro entre las industrias culturales, es decir, de aquellas industrias productoras de creaciones que utilizan los tres grandes sistemas simbólicos conocidos: sonidos imágenes y letras.

Otra de tipología de red híbrida se puede mencionar a las redes de sensores inalámbricos y las principales ventajas de esta tecnología están en su bajo consumo de energía y su fácil integración a través de nodos. En modo SLEEP su consumo es del orden de los microamperios, mientras para el modo ON, este alcanza las centenas de miliamperios aproximadamente. Como sensor solo necesita encenderse cuando tenga que enviar el dato a otro dispositivo (modo SLEEP). Los routers y coordinadores son los únicos que necesitan estar encendidos todo el tiempo (modo ON). Estas consideraciones son según la topología de red escogida. Esta tecnología utiliza la banda de frecuencias ISM (Industrial, Scientific, Medical) para uso industrial, científico y médico con frecuencias de 2.4 GHZ en todo el mundo, siendo esta la más utilizada por ser de uso libre no licenciada. Además, usa 868 MHZ en Europa y 915 MHZ en EE.UU. (Agudelo, 2015)

MÉTODO

La investigación es de origen cuantitativa, es también conocida como la investigación cuantitativa, porque se expone de una manera documentada y bibliográfica al presentar datos que comprueba información relevante para sustentar la metódica que se pretende aplicar, fijando las variables de una manera precisa y ordenada.

El estudio bibliográfico ayuda a formar lineamientos y parámetros que soportan las bases de la investigación de una red híbrida, así también el identificar diferentes estudios y bibliografías que se puede considerar un recurso muy importante la creación de documentos de investigación.

Se utilizó el método analítico por que permitió dividir un objeto en partes esenciales como los diferentes medios de transmisión de datos y topologías de

red que se unen para formar una red híbrida que cubra toda el área de cualquier tipo de proceso productivo.

Fase de Análisis

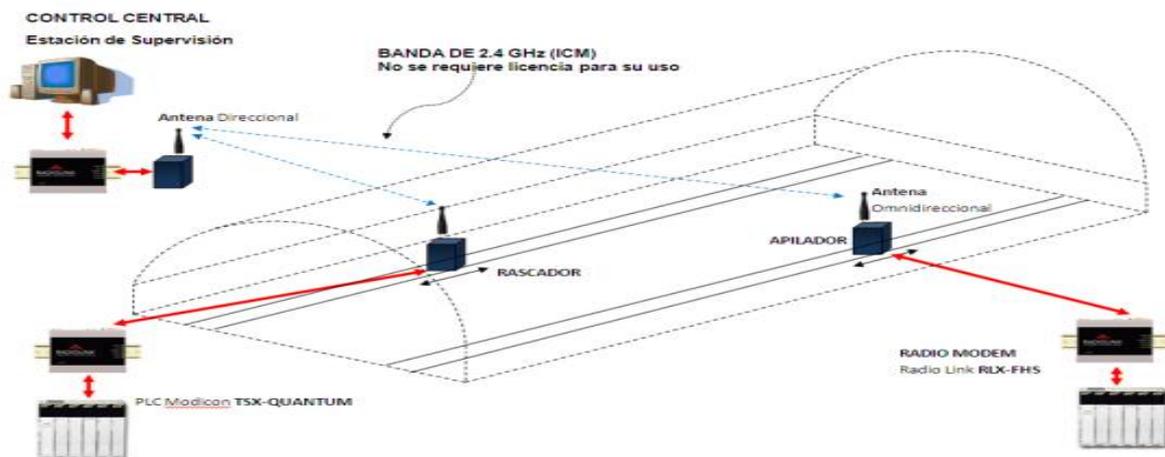
- Recabar requerimientos
- Definir las aplicaciones que se ejecutarán en forma distribuida
- Caracterizar como usan los usuarios las aplicaciones, definir métricas para medir el desempeño
- Distinguir entre requerimientos de servicio: Entradas y Salidas
- Definir flujos, establecer las fronteras de flujo.

Fase de Diseño

- Establecer metas de diseño. - Desarrollar criterios para evaluación de tecnologías: costo, rapidez, confiabilidad, etc.
- Realizar la selección de tecnologías.
- Integrar mecanismos de interconexión.
- Integrar aspectos de administración y seguridad al diseño.
- Incorporar análisis de riesgos y planificación de contingencias.
- Evaluar opciones de diseño del cableado.
- Seleccionar la ubicación de los equipos.
- Realizar el diagrama físico de la red.
- Incorporar las estrategias de enrutamiento con base en los flujos.
- Optimizar flujos de enrutamiento.
- Desarrollar una estrategia detallada de enrutamiento.

