



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE
COMUNICACIÓN EMPLEADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA**

Randolfo Estuardo Sontay Chan

Asesorado por el Ing. Henry Waldemar Sontay Chan

Guatemala, enero de 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE
COMUNICACIÓN EMPLEADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

RANDOLFO ESTUARDO SONTAY CHAN

ASESORADO POR EL ING. HENRRY WALDEMAR SONTAY CHAN

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO EN ELECTRÓNICA

GUATEMALA, ENERO DE 2015

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Narda Lucía Pacay Barrientos
VOCAL V	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. María Magdalena Puente Romero
EXAMINADOR	Ing. Romeo Nefalí López Orozco
EXAMINADOR	Ing. Byron Odilio Arrivillaga Méndez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, con fecha 2 de abril de 2014.



Randolfo Estuardo Sontay Chan

Guatemala, 28 de octubre de 2014

Ingeniero

Carlos Eduardo Guzmán

Coordinador del Área de Electrónica

Presente

Señor Coordinador:

Atentamente me dirijo a usted, para presentarle el trabajo de graduación titulado, "PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN UTILIZADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA", del señor Randolpho Estuardo Sontay Chan.

A mi juicio, el trabajo cumple con los objetivos planteados, habiéndolos revisado, encuentro su contenido interesante y de actualidad, por lo que me es, en su totalidad, satisfactorio.

Por tanto, el autor de este trabajo de graduación y yo, como su asesor, nos hacemos responsables por el contenido y conclusiones del mismo.

Sin otro particular, me es grato saludarle.

Henry Waldemar Sontay Chan
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS
COLEGIADO No. 11531



Ing. Henry Waldemar Sontay Chan

Colegiado 11531

Asesor.



Ref. EIME 50.2014
Guatemala, 3 de OCTUBRE 2014.

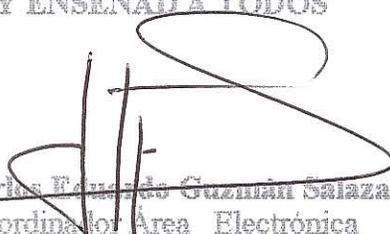
Señor Director
Ing. Guillermo Antonio Puente Romero
Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC.

Señor Director:

Me permito dar aprobación al trabajo de Graduación titulado:
**PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS
ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN UTILIZADOS
PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA**, del
estudiante **Randolfo Estuardo Sontay Chan**, que cumple con los
requisitos establecidos para tal fin.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para saludarle.

Atentamente,
ID Y ENSEÑAD A TODOS


Ing. Carlos Eduardo Guzmán Salazar
Coordinador Área Electrónica



SFO



REF. EIME 50. 2014.

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica, después de conocer el dictamen del Asesor, con el Visto Bueno del Coordinador de Área, al trabajo de Graduación del estudiante; RANDOLFO ESTUARDO SONTAY CHAN titulado: PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN UTILIZADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA, procede a la autorización del mismo.


Ing. Guillermo Antonio Puente Romero

GUATEMALA, 2 DE NOVIEMBRE 2014.



Universidad de San
Carlos de Guatemala



Facultad de Ingeniería
Unidad de Lingüística

Guatemala, 21 de enero de 2015
Ling. 1/15

Ingeniero Guillermo Antonio Puente Romero
Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica
Facultad de Ingeniería, USAC

Señor director:

Por este medio hago de su conocimiento que la Unidad de Lingüística hace una modificación al título del trabajo de graduación de la estudiante **Randolfo Estuardo Sontay Chan**, con número de carné: **2006-11476** el cual fue aprobado de acuerdo al protocolo como: **PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN UTILIZADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA.**

La Unidad modifica el título del trabajo en virtud de que el mismo no está bien redactado y propone la siguiente forma: **PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA.**




Licenciada Rosa Amelia González Domínguez
Coordinadora de la Unidad de Lingüística



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Eléctrica al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS ESTÁNDARES ABIERTOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS PARA LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA**, presentado por el estudiante universitario: **Randolfo Estuardo Sontay Chan** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE

Ing. Murphy Olympto Paíz Recinos
Decano



Guatemala, enero de 2015

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Inteligencia suprema, causa primera de todas las cosas, por brindarme la oportunidad de esta nueva existencia, poniendo a mí alcance el conocimiento y la sabiduría para mi progreso, por cada tropiezo y cada triunfo de esta vida.

Mis padres

Atanacio Sontay Tzunux y Margarita Chan Capriel, por su amor, esfuerzo, dedicación y entera confianza en todo momento de mi vida.

Mis hermanos

Vilma, Henry, Gerberth, Danilo, Mayra, Luis, Ana, Edwin y Dinora Sontay Chan, por apoyarme a no abandonar mis sueños, por sus consejos y conocimientos, y sobre todo, por ser mis hermanos.

AGRADECIMIENTOS A:

La Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser la casa de estudios que me brindará la oportunidad de formarme como profesional.
Facultad de Ingeniería	Por el conocimiento brindados en cada una de sus aulas.
Guías espirituales	Por estar conmigo y ser mis protectores en cada prueba de la vida.
Mis amigos	Por el apoyo brindado y cada momento compartido, el cual ha sido valioso, imborrable y grandioso, a los de la Escuela de Mecánica Eléctrica que me brindaron su amistad, y a todos con los que he compartido clases desde el comienzo de mi formación académica, que de alguna manera contribuyeron al triunfo que hoy obtengo.

1.5.4.	Configuración de la línea de transmisión.....	8
1.5.4.1.	Transmisión simple (<i>simplex</i>)	8
1.5.4.2.	Transmisión semidoble (<i>half-duplex</i>).....	8
1.5.4.3.	Transmisión doble (<i>full-duplex</i>)	9
2.	PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN Y SU ARQUITECTURA	11
2.1.	Protocolo	11
2.2.	Características de un protocolo.....	11
2.3.	Arquitectura de protocolos	12
2.3.1.	Modelo OSI	12
2.3.1.1.	Capa física	14
2.3.1.2.	Capa de enlace	14
2.3.1.3.	Capa de red.....	15
2.3.1.4.	Capa de transporte.....	15
2.3.1.5.	Capa de sesión	15
2.3.1.6.	Capa de presentación	16
2.3.1.7.	Capa de aplicación	16
2.3.2.	Modelo TCP	16
2.3.2.1.	Nivel de aplicación	17
2.3.2.2.	Nivel de transporte	18
2.3.2.3.	Nivel de internet	18
2.3.2.4.	Nivel de interfaz de red	18
3.	MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN	19
3.1.	Medios de transmisión alámbricos	19
3.1.1.	Par trenzado.....	19
3.1.2.	Cable coaxial.....	21
3.1.3.	Fibra óptica.....	22

3.2.	Medios inalámbricos	23
3.2.1.	Ondas de radio	23
3.2.2.	Infrarrojos.....	24
3.3.	Dispositivos de interconexión	25
3.3.1.	Repetidores	25
3.3.2.	Concentradores (<i>hub</i>).....	26
3.3.3.	Puentes (<i>bridge</i>)	27
3.3.4.	Conmutadores (<i>switch</i>).....	27
3.3.5.	Encaminadores (<i>routers</i>)	28
3.3.6.	Pasarela (<i>gateway</i>).....	29
3.3.7.	Módem.....	29
3.3.8.	Cortafuegos (<i>firewalls</i>).....	29
4.	PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN LA DOMÓTICA.....	31
4.1.	Protocolos estándares cerrados	31
4.2.	Protocolos estándares abiertos	31
4.2.1.	Protocolo X-10.....	32
4.2.1.1.	Características de transmisión.....	32
4.2.1.2.	Funcionamiento	32
4.2.2.	Protocolo KNX	34
4.2.2.1.	Características de transmisión.....	34
4.2.2.2.	Funcionamiento	35
4.2.3.	Protocolo EIB.....	36
4.2.3.1.	Características de transmisión.....	36
4.2.3.2.	Funcionamiento	37
4.2.4.	Protocolo BatiBUS	38
4.2.4.1.	Características de transmisión.....	39
4.2.4.2.	Funcionamiento	39

4.2.5.	Protocolo EHS (European Home System).....	40
4.2.5.1.	Características de transmisión	40
4.2.5.2.	Funcionamiento.....	41
4.2.6.	Protocolo CEBus.....	42
4.2.6.1.	Características de transmisión	42
4.2.6.2.	Funcionamiento.....	42
4.2.7.	Protocolo BACnet.....	43
4.2.7.1.	Características de transmisión	44
4.2.7.2.	Funcionamiento.....	45
4.2.8.	Protocolo SCP.....	46
4.2.8.1.	Características de transmisión	47
4.2.8.2.	Funcionamiento.....	47
5.	PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA	49
5.1.	Evolución de los protocolos estándares abiertos	49
5.2.	Evolución en el uso de los medios de transmisión.....	49
5.3.	Evolución de los protocolos.....	51
	CONCLUSIONES.....	57
	RECOMENDACIONES	59
	BIBLIOGRAFÍA.....	61

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Diagrama general de bloques	1
2.	Transmisión simple (<i>simplex</i>).....	8
3.	Transmisión <i>half-duplex</i>	9
4.	Transmisión <i>full-duplex</i>	9
5.	Relación entre el modelo OSI y TCP/IP	17
6.	Par trenzado.....	20
7.	Cable coaxial.....	22
8.	Fibra óptica	23
9.	Ondas de radio.....	24
10.	Ejemplo de una conexión infrarroja.....	25
11.	Funcionamiento de un repetidor en una red doméstica	26
12.	Concentrador	27
13.	Encaminadores	28
14.	Trama del protocolo X-10.....	33
15.	Pila de protocolos de BACnet	46

TABLAS

I.	Capas del modelo OSI	13
II.	Categorías del par trenzado.....	20
III.	Comparación cualitativa de los medios de transmisión alámbricos	50

IV.	Comparación cualitativa de los medios de transmisión inalámbricos ...	51
V.	Comparación cualitativa de los protocolos estándares abiertos utilizados en la domótica.....	54

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
bps	Bits por segundo
G	Giga
Hz	Hercio, hertzio o hertz
HTTP	Hypertext Transfer Protocol
K	Kilo
M	Mega
m	Mili
V	Voltio
Vca	Voltios de corriente alterna
Vcd	Voltios de corriente directa

GLOSARIO

ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ARCNET	Arquitectura de Red Local
Baudio	Número de símbolos por segundo en un medio de transmisión digital.
Bit	Unidad mínima de información binaria que representa dos estados, 0 o 1, y que puede ser representada por señales eléctricas.
Byte	Equivalente a 8 bits
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection. Es un protocolo de acceso al medio compartido, que administra la disponibilidad de un canal para realizar la transmisión.
EIA-232	Norma para el intercambio de datos binarios en forma serial.
EIA-485	Estándar de comunicaciones definido en bus de transmisión multipunto diferencial de la capa física del Modelo OSI, ideal para transmitir a altas velocidades y distancias largas.

