



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

**DEPARTAMENTO DE ELECTRICA Y ELECTRONICA
CARRERA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA EN
REDES Y COMUNICACIÓN DE DATOS**

**PROYECTO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN
DEL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO EN REDES Y
COMUNICACIÓN DE DATOS**

AUTOR: RUEDA SALAS DAVID ALEJANDRO

**TEMA: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA OFICINA
INTELIGENTE PARA RSSEGUROS, UTILIZANDO MÓDULOS
DE CONTROL Y PROCESAMIENTO ARDUINO CON
COMUNICACION INALAMBRICA BAJO EL ESTANDAR IEEE
802.11 Y 802.15.4**

DIRECTOR: ING. CHRISTIAN VEGA

CODIRECTOR: ING. ALEJANDRO CASTRO

SANGOLQUI, 2015

CERTIFICACIÓN

Los suscritos docentes de la Carrera de Ingeniería Electrónica en Redes y Comunicación de Datos, Sangolqui, Certificamos que el proyecto de investigación de grado titulado: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA OFICINA INTELIGENTE PARA RSSEGUROS, UTILIZANDO MODULOS DE CONTROL Y PROCESAMIENTO ARDUINO CON COMUNICACION INALAMBRICA BAJO EL ESTANDAR IEEE 802.11 Y 802.15.4". ESPE-SANGOLQUI", cumple las disposiciones reglamentarias establecidas en la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

Esta investigación desarrollada por el egresado DAVID ALEJANDRO RUEDA SALAS, fue guiada en forma permanente por nuestra parte, por lo tanto se recomienda su publicación y difusión.

Quito, Septiembre del 2015



Ing. Christian Vega.
DIRECTOR



Ing. Alejandro Castro.
CODIRECTOR



AUTORIZACIÓN

Yo, David Alejandro Rueda Salas

Autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, la publicación en la biblioteca virtual de la Institución el trabajo "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA OFICINA INTELIGENTE PARA RSSEGUROS, UTILIZANDO MODULOS DE CONTROL Y PROCESAMIENTO ARDUINO CON COMUNICACION INALAMBRICA BAJO EL ESTANDAR IEEE 802.11 Y 802.15.4", manifestando que el contenido, ideas y discusiones son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolqui, Septiembre del 2015

David Alejandro Rueda Salas.



AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

DAVID ALEJANDRO RUEDA SALAS

Declaro que:

El proyecto investigación de grado denominado "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA OFICINA INTELIGENTE PARA RSSEGUROS, UTILIZANDO MODULOS DE CONTROL Y PROCESAMIENTO ARDUINO CON COMUNICACION INALAMBRICA BAJO EL ESTANDAR IEEE 802.11 Y 802.15.4". Fue desarrollado con base a una investigación profunda, respetando los derechos intelectuales de terceros, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente todas las ideas y criterios emitidos en la presente investigación son de absoluta y exclusiva responsabilidad de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Quito, Septiembre del 2015

David Alejandro Rueda Salas

DEDICATORIA

A mi hija, Alejandra Isabella Rueda Hidalgo; todo por ella y para ella.

A mi mamá por su ejemplo de preparación y lucha.

A mi esposa que siempre confía en mí.

A mis hermanas que siempre están ahí para apoyarme.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, su Carrera de Ingeniería Electrónica en Redes y Comunicación de Datos, a sus Directivos y personal Docente, por los valiosos conocimientos impartidos.

Al Ing. Christian Vega e Ing. Alejandro Castro, Director y Codirector de Proyecto, por el tiempo dedicado y sus acertadas recomendaciones para el desarrollo de esta Investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	V
AGRADECIMIENTO	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN.....	XIV
PRINCIPIOS DE REDES INALAMBRICAS Y SISTEMAS DOMOTICOS.....	1
1.1 INTRODUCCION	1
1.2 MODELOS DE SISTEMAS DOMOTICOS Y INMOTICOS.....	2
1.2.1 Integración.	3
1.2.2 Flexibilidad.	3
1.2.3 Fiabilidad.	3
1.2.4 Control sencillo.....	4
1.3 ARDUINO	5
1.4 ¿Qué ES ARDUINO?	7
1.4.1 Entradas y Salidas.....	8
1.4.2 La programación y su lenguaje.....	10
1.5 TIPOS DE REDES.....	11
1.6 WBAN REDES DE ÁREA CORPORAL INALÁMBRICA.....	13
1.7 WPAN REDES DE ÁREA PERSONAL INALAMBRICA	13
1.8 WLAN REDES DE ÁREA LOCAL INALAMBRICA	15
1.9 WMAN REDES DE ÁREA METROPOLITANA	17
1.10 WWAN REDES DE ÁREA EXTENDIDA INALAMBRICA	19
1.11 protoTIPOS DE CONFIGURACION DE RED INALAMBRICA.....	20
1.11.1 RED DE INFRAESTRUCTURA.....	20
1.11.2 AD-HOC.....	20
1.12 VENTAJAS DE LAS REDES INALAMBRICAS	20
1.12.1 ESCALABILIDAD.....	21
1.12.2 FLEXIBILIDAD	21
1.12.3 ACCESO A LA INFORMACION.....	21

1.12.4	COSTO.....	21
2.1	ZIGBEE ALIANZA DE PROMOTORES.....	22
2.1.1	ZIGBEE ORGANIZACION DE PARTICIPANTES	23
2.2	“ZIGBEE” oRIGEN DEL NOMBRE	23
2.3	ESTÁNDAR ZIGBEE	24
2.4	CARACTERÍSTICAS DE ZIGBEE	24
2.5	ESTÁNDAR IEEE 802.15.4.....	25
2.6	ZIGBEE /IEEE 802.15.4 – CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	25
2.7	EL ESTÁNDAR ZIGBEE y sus FUNCIONES.....	26
2.7.1	(Network Scan) Búsqueda de red.....	26
2.7.2	Creating.....	26
2.7.3	Device Discovery.....	26
2.7.4	Service Discovery.....	26
2.7.5	Binding.....	26
2.7.6	Joining and leaving a network.....	27
2.7.7	Configuring a new device.....	27
2.7.8	Addressing.....	27
2.7.9	Sincronización en una red (Synchronization within a network).....	27
2.7.10	Security.....	27
2.7.11	Routing.....	27
2.8	OBJETIVOS DE LA ARQUITECTURA ZIGBEE	27
2.9	OBJETIVOS TÉCNICOS DEL MERCADO ZIGBEE	27
2.10	STACK ZIGBEE	28
2.10.1	APPLICATION FRAMEWORK	28
2.10.2	APPLICATION SUPPORTS (APS).....	28
2.10.3	ZIGBEE DEVICE OBJECT (ZDO).....	29
2.10.4	NETWORK LAYER (NWK).....	29
2.11	TIPOS DE DISPOSITIVOS.....	29

2.11.1	Full function device (FFD)	29
2.11.2	Reduced function device (RFD)	30
2.12	RED ZIGBEE	30
2.13	TOPOLOGÍAS DE RED	31
2.13.1	Topología en estrella	31
2.13.2	Topología cluster tree.....	32
2.13.3	Topología mesh	33
2.14	MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)	33
2.15	ZIGBEE /IEEE 802.15.4 MODOS DE OPERACIÓN.....	34
2.15.1	Modo Beacon –habilitado	35
2.15.2	Modo Beacon -no habilitado	35
2.16	MECANISMOS DE ACCESO AL MEDIO	35
2.17	CREACIÓN DE UNA RED	36
2.17.1	Generación de beacon	36
2.17.2	Descubrimiento de un dispositivo.....	36
2.17.3	Asociación de un dispositivo	36
2.17.4	Disociación de un dispositivo	37
2.17.5	Sincronización.....	37
2.17.6	Sincronización en una red con modo beacon-habilitado	37
2.17.7	Transmisión y recepción de datos	38
2.18	TRAMAS MAC y su estructura	40
2.18.1	Estructura de la trama de Datos (Data Frame).....	40
2.18.2	MAC Header	40
2.18.3	MAC Service Data Unit	41
2.18.4	MAC Footer	41
2.18.5	Estructura de la trama Beacon (Beacon Frame).....	41
2.18.6	MAC Service Data Unit	42
2.18.7	Estructura de la trama ACK (Acknowledgment Frame).....	42
2.18.8	Estructura de la trama de Comandos MAC (MAC Command Frame)	42
2.19	CAPA FÍSICA (PHYSICAL LAYER)	43

2.19.1	CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA FÍSICA	44
2.19.2	PHY PAQUETE DE CAPA FÍSICA	45
2.20	CANALES IEEE 802.15.4	46
2.21	MODULACIÓN	47
2.22	SENSIBILIDAD Y POTENCIA	47
PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO Y COMUNICACIÓN DE UN SISTEMA INMOTICO		49
3.1	Sistema Técnico	49
3.2	Usuarios de casa o edificio	50
3.3	Diseño arquitectónico	50
3.4	Evolución de los sistemas de control	51
3.5	Servicios y funciones	52
3.6	Gestión de la energía.....	53
3.7	Funciones del control energético.....	54
3.8	Racionalización de cargas eléctricas.....	55
3.9	Gestión de tarifas	55
3.10	contador de luz y su Tele-lectura	56
3.11	Seguridad.....	56
3.12	video-vigilancia Sistema de monitorización personal	58
3.13	Confort (automatismos)	59
3.14	Comunicaciones	61
3.15	ANÁLISIS DE LOS SISTEMAS INALÁMBRICOS Y LOS SISTEMAS CABLEADOS.....	61
3.15.1	Sistemas cableados o inalámbricos	61
3.16	Medios de transmisión.....	62

3.17	Ventajas de red inalámbrica.....	64
3.18	Ventajas y Desventajas SCE	65
3.19	BENEFICIO DE UNA IMPLEMENTACION CON MODULOS ARUINO.	66
CAPITULO 4		68
4.1	NETIO APP	68
4.2	ANALISIS Y RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA.....		74

ÍNDICE DE CUADROS

Tabla 1 Comparativa.	9
Tabla 2 Frecuencia de red inalámbrica.	12
Tabla 3 Estándares comparativos.	17
Tabla 4 Parámetros técnicos según las frecuencias.	43
Tabla 5 Frecuencias de canales IEEE 802.15.4	47
Tabla 6 Factores que afectan al desarrollo de los sistemas de control.	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Arduino Uno	6
Figura 2. Tipos de Red.	12
Figura 3 WPAN.	14
Figura 4 WLAN.	16
Figura 5 WMAN.	18
Figura 6 Participantes de la Alianza ZigBee.	23
Figura 7. Red típica de ZigBee.	31
Figura 8 Topología en estrella.	32
Figura 9 Topología Cluster-Tree.	33
Figura 10 Topología Mesh 2.	33
Figura 11 Transferencia de datos en modo beacon -habilitado.	39
Figura 12 Transferencia de datos en modo beacon -no habilitado 2.	39
Figura 13 Formato general de la trama MAC	40
Figura 14 Formato general de la trama Beacon 1	42
Figura 15 Estructura de canales de IEEE 802.15.4	46
Figura 16 Ejemplo de avisadores integrados en elementos de uso común.	58
Figura 17 Cada dispositivo tiene su mando de control asociado.	61
Figura 18 Diferencia entre sistema cableado e inalámbrico.	62
Figura 19 Tipos de cables en una instalación domótica.	63
Figura 20 NetIO.	68
Figura 21 Diseño del Aplicativo.	69
Figura 22 Ingreso de Label y Botones.	70
Figura 23 Ingreso de Paginas para la App.	70
Figura 24 Proyecto de App en RSs.	71

RESUMEN

Existen empresas que desarrollan módulos que permiten tener control de iluminación, acceso, seguridad, climatización y CCTV, pero los costos de estos, en todos los casos son elevados. Los dispositivos de estas empresas utilizan señales de control cableadas, lo cual representa una desventaja tanto en lo económico al momento de realizar el diseño, implementación y mano de obra, como en lo estético. Una visión futurista, indica la necesidad de introducir un control Domótico e Inmótico utilizando tecnología inalámbrica. Las ventajas de implementar todo esto en una red inalámbrica, es reducir los costos y tiempos de instalación, además de la optimización de materiales y la posibilidad de ser implementada en Edificios, oficinas, casas y departamentos ya construidos. Cabe mencionar que uno de los principales problemas de una red cableada es el diseño de los planos de instalación de sensores y actuadores, esto incrementa el tiempo y costo del cableado. Tanto en el hogar como en la oficina de hoy en día, hay el riesgo de que sucedan eventos no deseados tales como: incendios, intentos de robo e incluso accidentes poco fortuitos como: olvidar una hornilla de concina encendida, iluminarias prendidas o haber dejado una puerta abierta, etc. Debido a esto se hace necesario buscar una solución que ayude a mejorar y optimizar el control de nuestra vivienda o lugar de trabajo.