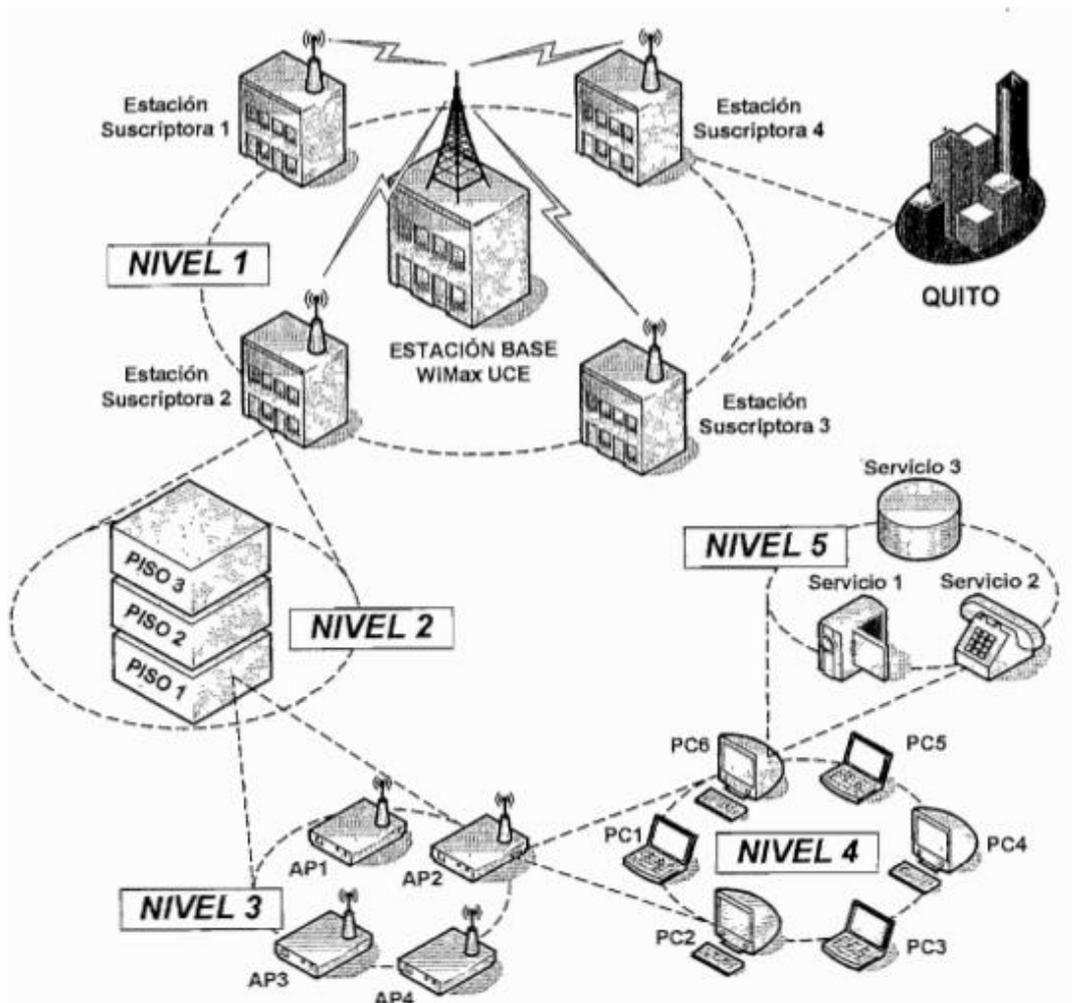
RESULTADOS

Un modelo muy utilizado en la industria en la actualidad son las redes combinadas por radio frecuencia(RF) y modbus RTU la cual se aplica en planta Latucanga de Holcim – Ecuador, cuya ubicación es remota, donde la contaminación ambiental por polvo es considerable a eso se suma las temperaturas bajas hasta 10°C. este estudio fue realizado por (Bayas Jurado & Jacome Caicedo, 2007) como proyecto de tesis.