EIGRP	Protocolo de enrutamiento de gateway interior mejorado.
Fotodiodo	Dispositivo electrónico sensible a la incidencia de la luz visible o infrarroja.
FTP	Protocolo de transferencia de archivos
Geoestacionario	Que se mantiene inmóvil sobre un punto del globo terrestre.
Hardware	Todas las partes tangibles de los sistemas informáticos.
HTTP	Protocolo de transferencia de hipertexto
IEEE 802.2	Estándar que define el control de los enlaces lógicos
IEEE 802.3	Fue el primer intento de estandarizar Ethernet
IGRP	Protocolo de enrutamiento de gateway interior
Impedancia	Medida de la oposición que presenta un circuito a una corriente cuando se aplica un voltaje.
IPX	Intercambio de paquetes entre redes
Monolítico	Que está hecho de una sola pieza

Nodo	Punto de intersección, conexión o unión de varios elementos que se concentran en el mismo lugar.
Ohmio	Unidad de medida de la resistencia eléctrica
OSI	Interconexión de sistemas abiertos
OSPF	Open Shortest Path First
PDU	Unidad de datos de protocolo
RIP	Protocolo de información de encaminamiento
SMTP	Protocolo para la transferencia simple de correo electrónico.
Software	Todo el conjunto intangible de datos y programas de los sistemas informáticos.
TCP	Protocolo de control de transmisión
UDP	User Datagram Protocol. Protocolo de nivel de transporte basado en el intercambio de datagramas.
UHF	Ultra High Frequency. Es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 300 MHz a 3 GHz.

VHF

Very High Frequency. Es la banda del espectro electromagnético que ocupa el rango de frecuencias de 30 MHz a 300 MHz.

RESUMEN

En el presente trabajo de graduación se realiza una propuesta para la aplicación de los protocolos estándares abiertos de comunicación empleados para la transmisión de datos en la industria de la domótica.

El trabajo consta de cinco capítulos. En el capítulo uno se describe ciertas características de la comunicación de datos, necesarias para realizar el intercambio de señales de una manera eficaz.

El capítulo dos presenta la arquitectura de los protocolos de comunicación de datos.

El capítulo tres proporciona los medios de transmisión y dispositivos de interconexión, utilizados por los protocolos de comunicación para la transmisión de datos.

En el capítulo cuatro se enlistan algunos protocolos estándares abiertos de comunicación empleados en la domótica, describiendo sus características de transmisión y compatibilidad.

En el capítulo cinco se realiza una propuesta de utilización de los protocolos estándares abiertos, empleados para la transmisión de datos en la domótica.

OBJETIVOS

General

Realizar una propuesta para la utilización de los protocolos estándares abiertos de comunicación que son utilizados para la transmisión de datos en la domótica.

Específicos

1. Presentar las características básicas que se deben tomar en cuenta en la comunicación de datos.
2. Describir la arquitectura de los protocolos de comunicación.
3. Dar a conocer los medios de transmisión y dispositivos de interconexión usados por los protocolos estándares abiertos utilizados en la domótica.
4. Conocer las características de algunos protocolos estándares abiertos comúnmente utilizados para los diseños de automatización en viviendas y edificios.
5. Realizar una propuesta para la utilización de los protocolos estándares abiertos empleados para la transmisión de datos en la domótica.

INTRODUCCIÓN

En los diseños de automatización de viviendas y edificios se hace necesaria la comunicación entre dispositivos de diversas marcas, ya sea por conveniencia en cuanto a los costos o a la eficiencia que ofrece cada marca, por lo que es importante el uso de protocolos estándares. Además de la compatibilidad con los diferentes equipos, se debe conocer las ventajas y desventajas que cada uno de estos presenta. A dichos protocolos se les llama protocolos estándares abiertos, lo cual es un esfuerzo de varias compañías para unificar criterios, de tal manera que cualquier fabricante puede desarrollar aplicaciones y productos que lleven implícito el protocolo de comunicación.

La propuesta de utilización de los protocolos estándares abiertos de comunicación en la transmisión de datos en la domótica, es una solución a la incompatibilidad de dispositivos utilizados para automatizar edificios o viviendas, y también, para determinar las vías más fiables y eficaces para la transmisión de datos. Se requiere pues, realizar una comparación de las características principales que cada uno de estos protocolos ofrece.

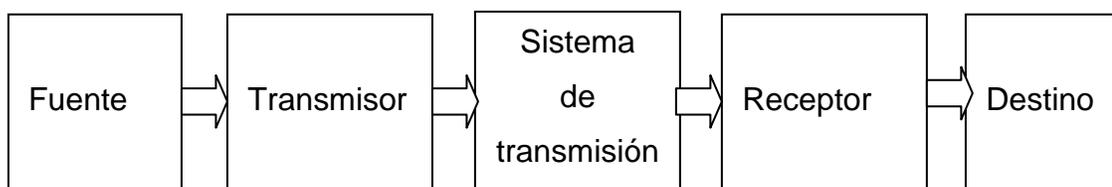
1. COMUNICACIÓN DE DATOS

Es el proceso de comunicar información codificada de un punto a otro, por medio de transmisiones eléctricas. También es llamada red de datos, que facilita el envío de información. El objetivo de todo sistema de comunicación es intercambiar información entre dos unidades, ya sea a corta o a larga distancia.

1.1. Modelo de comunicación

En todo proceso de transmisión se debe tomar en cuenta ciertas características, ya que en el proceso se realiza un intercambio de señales. En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques un modelo simplificado del proceso básico de comunicación.

Figura 1. Diagrama general de bloques



Fuente: elaboración propia con programa Word.

La figura 1 incluye los cinco elementos importantes que constituyen el proceso de transmisión.

- Fuente: dispositivo que genera señales o datos a transmitir.

- Transmisor: se encarga de transformar y codificar la información generada por la fuente en señales electromagnéticas, para que estas puedan llegar a su destino.
- Sistema de transmisión: puede ser desde una línea de transmisión hasta una red compleja que sea capaz de conectar a la fuente con el destino.
- Receptor: es el que acepta la señal que viene desde el sistema de transmisión y la transforma de modo que puede ser manejada en el bloque destino.
- Destino: es el dispositivo que toma los datos del receptor. Idealmente se debe de obtener el mensaje original enviado desde la fuente.

1.2. Terminología utilizada en la transmisión de datos

La terminología más común en las transmisiones de datos es utilizada cuando se habla del medio de transmisión, o de los factores importantes que afectan la comunicación de datos, por ejemplo:

- Frecuencia: es una magnitud que mide el número de vibraciones, ondas o ciclos realizados por unidad de tiempo de un suceso o fenómeno, por ejemplo, la corriente alterna. Es inversamente proporcional a la longitud de la onda y se mide en hercios (Hz). Cuando las ondas se propagan de un medio a otro, como de aire a agua, la frecuencia de la onda se mantiene constante, cambiando únicamente su longitud y velocidad.

- Velocidad de transmisión: es la medición del tiempo transcurrido para el envío de datos.
- Ancho de banda: es la longitud medida en hercios, del rango de frecuencias en el que se encuentra la mayor parte de la potencia en las señales analógicas. Para las señales digitales es común referirse al ancho de banda digital como la cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo.
- Tasa de error de bit: es el número de bits recibidos de forma incorrecta respecto al total de los bits enviados durante un intervalo de tiempo.

1.3. Perturbaciones en la transmisión

Son inevitables en la transmisión de señales analógicas o digitales, dado que existen factores que afectan a la calidad de las señales.

1.3.1. Atenuación

Es la pérdida de la señal que decae con la distancia, la cual se incrementa con la frecuencia, temperatura y el tiempo. En los medios de transmisión alámbricos, la energía de la señal decae, por lo general, de una manera logarítmica y, por lo tanto, comúnmente es representada en decibelios. En medios inalámbricos es más compleja, ya que se ve afectada por las condiciones atmosféricas.

Al momento de que la señal se ve atenuada, los datos llegan con muy baja calidad y es causante de errores, debido a que es más fácil que se le inserte ruido a la señal.

1.3.2. Distorsión de retardo

Es el desfase que sufren las componentes en frecuencia de la señal durante la propagación, debido a que la velocidad varía con la frecuencia, en muchos casos las distintas componentes de frecuencia de la señal llegan al receptor en tiempos diferentes, esto es un efecto particular de los medios de transmisión alámbricos.

La distorsión de retardo es crítica en la transmisión de datos digitales, ya que los bits se desplazan y crean interferencias entre símbolos. Por lo tanto, este es un factor que limita, principalmente la velocidad de transmisión máxima en un canal de transmisión.

1.3.3. Ruido

Las señales no deseadas que se insertan en una señal debido a los diferentes factores introducidos por los sistemas de transmisión. En los sistemas de comunicaciones es el factor más importante a eliminar. El ruido está en todas partes, en los televisores, las radios y hasta en las electrodomésticos.

1.4. Técnicas de transmisión

El envío de la secuencia de datos se puede realizar de dos maneras diferentes: serie y paralela.

1.4.1. Transmisión serie

Esta técnica de transmisión es muy útil cuando se realizan transmisiones a larga distancia. En esta, los bits son transferidos de uno en uno sobre una única línea. Por ejemplo, cuando se envía un byte, cada uno es enviado uno detrás de otro a través de la línea, agregando además un par más de bits para designar el inicio y final del dato. Así, a 1200 baudios, cerca de 120 bytes de datos son enviados por segundo.

1.4.2. Transmisión paralela

Esta técnica es mucho más rápida que la transmisión serie, ya que requiere de una línea por cada bit de valor digital transmitido, los bits se transmiten en grupo sobre varias líneas al mismo tiempo. Su inconveniente radica en la complejidad de los transmisores y los receptores de la línea.

1.5. Transmisión de datos analógicos y digitales

En la transmisión de datos entre dos dispositivos, se debe de tomar en cuenta la naturaleza de los datos, de su procesamiento y propagación. Entre sus consideraciones se debe conocer si se tratan de datos digitales o analógicos, o de continuo o discreto respectivamente. Estos términos se aplican, generalmente a los datos, a la señalización, y al tipo de transmisión.

1.5.1. Datos

Se le denominan datos a todo ente capaz de transportar información. Las señales solo son una representación eléctrica o electromagnética de los datos. Los datos analógicos son los que pueden tomar valores en intervalos continuos,

como la voz, la temperatura o la presión, y que pueden ser capturados por medio de sensores. Los datos digitales son los que toman valores discretos, por ejemplo, los textos o números enteros.

1.5.2. Señalización

Es el hecho de la propagación de las señales de un punto a otro a través de un medio adecuado.

Las señales analógicas son ondas electromagnéticas que varían continuamente, y que según su espectro electromagnético puede ser transmitido a través de cable coaxial, fibra óptica o de manera inalámbrica.

Una señal digital es una secuencia de pulsos binarios que pueden ser transmitidos a través de un conductor, y ser representados por variaciones de voltaje.

1.5.3. Transmisión

La comunicación de datos mediante la propagación y el procesamiento de señales. Tanto las señales analógicas como las digitales pueden ser transmitidas a través del medio adecuado.