Palabras Clave

- **CCTV**
- **DOMOTICO**
- **INMOTICO**
- **ARDUINO**
- **INALAMBRICO**

SUMARY

Companies to develop modules that allow lighting control, access, security, climate control and CCTV, but the costs of these, in all cases are high. The devices of these companies use hardwired signals control, which is a disadvantage both economically when making the design, implementation and labor, and aesthetics. A futuristic vision, indicating the need to introduce a Domótico and building automation control by using wireless technology. The benefits of implementing this on a wireless network, reduce costs and installation time, in addition to the optimization of materials and the ability to be implemented in buildings, offices, houses and apartments already built. It is noteworthy that one of the main problems of a wired network is the design of the installation drawings of sensors and actuators, this increases the time and cost of wiring. Both at home and in the office today, there is a risk of unwanted events occur such as fire, theft attempts and even some fortuitous accidents as forgetting a concina burner lit, lit iluminarias or have left a door open, etc. Because it is necessary to find a solution to help improve and optimize the control of our home or workplace. Digitalwork is a project to improve the management and control of a Home Automation and building automation system using wireless sensors and actuators that can be monitored and controlled from a mobile device, computer or tablet.

Palabras Clave

- **CCTV**
- **DOMOTIC**
- **INMOTIC**
- **ARDUINO**
- **WIRELESS**

CAPITULO 1

PRINCIPIOS DE REDES INALAMBRICAS Y SISTEMAS DOMOTICOS.

1.1 INTRODUCCION

Existen empresas que desarrollan módulos que permiten tener control de iluminación, acceso, seguridad, climatización y CCTV, pero los costos de estos, en todos los casos son elevados. Los dispositivos de estas empresas utilizan señales de control cableadas, lo cual representa una desventaja tanto en lo económico al momento de realizar el diseño, implementación y mano de obra, como en lo estético.

Una visión futurista, indica la necesidad de introducir un control Domótico e Inmótico utilizando tecnología inalámbrica. Las ventajas de implementar todo esto en una red inalámbrica, es reducir los costos y tiempos de instalación, además de la optimización de materiales y la posibilidad de ser implementada en Edificios, oficinas, casas y departamentos ya construidos. Cabe mencionar que uno de los principales problemas de una red cableada es el diseño de los planos de instalación de sensores y actuadores, esto incrementa el tiempo y costo del cableado.

Tanto en el hogar como en la oficina de hoy en día, hay el riesgo de que sucedan eventos no deseados tales como: incendios, intentos de robo e incluso accidentes poco fortuitos como: olvidar una hornilla de concina encendida, iluminarias prendidas o haber dejado una puerta abierta, etc. Debido a esto se hace necesario buscar una solución que ayude a mejorar y optimizar el control de nuestra vivienda o lugar de trabajo. DigitalWork es un proyecto que mejorara el manejo y control de un sistema Domótico e Inmótico, utilizando sensores y actuadores inalámbricos que puedan ser monitoreados y controlados desde un dispositivo celular, ordenador o Tablet. Tener una red conectada a través de cables exige un gasto en infraestructura o modificaciones que no siempre se pueden afrontar desde el punto de vista económico, así también una cantidad y calidad de beneficios menor, limitada por

cuestiones físicas y más aún si las distancias que hay que cubrir son muy grandes. Por eso es que en los últimos años han comenzado a hacerse más conocidas las redes inalámbricas o wireless (es decir, sin cables). Este tipo de solución permite, en forma casi instantánea, interconectar una red sin tener que estar atado al cableado, porque la interacción entre los equipos se logra por medio de microondas (Fonds, 2001). No se espera que las redes inalámbricas lleguen a remplazar a las redes cableadas, pues estas ofrecen velocidades de hasta 75 Mbps, mientras que las cableadas ofrecen velocidades de hasta decenas de Gbps. Sin embargo se pueden mezclar redes cableadas e inalámbricas, y de esta manera generar una sola red que aproveche las funcionalidades y ventajas que cada una de éstas pueden ofrecer.

1.2 MODELOS DE SISTEMAS DOMOTICOS Y INMOTICOS

En el campo de la construcción se ha desarrollado el área de informática y electrónica de una manera espectacular, las telecomunicaciones y la electrónica en los últimos tiempos se ha implementado dispositivos que ayudan al confort y seguridad dando cabida a muchas personas a una nueva área de trabajo. Es unión ha sobrepasado fronteras entre la electrónica y la informática ya que varias empresas se han unido para producir varios elementos electrónicos programados para la instalación en un edificio, agregando un valor importante de confort e inteligencia.

A la hora de definir este nuevo sector se pueden distinguir dos nuevos conceptos: domótica e inmótica, en domótica se refiere a la automatización de viviendas y en inmótica se refiere al resto de edificaciones ya sea casa u oficina. Esta división entre domótica e inmótica no está generalizada ya que domótica aún se usa en edificaciones pequeñas. En inglés los conceptos que se emplean son *home systems*, *smart house* o *intelligent building technologies*. De alguna forma se puede decir que la domótica es una ciencia que ayuda a que una persona pueda realizar acciones sin necesidad de esfuerzo, esto serviría para personas con obesidad o discapacitada, dándole seguridad

Etimológicamente, la palabra domótica fue acuñada en Francia y procede de la unión e independencia incluso sin estar en el lugar. La palabra domótica se deriva de

domus (casa en latín) y robotique (robótica). Hay una gran variedad de definiciones para este tema, pero la mayor parte de los expertos definen que la domótica se refiere al confort de los usuarios. Por inmótica se manifiesta la agrupación de dispositivos que proporcionan un nivel de automatización dentro de una edificación o sector terciario, como ejemplo son los edificios, hospitales, parqueaderos, oficinas, casas, etc.

De tal forma que gestionan toda la infraestructura estos sensores que nos ayudan al control de información para saber que realizar con los datos obtenidos. Surge también el concepto de BMS (*Building Management System*) como varios nombres dados a esta ciencia pero no están bien definidos y proporcionan malos entendidos y disgustos.

Las características que debe cumplir un buen sistema inmótico son:

1.2.1 Integración.

Lo principal de la domótica es la integración de sensores que actúen con un fin específico y se diferencien entre una edificación automatizada de una inteligente.

1.2.2 Flexibilidad.

La capacidad de adaptarse a nuevas tecnologías con nuevas extensiones en una edificación es primordial ya que lo importante es la facilidad de aumentar el número de sensores sin necesidad de instalación personalizada.

1.2.3 Fiabilidad.

La forma de controlar un sistema sería muy delicada ya que entre más sensores más probabilidad de que haya errores no deseados, por tal motivo lo mejor es tener un error mínimo para que no se visualice o se presencie al realizar una acción al sensor donde garantice que se ejecute y se envíe el dato tantas veces sea necesario.

1.2.4 Control sencillo.

Este aplicativo tiene que se lo mas amigable con el usuario ya que la mayoría de personas que ocupen este sistema no tiene los conocimientos para saber si una cortina llego a su tope o el foco esta intermitente, por tal motivo se tiene que desarrollar un sistema básico para que el usuario tenga curiosidad y ganas de entenderlo. Los beneficios que se obtienen son:

1.2.4.1 Reducción al consumo de energía eléctrica.

Una oficina inteligente contribuye al ahorro de energía ya que puede detectar que no hay presencia de personal y apagarse la luz o si detecta luz solar apagar las baterías y colocar el panel solar en funcionamiento por las noches. Lavar l ropa a horas que el Kvatío por hora es más barato.

1.2.4.2 Aumenta el confort.

Dentro de una oficina inteligente podremos trabajar de mejor manera ya que el confort que nos da al momento que laboramos, nos permitirá trabajar relajados y a gusto ya que contaremos con un ambiente templado.

1.2.4.3 Aumenta la seguridad.

Una de las importantes áreas es la de seguridad ya que con ella podremos saber qué hacer en caso de tener un incendio o fuga de gas o si no un robo a mano armada. Lo importante es saber que cuando exista uno de estos inconvenientes se activara un sensor ya sea de humo o de alarma donde llegara un aviso a la policía o bomberos.

1.2.4.4 Gestión remota.

Con una dirección IP pública podremos realizar una NAT a la red del hogar u oficina y estar conectados con nuestro aplicativo realizando una visita con la cámara IP o si no, podremos prender y apagar la luz para aparentar que hay presencia en la casa.

1.2.4.5 Buena impresión.

El ingreso de esta tecnología es bueno para la impresión del usuario final ya que no todos las edificaciones tienen esta ventaja y puede ayudar a vender caro y rápido el edificio o departamento, también permite abrir otras oportunidades de trabajo. Estos sectores son:

- Relacionados con el mundo de la construcción.

Las edificaciones que tengan domótica en su infraestructura es un valor agregado dando la oportunidad a que tenga apertura esta tecnología y ganancias en el mantenimiento.

- Relacionados con el mundo de la electrónica.

Los diseñadores de productos aumentan su área de mercado al elaborar y desarrollar los dispositivos que se van a utilizar en casas y oficinas, destacando los fabricantes de electrónica de consumo (equipos, televisores, etc.) y los de electrodomésticos (refrigeradoras, cocinas, secadoras, etc.). Adicional pueden encontrarse fabricantes dedicados exclusivamente a los sistemas domóticos (pasarelas, sensores, etc.).

- Relacionados con el mundo de las telecomunicaciones.

Con la inserción de la domótica/inmótica, los que ofrecen servicios ven posibilidades más amplias.

- Introducción de aplicaciones y servicios que pueden ofrecer.

Esta incorporación se define con un aumento de las ventas de accesos de banda ancha y así los que ejecutan las telecomunicaciones se benefician en mayor medida de la costosa infraestructura que poseen. Por último, sobresale toda la actividad económica producida alrededor de los edificios inteligentes que supone también un logro para el estado y la administración pública. Además, se consigue un ahorro energético de forma global y la probabilidad de abrir nuevas vías de investigación y desarrollo (Alegsa, 2013)

1.3 ARDUINO



Figura 1. Arduino Uno

Fuente: (Wikipedia, 2001).

Es una placa electrónica de código abierto fundamentado en hardware y software, muy accesible, para poder ser manipulado y explorado por todas las personas. Este tiene un soporte free en su hardware, donde esta placa tiene un microcontrolador que se puede re-programar, creada para favorecer el uso de la electrónica en temas multifacéticos.

El hardware radica en la utilización de una placa con un microcontrolador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Los microcontroladores más comunes son el Atmega168, Atmega328, Atmega1280, ATmega8 por fácil manejo y bajo costo, lo que faculta la reacción de varios diseños. Por otra parte el software se basa en un desarrollo que integra el lenguaje de programación *Processing/Wiring* y el cargador de arranque que es elaborado en la placa.

Desde octubre de 2012, Arduino se emplea también con microcontroladoras CortexM3 de ARM de 32 bits, 5 que convivirán con las más restringidas y económicas AVR de 8 bits. ARM y AVR no son programas similares a nivel binario, pero se pueden programar con el mismo IDE de Arduino y hacerse programas que se reúnan sin modificaciones en las dos plataformas. Eso sí, las microcontroladoras CortexM3 usan 3,3V, a diferencia de las placas con AVR que casi siempre usan 5V. Sin embargo ya mucho antes se hicieron placas Arduino con Atmel AVR a 3,3V como la Arduino Fio y hay compatibles de Arduino Nano y Pro como Meduino en que se puede sustituir el voltaje.

Arduino se puede emplear para perfeccionar objetos interactivos independientes o puede ser enlazado a un software tal como Adobe *Flash*, *Processing*, *Max/MSP*, *Pure Data*. Las placas se podrían hacer a mano o comprar. El ámbito de desarrollo integrado libre se puede adquirir gratuitamente.

Arduino puede coger información del contexto a través de sus entradas analógicas y digitales, puede verificar luces, motores y otros actuadores. El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en *Wiring*) y el ámbito de desarrollo Arduino (basado en *Processing*). Los proyectos hechos con Arduino pueden realizarse sin necesidad de conectar a un computador.

1.4 ¿QUÉ ES ARDUINO?