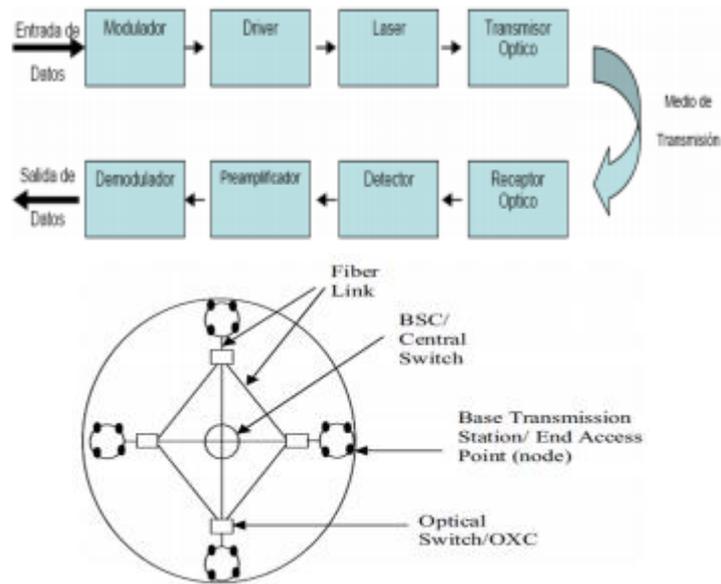
Fuente: (Bayas & Jacome,2007) *“Diseño e implementación de la automatización y optimización de la sala de recepción de materiales que se utiliza para elaboración de cemento en la planta Latacunga de Holcim Ecuador s.a.”*

Como resultado efectivo de que este tipo de redes pueden ayudar en los procesos, se puede mencionar el trabajo realizado por los señores Francisco Charro y Paulina Erazo en donde hacen un estudio y diseño de una red LAN híbrida en el año 2006. En este estudio se dio visibilidad del problema que tenía la U. Central del Ecuador en tener su sistema actual mucha homogeneidad sobre todo en su capa física, la implementación de esta red superó varias deficiencias que tenía con un mecanismo de administración igualitario para cada una de las facultades que funcionan dentro del campus y permitió incorporar a otras edificaciones de un modo más ágil. Esta propuesta de infraestructura inalámbrica fija ayudó en movilidad periódica de dispositivos de interconexión. (Charro y Erazo, 2006)



Fuente: (Charro y Erazo, 2006) “Estudio y diseño de una red Wlan híbrida, utilizando las tecnologías Wimax y WI-FI, para brindar servicios de video sobre IP e internet de banda ancha incluyendo trasmisión de voz y datos, en la Universidad Central del Ecuador”

Otro tipo de modelo de red híbrida implementado y que ayudó en gran manera es el trabajo que realizó Luis Alejandro Quiroz, Nestor Moreno y Nelson Enrique Vera que proponen un modelo de red híbrida óptica - inalámbrica mediante la tecnología free space optics (FSO) para el desarrollo de una red de acceso de nueva generación, que represente una solución a los proveedores para diferenciación de servicios, ofrecimiento de ancho de banda bajo demanda y uso compartido de infraestructura con otros proveedores de servicios. Se describe el principio de funcionamiento y las características técnicas de la tecnología FSO, se expone y analiza la arquitectura y el algoritmo de reconfiguración propuesto. (Quiroz, 2012)



Fuente: (Quiroz L, Moreno N. y Vera N., 2012). “Modelo para una red híbrida óptica inalámbrica”

También se puede mencionar otras redes híbridas que son importantes y de gran uso en varias industrias y procesos de producción. Las redes HFC son aquellas que incorporan tanto fibra óptica como cable coaxial para crear una red de banda ancha. Esta tecnología comienza a implementarse a través de operadores de Televisión por Cable, que además de brindar este servicio transportan por el mismo medio la señal de Internet de banda ancha (datos) y el servicio de voz, esta convergencia de servicios permite la aparición de una nueva oferta comercial en el mercado como es el servicio triple play. (Quezada, 2016). Las características principales de las redes HFC:

Tabla 1 Características de las redes híbridas HFC

Banda de distribución de frecuencias	86 - 862 MHz
Banda de Radiodifusión sonora en FM	87.5 - 108 MHz
Banda reservada a TV digital	606 - 862 MHz
Banda de Retorno	5 - 55/65 MHz
Impedancia característica	75 Ω
Unidades utilizadas	dBμV [1dBμV = 20 log V(μV)
	dBmV [1dBmV = 20 log V(mV)
Cable coaxial	Según norma CENELEC EN50 117-1
Fibra Óptica	Tipo monomodo según recomendaciones UIT-T

Fuente:(Quezada, 2016) “Estudio técnico para la migración de la red de CATV (coaxial) a una red híbrida HFC para aplicaciones triple play para la empresa SUPERCABLEFILS en la ciudad de Macará”

CONCLUSIONES

Se puede concluir en base al estudio realizado que las redes híbridas por su topología muy robusta y de gran alcance puede interconectar dispositivos ubicado en lugares remotos alcanzando hasta más de 1Km a la redonda además puede unir equipos de diferente diseño y fabricante a la misma red.