La transmisión analógica es una forma de transmitir señales analógicas independientemente si representan datos analógicos o digitales. Por el contrario, la señal digital, es dependiente del contenido de la señal.

Una señal digital solo se puede transmitir a una distancia limitada, ya que los factores de atenuación y otros aspectos que hacen que se vaya perdiendo la señal pueden afectar la integridad de los datos transmitidos.

1.5.3.1. Transmisión síncrona y asíncrona

La transmisión entre un dispositivo y otro a través de una línea de transmisión implica cierta sincronización, generalmente los datos se transmiten bit a bit. El receptor debe saber la velocidad a la que se está transmitiendo y para ello existen dos técnicas para el control de temporización: la transmisión síncrona y la asíncrona.

1.5.3.1.1. Transmisión síncrona

Este tipo de técnica consiste en el envío de una trama de datos, no hay bits de inicio ni de paro, por lo que se pueden transmitir bloques que contengan gran número de bits. En este caso los bits de sincronismo tienen la función de sincronizar los relojes del emisor y el receptor, de tal manera que controlan la duración de cada bit y carácter.

1.5.3.1.2. Transmisión asíncrona

En este tipo de sincronización los relojes del transmisor y receptor son independientes y no sincronizados. Los datos son transmitidos carácter a carácter, normalmente cada carácter es de 5 a 8 bits.

El receptor puede resincronizarse al principio de cada carácter nuevo. El principio de cada carácter se indica mediante un bit de comienzo que

corresponde al valor binario 0, seguido de esto se transmite el carácter, comenzando por el bit menos significativo.

Generalmente, los bits correspondientes al carácter van seguidos de un bit de paridad, que ocupan la posición del más significativo, este bit de paridad sirve para la corrección de errores en el receptor.

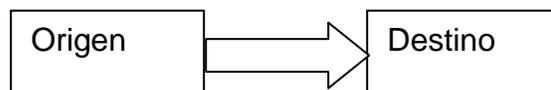
1.5.4. Configuración de la línea de transmisión

Las líneas de transmisión se pueden configurar para transportar datos de tres maneras diferentes: simple, semidoble y doble.

1.5.4.1. Transmisión simple (*simplex*)

En una comunicación *simplex* existe un solo canal que es unidireccional. Un ejemplo de estos es la radio y la televisión, en el que el origen puede transmitir al destino, pero el destino no puede comunicarse con el origen.

Figura 2. **Transmisión simple (*simplex*)**



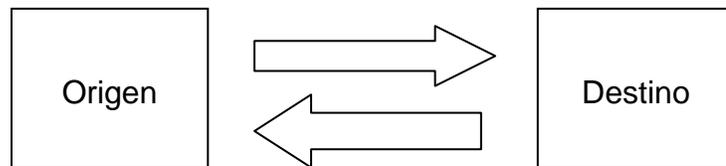
Fuente: elaboración propia con programa Word.

1.5.4.2. Transmisión semidoble (*half-duplex*)

Una comunicación *half-duplex* se da en una sola línea, en el que la fuente y el destino pueden enviar y recibir información, pero no al mismo tiempo, debe

esperar cierto tiempo si alguno está haciendo uso de la línea de transmisión. Un ejemplo de esto son los *walkie-talkie*.

Figura 3. **Transmisión *half-duplex***

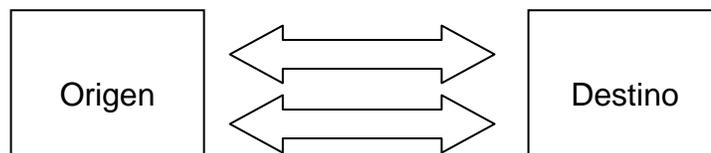


Fuente: elaboración propia con programa Word.

1.5.4.3. **Transmisión doble (*full-duplex*)**

En una comunicación *full-duplex* se tienen dos líneas de transmisión, en la que se puede estar enviando y transmitiendo datos simultáneamente. Por ejemplo, una conversación telefónica en la que se tiene una comunicación bidireccional.

Figura 4. **Transmisión *full-duplex***



Fuente: elaboración propia con programa Word.

2. PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN Y SU ARQUITECTURA

2.1. Protocolo

Son procedimientos o estándares establecidos para controlar y facilitar el intercambio de datos entre sistemas, definen la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación. Pueden ser implementados por hardware, software o una combinación de ambas.

- Sintaxis: establece cuestiones relacionadas con el formato de los bloques de datos.
- Semántica: incluye información de control para la coordinación y la gestión de errores.

2.2. Características de un protocolo

Se caracterizan por ser directos e indirectos, monolíticos y estructurados, simétricos y asimétricos, estándares y no estándares.

Son directos cuando se hace una conexión punto a punto, e indirectos cuando se hay un enlace en diferentes redes.

Los monolíticos son aquellos en el que el emisor tiene el control en una sola capa de todo el proceso de transferencia, en cambio en los estructurados hay varias capas que se coordinan y dividen la tarea de comunicación.

En el caso de los simétricos las entidades que se comunican son semejantes en cuanto a poder ser emisores y receptores de información, y en los asimétricos tienen funciones totalmente diferentes una de la otra.

Los protocolos estándares fueron creados para uso general, en cambio los no estándares para un uso en específico.

2.3. Arquitectura de protocolos

Es una estructura en capas de elementos de hardware y software que facilita el intercambio de datos entre sistemas y posibilita las aplicaciones distribuidas, como el comercio electrónico y la transferencia de archivos.

2.3.1. Modelo OSI

Este modelo nace alrededor de 1980, como una necesidad para desarrollar normas comunes que permitieran la intercomunicación entre los sistemas de comunicaciones. Fue propuesto por la Organización Internacional de Normalización (ISO), quien logró establecer las bases para la definición de protocolos de comunicación entre sistemas informáticos.

El modelo propone dividir en niveles todas las tareas que se llevan a cabo en una comunicación entre ordenadores, en total se formarían de siete niveles, en donde los primeros cuatro tendrían funciones de comunicación y los tres restantes de proceso.

Tabla I. **Capas del modelo OSI**

CAPA 7	APLICACIÓN	Se encarga el intercambio de información entre el usuario y el sistema.
CAPA 6	PRESENTACIÓN	Traduce la información del formato de la maquina a un formato que pueda comprender el usuario.
CAPA 5	SESIÓN	Organiza las funciones que permiten que dos usuarios se comuniquen a través de la red.
CAPA 4	TRANSPORTE	Asegura la transferencia de la información a pesar de los fallos del sistema.
CAPA 3	RED	Decide por dónde se han de transmitir los datos dentro de la red.
CAPA 2	ENLACE	Establece y mantiene el flujo de datos entre los usuarios.
CAPA 1	FÍSICA	Define las características mecánicas y eléctricas de la red.

Fuente: elaboración propia con programa Word.

Dentro de las características del modelo OSI se pueden mencionar las siguientes:

- Existe una jerarquía entre capas, de modo que cada capa desarrolle una parte del proceso de comunicación.
- Hay dependencia entre capas, cada nivel depende del nivel inferior y superior del mismo.

- Cada nivel agrega al formato del mensaje un encabezado de control.

A la unión de los datos generados por la capa superior junto con la información de control de la capa actual se denomina Unidad de Datos del Protocolo (PDU).

2.3.1.1. Capa física

Se encarga de la interfaz física, además define las reglas que regirán en la transmisión de bits. Tiene cuatro características importantes:

- **Mecánicas:** relacionada con las propiedades físicas de la interfaz y con el medio de transmisión, por ejemplo: conectores, cables y los tipos de señales que circularán por ellos.
- **Eléctricas:** define la representación de los bits por medio de niveles de voltaje.
- **Funcionales:** establece las funciones que realiza cada uno de los circuitos dentro de la interfaz física y del medio de transmisión.
- **De procedimiento:** define la secuencia de eventos que se llevan a cabo en el intercambio del flujo de bits a través del medio físico.

2.3.1.2. Capa de enlace

Se ocupa de que el direccionamiento físico sea seguro. El servicio principal que proporciona es el de detección y control de errores, manejo de

tramas y protocolización de datos. Las normas Ethernet y Token Ring, también están definidas en esta capa.

2.3.1.3. Capa de red

Su objetivo es hacer que los datos lleguen desde el origen al destino, realizando un direccionamiento lógico y determinando la ruta por donde se han de transmitir los datos dentro de la red. Los dispositivos que facilitan esta tarea son los enrutadores o *routers*.

Los paquetes de información que se manejan en esta capa se pueden clasificar en protocolos enrutables y de enrutamiento. Los enrutables viajan con los paquetes, por ejemplo, el Protocolo Internet (IP), y el intercambio de paquetes entre redes (IPX). Los protocolos de enrutamiento permiten la selección de las rutas, por ejemplo: RIP, IGRP, EIGRP y OSPF.

2.3.1.4. Capa de transporte

Esta capa se encarga del transporte de los datos que se encuentran dentro del paquete, independizándolo del tipo de red física que se esté utilizando. Asegura la igualdad entre la velocidad de transmisión y la velocidad de recepción. Un ejemplo de los protocolos que se encuentran en esta capa son: TCP y UDP.

2.3.1.5. Capa de sesión

Se encarga de mantener y controlar el enlace establecido entre dos usuarios que están transmitiendo datos a través de la red. Entre las tareas que

realiza está la seguridad, contraseña de los usuarios y la administración del sistema.

2.3.1.6. Capa de presentación

Esta capa define el formato de los datos que se van a intercambiar entre los usuarios, incluyendo la transferencia de archivos y los programas de aplicación. Traduce el formato original del mensaje y asigna una sintaxis a los datos para que de esa forma se envíe a través de la red. Un ejemplo de los servicios que ofrece esta capa es la comprensión y cifrado de datos.

2.3.1.7. Capa de aplicación

Es donde interactúa el usuario final a través de programas de aplicación. Incluye funciones de administración y en general. Un ejemplo de las aplicaciones son: transferencia de archivos, correo electrónico, acceso remoto a ordenadores, etc.

2.3.2. Modelo TCP

Este modelo está diseñado para enrutar y es compatible con cualquier sistema operativo o con cualquier hardware. Está formado por cuatro capas que se encargan de dar formato, direccionar, transmitir y enrutar para que sean recibidos por el destinatario.

Los protocolos más importantes dentro de este modelo es el de Control de Transmisión (TCP) y el de Internet (IP), que fueron los dos primeros en definirse y, por lo que algunas veces es llamado como protocolos TCP/IP. Se utiliza el

modelo OSI para su entendimiento, pero realmente es el modelo TCP/IP el que se utiliza.

Figura 5. **Relación entre el modelo OSI y TCP/IP**



Fuente: elaboración propia con programa Word.

La figura 5 muestra que cada nivel del modelo TCP/IP corresponde a uno o más niveles del modelo de referencia OSI.

2.3.2.1. Nivel de aplicación

En esta capa se manejan los aspectos de representación, codificación y control del diálogo. Asimila a las capas de aplicación, presentación y sesión del modelo OSI. Ejemplo de algunos protocolos: SMTP, FTP y HTTP.