Es un dispositivo para realizar configuraciones y modificaciones en computadores o detectar el control de un mundo físico que se basa en la programación de software para un fin específico que puede convenir al usuario o persona. Más comúnmente es usado para aplicaciones interactivas teniendo entradas y salidas para abrir o cerrar sensores actuadores o PWM en un mismo módulo teniendo como resultado un dimmer o prendido de focos con ventilación controlada o si no un encendido de lavadora (Duc B. Nguyen, 2005).

EL lenguaje de programación se basa en la arquitectura visual C++ donde se puede abrir un entorno con librerías y ejecutar acciones de acuerdo a la práctica o aplicación realizada.

Sus módulos son:

Los exponentes en venta de Arduino se dividen en 4 productos diferentes: tablas, escudos, kits y accesorios; siendo en cada uno:

- Arduino Uno.
- Arduino Leonardo.
- Arduino Due.
- Arduino Yún.

- Arduino Tre (En Desarrollo).
- Arduino Zero (En Desarrollo).
- Arduino Micro.
- Arduino Esplora.
- Arduino Mega ADK.
- Arduino Ethernet.
- Arduino Mega 2560.
- Arduino Robot.
- Arduino Mini.
- Arduino Nano.
- LilyPad Arduino Simple.
- LilyPad Arduino SimpleSnap.
- LilyPad Arduino.
- LilyPad Arduino USB.
- Arduino Pro Mini.
- Arduino Fio.
- Arduino Pro.

Escudos:

- Arduino GSM Shield.
- Arduino Ethernet Shield.
- Arduino WiFi Shield.

1.4.1 Entradas y Salidas

El módulo Diecimila tiene 14 entradas digitales que se puede configurar como entradas y/o salidas que se ejecutan a 5 voltios. Cada contacto tiene la capacidad de enviar o recibir máximo 40 mA. Los contactos 3, 5, 6, 9, 10 y 11 pueden proveer una salida PWM (Pulse Width Modulation). Si cualquier dispositivo se conecta a los contactos 0 y 1, eso impide la comunicación con el USB. Diecimila posee 6 entradas analógicas que conceden una resolución de 10 bits. Por ende, pueden recibir de 0 hasta 5 voltios, pero se puede mover a un nivel más alto, empleando el contacto Aref y algún código de bajo nivel.

Tabla 1 Comparativa.

Se compara ATmega168 con ATmega328 y ATmega1280

	ATmega168	ATmega328	ATmega1280
Voltaje operativo	5 V	5 V	5 V
Voltaje de entrada recomendado	7-12 V	7-12 V	7-12 V
Voltaje de entrada límite	6-20 V	6-20 V	6-20 V
Contactos de entrada y salida digital	14 (6 proporcionan PWM)	14 (6 proporcionan PWM)	54 (14 proporcionan PWM)
Contactos de entrada analógica	6	6	16
Intensidad de corriente	40 mA	40 mA	40 mA
Memoria Flash	16KB (2KB reservados para el bootloader)	32KB (2KB reservados para el bootloader)	128KB (4KB reservados para el bootloader)
SRAM	1 KB	2 KB	8 KB
EEPROM	512 bytes	1 KB	4 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz

Continua



	ATmega168	ATmega328	ATmega1280
Voltaje operativo	5 V	5 V	5 V
Voltaje de entrada recomendado	7-12 V	7-12 V	7-12 V
Voltaje de entrada límite	6-20 V	6-20 V	6-20 V
Contactos de entrada y salida digital	14 (6 proporcionan PWM)	14 (6 proporcionan PWM)	54 (14 proporcionan PWM)
Contactos de entrada analógica	6	6	16
Intensidad de corriente	40 mA	40 mA	40 mA
Memoria Flash	16KB (2KB reservados para el bootloader)	32KB (2KB reservados para el bootloader)	128KB (4KB reservados para el bootloader)
SRAM	1 KB	2 KB	8 KB
EEPROM	512 bytes	1 KB	4 KB
Frecuencia de reloj	16 MHz	16 MHz	16 MHz

Fuente: (Prezi, Arduino, 2003)

1.4.2 La programación y su lenguaje.

El programa Arduino se plantea utilizando un idioma único fundamentado en el lenguaje de programación de alto nivel Processing. Pero, se puede emplear otros lenguajes y aplicaciones más comunes en Arduino, ya que Arduino utiliza la transmisión serial de datos sustentada por la mayoría de los lenguajes indicados. Si no pueden usar el formato serie de forma nativa, es posible usar software intermediario que traduzca los mensajes enviados por las dos partes y así posibilitar una comunicación continua. Por ejemplo:

- BlitzMax (con acceso restringido).
- C.
- Adobe Director.
- 3DVIA Virtools: aplicaciones interactivas y de tiempo real.
- C#.
- C++ (mediante libSerial o en Windows).
- Flash (mediante ActionScript).
- Isadora (Interactividad audiovisual en tiempo real).
- Java.
- MaxMSP: Entorno gráfico de programación para aplicaciones musicales, de audio y multimedia.
- Matlab.
- Minibloq: Entorno gráfico de programación, corre también en las computadoras OLPC.
- Perl.
- Php.
- Physical Etoys: Entorno gráfico de programación usado para proyectos de robótica educativa.
 - Processing.
 - Ruby.
 - Scratch for Arduino (S4A): Entorno gráfico de programación, modificación del entorno para niños Scratch, delMIT.
 - Pure Data.
 - Python.
 - Squeak: Implementación libre de Smalltalk.
 - Visual Basic .NET.
 - SuperCollider: Síntesis de audio en tiempo real.
 - VBScript.

1.5 TIPOS DE REDES

Como muestra la Figura según su cobertura las redes inalámbricas se dividen:

- WBAN (Wireless Body Area Network).
- WPAN (Wireless Personal Area Network).
- WLAN (Wireless Local Area Network).
- WMAN (Wireless Metropolitan Area Network).
- WWAN (Wireless Wide Area Network). [3].

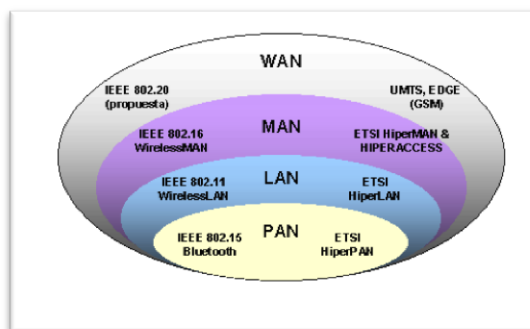


Figura 2. Tipos de Red.

Fuente: (Redesinalambricas28.blogspot.com, 2005).

Tabla 2 Frecuencia de red inalámbrica.

Tabla comparativa entre estandares

	Estandar	Uso	Capacidad de proceso	Alcance	Frecuencia
Irda		WPAN	4 Mbps	Menor a 10 m	850 nm
UWB	802.15.3	WPAN	De 110 a 480 Mbps	Hasta 10 m	7.5 GHz
Bluetooth	802.15.1	WPAN	Hasta 720 Kbps	Hasta 10 m	2.4 GHz
ZigBee	802.15.4	WPAN	250 kbps, 40 kbps y 20 kbps	Hasta 10 m	2.4 GHz 915 MHz 868 MHz

Continua



Wi-fi	802.11G	WLAN	Hasta 54 Mbps	Hasta 100 m	2.4 GHz
WiMAX	802.16d	WMAN	Hasta 75 Mbps	Aprox. De 6 a 10 Km.	11 GHz
WCDMA/UMTS	3G	WWAN	Hasta 2 Mbps	De 1.5 a 8 Km	1800, 1900, 2100 MHz

Fuente: (Prezi, 2001).

1.6 WBAN REDES DE ÁREA CORPORAL INALÁMBRICA

Lo principal de esta red es eliminar la barrera del entorno informático con la persona a través de interfaces eficientes “electrónica - hombre”. Lograr grados de integración más altos entre los usuarios y los servicios compromete a la conexión entre los dispositivos electrónicos y la comunicación que el usuario tenga en su vestimenta o en el entorno. Este tipo de redes establece lo que se conoce como Redes de Área Corporal y con el acrónimo BAN (Body Area Network). [4].

Hay dispositivos que pueden trabajar entre uno a dos metros de conectividad, como gafas, auriculares, cámaras o dispositivos móviles. La ventaja en estandarizar la tecnología inalámbrica es que varias marcas se puedan conectar entre si ya que usan los mismos protocolos. Las aplicaciones que se están implementando con más ímpetu son en la medicina y rehabilitación, ya que da al médico y al paciente más comodidad.

1.7 WPAN REDES DE ÁREA PERSONAL INALÁMBRICA

Las redes WPAN tienen redes inalámbricas de corto alcance, que en pocos años tendrán importantes consecuencias tecnológicas y económicas por su eficiencia cumpliendo los objetivos encomendados. Esta red personal sirve para la comunicación entre varios dispositivos que se encuentran en una red de

computadoras cercanas a un punto de acceso. Estas redes son de uso personal, así como fuera de ella.

Dentro de la última década las comunicaciones inalámbricas han probado un alto crecimiento (GSM, IS-95, GPRS y EDGE, UMTS, y IMT-2000). En las soluciones de sistemas o redes inalámbricas hay una buena transferencia de datos gracias a estas tecnologías. A diferencia de las redes de comunicaciones fijas la terminal de estas comunicaciones permite que la persona se desplace por toda el área de cobertura, por lo que habrá un desarrollo de varias soluciones PAN reemplazando el concepto de los espacios personales.

El concepto de esta red surgió en el año 1995 en el Massachusetts *Institute of Technology* (MIT) para poder comunicar el cuerpo humano con dispositivos adjuntos a través de impulsos eléctricos. Estas redes son conocidas en la literatura internacional como WPANs (*Wireless Personal Area Network*) y establecen el reto tecnológico en el aspecto inalámbrico; su creación es una consecuencia evolutiva para acercar la red al usuario e incorporar los servicios para obtener una automatización del entorno en base a la misma infraestructura, obteniendo una coincidencia real entre informática, comunicaciones y control (Vega, 2003).

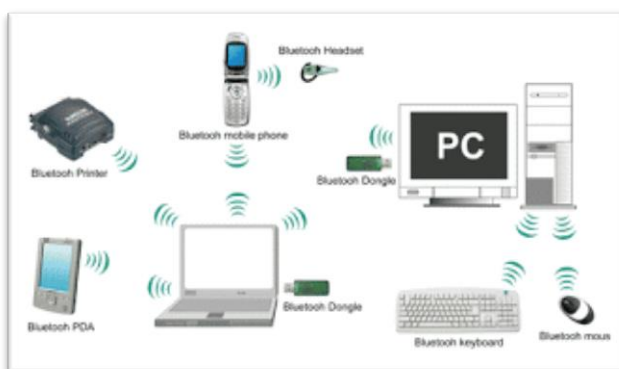


Figura 3 WPAN.

Fuente (<http://redes-inalambricas43.webnode.com.ve/novedades/>, 1998).

Este esquema WPAN (figura 3), implica que, los equipos de comunicación, computación, vigilancia o detección se relacionen a distancias cortas (Vega, 2003). El ambiente personal de trabajo, se refuerza con la red PAN que le dan buenas comunicaciones dentro de su espacio y con el exterior (2-4). Esta red puede usarse inalámbricamente. Otra tecnología con un importante panorama en términos y excelencia tecnológica es *Ultra Wide Band*, ya que agrupa aplicaciones de comunicaciones y de visualización; también utiliza material semiconductor SiGe en sus chips, se fundamenta en utilizar pulsos rápidos y de baja potencia para la transmisión de información.

Debido a la excelencia de la tecnología, en términos de mercado las posibilidades de tener un impacto socio-económico a un largo plazo siguen siendo realmente buenas, especialmente involucrándose en la industria tanto de comunicaciones como de informática. El fundamento de este esquema de *networking* tiene un nivel de excelencia como para pronosticar que representa el futuro de la información debido a su potencial en términos de automatizar de manera global, manteniendo así un concepto tecnológico universal que es lo que le otorga ese enorme potencial. Los desafíos del IEEE 802.15 se manifiestan en términos de:

- Conseguir dispositivos con potencia extremadamente baja para evitar tener que recargar frecuentemente la batería.
- Tiene poco peso debido a que los equipos son portátiles y deben poder llevarse sin ningún esfuerzo para que la WPAN sea fiel a su concepción.
- Conseguir bajos costos por temas de mercado.
- Solventar inconvenientes de las interferencias: la banda ISM (Industrial Scientific Medical) de 2,4 MHz donde funcionan las redes de área personal, es la banda utilizada por mucha cantidad de equipos debido a que no se necesita licencia para trabajar en esa banda.