Se puede inferir en este estudio sobre la ejecución de un modelo de red híbrida implementadas y que dieron buenos resultados. Se puede hacer una conexión desde la introducción hasta los resultados, en donde se especifica el estudio de redes que se quiere dar a conocer y las simplificaciones que han dado como consecuencias la satisfacción en procesos industriales aplicados.

En el contexto de la formulación del tipo de red híbrida, se recrea dos investigaciones en los resultados que son la red híbrida HFC y la red híbrida óptica, ambas utilizaron cable y red inalámbrica que es la fusión de dos tipos de tecnologías que soportan el desarrollo de una nueva red.

Las ventajas de la red híbrida y conociendo que es una de las más utilizada en las Industria, por tener varios tipos de topologías como árbol, estrella, bus y la combinación entre ellas, las cuales pueden adaptar diferentes protocolos dándole eficiencia a los procesos.

Las Industrias que están alejadas de la población urbana donde el acceso es limitado, se pueden combinar formas de redes como Wireless o sin cable y alámbrica siendo muy fácil de adaptar a una red Híbrida, debida al poco espacio físico que utiliza la red Wireless la cual se puede fusionar fácilmente a una red alámbrica o cobre.

Bibliografía

- Caicedo, E., & Varon- Serna. (2012). *Mejores prácticas para redes de datos/Topologías de Red*. Obtenido de Mejores prácticas para redes de datos/Topologías de Red:
https://es.wikibooks.org/wiki/Mejores_pr%C3%A1cticas_para_redes_de_datos/Topolog%C3%ADas_de_Red
- Morán, E. (2007). *Elementos y Equipos Eléctricos*. Obtenido de Elementos y Equipos Eléctricos:
http://www.efn.uncor.edu/departamentos/electro/cat/eye_archivos/apunte_s/a_practico/CAP%209%20Pco.pdf
- Spitta, A. F. (1981). *Instalaciones Eléctricas*. En G. g. Spitta. Madrid-España: Dossat S.A.
- WNDW. (2013). *WIRELESS NETWORKING IN THE DEVELOPING WORLD*.
- Paulla, A. (2012). Obtenido de
<https://www.definicionabc.com/tecnologia/wireless.php>
- Sanchez, C. (2013). *¿Qué son las redes híbridas?* Obtenido de ¿Qué son las redes híbridas?: <http://www.ordenadores-y-portatiles.com/redes-hibridas.html>
- Oicomp. (2015). *Humedad y Temperatura*. Obtenido de
<https://www.oicomp.cl/detalle/instrumentacion-de-procesos/humedad-y-temperatura/155/sonda-robusta-para-ambientes-hostiles-hc2-sm>
- Cuvero, C. (2014). *¿QUÉ ES UN CABLE ETHERNET?* Obtenido de ¿QUÉ ES UN CABLE ETHERNET?: <https://tecnologia-facil.com/que-es/que-es-un-cable-ethernet/>
- Tecnocomunicaciones. (2016). *COMUNICACIÓN ALÁMBRICA*. Obtenido de COMUNICACIÓN ALÁMBRICA:
<https://tecnocomunicaciones.wikispaces.com/COMUNICACION%3%93N+AL%3%81MBRICA>
- Hernandó, J.M. (2016). *Transmisión en línea*. Madrid-España: Fundacion Rogelio Segovia para el desarrollo de las telecomunicaciones
- Vasquez, G. (2013). *¿Qué son las redes híbridas?* Obtenido de ¿Qué son las redes híbridas?: <https://prezi.com/zz9tlwg2ptkt/que-son-las-redes-hibridas/>
- Carper, J. (16 de Octubre de 2008). *Transmisión de datos: Introducción*. Obtenido de Transmisión de datos: Introducción:
<http://es.ccm.net/contents/686-transmission-de-datos-introduccion>

Agudelo, S. (2015). REDES DE SENSORES INALÁMBRICOS UTILIZANDO ZIGBEE/802.15.4. UPB.

Bayas Jurado & Jacome Caicedo, (2007). *Diseño e implementación de la automatización y optimización de la sala de recepción de materiales que se utiliza para elaboración de cemento en la planta Latacunga de Holcim Ecuador s.a.*” Obtenido de Proyecto de Grado para la obtención de título de Ingeniero en electrónica e instrumentación

Charro y Erazo. (2006). Universidad Politécnica.

Quiroz, M. y. (2012). Modelo para una red híbrida óptica inalámbrica. *Redes de Ingeniería*.

Quezada, C. E. (2016). “Estudio técnico para la migración de la red de CATV (coaxial) a una red híbrida HFC para aplicaciones triple play para la empresa SUPERCABLEFILS en la ciudad de Macará”. Loja, Loja, Ecuador: Universidad de Loja.