2.3.2.2. Nivel de transporte

Asimila a la capa cuatro del modelo OSI y tiene como objetivo manejar los datos y proporcionar fiabilidad necesaria para el transporte de datos. Divide el flujo de datos en paquetes, y añade bits de control para el flujo de datos y control de errores.

2.3.2.3. Nivel de internet

Es el equivalente a lo definido en la capa de red del modelo OSI. Es donde se maneja el intercambio de paquetes entre una máquina y otra a través de una o más redes conectadas.

2.3.2.4. Nivel de interfaz de red

La capa de internet asimila a la capa uno y dos del modelo OSI (la capa física y la de enlace de datos). Es donde se definen las características del medio de transmisión, la tasa de señalización, y la codificación de las señales.

3. MEDIOS DE TRANSMISIÓN Y DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN

Los medios de transmisión se pueden clasificar como: alámbricos e inalámbricos. Los alámbricos se propagan a través de un medio físico, y los inalámbricos los que utilizan el aire para ello.

3.1. Medios de transmisión alámbricos

Son alambres o fibras que conducen luz o electricidad. Por ejemplo: par trenzado, cable coaxial y fibra óptica.

3.1.1. Par trenzado

Este cable está formado por varios hilos trenzados y recubiertos de una capa aislante. El uso del par trenzado, regularmente tiende a reducir las interferencias electromagnéticas. Es el más económico y usado de los medios alámbricos debido a que es sencillo de manejar. Se usa tanto para señales analógicas como para señales digitales, en su mayoría, en las redes de telefonía. Comparado con otros medios guiados, este se ve limitado en velocidad de transmisión y de distancia máxima.

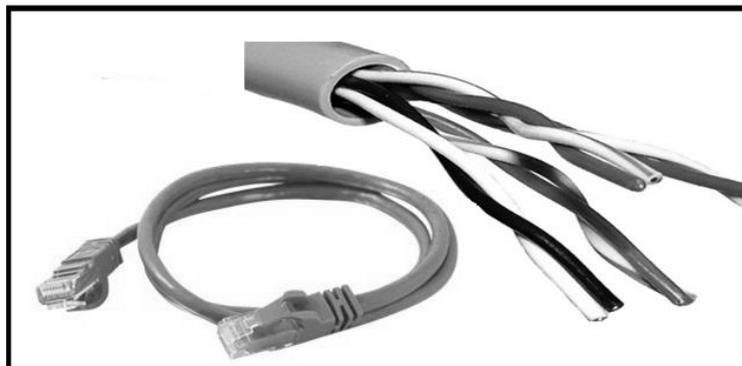
En función de sus características se pueden clasificar en cuatro categorías como se muestra en la tabla II.

Tabla II. **Categorías del par trenzado**

Categoría 3	Se utiliza para transmitir datos con una velocidad de transmisión de hasta 10Mbps, con longitudes de segmento inferiores a 100 metros y una longitud máxima de red de 500 metros.
Categoría 4	Se utiliza para transmitir datos con una velocidad de transmisión de hasta 16Mbps.
Categoría 5	Se utiliza para transmitir datos con una velocidad de transmisión de hasta 100Mbps.
Categoría 6	Se utiliza para transmitir datos con una velocidad de transmisión de hasta 1000 Mbps. Es el más utilizado actualmente

Fuente: elaboración propia con programa Word.

Figura 6. **Par trenzado**



Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.1.2. Cable coaxial

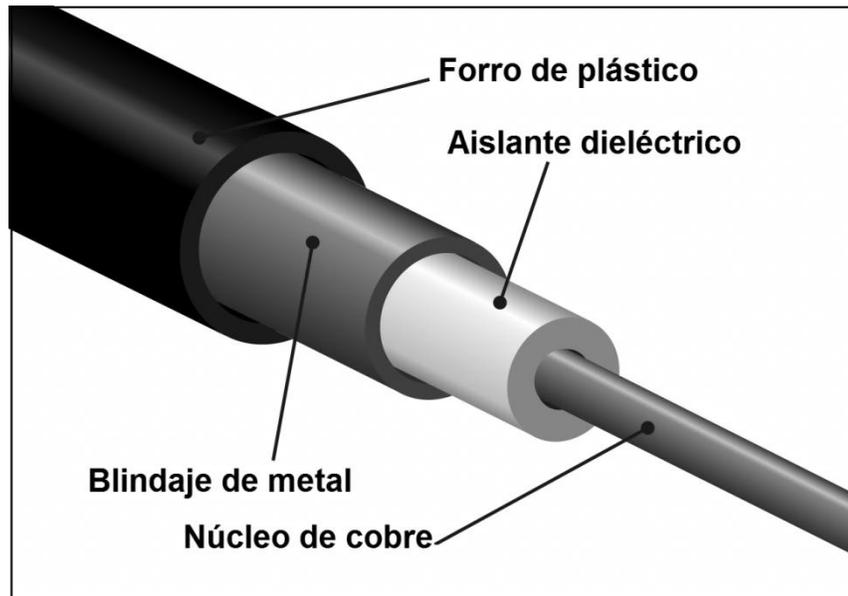
Este presenta propiedades más favorables frente a las interferencias electromagnéticas y a la longitud de la línea de datos, de manera que el ancho de banda puede ser mayor. Sus desventajas radican en el alto costo y manejo del mismo.

Se utiliza, generalmente, para datos y para las antenas de televisión. Transmite una sola señal a una velocidad alta. Su impedancia típica es de 50 ohmios.

En redes de área local se clasifican en dos categorías:

- Cable coaxial grueso: tiene un grosor de 0,5 pulgadas, y alcanza una velocidad de transmisión de 10Mbps y una longitud máxima de 500 metros de segmento de red. El problema de este es su manipulación, ya que es muy difícil de doblar. Un enlace coaxial grueso puede ser hasta 3 veces más largo que un coaxial delgado.
- Cable coaxial fino: tiene un grosor de 0,25 pulgadas y alcanza una velocidad de 10Mbps y una longitud máxima de 200 metros de segmento de red. Es más fácil de instalar, pero su propiedad de transmisión es peor que el cable coaxial grueso, y existen pérdidas en empalmes y conexiones.

Figura 7. **Cable coaxial**



Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.1.3. **Fibra óptica**

Está formado por fibras de vidrio o plástico que transportan luz en lugar de corriente eléctrica. Son más ligeros y de menor diámetro. Está protegido por varias capas aislantes y absorbentes de luz. Son capaces de transmitir información de hasta 10Gbps. Está formado por tres componentes que son:

- Transmisor de energía óptica: convierte la señal eléctrica en una señal óptica.
- Fibra óptica: generalmente es de silicio y se conecta a la fuente luminosa y al detector de energía óptica.

- **Detector de energía óptica:** generalmente es un fotodiodo que convierte la señal óptica recibida en una señal eléctrica.

Figura 8. **Fibra óptica**



Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.2. Medios inalámbricos

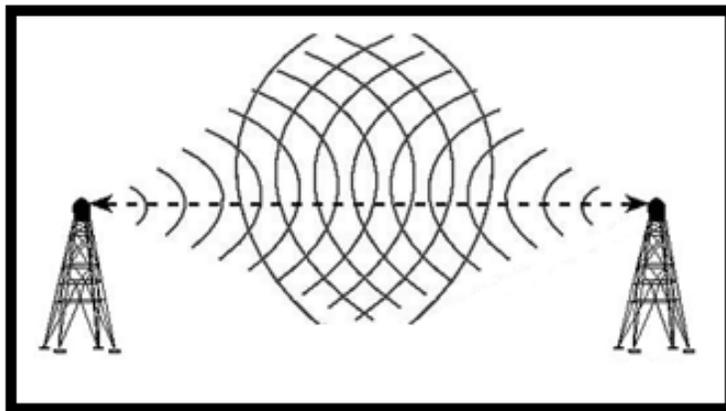
Son aquellos que se encargan de enviar señales electromagnéticas mediante frecuencias de microondas y radiofrecuencias.

3.2.1. Ondas de radio

La diferencia con las ondas microondas es que el patrón de radiación de estas es omnidireccional, y no necesita de antenas parabólicas. La banda de frecuencias está comprendida entre los 3Hz a 300Ghz. Se utiliza para la transmisión de VHF y parte de UHF, cubriendo asimismo, la radio comercial FM

y televisión UHV y VHF, también para la transmisión de datos. Existen pérdidas debido a la reflexión en la superficie terrestre, el mar y cualquier otro obstáculo.

Figura 9. **Ondas de radio**



Fuente: [http://3.bp.blogspot.com/-](http://3.bp.blogspot.com/-bDRoa9urwTQ/ULB4o4EonQI/AAAAAAAAAsU/jp226ghukvw/s1600/radio.gif)

[bDRoa9urwTQ/ULB4o4EonQI/AAAAAAAAAsU/jp226ghukvw/s1600/radio.gif](http://3.bp.blogspot.com/-bDRoa9urwTQ/ULB4o4EonQI/AAAAAAAAAsU/jp226ghukvw/s1600/radio.gif). Consulta: septiembre de 2014.

3.2.2. Infrarrojos

Son ondas electromagnéticas, de longitud entre 1 milímetro y 750 nanómetros capaces de atravesar objetos sólidos, como las paredes. La desventaja de este es que no se logran conseguir altas velocidades de transmisión.

Figura 10. **Ejemplo de una conexión infrarroja**



Fuente: http://2.bp.blogspot.com/_zVwaBfCVISk/SS6Jjnj_AII/AAAAAAAAAAk/fZ1R-vRX9Bo/s320/img_ir2a_1.jpg. Consulta: septiembre de 2014.

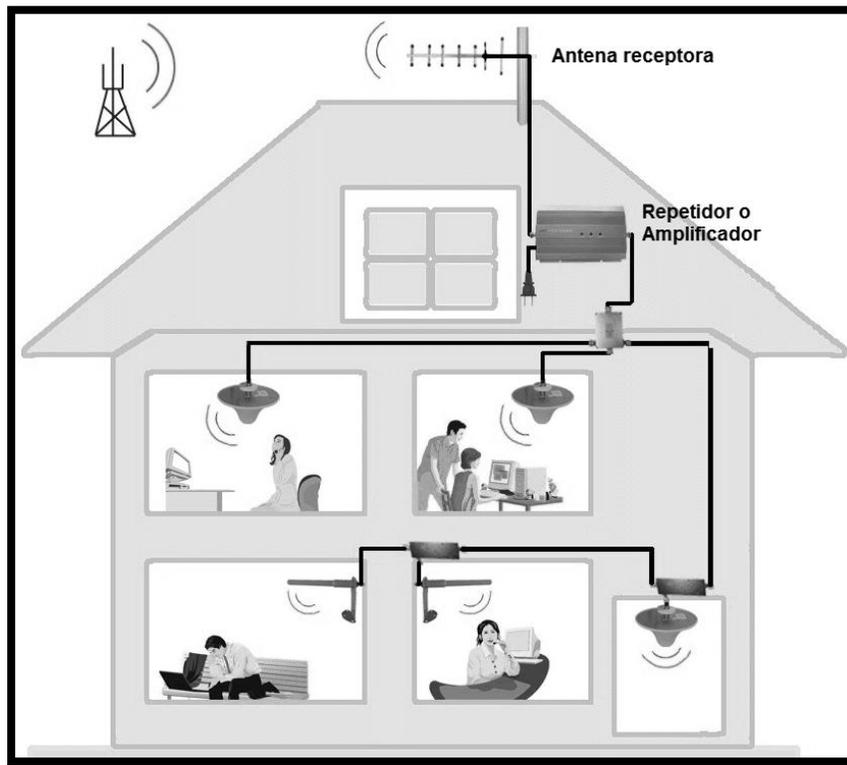
3.3. Dispositivos de interconexión

Permiten conectar dispositivos o segmentos de una red, o redes diferentes, con el fin de extender las topologías de red.