1.8 WLAN REDES DE ÁREA LOCAL INALAMBRICA

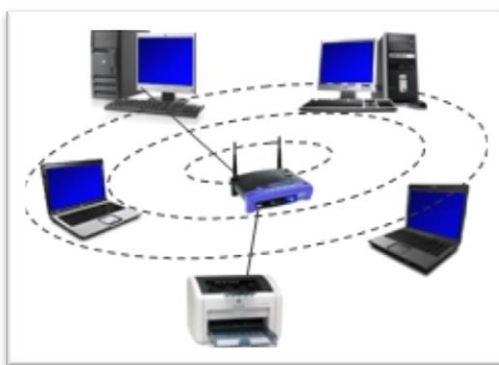


Figura 4 WLAN.

Fuente: (Geocities, 2001)

Una red WLAN emplea ondas de radio para acoplar dispositivos de Internet a la red y difundir datos y de su empresa. El sistema de comunicación inalámbrica es muy flexible y utilizado como la red LAN. Esta tecnología permite mayor movilidad al usuario y reduce el costo de infraestructura en el cableado, ya que los datos son enviados por radiofrecuencia. Las WLAN van adquiriendo mucha importancia en la manufacturación y en los locales comerciales, ya que transmiten la información en tiempo real a una central o rack. Sin embargo en donde hubo más acogida fue en los hogares, ya que permite compartir internet a los usuarios.

El estándar 802.11a y 802.11g utilizan la banda de 2,4 – 2,5 Ghz. Se clasificaron en esta banda 11 canales utilizables por equipos WIFI, en el cual se puede configurar de acuerdo a las necesidades particulares. Tomando en cuenta, que los 11 canales no están completamente independientes (ya que al momento que están contiguos producen interferencia) solo se puede utilizar 3 canales simultáneamente en la práctica (1, 6 y 11). Esto aplica para países de Latinoamérica y Estados Unidos puesto que en Europa, el ETSI ha definido 13 canales. En España por ejemplo se pueden utilizar 4 canales no-adyacentes (1, 5, 9 y 13).

La asignación de canales se realiza sólo en los puntos de acceso, ya que los “clientes” automáticamente detectan el canal, excepto en el caso en que se realiza una red ad hoc punto a punto cuando no existe punto de acceso. Utilizando la tecnología WLAN se incrementa la productividad, ya que no es necesario conectar un cable de red al computador, teniendo así la flexibilidad y la movilidad de nuestro dispositivo electrónico. Los usuarios que se encuentra conectados a esta red tienen la

capacidad de enviar y recibir datos de voz y video, ya sea dentro de una oficina, edificio o área metropolitana con una velocidad de hasta 54 Mbps; como lo indica la Tabla 3.

Tabla 3 Estándares comparativos.

Estándares comparativos de organismos

<i>Estandar</i>	802.11b	802.11a	802.11g	<i>HiperLan</i>
<i>Organismo</i>	IEEE	IEEE	IEEE	IEEE
<i>Finalizacion</i>	199	2002	2003	2003
<i>Banda de Frecuencia</i>	2.4 GHZ	5 GHZ	2.4 GHZ	5 GHZ
<i>Tasa maxima</i>	11Mbit/s	54Mbit/s	54Mbit/s	54Mbit/s
<i>Interfaz aire</i>	DSSS/FH SS	OFDM	OFDM	OFDM

Fuente: (CCM, 2006)

1.9 WMAN REDES DE ÁREA METROPOLITANA

Red de área de metropolitana (MAN, siglas del inglés *Metropolitan Area Network*) trabaja a una velocidad (banda ancha) que da servicio al área geográfica extensa, entregando una capacidad de integración de varios servicios a través de la transmisión de datos, vídeo y voz, donde transfieren la información por fibra óptica y par trenzado (MAN BUCLE). Esta tecnología proporciona una gran estabilidad en la transmisión de datos, ya que no interfiere en la radio frecuencia y por ende es la red

más grande y estable que se ha creado para un área metropolitana. Las redes MAN BUCLE entregan una velocidad de 10 Mbit/s o 20 Mbit/s, sobre pares de cobre y 100 Mbit/s, 1 Gbit/s y 10 Gbit/s mediante fibra óptica. Como lo muestra la Figura 5

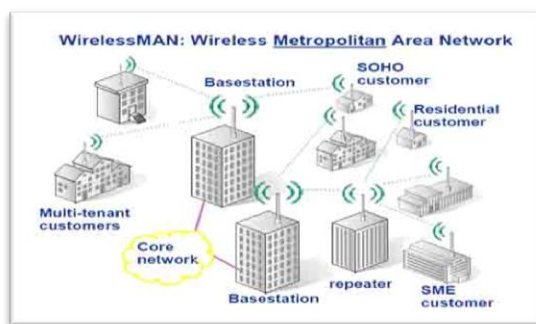


Figura 5 WMAN.

Fuente: (Sebastián, 1994).

Fuente: (<http://redes-inalambricas43.webnode.com.ve/libro-de-visitas/>, 2006).

Por el sencillo diseño de las MAN, les faltan elementos de conmutación, por lo que están más próximas de una red de área local amplia que de una red de área extensa, pero pueden cubrir regiones enteras cuando se enlazan internamente mediante varias redes de área metropolitana.

El denominado DQDB o bus dual de cola distribuida (IEEE 802.6), es el principal estándar asociado a las redes de área metropolitana este se compone de dos líneas (buses) unidireccionales, en las que se conectan todos los equipos de una red. Para llegar a la máquina de destino se envía datos de un equipo, usando el bus en el sentido que sea necesario. Por ser un medio de difusión, las máquinas en el sendero de un paquete tienen entrada a la información enviada de forma teórica (aunque, en la práctica, sólo el destinatario recibe los datos). Esta red puede ser pública o privada, por ejemplo una MAN privada sería una administración con edificios repartidos por toda la ciudad, trasladando el tráfico de voz y datos entre edificios por medio de su propia MAN y direccionando la información externa por medio de los operadores públicos.

Los datos se pueden enviar como paquetes o canales de ancho de banda fijos, entre varios edificios. Aplicaciones de vídeo pueden enlazar los edificios para

reuniones, simulaciones o colaboración de proyectos. Por ejemplo, una MAN pública es la infraestructura que un operador de telecomunicaciones instala en una ciudad para ofrecer servicios de banda ancha a los clientes de esta área geográfica.

1.10 WWAN REDES DE ÁREA EXTENDIDA INALAMBRICA

Las redes WWAN tienen la capacidad de proveer la conexión y comunicación entre varios Km, es utilizada para la conexión entre países ya que soporta varias distancias sin interferencia. Posee un alcance mucho mayor a las otras redes inalámbricas. Como ejemplo estas redes tiene la capacidad de conectar a ciudades enteras con la cobertura de antenas o microonda como por ejemplo la red celular .Hay tres tipos de redes WWAN hasta el momento:

- GSM (Sistema Global para las comunicaciones Móviles).
- UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones móviles).
- GPRS (Servicio general de paquetes vía radio).

Esta tecnología abarca la tercera generación de los celulares móviles (3G), donde detallaremos algunas características de la misma.

- La transmisión de voz es equitativa a la red de telefonía fija.
- La velocidad de transmisión es elevada por tal motivo se puede realizar video llamadas o escuchar música directamente desde el internet.
- Tiene una capacidad de enviar y recibir videos o música (multimedia).
- La red UMTS se conforma de los siguientes elementos:

Núcleo de red (Core Network). El núcleo de red configura e inserta funciones de transporte y de inteligencia. Pasando por el núcleo de red, el UMTS se une con otras redes de telecomunicaciones, de tal forma que no solo tengan conexión con las redes UMTS si no también con las demás para así conformar una malla.

Las ventajas que ofrece la tercera generación de telefonía móvil son las siguientes:

- **Movilidad:** Un usuario siempre tendrá cobertura ya que se establece puntos estratégicos para abarcar mayor cantidad de señal para tener una cobertura constante y segura.
- **Internet:** Es la capacidad de todo dispositivo inteligente el poder conectarse a la red y aprovechar todos los servicios que ofrece esta tecnología.
- **Contenidos:** Con el acceso a internet podremos acceder a toda la información que presenta la internet (educativa, multimedia, cine, etc.).

1.11 PROTOTIPOS DE CONFIGURACION DE RED INALAMBRICA

1.11.1 RED DE INFRAESTRUCTURA

Esta red es muy usada para la comunicación QoS ya que no necesita ver al dispositivo final para poder enviar los datos porque esto lo hace un router principal en enrutamiento y direccionamiento del mismo. Tiene muchas formas de conexión ya sea en estrella o en piramidal siempre esta red es efectiva para el envío de datos.

1.11.2 AD-HOC

Una red Ad-hoc es una red que no depende de ninguna otra red para su funcionamiento ya que no necesita un router y cables como una red de infraestructura o de un wifi administrable para engancharse. En lugar a esto todo nodo existente participa en mandar y recibir información para así estar comunicados entre sí, de esta manera la transmisión y comunicación de estos nodos se hace dinámicamente a través de un nodo master, esto se llama comunicación floding.

Esta red ad-hoc simplemente está libre de asociarse con cualquier otro nodo que este en el mismo rango Trabaja en el rango de cobertura de la 802.11 donde facilita donde facilita la interoperabilidad y compatibilidad de cualquier dispositivo conectado a la red.

1.12 VENTAJAS DE LAS REDES INALAMBRICAS

Hay muchas ventajas entre las redes inalámbricas donde presentare algunas de ellas:

1.12.1 ESCALABILIDAD

Estos sistemas como no usan cables tienen la posibilidad de acoplarse a modificaciones ya que tienen movilidad por conexión inalámbrica.

1.12.2 FLEXIBILIDAD

La capacidad de incremento de host no es necesario tener cables de red conectados solamente debe de estar en el rango de cobertura del wifi o si no podremos colocar otro AP para ampliar el rango de cobertura y así por ejemplo en una reunión no tendremos que conectarnos a un cable si no solo estar dentro del rango de cobertura.

1.12.3 ACCESO A LA INFORMACION

El acceso a la información o internet es necesario en una empresa ya que al momento que una persona (cliente) necesita tener internet, podremos configurar una red llamada GUEST para que solo tenga acceso al internet y no a la información de la empresa.

1.12.4 COSTO

El negocio de hoy es crecer de manera incontrolable, pero en un edificio que ya tiene los puntos de red fijos y al momento contratan 10 empleados más, nos causara problemas ya que si es cableado nos tocaría romper pared o gypsum y pasar el cable con demasiada dificultad, esto implica mucho gasto ya que un punto de red certificado está costando alrededor de 200 dólares en el mercado.

CAPITULO 2

2 IEEE 802.15.4 “ZIGBEE” DESCRIPCION DEL ESTANDAR DE COMUNICACIONES DE AREA PERSONAL

2.1 ZIGBEE ALIANZA DE PROMOTORES

La Corporación ZigBee es un grupo sin fines de lucro con más de setenta empresas, integrando a Mitsubishi Electric, Invensys, y Motorola. Estas empresas trabajan conjuntamente para elaborar un estándar inalámbrico de bajo consumo y bajo costo de energía. En la red ZigBee comenzaron por el año 1998, cuando varios ingenieros al inventar Bluetooth y WiFi se dieron cuenta que estos estándares no iban a servir para otras aplicaciones.

Lo que desea desarrollar esta empresa es una red ad-hoc para dispositivos de radios digitales con programas de certificación y planes de comercialización para implementar el incremento y demanda de los mismos. La visión de esta tecnología es implementar dispositivos en los cuales proveerán al cliente soluciones accesibles con seguridad altamente confiable con integración inalámbrica.

El estándar IEEE 802.15.4 (ZigBee), concluyo en mayo del 2003, sin embargo, el promotor Philips de mayor importancia, cedió su anagrama. Mientras tanto, el desarrollo sigue avanzando y Philips procede a ser un miembro promotor de la Junta Directiva de la Organización ZigBee. Sus determinaciones fueron corroborar el 14 de diciembre de 2004 en la IEEE, pero el 13 de Junio de 2005 se produjeron y se publicaron las especificaciones ZigBee para universidades y centros de aprendizaje.

2.1.1 ZIGBEE ORGANIZACION DE PARTICIPANTES

Los concursantes poseen un apego no muy comprometido en la Organización ZigBee pueden asistir a los comité de la organización y tener acceso a todas las especificaciones iniciales

Los participantes al igual que los promotores representan una gran variedad de compañías de las cuales presentaremos algunas de ellas, como en la Figura 6.



Figura 6 Participantes de la Alianza ZigBee.

Fuente: (Casares, 2004).

2.2 “ZIGBEE” ORIGEN DEL NOMBRE

Esto fue por la comunicación que tienen las abejas, en una colonia hay las abejas obreras, zánganos y la abeja reina donde cada una depende de la otra para encontrar comida.

La técnica que utilizan estas abejas es un sistema silencioso pero muy efectivo, estas abejas realizan movimientos en forma de ZIG-ZAG donde indican la distancia lugar y dirección del alimento encontrado.

Viendo este efectivo pero silenciosa comunicación tomo la forma el nombre de ZIGBEE donde ZIG viene de zig-zag y BEE es por abeja en inglés. [1].

2.3 ESTÁNDAR ZIGBEE

Zigbee funciona en la red de Area Personal WPAN de protocolo inalámbrico. ZigBee fue inventado para soportar muchas variedades de aplicaciones, dando una conectividad más efectiva y superior que los anteriores sistemas inalámbricos, donde esta es muy distinta a los estándares anteriores. El estándar se enfoca en una mejora para dispositivos con activación y bajo consumo de energía.

El ejemplo de inventar un nuevo estándar, es para permitir la interoperabilidad entre dispositivos creados por empresas diferentes. ZigBee es un estándar que contempla algunas capas principalmente la física, la del medio de control de acceso y la capa de red con la de aplicación, que han sido asignadas por la organización ZigBee.

2.4 CARACTERÍSTICAS DE ZIGBEE

- El consumo de energía es muy bajo a comparación de otros.
- La forma en que estos dispositivos pueden expandirse para poder accionar dispositivos en forma de malla es verdaderamente formidable.
- La poca energía que necesitan para poder accionar un dispositivo.
- Estos dispositivos Zigbee cada vez tendrán mejor diseño y serán más amigables con el medio ambiente, ya que ahorran energía en su comunicación.
- Son dispositivos cada vez de menor precio y su mantenimiento e instalación se hace cada día más sencilla.
- La sencillez que tiene este dispositivo, requiere menos recarga y aumenta más la vida útil de sus baterías.
- Zigbee permite la creación de 216 nodos consecutivos, esto nos permite tener muchos sensores conectados entre sí.
- Presenta un stack de ¼ mejor que otros dispositivos.

2.5 ESTÁNDAR IEEE 802.15.4

Lo que más se destaca de este estándar es la flexibilidad que tiene la red al momento de implementarse, también su bajo costo y consumo de energía se puede implementar en varias aplicaciones industriales o domóticas.

En el hogar hay muchos dispositivos que pueden estar conectados entre sí como por ejemplo, el televisor, el aire acondicionado la iluminación, etc.

Estas aplicaciones tienen diferentes necesidades de ancho de banda, con diferente costo e implementación. En Internet, la mayor ansiedad de los diseñadores es satisfacer la necesidad de racionar conexión de mayor velocidad. Por un lado, la aplicación de automatización de un hogar y la de seguridad no necesitan alta velocidad, no es necesario controlar protocolos muy sofisticados, que afecta directamente en el consumo de energía pues necesitarían un mayor procesamiento y por ende más consumo y costo.

Continuando con ciertas aplicaciones en una oficina en donde, si colocamos un detector del humo en el techo o la temperatura en un escritorio no necesariamente necesitamos enviar datos varias veces al día, para esto Zigbee encajaría muy bien con un enlace inalámbrico de baja tasa de transmisión y potencia con un ahorro de dinero y tiempo en la instalación con un bajo costo de energía.

WLAN (802.11) es una tecnología muy cara y sobrepasa las necesidades de requerimientos en conexión, por lo tanto la IEEE y Zigbee se unieron para implementar un nuevo estándar inalámbrico para aplicaciones industriales o domóticas, dando como resultado la 802.15.4 red, llamada LR-WPAN que se dedica para cumplir este fin.

2.6 ZIGBEE /IEEE 802.15.4 – CARACTERÍSTICAS GENERALES

- Tiene un bajo ciclo de trabajo por ende optimiza la energía (1%).
- CSMA-CA es el método de acceso al canal.
- Distancia: 75 a 10 m.
- Tiene dos capas físicas en diferentes frecuencias (2.4 GHz y 868/915 MHz).
- La velocidad de transmisión de datos es de 250 kbps (2.4 GHz), 40 kbps (915 MHz), y 20 kbps (868 MHz).
- Una batería para Zigbee puede durar meses y años
- Star, cluster tree, mesh son algunas topologías que trabaja nuestro Zigbee.
- Baja transmisión de datos con un bajo ciclo de trabajo.
- 65,535 dispositivos.

2.7 EL ESTÁNDAR ZIGBEE Y SUS FUNCIONES

2.7.1 (Network Scan) Búsqueda de red

Este rango es llamado a menudo POS (Personal Operating Space). Este rango sirve para implementar canales dentro de su índole de comunicación.

2.7.2 Creating.

Puede elaborar una red sin necesidad de utilizar el POS.

2.7.3 Device Discovery.

En una red PAN puede identificar sus dispositivos utilizando la aplicación.

2.7.4 Service Discovery.

Sirve para identificar qué servicios son soportados o adoptados en la red.

2.7.5 Binding.

Posee la posibilidad de unirse con otros dispositivos en la capa de aplicación.

2.7.6 Joining and leaving a network.

Puede configurarse de forma que pueden agregar más miembros de la red sin necesidad de configuración o de abandonar a un dispositivo específico de la red aplicando esta tecnología.

2.7.7 Configuring a new device.

Posee la capacidad de configurar un nuevo stack para un nuevo dispositivo.

2.7.8 Addressing.

Sirve para asignar direcciones un coordinador dentro de la red.

2.7.9 Sincronización en una red (Synchronization within a network)

Sirve para realizar la sincronización de un dispositivo sin necesidad de configuración, ya que puede mandar una sincronización de cabecera o polling.

2.7.10 Security.

Tiene una seguridad en cada trama admitida y puede tener la configuración de quitar esta seguridad para que el dispositivo pueda recibir información sin codificarla.

2.7.11 Routing.

El coordinador de una red puede asignar la ruta requerida hacia el dispositivo de forma automática mediante el ID y el DL o DH.

2.8 OBJETIVOS DE LA ARQUITECTURA ZIGBEE

Esta arquitectura tiene la capacidad de operaciones en fácil operatividad como avanzada. De la misma forma la arquitectura debe soportar versiones de actualización para dispositivos futuros. El objetivo de esta estandarización es que todos los dispositivos estén normalizados para la interoperabilidad entre ellos.

2.9 OBJETIVOS TÉCNICOS DEL MERCADO ZIGBEE

ZigBee trabaja en la banda de 868/915 MHz o 2.4GHz y se ha vuelto un estándar internacional sin necesidad de licencia ya que es un acuerdo internacional.

Hay algunas bandas sin licencia en frecuencias más bajas y más altas. Las bandas de 2.4 GHz y 915/868 MHz fueron designadas por el estándar IEEE 802.15.4 debido a sus características de propagación. Las frecuencias 915/868 MHz y 2.4 GHz tienen excelente traspaso tanto en techos como en paredes, pero estos dispositivos tienen un rango limitado de transferencia de información en donde poseen la opción de ser dispositivos de configuración automática o semiautomática para que el usuario pueda instalar fácilmente sin necesidad de que un operador lo realice.

Además, esta tecnología permite agregar un dispositivo de una manera sencilla que los demás ya que no tiene cables ni una configuración complicada con un bajo costo de adquisición y si es posible integrarse a las tecnologías existentes.

Zigbee permite la transferencia de datos de 250 Kbps y de 20 Kbps. Representando la cantidad de información que puede ser transmitida en una trama en la cabecera. El hardware Zigbee está diseñado para trabajar a una distancia de 30 metros a la redonda y 75 metros sin obstáculos

Se pueden poner hasta 2^{16} dispositivos ZigBee. Estos dispositivos pueden funcionar con pilas AA o AAA y durar hasta 3 años para dispositivos finales como actuadores o pulsos de activación.

2.10 STACK ZIGBEE

2.10.1 APPLICATION FRAMEWORK

Application framework es el entorno donde se localiza los objetos de aplicación, mismos que reciben y envían datos a través del APSDE service access point (APSDE-SAP). El fabricante define el objeto de aplicación dentro del estándar establecido. El stack de protocolos puede ejecutar hasta 30 objetos al mismo tiempo.

2.10.2 APPLICATION SUPPORTS (APS)

APS provee una interfaz entre APL y NWK a través de servicios utilizados por ZDO y objetos aplicación. El servicio lo proveen dos entidades:

- APS management entity (APSME) a través del APSME service access point (APSME-SAP).
- APS data entity (APSDE) a través del APSDE service access point (APSDE-SAP).

Las funciones de la subcapa APS incluyen: establece una comunicación entre dos o más dispositivos según sus necesidades y servicios; entre ellos se pueden enviar mensajes. El APSDE nos ayuda con la transmisión de datos a los dispositivos que se encuentran dentro de la misma red o ID. El APSME nos da un servicio de descubrir y juntar los dispositivos donde mantiene los objetos en una base de datos, conocido como el APS information base (AIB).

2.10.3 ZIGBEE DEVICE OBJECT (ZDO)

Esta función nos ayuda a definir el rol ya sea de un coordinador o un dispositivo final, respondiendo o iniciando una petición de forma segura dentro de la red.

2.10.4 NETWORK LAYER (NWK)

Esta capa de red se implementa sobre la capa MAC en el estándar IEEE 802.15.4 donde permite la mayor cobertura en la red con lo que nuevas redes podrán anexar para afianzar o fraccionar según la aplicación que se requiera. Tomando en cuenta que el stack de Zigbee es relativamente fácil a comparación de otros stack.

2.11 TIPOS DE DISPOSITIVOS

2.11.1 Full function device (FFD)

Dispositivo que se apoya en el estándar IEEE 802.15.4 tiene la característica de ser uno de los más completos en funciones y aplicaciones. Un FFD soportar los siguientes modos de operación:

- Un Coordinador PAN: El coordinador es el dispositivo principal de la red donde este tiene la capacidad de asociar a más dispositivos de la red sincronizándolos con sus características.
- Un simple dispositivo: es el que actúa como ruteador o como un dispositivo final donde solo espera órdenes del coordinador.

2.11.2 Reduced function device (RFD)

Un RFD es un dispositivo en el cual trabaja con la mínima operación que necesita basándose en el estándar IEEE 802.15.4.

Estos dispositivos no necesitan enviar información de alto índice ya que solo necesitan o envían un pulso de activación. A tal forma que solo puede asociarse a un FFD a la vez.

Además:

- Los dispositivos IEEE tienen que tener un direccionamiento de 64bits.
- Si se desea enviar paquetes de menor tamaño se puede enviar de 16bits.
- Requiere 16KB a 12KB de memoria el RFD.
- FFD requiere 20KB a 16KB de memoria. Modos de direccionamiento:
 1. Identificador más Red del dispositivo (topología en estrella).
 2. Origen/destino de identificador (topología peer-peer o mesh).
 3. origen/destino cluster tree más identificador de dispositivo (topología cluster tree).

2.12 RED ZIGBEE

En esta tecnología Zigbee define tres topologías. El número máximo de dispositivos que puede tener es de 2^{64} (más del que probablemente se necesite), y se puede configurar una red con un máximo de 65.000 (2^{16}) dispositivos.

La formación de asociación de dispositivos Zigbee siempre tratarán de agruparse unos a otros por ejemplo los coordinadores siempre tratarán de configurarse una red libre y los dispositivos finales siempre tratarán de aferrarse a un coordinador.

Por otro lado estos dispositivos al momento de buscar una red primero pueden validar si es de alumbrado para solo buscar dispositivos de red de alumbrado y unirse.

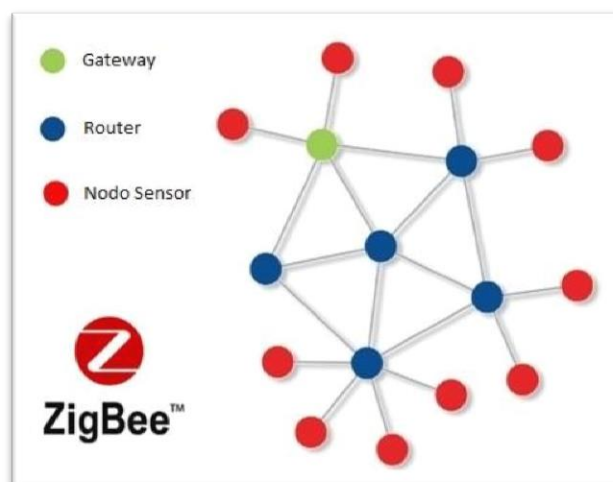


Figura 7. Red típica de ZigBee.