3.3.1. Repetidores

Son dispositivos que se utilizan para repetir la señal sin cambiar su contenido, haciendo que la señal pueda llegar a su destino. Pueden interconectar segmentos de redes locales sin importar la tipología de la red. El principio de funcionamiento de este es regenerar la señal y enviar cada bit de datos que se representa en un segmento de cable al otro segmento.

Figura 11. **Funcionamiento de un repetidor en una red doméstica**

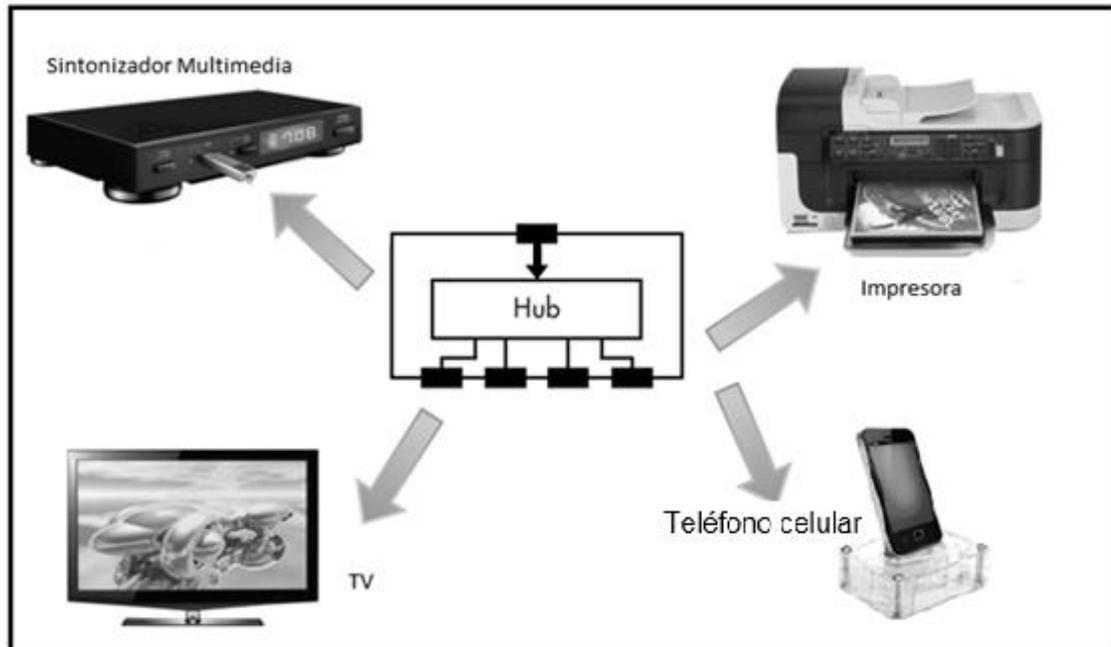


Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.3.2. **Concentradores (*hub*)**

Son dispositivos que concentran el cableado de una red y en donde se puede ampliar. Este recibe una señal, la repite y la envía por sus diferentes puertos, actualmente esta función la realizan los conmutadores. Son bastantes sencillos, y por lo mismo no logran dirigir el tráfico que llega a través de ellos.

Figura 12. **Concentrador**



Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.3.3. Puentes (*bridge*)

Son dispositivos más sofisticados que sirven para unir dos o más LAN. El objetivo de estos dispositivos es extender las redes hasta el máximo permitido por el protocolo de acceso al medio. Al igual que los repetidores, estos pueden enviar paquetes de datos en diferentes medios físicos, con la diferencia de que estos impiden el paso de datos insignificantes, y por lo mismo, son más rápidos que los repetidores, pero más caros.

3.3.4. Conmutadores (*switch*)

Estos dispositivos son similares a los puentes, con la diferencia de que permiten que varios nodos se comuniquen simultáneamente, haciendo que el

ancho de banda se incremente. Su función es interconectar dos o más segmentos de red, pasando datos de un segmento de red a otro de acuerdo con la dirección MAC de destino de las tramas en la red. Estos se utilizan cuando se desea conectar varias redes, mejoran el rendimiento y la seguridad de las LAN.

3.3.5. Encaminadores (*routers*)

La función principal de este dispositivo consiste en enviar o encaminar paquetes de datos de una red a otra, en otras palabras, sirve para interconectar subredes. Utilizan direccionamientos complejos para determinar el destino más apropiado para cada paquete. Los encaminadores se comunican entre sí para poder seleccionar el camino más adecuado.

Figura 13. Encaminadores



Fuente: elaboración propia, con programa Paint.

3.3.6. Pasarela (*gateway*)

Es un dispositivo que permite la interconexión de redes con protocolos y arquitecturas diferentes a todos los niveles de comunicación. Proporcionan conectividad, actuando como traductores de información del protocolo utilizado en una red al protocolo empleado en la red de destino.

3.3.7. Módem

Son dispositivos que convierten señales digitales en analógicas. Su nombre viene de modulación-demodulación. Permite la comunicación entre ordenadores y la línea telefónica, o de una manera inalámbrica como en la actualidad se presentan. Es el método más popular de acceso a internet por parte de los usuarios privados y, también de muchas empresas.

3.3.8. Cortafuegos (*firewalls*)

Es una parte del sistema de interconexión que bloquea los accesos no autorizados. Es un dispositivo que está configurado para limitar o permitir el tráfico de datos. Estos pueden ser hardware, software o una combinación de ambos. Se utilizan, generalmente en redes privadas para evitar que los usuarios no autorizados tengan acceso a la red.

4. PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN LA DOMÓTICA

Existen diversos protocolos de control de dispositivos domóticos que, generalmente constan de los siguientes niveles del modelo de referencia OSI: físico, enlace, red y aplicación.

Existen dos tipos de protocolos estándares: los propietarios y los abiertos.

4.1. Protocolos estándares cerrados

Creados por las diferentes marcas y que son utilizados únicamente por estos. De tal manera que, solo los productos de dicha marca pueden comunicarse entre sí. Esto limita la utilización de otros dispositivos en la interconexión de la red domótica que sean más factibles en costo u operatividad. De la misma manera crea una desventaja ante los protocolos abiertos, ya que estos van ganando mercado y pueden hacer que los sistemas cerrados vayan desapareciendo.

4.2. Protocolos estándares abiertos

Creados para interactuar de manera libre entre dispositivos de diferentes marcas pero que hablan el mismo lenguaje. Tienen gran ventaja ante los sistemas cerrados, ya que se puede reemplazar dispositivos que hayan sido discontinuados por otros con nuevas características e innovadores en tecnología.

4.2.1. Protocolo X-10

Es un estándar de comunicación que utiliza la red eléctrica para el control de equipos de automatización del hogar, creado por una empresa escocesa Pico Electronics entre 1976 y 1978. La ventaja de este protocolo es que no necesita de otro tipo de cableado para la transmisión de datos, ya que este lo hace por medio de la red eléctrica. Debido a esta característica existen muchas marcas que fabrican dispositivos que utilizan este protocolo, además es fácil de instalar y no se necesita tener conocimientos de automatización.

Se puede mencionar el protocolo X-10 como uno estándar abierto, debido a que cualquiera puede fabricar dispositivos con el protocolo X-10, pero con la única restricción de que debe utilizar los circuitos creados por el escocés que ha diseñado esta tecnología.

4.2.1.1. Características de transmisión

- Su principal medio de transmisión es la red eléctrica.
- En la actualidad los productos que utilizan el protocolo X-10, también soportan la radiofrecuencia como medio físico.
- Transmiten a 60 bps en Estados Unidos en donde la frecuencia de la red eléctrica es 114V a 60Hz, y a 50bps en Europa en donde la red eléctrica es de 230V a 50Hz.

4.2.1.2. Funcionamiento

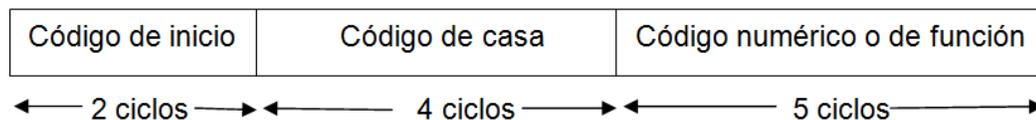
Las señales de control están basadas en ráfagas de pulsos que representan la información digital. Utiliza dos ceros de la señal eléctrica para enviar un "1" o un "0", con la presencia de un pulso en un semiciclo y la

ausencia del mismo en el semiciclo siguiente. Un "1" binario es representado por un pulso de 120khz durante un milisegundo, y un cero como la ausencia de ese pulso.

La transmisión completa de un código está compuesta de once ciclos de corriente alterna que se desglosan de la siguiente manera:

- 2 bits para el código de inicio y que son representados por dos ciclos.
- 4 bits para de código de casa y son representados por cuatro ciclos.
- 5 bits para el código de función, que corresponden al encendido, apagado, aumento de intensidad, disminuir, todo encendido, todo apagado, etc., y que son representados por cinco ciclos de la corriente alterna.

Figura 14. **Trama del protocolo X-10**



Fuente: elaboración propia con programa Word.

Esta trama es enviada dos veces para que sea más segura la llegada al destino. Existen tres tipos de dispositivos X-10:

- Los que solo pueden transmitir
- Los que solo pueden recibir
- Los que pueden transmitir y recibir

Estos vienen identificados con un logotipo que indica las características de transmisión y recepción.

4.2.2. Protocolo KNX

Es un estándar abierto a nivel mundial que garantiza la interoperabilidad y el *interworking*. Actualmente se utiliza en la mayoría de edificios de oficinas e industrias para la gestión de energía y para automatización de sistemas en las viviendas para dar confort. Puede llegar a reducir el consumo de la energía eléctrica si la configuración del sistema es eficiente. Fue creado para hacer un único estándar europeo para la automatización de edificios y viviendas. Se parte de las experiencias y conocimientos de los protocolos EIB, EHS y BatiBUS, para crear uno que sea capaz de competir en calidad con otros protocolos creados en Estados Unidos.

El estándar KNX se basa, principalmente en la tecnología EIB, expandiéndose a nuevos medios físicos para la transmisión.