Fuente: (Caseres, 2006).

En la figura 7 podemos ver que mediante el Gateway hay router y dispositivos finales se unen entre sí para formar la red Zigbee.

2.13 TOPOLOGÍAS DE RED

Las topologías de red que pueden ser implementadas son:

2.13.1 Topología en estrella

Esta topología en estrella funciona con un solo coordinador donde establece la comunicación y se encarga de distribuir coordinando la ruta de envío de un FFD. La comunicación de esta topología es centralizada donde si un dispositivo desea unirse debe manda su configuración de ID y el coordinador le envía la autorización

verificando el ID de configuración el DL, DH del FFD del dispositivo de ahí se le agrega a la red PAN.

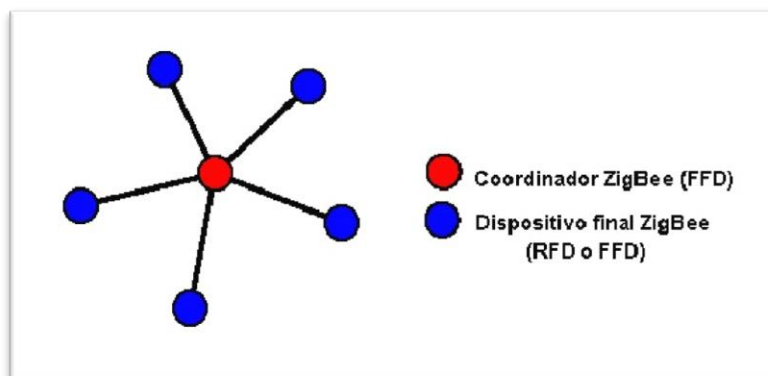


Figura 8 Topología en estrella.

Fuente: (http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode4.html, 2005).

2.13.2 Topología cluster tree

La característica de esta topología de red tiene la capacidad de unir varias redes (Figura 9) con un solo un coordinador PAN:

- Elige un identificador PAN.
- Envía tramas beacons a todos los dispositivos vecinos.
- Forma el primer cluster y se establece a sí mismo como Cluster Head (CH) con su respectivo Cluster Identifier (CID) igual a cero.

Se pueden unir al cluster 0 desde cualquier dispositivo de red asociándose de manera individual. A tal forma que, los coordinadores deben establecerse como Cluster Head en escucha y tomar su respectivo CID.

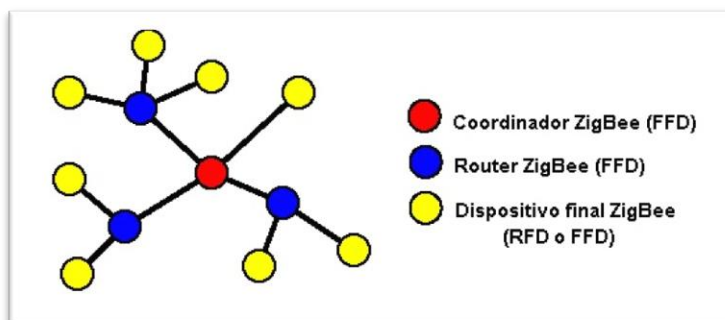


Figura 9 Topología Cluster-Tree

Fuente: (Guimi, Guimi, 2001).

2.13.3 Topología mesh

La conectividad de todos los FFD se configuran con un FFD que trabaja como coordinador en una red PAN, según muestra la Figura 10.

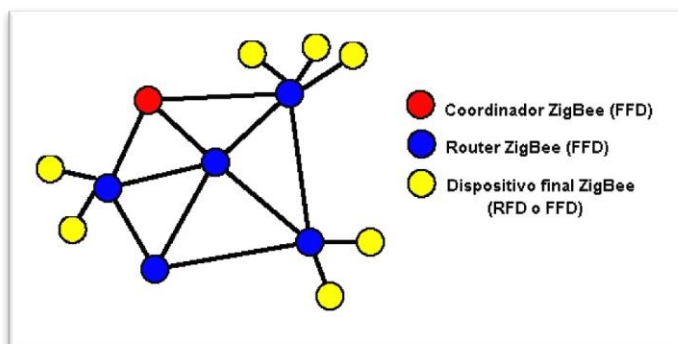


Figura 10 Topología Mesh 2.

Fuente: (Guimi, Guimi.net, 2001)

En la red de los RFD hay conectividad con los FFD y no pueden involucrarse en el enrutamiento de la red donde las ventajas de esta topología son que el rendimiento y la confiabilidad tienen un proceso de información que se debe a las múltiples trayectorias que pueden existir en la red.

2.14 MEDIUM ACCESS CONTROL (MAC)

La MAC provee una interfaz entre la capa física y superior de los LR-WPAN del protocolo IEEE 802.15.4. A continuación se detalla las características más importantes:

- Disociación y Asociación
- Validación de trama
- Control de garantía de ranuras de tiempo (Slot Time)
- Mecanismos de acceso al canal
- Sondeo del canal (Scan)
- Acuse de recibo (ACK)
- Control de guías (Beacon)

En la MAC se encuentran dos tipos de servicio, que van desde la capa superior a través de dos puntos de acceso (Service Access Points, SAPs):

- MCPS-SAP (MAC Common Part Sublayer-Service Access Point), por este medio se accede a la sub capa de los servicios en la MAC.
- Esta sub capa es el manejo de identidad de los servicios MAC MLME-SAP (MAC Layer Management Entity-Service Access Point).

2.15 ZIGBEE /IEEE 802.15.4 MODOS DE OPERACIÓN

2.15.1 Modo Beacon –habilitado

Al momento que seleccionamos el modelo de Beacon –habilitado, en un coordinador PAN, este usa la estructura de súper frame para conducir la información entre dos o más dispositivos.

La súper frame tiene un formato que está definido por un coordinador PAN, donde este envía dicho formato periódicamente dentro de una trame beacon.

2.15.2 Modo Beacon -no habilitado

Cuando este modo no está habilitado el coordinador PAN, se comunica con los dispositivos y estos pueden enviar información mediante un mecanismo CSMA/CA; teniendo como característica que no utiliza súper frames.

2.16 MECANISMOS DE ACCESO AL MEDIO

La 802.15.4 tiene dos versiones del mecanismo CSMA/CA, que son:

- EL CSMA/CA ranurado, este se usa cuando está habilitado el beacon.
- EL CSMA/CA no ranurado, este se usa cuando no está habilitado el beacon.

Para estos dos casos, el dispositivo siempre está escuchando el canal. En caso de estar ocupado manda activar el algoritmo CSMA/CA y asigna un número de períodos de backoff, para quedar a la espera antes de volver a escanear el canal nuevamente.

En CSMA/CA ranurado todos los dispositivos tienen que estar a la espera para poder sondear el canal, donde este debe coincidir con el comienzo de un nuevo slot de la súper frame. En el caso CSMA/CA no ranurado, no se utilizará, ya que no usan súper frame.

2.17 CREACIÓN DE UNA RED

Una red puede ser creada si es que un dispositivo FFD realiza un sondeo de canal, donde el dispositivo elige un canal y una interfaz PAN.

El coordinador de una red ZIGBEE envía y genera tramas de cabecera, para la disociación y asociación de otros dispositivos, dando servicios de sincronización y manejo de GTS.

2.17.1 Generación de beacon

Un FFD solo envía tramas BEACON si cumple con al menos una de las dos condiciones:

- El FFD es un dispositivo asociado en una PAN previamente establecida.
- El FFD es el coordinador PAN de una nueva red.

2.17.2 Descubrimiento de un dispositivo

Cuando un FFD ya se encuentra asociado a una red PAN, puede enviar las tramas de cabecera e informar a los demás dispositivos de su presencia.

2.17.3 Asociación de un dispositivo

La asociación para poder ser activada envía un sondeo pasivo o activo, donde al finalizar el dispositivo selecciona el identificador de la red PAN a la que desea asociarse. Para esto envía un paquete de datos que corresponde al coordinador solicitando la asociación.

Cuando la petición es recibida el coordinador transmite una trama ACK confirmando así la asociación. Donde el ACK es una petición de asociación, pero no quiere decir que este dispositivo haya aceptado la asociación, ya que para esto necesita un tiempo de procesamiento y determinar los recursos de la red, para saber si es suficiente su asociación.

2.17.4 Disociación de un dispositivo

Para un proceso en disociación puede iniciar el dispositivo o el coordinador.

2.17.4.1 Coordinador inicia la disociación

Si es el caso que un coordinador inicia la disociación este envía, una trama indicando la desvinculación del mismo, por tal motivo cuando recibe esta notificación el dispositivo final este envía un ACK confirmado su recepción y termina la desvinculación. Pero si es el caso que el coordinador no recibe un ACK de confirmación este asume la desvinculación y todo con referente al dispositivo asociado es borrado de la red PAN.

2.17.4.2 Dispositivo inicia la disociación

Cuando un dispositivo envía la notificación a un coordinador en una red PAN este recibe un ACK notificando la disociación y el coordinador envía un ACK de confirmación, donde este dispositivo confirma y se considera desasociado, y cualquier referencia acerca de esta Red será borrada por el dispositivo.

2.17.5 Sincronización

La sincronización está concebida por mecanismos que dependen del modo de operación de la red.

2.17.6 Sincronización en una red con modo beacon-habilitado

Cualquier dispositivo que está dentro de una red PAN asociada descifra y recibe la trama Beacon de un coordinador y así sincroniza su transmisión.

2.17.6.1 Sincronización en una red con modo beacon-no habilitado

Esta sincronización se activa, mediante el puleo al coordinador por envío de datos.

2.17.6.2 Sincronización de dispositivos orphaned

Esta sincronización se define Orphaned cuando ha sobrepasado el número de intentos en tratar de comunicarse con el coordinador.

Si en caso contrario llega a ser localizada, entonces este dispositivo tiene que actualizar la información referente a su red.

Si fuese el caso en el que no detecta al dispositivo este realiza un nuevo sondeo, pero si falla la búsqueda las capas superiores deciden si se realiza un nuevo sondeo o si este dispositivo intenta re asociarse nuevamente.

2.17.7 Transmisión y recepción de datos

2.17.7.1 Transmisión de datos

El envío de datos depende mucho del funcionamiento y operación de la red PAN, donde sí se trabaja con Beacon-habilitado, un dispositivo que desea transmitir datos, primero localiza la trama Beacon del coordinador y después realiza el envío de los datos de acuerdo a la estructura de la Superarme utilizando CSMA/CA ranurado.

En el caso de que el envío de información sea con Beacon-no habilitado, utilizará este dispositivo un CSMA/CA no ranurado. En las figuras 11 y 12 podemos apreciar lo dicho: (Caseres, 2006)

- Transferencia de datos al coordinador

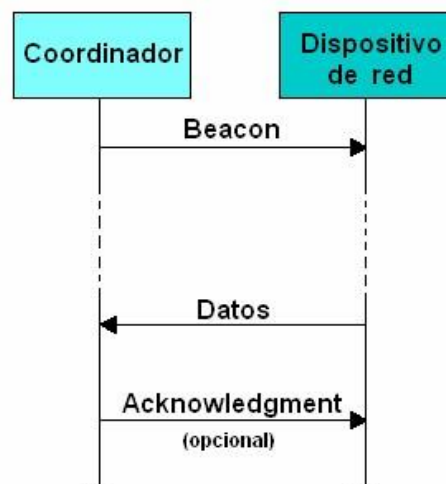


Figura 11 Transferencia de datos en modo beacon -habilitado.

Fuente: (Wikipedia, 2013)

- Transferencia de datos desde el coordinador

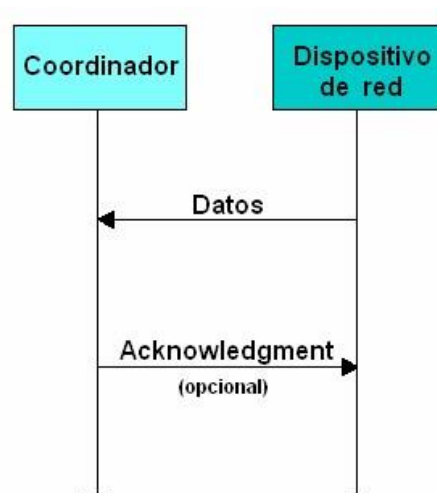


Figura 12 Transferencia de datos en modo beacon -no habilitado 2

Fuente: (Wikipedia, 2013)

2.17.7.2 Recepción de datos

En la recepción de datos, cualquier dispositivo recibe la información de otros dispositivos pero este solo aceptará las tramas al que estén dirigidas hacia él. (Caseres, 2006)

2.17.7.3 Extracción de datos pendientes desde el coordinador

Conocido también como transmisión directa, ya que un dispositivo da información a su coordinador de datos pendientes. Si en una red PAN tenemos datos pendientes el coordinador se entera entonces este examina el contenido de la trama Beacon.

Pero si está en el capo de direcciones pendientes este envía una petición de información al coordinador y si esta es correcta y aceptada por el coordinador, este

envía un ACK confirmando su recepción y el dispositivo se prepara para recibir información pendiente desde el coordinador.

2.18 TRAMAS MAC Y SU ESTRUCTURA

La estructura de una trama MAC se planificó para que tenga una implementación muy flexible y se ajuste a las necesidades de diferentes aplicaciones en diversas topologías y con un protocolo simple.

- MAC Command Frame: usado para manejar todo el control de entidad MAC.
- Beacon Frame: usado por un Coordinador para transmitir beacons
- Data Frame: usado para todas las transferencias de datos.
- Acknowledgment Frame: usado para confirmar la recepción exitosa de la trama.

2.18.1 Estructura de la trama de Datos (Data Frame)

A continuación presentamos una trama de datos, como lo indicamos en la figura 13.

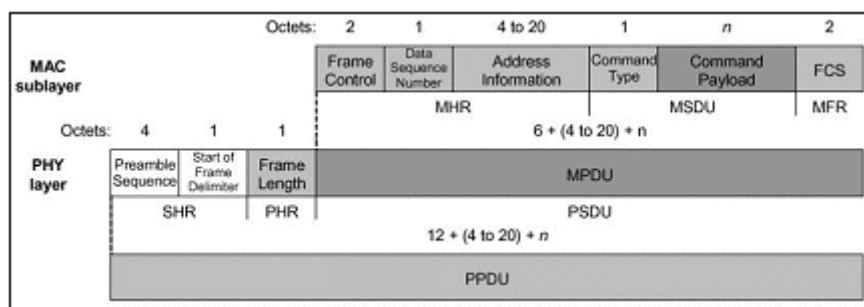


Figura 13 Formato general de la trama MAC

Fuente: (Longares, 1999)

2.18.2 MAC Header

- **Destination Address:** Es la dirección de un dispositivo que especifica a donde va dirigida la trama.

- **Frame Control:** Es la información que contiene el tipo de trama que se va a transmitir o que se está transmitiendo.
- **Destination PAN Identifier:** Este es el identificador único de una red PAN que va dirigida a una trama.
- **Sources Address:** Este campo es el que nos especifica la dirección de un dispositivo. (Alegsa, 2013)
- **Source PAN Identifier:** Este es el único identificados o ID de una red PAN que origina una trama.
- **Sequence Number:** Este campo es el identificador de una secuencia única en cada trama. Donde se considera una transmisión exitosa cuando la trama ACK tiene la misma secuencia a la anterior transmitida.

2.18.3 MAC Service Data Unit

Las tramas de datos y beacon contienen información que llegan de las capas anteriores.

Payload: Es una variable de longitud que contiene un tipo de trama según la información.

2.18.4 MAC Footer

Frame Check Sequence (FCS): Contiene el Cyclic Redundancy Check (CRC).

2.18.5 Estructura de la trama Beacon (Beacon Frame)

A continuación presentamos la estructura de una trama beacone, como mostraremos en la figura 14.

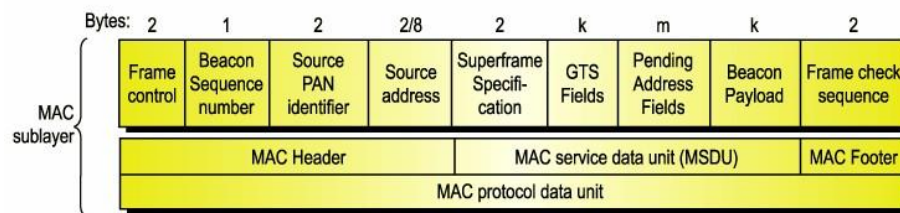


Figura 14 Formato general de la trama Beacon 1

Fuente: (Longares, 1999)

El MAC Footer y el MAC Header, contienen el mismo formato de la trama general.

2.18.6 MAC Service Data Unit

- GTS Fields: Tiene la información de los GTS establecidos por el coordinador.
- Superframe Specification: Es el campo que determina los parámetros de una súper frame.
- Beacon Payload: Abarca la comunicación procedente de las capas superiores.
- Pending Address: Abarca la comunicación procedente de los dispositivos que tienen información pendiente en el coordinador.

2.18.7 Estructura de la trama ACK (Acknowledgment Frame)

Es el campo que tiene el número de secuencias de una trama recibida por un dispositivo dentro de una red PAN.

2.18.8 Estructura de la trama de Comandos MAC (MAC Command Frame)

Esta estructura es un mecanismo que tiene en la trama de comandos MAC para un control y una configuración de dispositivos donde permite que un coordinador tenga la capacidad y la destreza de realizar la configuración individualmente a un dispositivo, sin importar lo grande que sea la red.

- Command Payload: Campo que abarca datos referentes al comando producido.

- Command Type: Campo que indica el tipo de datos que se han producido.

Tener en cuenta que cualquier tipo de información enviada por una trama Mac no puede exceder de los 127 bytes de longitud.

2.19 CAPA FÍSICA (PHYSICAL LAYER)

Esta capa tiene la responsabilidad del envío y recepción de los datos dentro de un canal de radio frecuencia, donde debe de estar acorde con la técnica de spreading y modulación como lo indica la IEEE 802.15.4 en las tres bandas de frecuencia en las que opera ZIGBEE: 2.4 GHz, 915MHz y 868 MHz.

El IEEE 802.15.4 es un estándar que utiliza la Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS) para enviar los datos a través del medio de transmisión donde la velocidad es de 250 Kbps en una banda de 2.4 Ghz; si utilizamos la 40 Kbps se trabaja en la banda de 915 Mhz y si trabajamos con 20 Kbps utilizamos la banda 868 Mhz. A continuación se presenta el resumen en la Tabla 4.0:

Tabla 4

Parámetros técnicos según las frecuencias

BANDA DE FRECUENCIA (MHz)	PARÁMETROS DE DATOS	
	Velocidad de bits (kbps)	Modulación
868	20	BPSK
915	40	BPSK
2400	250	O-QPSK

Fuente: Autor.

En los rangos de envío de datos hay diferentes variedades que se puede explotar con aplicaciones en velocidades efectivas. Por ejemplo en una capa física que se trabaja a 915/868 Mhz, se podría ocupar cualquiera de las dos para lograr la sensibilidad y una mayor cobertura en el área donde reduce el número de nodos, para cubrir un área; mientras tanto el rango de envío superior donde ocupa la capa física a 2.4 podría utilizarse para adquirir mejor velocidad de transmisión de datos.

2.19.1 CARACTERÍSTICAS DE LA CAPA FÍSICA

- Recepción y Transmisión de paquetes a través del medio físico.
- LQI (Indicador de calidad del enlace).
- Activación/desactivación del transceiver.
- CCA (Prueba de clear channel).
- ED (Detección de energía).

2.19.1.1 Activación y desactivación del radio transceiver

Este campo puede elegir distintos estados de los tres como por ejemplo: transmisión, recepción y modo de sleeping. Cuando el dispositivo envía o transmite los datos tiene un tiempo en el que no debe de exceder los doce símbolos de acuerdo al estándar IEE 802.15.4.

2.19.1.2 Detección de energía (ED) en el canal

El ED presenta una estimación de la señal donde lo analiza con un valor umbral predeterminado y esta medida se usará para la elección de un canal y determinará si el CCA (Clear Channel Assessment), está libre u ocupado.

2.19.1.3 Indicador de calidad del enlace

Link Quality Indication (LQI) define la calidad o fuerza de paquetes recibidos a una medida puede implementarse usando la ED (detección de energía).

2.19.1.4 Clear Channel Assessment (CCA)

Este campo tiene la responsabilidad del reporte de estado de actividades en el medio, donde informa si está ocupado o libre. Contiene tres modos de operación

- **Modo de detección de energía**

Este detecta y envía el reporte al CCA del valor de energía detectada.

- **Modo de sondeo de carrier**

Este detecta y envía el reporte al CCA, si el canal está ocupado o si detecta una señal de spreading y modulación establecidas en el IEEE 802.15.4, que está sobre o bajo el umbral ED.

- **Sondeo de carrier con detección de energía**

Ese sondeo combina las técnicas anteriores y de igual manera reporta al CCA si un canal está ocupado o no, y que este valor de energía este sobre el umbral ED.

2.19.1.5 Selección de la frecuencia del canal

Este tiene que definir entre 27 canales diferentes por lo que la capa física tiene que conectarse a dispositivo dentro del canal a utilizarse.

2.19.2 PHY PAQUETE DE CAPA FÍSICA

Se realizará la explicación de cada canal o campo como mostramos a continuación:

2.19.2.1 SHR (Synchronization Header)

Será usado en este campo la sincronización de una trama header.

2.19.2.2 PHR (Phy Header)

Este campo es el largo de la PSDU.

2.19.2.3 PSDU (Phy Service Data Unit)

Es un campo de la capa física en donde encapsula a la trama MAC y presta un servicio de datos cuyo valor máximo es de 127 bytes, el paquete sea de un máximo de 133 bytes y durará:

- 2.4 GHz para 4.25 ms
- 915 MHz para 26.6 ms
- 868 MHz para 53.2 ms

2.20 CANALES IEEE 802.15.4

Los canales de la IEEE 802.15.4 son 27 y se muestra en la figura 15:

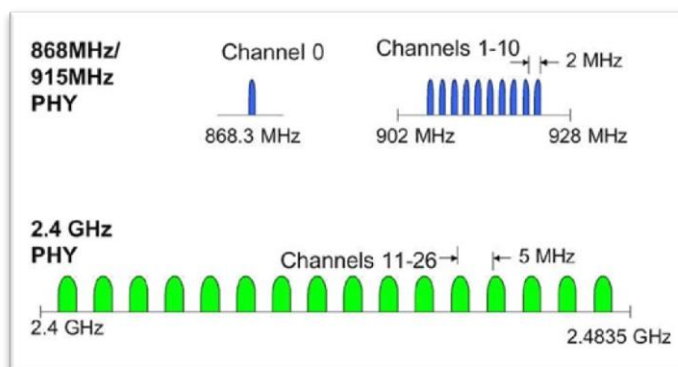


Figura 15 Estructura de canales de IEEE 802.15.4

Fuente: (Catarina, 2005)

- La banda 915 MHz soporta diez canales entre los 928.0 y 902.0 MHz, con un espacio entre canales de 2 MHz.
- La banda de 2.4 GHz soporta 16 canales entre los 2.4835 y 2.4GHz, con un espacio entre canales de 5 MHz.
- La banda 868 MHz soporta un solo canal entre los 868.6 y los 868 MHz

Tabla 5

Frecuencias de canales IEEE 802.15.4

NÚMERO DE CANALES	FRECUENCIA CENTRAL DEL CANAL (MHz)
K=0	868.3
K=1,2,.....10	$906 + 2 (k - 1)$
K=11,12,.....26	$2405 + 5 (k-11)$

Fuente: (Catarina, 2005)

2.21 MODULACIÓN

Cuando se emplean las frecuencias 868 Mhz y 915 Mhz, la señal será modulada con Binary Phase Shift Keying (BPSK), mientras que en la 2.4 Ghz está técnica se modula con la O-QPSK.

La modulación ortogonal en términos de eficiencia, mejora su funcionamiento en 2DB, pero en términos de sensibilidad de recepción, la frecuencia es de 915 Mhz y 868 Mhz; donde hay una ventaja de velocidad y transmisión más baja que va entre los 6-8DB.

2.22 SENSIBILIDAD Y POTENCIA

Las IEEE 802.15.4 especifica una sensibilidad de -85 dBm para la frecuencia de 2.4 GHz y de -92 dBm para las frecuencias de 915 y 868 MHz.