4.2.2.1. Características de transmisión

- Se puede utilizar por medio del par trenzado, el cual es heredada esta tecnología de BatiBUS y EIB instabus.
- Puede utilizar la red eléctrica similar a X-10, y que es heredada de EIB y EHS. Llamada EIB.PL para corrientes portadoras sobre 230 VAC y 50 Hz a 1200/2400 bps.
- Adapta la tecnología KNX-RF para la comunicación por radio. También llamada EIB.RF.
- Puede transmitir vía Ethernet, también conocido como EIB.net/IP o KNX.net/IP.

La utilización de distintos medios físicos, permite a los instaladores adaptar la red a las condiciones del edificio y a las distintas funciones requeridas, incrementando la posibilidad de satisfacer los límites financieros establecidos por el usuario. Sin embargo, la mayoría de las instalaciones con el protocolo KNX se hacen por medio del par trenzado.

4.2.2.2. Funcionamiento

Existen tres modos de funcionamiento del estándar:

- Modo-S (modo sistema o *system*): su instalación y configuración es realizada por profesionales mediante un software.
- Modo-E (modo fácil o *easy*): su configuración es sencilla de fábrica y los ajustes finales se hacen mediante un controlador central o microinterruptores.
- Modo-A (modo automático): son dispositivos que utilizan la filosofía de la tecnología *Plug&Play* para una instalación automática. De modo que el usuario final no tendrá que leer extensos manuales de instalación.

El estándar KNX está basado, principalmente en los productos de EIB, por lo que es posible una transición desde los productos EIB a los productos KNX. Sin embargo, a pesar de que se ha tomado en cuenta las experiencias del protocolo BatiBus para su creación, no existe compatibilidad con las instalaciones de BatiBus existentes.

4.2.3. Protocolo EIB

El EIB (European Installation Bus) es un protocolo europeo que se desarrolló para contrarrestar el mercado de los productos japoneses y norteamericanos. El objetivo era crear un estándar europeo que tuviera suficientes fabricantes, instaladores y usuarios que permitiera que se comunicaran todos los dispositivos en una instalación eléctrica, tales como: equipos de ventilación, aire acondicionado, de seguridad, de iluminación y los electrodomésticos.

Este protocolo está basado en el modelo OSI, especialmente en las capas 1, 2, 3, 4 y 7. La finalidad del protocolo es asegurar la monitorización y control de funciones de todos los dispositivos conectados. El EIB es un protocolo abierto que dio lugar al EIBA (European Installation Bus Assosiation), el cual está compuesto de más de 115 empresas europeas que cubren la demanda del equipo eléctrico en Europa. EIB se fortalece con las contribuciones de cada una de las empresas que la conforman, teniendo una diversidad de dispositivos instalados en el mundo.

4.2.3.1. Características de transmisión

Aunque a un principio se consideró usar un cable de dos hilos (EIB.TP) como soporte físico para las comunicaciones, se pretendió que pudiera funcionar sobre otros medios.

- EIB.TP: sobre par trenzado que transmite a 9600 bps y que además suministra 24Vcd para la alimentación de los dispositivos. Utiliza la técnica CSMA para evitar las colisiones y de esa manera maximizar el ancho de banda.

- EIB. PL: con corrientes portadoras sobre 230 Vca y 50Hz a 1 200/2400 bps. Utiliza una modulación SFSK (Spread Frequency Shift Keying) similar a la FSK pero con portadoras más separadas. Puede llegar a conseguir una distancia máxima de 600 metros sin repetidoras.
- EIB.net: utiliza el estándar Ethernet a 10Mbps. Permite la transferencia de tramas EIB a través del protocolo IP a viviendas y edificios.
- EIB.RF: emplea la radiofrecuencia y hace uso de varias portadoras para conseguir distancias de hasta 300 metros en campo abierto, para mayores distancias se puede utilizar repetidoras.
- EIB.IR: utiliza el infrarrojo para el uso de mandos a distancia, comúnmente utilizado en salas o salones donde se desea controlar a distancia corta los dispositivos EIB instalados.

4.2.3.2. Funcionamiento

Los datos son transmitidos en modo simétrico sobre el par de conductores que constituyen el cable. La transmisión de la información en los sistemas EIB se hace a través de telegramas, este es un paquete de datos formados por palabras de 8 bits y un paquete extra que indica el éxito en la recepción.

EIB hace una transmisión en banda base, por lo que no es posible transmitir más de un telegrama a la vez, por eso es necesario utilizar la técnica CSMA/CA semejante al que utiliza Ethernet, pero con resolución positiva de las colisiones, para evitar que dos dispositivos accedan al bus al mismo tiempo. Si dos dispositivos intentan acceder al mismo tiempo al bus, ambos dispositivos

detectarán que está ocurriendo una colisión, pero transmitirá solo el que tenga mayor prioridad.

La principal característica del protocolo EIB es que tiene una arquitectura descentralizada, es decir, todos los componentes instalados pueden comunicarse entre sí, sin necesidad de una unidad central de control. Al ser un sistema descentralizado, si un elemento falla, este puede seguir funcionando aunque sea parcialmente.

4.2.4. Protocolo BatiBUS

Este es otro de los protocolos abiertos que ha sido muy utilizado, especialmente en antiguos sistemas de control industrial franceses, y que ha quedado obsoleto debido a sus limitaciones. Se basa en el modelo OSI, ofreciendo solamente los niveles 1, 2, y 7. Actualmente ha encontrado una unión con EIB y EHS para crear un protocolo estándar para la automatización de oficinas y viviendas en Europa.

Una de las principales características de este protocolo es su fácil instalación, bajo costo, y que permite el crecimiento de funciones según sean las necesidades.

La instalación de este cable se puede realizar en diversas topologías: bus, estrella, anillo, árbol o cualquier combinación de estas. Lo único que hay que tomar en cuenta es que no se debe asignar direcciones idénticas a dos dispositivos en la misma instalación.

De la misma manera que los dispositivos X-10, los BatiBUS disponen de microinterruptores circulares o miniteclados que permiten asignar una dirección física y lógica que identifican a cada dispositivo conectado al bus.

4.2.4.1. Características de transmisión

- Tiene una velocidad binaria única de 4800 bps, que se basta para la mayoría de las aplicaciones.
- Utiliza la técnica CSMA/CA.
- Es un sistema centralizado basado en el par trenzado como medio de transmisión, apantallado o no apantallado sin necesidad de ser adaptado en impedancia, aunque en algunos casos se puede implementar sobre la línea telefónica o la línea eléctrica.

4.2.4.2. Funcionamiento

El medio de transmisión en el que funciona es el par trenzado, sin necesidad de ser adaptado en impedancia lo que hace que funcionen diversas topologías. La distancia máxima entre la unidad central y el punto más alejado del bus depende de la resistencia de los dos hilos conductores, la cual está alrededor de 2,5 kilómetros, una distancia que supera a la que alcanza EHS o EIB. Lo que hace que sea factible para la instalación en edificios o en lugares donde se necesita mayor cobertura.

La velocidad es de 4,8 Kbps y la alimentación es de 15Vcd o 150mA que suministra corriente a todos los componentes en bus por medio de los hilos conductores. El consumo promedio de los nodos es de 2mA, que hace que la línea sea capaz de alimentar a unos 75 nodos.

4.2.5. Protocolo EHS (European Home System)

Es otro intento de la industria europea de hacer llegar la implementación de la domótica en la mayoría de las viviendas europeas. Lo que lo llevó a la realización de este protocolo que se implementó para casas residenciales, las cuales no se podían permitir el lujo de utilizar sistemas más potentes, pero al mismo tiempo más caros, como el EIB y BatiBus.

La EHSA (EHS Association) es la encargada de promover el uso de EHS en las viviendas europeas, además se encarga de la evolución tecnológica y de la compatibilidad de los dispositivos entre fabricantes. EHS excede el rendimiento de X-10, y cubre los servicios como lo haría el CEBus de Norteamérica.

4.2.5.1. Características de transmisión

Las primeras implementaciones de EHS se realizaron por medio de un canal serie asíncrono a través de las líneas eléctricas de baja tensión de las viviendas, es decir, utilizando portadoras. Algunas de las características de este y otros medios se mencionan a continuación.

- El PL-2400 se basaba en ondas portadoras que alcanzaban velocidades de hasta 2400 bps.
- El TP0 se basa en la utilización de par trenzado que llega a alcanzar velocidades de 4800 bps, idéntico al nivel físico que alcanza el BAtiBUS-(TP0).

- EL TP1 utiliza el par trenzado coaxial y alcanza velocidades de hasta 9600 bps.
- El TP2 utiliza el par trenzado a una velocidad de 64kbps.
- IR-1200 utiliza la tecnología infrarrojo y transmite a una velocidad de 1200bps.
- RF-1100 que transmite en radiofrecuencia y alcanza velocidades de 1,1 Kbps.

4.2.5.2. Funcionamiento

El protocolo está basado, particularmente en los niveles 1, 2, 3, y 7 del modelo OSI. A nivel de acceso al medio utiliza CSMA/CD, la misma técnica que Ethernet, por lo que cada dispositivo EHS tiene asociada una dirección única dentro del mismo segmento de red, y que además identifica de la misma manera a un nodo que lleva asociada información para que las tramas sean encaminadas por los diferentes segmentos de la red EHS. La cantidad máxima de nodos por segmento de red es de 256.

Este protocolo, además trabaja con la filosofía *Plug & Play*, que hace que todos los dispositivos EHS sean compatibles, además de su configuración automática e instalaciones sencillas.

4.2.6. Protocolo CEBus

Es un protocolo norteamericano desarrollado por la Asociación de Industrias Electrónicas (EIA- Electronics Industry Association), con el objetivo de proporcionar un protocolo que aportara funciones más complejas aparte de las básicas propuestas en la mayoría de sistemas (encender, apagar, aumentar, disminuir, todo apagado, todo encendido). Haciendo así una estandarización de los protocolos de señalización infrarroja utilizados para el control remoto de las aplicaciones, evitando incompatibilidades e interferencias.

Este bus estuvo en estudio desde 1984 y pudo desarrollar funciones como el de gestión de energía, indicación de estado de los dispositivos, coordinación de los dispositivos de entretenimiento, sistemas de seguridad, etc. Una de las desventajas de CEBus es que tiene muy pocos dispositivos en el mercado debido a su alto costo.

Se caracteriza por su facilidad de instalación, compatibilidad y de extensión al momento de tener más dispositivos para interconectar.

4.2.6.1. Características de transmisión

- Para la transmisión de datos por la red eléctrica con una velocidad media de transmisión de 7500bps.

4.2.6.2. Funcionamiento

CEBus utiliza como referencia los niveles 1, 2, 3 y 7 del modelo OSI, es utilizado a través de la red eléctrica de baja tensión, par trenado, cable coaxial, radiofrecuencia y fibra óptica. Presenta flexibilidad en su topología y cualquier

dispositivo se puede comunicar siempre y cuando tenga la interfaz adecuada. Esta diversidad de medios físicos y de topologías hace que CEBus sea una elección para controlar todos los dispositivos conectados en un domicilio.

Cuando CEBus transmite por medio de la red eléctrica lo a través de portadoras con una modulación de espectro expandido, lo que hace que transmita uno o varios bits dentro de una ráfaga de señal que comienza en 100Khz y termina en 400Khz durante aproximadamente 100 microsegundos, teniendo una velocidad promedio de 7,5Kbps. Las tramas de CEBus son de longitud variable, teniendo un mínimo de 8 octetos y un máximo de casi 100 octetos o bytes.

4.2.7. Protocolo BACnet

BACnet (Building Automation and Control Networks) es un protocolo abierto diseñado para la comunicación entre los diferentes dispositivos electrónicos que existen en los edificios actuales. Este puede intercomunicar sensores, alarmas, aire acondicionado, calefactores, etc. de un edificio y está orientado a objetos, en el que cada uno contiene un identificado y varias propiedades.

Está hecho a la medida de las necesidades de la automatización, para soportar sistemas complejos de automatización de edificios. Una de las características de este protocolo es que puede controlar todos los dispositivos de un edificio de grandes dimensiones desde una central.

Los servicios de BACnet están basados en el principio cliente/servidor y contiene servicios sofisticados para la gestión de eventos y alarmas, para el

acceso a datos de objetos, acceso a ficheros y gestión de equipos para monitorización del sistema.

Otra de las características de este protocolo es que no quiere cerrarse a un nivel físico, de enlace y de red, concretos. Soporta hasta cinco opciones diferentes en cuanto a tecnologías de red, las cuales generan ventajas y desventajas.

Está compuesta de un conjunto de reglas que permiten a dos dispositivos comunicarse independientemente si usan protocolos como EIB, BatiBUS, EHS, LonTalk, TCP/IP, etc. La idea principal de BACnet es estandarizar las funciones de cualquier dispositivo.

4.2.7.1. Características de transmisión

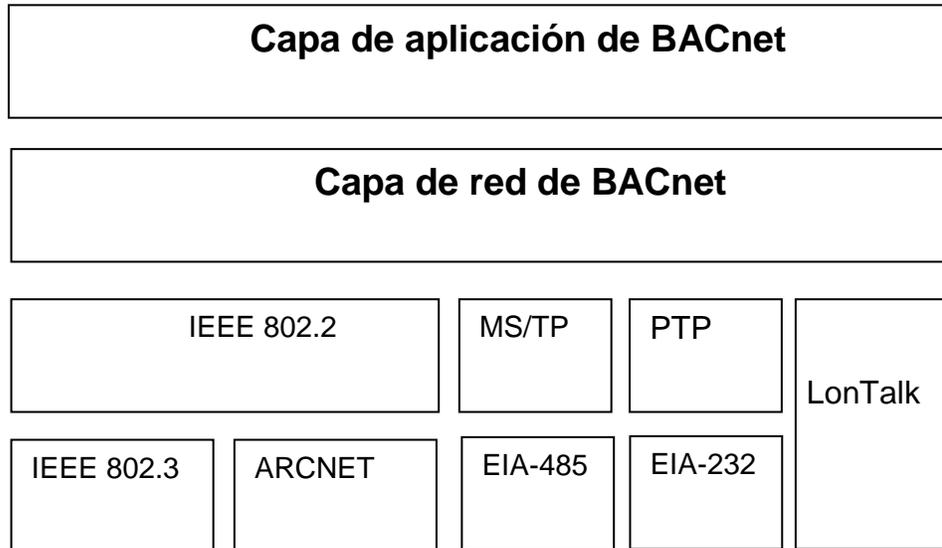
- Ethernet: su principal ventaja es que es un estándar internacional, es utilizado con muchos medios de transmisión (par trenzado, coaxial y fibra óptica), además su interfaz con la PC es muy sencilla y llega a tener velocidades de hasta 1Gbps. Su inconveniente radica en el alto costo y las limitaciones por distancia.
- ARCNET: su principal ventaja es que es un estándar ANSI y soporta diferentes medios de transmisión (UTP, coaxial, y fibra óptica) y que son bastante rápidos, llegando a alcanzar velocidades de hasta 7,5Mbps. Los inconvenientes siguen siendo los mismos que el de Ethernet.

- MS/TP (Master-Slave/Token-Passing): su principal ventaja es que solo soporta par trenzado y que su velocidad es muy baja (76kbs), pero destaca en que es un estándar ANSI y es de bajo costo.
- PTP (*Point-to-Point*): esta tecnología se utiliza únicamente en las líneas telefónicas punto a punto y tiene una velocidad limitada de 56 Kbps, pero el costo por dispositivo es muy bajo.
- LonTalk: es una red utilizada por LonWorks que puede ser empleada también por BACnet, además que los equipos también son compatibles entre sí. La ventaja reside en que LonTalk se puede utilizar en diferentes medios físicos (par trenzado, coaxial, radiofrecuencia, infrarrojos y fibra óptica, con la posibilidad de tener una velocidad razonable de 1,25Mbps), y su desventaja en las limitaciones de distancia y que hay muy pocas aplicaciones desarrolladas.

4.2.7.2. Funcionamiento

Está compuesta de un conjunto de reglas que permiten a dos dispositivos comunicarse independientemente si usan protocolos como EIB, BatiBUS, EHS, LonTalk, TCP/IP, etc. La idea principal de BACnet es estandarizar las funciones de cualquier dispositivo. Estas funciones comunes son representadas como una colección de objetos, los cuales tienen ciertas características que lo describen. Algo esencial en los dispositivos es la dirección que lo identifica, lo que permite a BACnet localizarla dentro de su instalación.

Figura 15. Pila de protocolos de BACnet



Fuente: elaboración propia con programa Word.

4.2.8. Protocolo SCP

SCP (Simple Control Protocol) es un estándar creado recientemente por dos empresas grandes, una gigante de la informática: Microsoft y otra del mercado eléctrico: General Electric. Con el fin de cubrir todas las necesidades en la automatización de edificios y viviendas y contener una variedad de protocolos de control, actualmente existentes en Estados Unidos el X-10, CEBus, entre otros.

Se ha desarrollado este protocolo con el fin de optimizar y permitir una comunicación segura entre dispositivos que tengan una capacidad de proceso y memoria limitada, sobre redes con mucho ruido y con muy baja velocidad. Microsoft propuso que los dispositivos pudieran conversar directamente sin

pasar por un sistema central de control, trabajando de la misma manera que una red P2P (Peer-to-Per).

SCP adapta la filosofía de CEBus para la solución del nivel físico, dándole así un respiro a CEBus para sobrevivir en el mercado doméstico, puesto que CEBus no se adapta aún a la legislación europea acerca de la transmisión de datos por líneas de baja tensión.

Una de las ventajas que uno de los gigantes de la informática haya entrado al mercado doméstico, es que proporciona librerías y herramientas para el desarrollo a los fabricantes de productos, en este caso para SCP.

4.2.8.1. Características de transmisión

- Transmisión por medio del par trenzado y por radiofrecuencia únicamente previsto.
- Transmite por medio de la red eléctrica por medio de ondas portadoras que están diseñadas para no tener interferencia con dispositivos CEBus o X-10.

4.2.8.2. Funcionamiento

Cada dispositivo SCP está contenido de un identificador de dispositivo y de red, que soporta aproximadamente 1000 subredes lógicas para cada red física y alrededor de 2000 dispositivos por red lógica. Estos tienen la característica de poder intercambiar mensajes punto a punto, con o sin permiso, o enviar mensajes de difusión a todos los dispositivos.

Los dispositivos SCP tienen varios modelos de seguridad, permitiendo la encriptación de los datos, además el descubrimiento automático de dispositivos, facilitando así las ampliaciones o cambios en la red.

5. PROPUESTA DE UTILIZACIÓN DE LOS PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN EMPLEADOS EN LA TRANSMISIÓN DE DATOS EN LA DOMÓTICA

5.1. Evolución de los protocolos estándares abiertos

Los protocolos de comunicación surgen de la necesidad de intercambiar información en un sistema de comunicación de datos, misma necesidad que llevó a estandarizarlos con el fin de regular los términos en que funciona.

Para estandarizar un protocolo es necesario un formato común para la especificación de protocolos. Las dos entidades más importantes encargadas de la estandarización de protocolos son: ISO (International Standards Organization), y la CCITT (Comité Consultatif International Télégraphique et Téléphonique),

Existe una evolución constante en la comunicación de datos y por ende de los protocolos de comunicación que hace, que, cada vez las comunicaciones sean más seguras, a distancias más grandes y a un costo cada vez más accesible.

5.2. Evolución en el uso de los medios de transmisión

El uso de los medios de transmisión en las comunicaciones ha sido muy importante, ya que cada vez se utilizan medios más económicos y que alcanzan distancias más largas, además, presentan cierta inmunidad al ruido. Cada vez

se van desarrollando medios de transmisión más adecuados para las altas velocidades de las transferencias de datos que se utilizan en la actualidad.

Como se puede observar en la tabla III, se hace una comparación cualitativa de los medios más comunes de transmisión utilizados en la actualidad para los diseños domóticos.

Tabla III. **Comparación cualitativa de los medios de transmisión alámbricos**

ALÁMBRICO	VELOCIDAD	INTERFERENCIA ELECTROMAGNÉTICA	DISTANCIA	COSTO
Línea eléctrica	Mala	Mala	Mala	Muy bajo
Cable coaxial	Muy buena	Muy buena	Muy buena	Muy alto
Par trenzado	Buena	Buena	Buena	Bajo
Fibra óptica	Excelente	Excelente	Excelente	Muy alto

Fuente: elaboración propia con programa Word.

Basados en la tabla III, se puede concluir que existe una variación en cuanto a costos y características de los medios de transmisión alámbricos y que la utilización del medio de transmisión dependerá tanto de las necesidades que la red domótica tenga de transmitir datos a altas velocidades, como de la distancia en que debe interconectar los distintos dispositivos de la red. Asimismo se debe considerar el costo que conlleva utilizar el medio de transmisión elegido.

Por otra parte, se debe hacer mención que hay ocasiones en que el uso de medios de transmisión inalámbrica es el más conveniente debido a que en una vivienda o edificio automatizado, también es necesario controlar dispositivos a corta distancia, por lo que es de mayor comodidad para el usuario el uso de medios inalámbricos para su control.

Tabla IV. **Comparación cualitativa de los medios de transmisión inalámbricos**

MEDIO INALÁMBRICO	VELOCIDAD	INMUNIDAD AL RUIDO	DISTANCIA	COSTO
Ondas de radio	Buena	Buena	Excelente	Alto
Infrarrojo	Mala	Mala	Mala	Muy bajo
Bluetooth	Buena	Excelente	Buena	Bajo

Fuente: elaboración propia con programa Word.

En la tabla IV se puede observar que, a pesar de que la tecnología infrarroja presenta características muy pobres en comparación con el bluetooth u ondas de radio, muchas veces en los diseños domóticos se implementa el uso de tecnología infrarroja, ya que tiene un costo muy bajo y se utilizan para tareas en las que no se necesita que sus características de transmisión y distancias sean las más óptimas.

5.3. Evolución de los protocolos

El protocolo X-10 es uno de los primeros estándares que mejoró el estilo de vida del ser humano, facilitando muchas actividades cotidianas. Esta tecnología permite utilizar la red eléctrica para la transmisión de datos alcanzando velocidades de 60 bps. Es utilizada, principalmente en los diseños

domóticos de viviendas. A pesar de ser una tecnología antigua, es muy empleada en la domótica debido a su fácil instalación y el aprovechamiento de la red eléctrica. Tiene muchas limitaciones, como su ancho de banda, y la comprobación de la correcta transmisión de tramas; pero se pone a la vanguardia dando soluciones a sus limitaciones, desarrollando dispositivos que se adaptan a la actualidad de la tecnología.

El protocolo EHS es otro estándar que trabaja, principalmente con la red eléctrica, aunque se han desarrollados tecnologías para que pueda funcionar por medio del par trenzado, cable coaxial, infrarrojo y radiofrecuencia, su principal medio es la red eléctrica, alcanzando velocidades de 2 400 bps. Una de las ventajas que presenta este estándar es que aplica la filosofía Plug & Play, que permite la compatibilidad de todos los dispositivos EHS y sencilla instalación.

Uno de los protocolos abiertos que cubre con las necesidades básicas y a bajo costo es sin duda el protocolo BatiBUS, basado en el par trenzado como medio de transmisión, llega a alcanzar una velocidad de 4 800 bps, incrementando la distancia de transmisión, la cual está alrededor de 2,5 kilómetros, lo que lo hace una opción para la automatización de edificios.

La industria de la domótica en Europa por su parte, desarrolló el protocolo EIB con la finalidad de cubrir la demanda de dispositivos en Europa. Se desarrolló para trabajar, principalmente por medio del par trenzado, alcanzando una velocidad de 9 600 bps. Además se ha implementado para que transmita datos por medio de la red eléctrica, radio frecuencia, infrarrojo y Ethernet, este último alcanzando una velocidad de 10 Mbps, útil para la automatización en edificios.

Sin duda alguna, el problema de compatibilidad existía entre los protocolos mencionados con anterioridad, y debido a esto surge la necesidad de interconectar dispositivos de diferentes marcas. Basado en las experiencias de los estándares EIB, EHS y BatiBUS, fue creado el estándar KNX, el cual hace posible la interoperabilidad entre los dispositivos desarrollados por KNX y los existentes de EIB y EHS. El estándar KNX es un protocolo que se puede utilizar para la automatización de viviendas y edificios, ya que satisface las necesidades financieras establecidas por el usuario, sin embargo, el medio principal de transmisión es el par trenzado, aunque también puede transmitir por medio de la red eléctrica, radiofrecuencia, y vía Ethernet.

Otro protocolo que revolucionó la industria domótica fue CEBus, proponiendo funciones más complejas, y estandarizando los protocolos de señalización infrarroja para así evitar incompatibilidad e interferencias. Se caracteriza por su fácil instalación, compatibilidad y por su escalabilidad al momento de interconectar más dispositivos. Es un estándar adecuado para la automatización de viviendas y edificios, ya que cuenta con una variedad de medios de transmisión, como la red eléctrica en donde llega a tener una velocidad media de transmisión de 7,5 Kbps, par trenzado, cable coaxial, radiofrecuencia y fibra óptica. Su mayor desventaja reside en que tiene muy pocos dispositivos en el mercado debido a su alto costo.

Por otro lado, el protocolo BACnet, también es capaz de soportar sistemas complejos, y controlar todos los dispositivos de un edificio de grandes dimensiones desde una central. Además, trata de mantener una interoperabilidad entre los diversos dispositivos que existen en la industria domótica sin importar que protocolo utilicen. La idea de BACnet es estandarizar las funciones de cualquier dispositivo, lo que es esencial para que sea un protocolo muy utilizado.

La búsqueda constante de soluciones a los problemas de compatibilidad, inmunidad al ruido, velocidades de transmisión, distancias, etc., han hecho que los grandes desarrolladores de tecnologías se interesen en el área de automatización, ya que cada vez el mercado va creciendo aún más. Un ejemplo de ello ha sido la incorporación de Microsoft y General Electric, uniéndose para desarrollar el protocolo SCP, un estándar que promete ser compatible con cualquier otro protocolo existente en la industria y que cubrirá todas las necesidades en la automatización de edificios y viviendas. Desarrollado con el fin de optimizar y permitir una comunicación segura, capaz de funcionar por la red eléctrica, par trenzado y radiofrecuencia. Esto sin duda es un gran paso en la evolución de los protocolos estándares utilizados en la industria de la domótica.

Tabla V. **Comparación cualitativa de los protocolos estándares abiertos utilizados en la domótica**

PROTOCOLO	MEDIOS DE TRANSMISIÓN QUE UTILIZA	COSTO	COMPATIBILIDAD CON OTROS PROTOCOLOS
X-10	Red eléctrica, RF	Muy barato	Ninguno
EHS	Red eléctrica, par trenzado, cable coaxial, RF, infrarrojo,	Económico	Ninguno
BatiBUS	Red eléctrica, par trenzado, línea telefónica.	Económico	Ninguno

Continuación de la tabla V.

EIB	Red eléctrica, par trenzado, RF, Ethernet, infrarrojo	Económico	Ninguno
KNX	Red eléctrica, par trenzado, infrarrojo, cable coaxial, RF, Ethernet	Económico	Con EIB y EHS
CEBus	Red eléctrica, infrarrojo, par trenzado, cable coaxial, RF, fibra óptica.	Muy caro	La mayoría
BACnet	Par trenzado, cable coaxial, fibra óptica, líneas telefónicas, RF, infrarrojo	Caro	La mayoría
SCP	Red eléctrica, par trenzado, RF	Pretende ser económico	Pretende ser compatible con todos

Fuente: elaboración propia con programa Word.

En este capítulo se han comparado las distintas alternativas de protocolos de los que se dispone y se han desarrollado en el capítulo anterior, para dar a conocer la evolución que se ha tenido en cuanto a la estandarización de protocolos y la búsqueda constante de soluciones a los inconvenientes durante la transmisión de datos y a la incompatibilidad de dispositivos de automatización.

Se ha podido observar que la tendencia de uso de los protocolos depende mucho del costo de los dispositivos y del medio de conexión, y no tanto de las velocidades de transmisión. Para las viviendas es de muy bajo costo que se utilice la infraestructura que se tiene y es por eso que los protocolos X-10, EIB, EHS, BatiBUS, y KNX son una solución económica para la automatización de viviendas, sobresaliendo de estas opciones el protocolo X-10 y KNX por tener en el mercado una gran variedad de dispositivos para escoger. Caso contrario a lo que se utiliza en la automatización de edificios, en donde muchas veces se requiere transmitir a grandes distancias, y hay más exigencias de servicios más complejos, por lo que se hace necesaria la utilización del par trenzado u otros medios, aumentando así el costo de la red. Los estándares CEBus y BACnet son protocolos que proporcionan soluciones para este tipo de red.

La ventaja de la evolución constante de los protocolos estándares domóticos reside en que va permitiendo un ahorro importante de recursos derivados de una utilización más inteligente de los dispositivos de los que ahora se dispone.

La tendencia para el futuro es muy positiva, ya que la tecnología, además de haber evolucionado mucho, estará al alcance de la mayoría de las personas, brindando así, mayor comodidad, seguridad, mejorando la forma y la calidad de vida de las personas.

CONCLUSIONES

1. Tomar en cuenta cada detalle que conlleva la comunicación de datos ha hecho que la transmisión de estos sea más confiable y segura.
2. La estandarización de la arquitectura de los protocolos ha ayudado para una mejor interconexión de los sistemas de comunicaciones.
3. La utilización de los medios de transmisión ha evolucionado en la industria de la domótica, cada vez buscando mayor velocidad, alcance y seguridad en la transmisión.
4. La incorporación de nuevos protocolos de comunicación en la industria de la domótica, ha hecho que cada vez los protocolos existentes busquen una evolución constante, adecuándose a las nuevas tecnologías, velocidades y medios de transmisión. Además buscan que sus productos sean compatibles con los de otras marcas para poder subsistir en el mercado domótico
5. La elección del estándar a utilizar en el diseño de automatización dependerá, principalmente del presupuesto y de los medios de transmisión que se necesiten utilizar y no tanto de las velocidades de transmisión.

6. El protocolo X-10 es sin duda el más utilizado en los diseños de automatización de viviendas, debido a su bajo costo y a su variedad en productos, sin importar su corta implementación en los diversos medios de transmisión.

7. BACnet es un paso a la solución de compatibilidad entre protocolos, adecuándose más para la implementación de diseños de redes domóticas en edificios que en viviendas, ya que tiene el inconveniente de tener un alto costo.

RECOMENDACIONES

1. Tomar en cuenta que la comunicación de datos es más eficaz si se consideran más características que intervienen en la comunicación
2. El entendimiento de las capas del modelo OSI ayudará a conocer el modo de operación de los protocolos estándares de comunicación.
3. Tomar en cuenta los daños o mal funcionamiento de los dispositivos a causa de las interferencias electromagnéticas.
4. Hay que considerar que se corre el riesgo al realizar un diseño domótico con un centralizador de red, ya que cuando el centralizador falle, ningún servicio conectado a este estará disponible.
5. En los diseños domóticos se tiene que considerar la compatibilidad de los dispositivos que se van a interconectar.
6. En la elección para la utilización de un protocolo estándar abierto hay que considerar el costo de su implementación.
7. En todos los diseños de redes se debe tomar en cuenta el crecimiento de la red para el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

1. DOMOPRAC. *El protocolo de comunicaciones, el lenguaje de la domótica*. [en línea] <http://www.domoprac.com/protocolos-de-comunicacion-y-sistemas-domoticos/el-protocolo-de-comunicaciones-el-lenguaje-de-la-domotica.html>. [Consulta: junio de 2014].
2. FITZGERALD, Jerry; EASON, Tom S. *Fundamentos de comunicación de datos*. México: Limusa, 1981. 275 p.
3. GONZÁLEZ GALINDO, Eddy Esaú. *Domótica utilizando estándar CEBus sobre la red eléctrica residencial*. Trabajo de graduación de Ing. Electrónica. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 112 p.
4. HUIDOBRO MOYA, José Manuel; MILLÁN TEJEDOR, Ramón J. *Domótica, edificios inteligentes*. México: Limusa, 2007. 359 p.
5. PÉREZ SAUCEDO, José Ramón. *Edificios inteligentes*. [en línea] <http://www.monografias.com/trabajos35/domotica/domotica.shtml>. [Consulta: julio de 2014].
6. RAYA, José Luis; RAYA, Laura; MARTÍNEZ, Miguel Á. *Redes locales, instalación y configuración básicas*. México: Alfaomega, 2009. 400 p.

7. SERCOINT. *Sistemas y protocolos.*
[en línea] http://www.serconint.com/sistemas_protocolos.php.
[Consulta: mayo de 2014].

8. STALLINGS, William. *Comunicaciones y redes de computadoras.*
7a ed. México: Pearson Prentice-Hall. 2004. 747 p.