Estos valores son suficientes para un margen de tolerancia que tienen los fabricantes por su implementación de bajo costo.

Cada dispositivo debe ser capaz de transmitir un mínimo de 1 mW, dependiendo de la necesidad de la aplicación la transmisión podría variar de potencia, como lo indica el estándar IEEE 802.15.4.

De estos dispositivos de 1mW se espera que puedan abarcar un rango de 10 a 75 metros a la redonda, pero pueden variar su característica cambiando su sensibilidad o incrementando la potencia de transmisión para una mayor cobertura.

CAPITULO 3

PRINCIPIOS PARA EL DISEÑO Y COMUNICACIÓN DE UN SISTEMA INMOTICO

Es necesario tener en cuenta que para que un sistema inmótico sea inteligente, se tendría que valorar el grado de inteligencia de una edificación, tanto como su automatización y su estructura. Estas variables contemplan un valor que podríamos decidir qué grado de inteligencia tiene una edificación o si solo es automatizada.

Se puede clasificar en tres niveles:

- Usuarios del edificio.
- Diseño arquitectónico.
- Sistema Técnico.

3.1 SISTEMA TÉCNICO

Este sistema técnico se compone de 4 variables importantes:

- La flexibilidad: Quiere decir que puede ampliar o añadir nuevos servicios en un sistema existente o que ya está operando. En una edificación que sea inteligente se tiene previsto que en algún momento tendrán nuevas necesidades y por ende deben tener un margen de capacidad para las mismas, sin tener que reconfigurar por completo la implementación.
- La integración: Sirve para integrar varios servicios o sistemas de todas las marcas en un solo controlador. Esta integración conlleva de dos variables, rapidez y eficacia (Wikipedia, 2004).
- La compatibilidad de formatos de información: Es necesario tener una señal estándar para todo los servicios automatizados para hablar el mismo idioma y que se puedan integrar sin necesidad de una autoconfiguración. Hay dos tipos de señales, la analógica y digital; sin embargo hay diferentes medios

de transmisión que pueden ser, cableada (bus) y por señales de información o inalámbrica.

- Capacidad de re-programación del mismo: Este sistema debe tener la capacidad de auto-programarse o permitir modificar los parámetros de cada dispositivo de acuerdo a las necesidades o exigencias del cliente.

3.2 USUARIOS DE CASA O EDIFICIO

La relación usuario casa está enfocada en mejorar una serie de condiciones que son:

- Seguridad de los bienes del inmueble y los habitantes.
- Realiza las tareas destinadas a los usuarios.
- Optimiza recursos energéticos.
- Mejor comunicación entre personas.
- Mejorar de la calidad de vida.

3.3 DISEÑO ARQUITECTÓNICO

En este punto deberíamos tener en cuenta algunas características automatizadas, ya que a la hora de abordar las instalaciones deberíamos tener exigencias ambientales, económicas y normativas para el diseño de un edificio o vivienda.

El ahorro energético o monetario es uno de los factores más importantes de un proyecto, ya que podremos convencer al cliente de los beneficios que podrá obtener con un mínimo costo por la implementación, por ejemplo: temperatura ambiental, puertas y ventanas automáticas, ventilación, etc.

La normalización es un factor que tiene principios de desarrollo en un área relativamente nueva que se ha ido creando con normativas a medida que se ha necesitado.

La flexibilidad de un sistema es muy importante al momento de implementarlo en una edificación, ya que si no es inalámbrica se necesitan cables de alimentación eléctrica o para señal de Audi o video.

El diseño es un factor que induce a nuestro cliente a realizar la compra, ya que no es necesario realizar ninguna modificación en su edificación, siendo este un sistema inalámbrico.

3.4 EVOLUCIÓN DE LOS SISTEMAS DE CONTROL

Al aumentar la productividad y el confort en una edificación el propietario del inmueble provoca que la industria domótica se mantenga en evolución, ya que va a querer actualizar por el mismo el sistema con otros dispositivos o sensores sin necesidad de un técnico presente. También la presión que ejercen los clientes la necesidad que tienen, obliga a la industria a crear nuevos implementos y mejorar para satisfacer al mismo.

Factores que afectan al desarrollo de los sistemas de control

Tabla 6

Factores que afectan al desarrollo de los sistemas de control.

A los edificios	A los hogares
Mejora del ambiente laboral	Mejora del ambiente doméstico
Voluntad de reducción de los costos de operación y mantenimiento	Aumento del tiempo destinado al ocio

Seguridad de las personas y las instalaciones	Seguridad de las personas y sus bienes
Elevación de la exigencia de productividad a las empresas	Actitud positiva frente las nuevas tecnologías
Encarecimiento de los costos energéticos	Aumento del tamaño de los hogares
	Incorporación de la mujer al mundo laboral

Fuente: Actor.

Los sistemas evolucionan en informática y en electrónica, por ejemplo: en los años 50 el transistor marcó el inicio de una nueva época en circuitos integrados y se logró producir equipos cada vez más pequeños, versátiles, rápidos y mejores que los anteriores. Diez años más tarde inventaron el circuito integrado, donde se dio la oportunidad de fabricar pastillas en silicio; en los años 80 ya apareció el ordenador personal y el uso de los microcontroladores con un costo accesible a los usuarios; ya para los años 90, apareció la topología de bus y los sistemas de control que empezaron a evolucionar de forma similar a los ordenadores por lo que ya se pudo realizar el procesamiento de centenares y miles de datos a la vez.

Cuando apareció el sistema operativo con una interfaz gráfica (Windows 95), se convierte en una herramienta práctica y fácil de usar para un usuario.

3.5 SERVICIOS Y FUNCIONES

Los servicios, prestaciones y funciones en un sistema domótico lo clasificamos en cuatro bloques:

Tabla 7. Prestaciones de un sistema domótico.

Seguridad	Comunicaciones
Confort (automatismos)	Gestión de la energía

3.6 GESTIÓN DE LA ENERGÍA

Lo eléctrico en un hogar, es transcendental para la implementación domótica, ya que varias de estas funciones son importantes para la administración de los proveedores, servicios públicos y usuario final.

El servicio de gestión y control se encarga de racionalizar los consumos energéticos en función de diferentes criterios, los cuales son:

- Hay limitantes en el funcionamiento o activación de ciertos dispositivos, por ejemplo: Iluminación exterior o interior, dependiendo el grado de luminosidad o de presencia de una persona.
- Si hay ventanas abiertas, se tendría una desactivación de la calefacción.
- La calefacción o climatización, puede funcionar en horarios, según los niveles de temperatura dictados por el internet o activados por la presencia de una persona. La forma más básica de controlar una climatización es la desconexión y conexión del sistema.
- La necesidad de tener los equipos apagados es muy importante para la gestión de la energía, ya que podemos evitar el consumo de potencia de equipo en funcionamiento cuando un usuario no se encuentra en casa.
- Podemos activar ciertos equipos que consumen demasiada energía eléctrica en horarios nocturnos cuando el kvatio/hora sea bajo.

Tomando en cuenta los puntos establecidos anteriormente, conseguimos que toda vivienda o edificación consiga un ahorro considerable en la planilla de luz, sin pagar más por el confort que garantiza la implementación domótica en el hogar.

En la vivienda existen zonas y condiciones distintas que pueden gestionadas de forma independiente donde cada una puede realizarse siguiendo una misma programación para tener la posibilidad de gestionar y reportar de forma individual.

Existen definiciones en la vivienda que pueden ser los más habituales, por ejemplo:

- La comunicación de costo y consumo de agua y gas con la electricidad.
- Considerando los dos puntos cardinales (zona norte y zona sur) podremos orientar los paneles solares de la vivienda.
- Clasificando el uso por noche y por día donde en la noche se habilitarán los sensores de las habitaciones y en el día se habilitaran los sensores del comedor y salón.

3.7 FUNCIONES DEL CONTROL ENERGÉTICO

Tabla 8.

Funciones del control energético.

Optimización	Con diseño de todas las variables y condiciones podemos ahorra costo para el usuario y proveedor.
Programación	Tiene la virtud de modificar los valores en un determinado tiempo.
Regulación	Mantiene los valores estándar y

	controla los mismos.
Seguridad	En caso de haber sobrecarga lo podemos apagar para evitar que se funda el panel.
Desconexión	Para dispositivos que necesitan desconexión es necesario desactivarlos para ahorro de energía

Fuente: Autor.

3.8 RACIONALIZACIÓN DE CARGAS ELÉCTRICAS

Cuando la demanda de energía es superior a la contratada el sistema debe desactivar líneas de activación para solventar y compensar la demanda por ende es un compensador de energía. (ICPM).

Esta aplicación es interesante ya que al momento que es necesario activar o desactivar esta aplicación lo puede hacer automáticamente en horas pico o no, en presencia de personal o no.

Con lo mencionado anteriormente esta implementación evita picos de potencia y evita un alto costo en la factura eléctrica muy conveniente para ambas partes.

3.9 GESTIÓN DE TARIFAS

Hay equipos que pueden utilizarse en diferentes horarios, sin afectar el ritmo habitual en la vida de los usuarios y esto lo podemos diferenciar en la famosa tarifa nocturna.

Estos equipos pueden ser los que generan el agua caliente, la lavadora, el lava platos, calefacción eléctrica, etc., son algunos ejemplos de los equipos que pueden funcionar sin problema en la hora nocturna, aprovechando las tarifas eléctricas más bajas.

3.10 CONTADOR DE LUZ Y SU TELE-LECTURA

En el mercado eléctrico en Europa la liberación y la renovación de los contadores eléctricos y mecánicos es más de 30 años que se convierten en el mercado de los contadores eléctricos, donde este se convirtió en el más estratégico, ya que con millones de nuevos contadores eléctricos cada año se abre más la posibilidad de empezar a medir el consumo eléctrico de forma remota. Esto significa que podemos acceder al contador eléctrico sin necesidad de estar presente, ya que lo podemos monitorear remotamente.

3.11 SEGURIDAD

De las aplicaciones que se contemplan en la seguridad de las personas y en los bienes naturales, podemos destacar los siguientes ítems a continuación.

- En caso que tengamos una alarma, esta pudo ser activada en el caso de que tengamos fuego, escape de fluidos o posibles instalaciones en mal estado. Por lo cual pueden configurarse para que den un aviso de dos formas:
 - Remoto: Son alarmas receptoras que pueden ser monitoreadas a través de un teléfono móvil, enviar un correo electrónico o a través de un teléfono convencional; sin estar presente con el usuario final.
 - Local: pueden ser mensajes hablados por una bocinas, timbres, sirenas, etc.

- Por otra parte se puede estar preparado el lugar automáticamente, según la alarma activada, por ejemplo:

- Si la alarma de gas se activa, se corta el suministro de gas con la electroválvula.
 - Si la alarma de fuga de agua se activa, cerramos la válvula de agua.
 - Si la alarma de humo se activa, se puede activar los ventiladores o levantar las persianas para que fluya el aire.
- El sistema anti-intrusión: hay dos tipos de sistemas:
 - Protección del interior: se podrá colocar sensores, dentro del hogar, los cuales pueden ser de movimiento con infrarrojo o ultrasónico.
 - Protección perimetral: podremos colocar sensores en las ventanas o puertas, principalmente se usan en los exteriores o en los jardines con contactos magnéticos o roturas de cristal.

Estos dispositivos también pueden detectar el fallo telefónico, suministro eléctrico y sin embargo se los puede resetear y volver a la configuración original.

- Las alarmas personales: hay dos tipos de alarmas destinadas al hogar.
 - Avisos de asistencia: esta se usara para llamar la atención cuando se necesita ayuda por algún problema personal (tercera edad, discapacidad, etc).
 - Aviso SOS o pánico: esta se usara en el momento de haber robos o intrusos fuera o dentro de la vivienda.

- La simulación de presencia: consiste en simular que existe una persona en casa, la cual puede hacer activaciones de persianas, prendido o apagado de un foco, etc.

Los botones de seguridad de las interfaces en una central cada vez son más pequeños y decorativos, aparentando ser una joya o un accesorio e una prenda de vestir, donde al momento que activamos enviará la señal de alarma, sin que el asaltante o intruso sepa quién lo realizó. Como se puede ver en la figura 16.



Figura 16 Ejemplo de avisadores integrados en elementos de uso común.

Fuente: (Adseguridad, 2005)

3.12 VIDEO-VIGILANCIA SISTEMA DE MONITORIZACIÓN PERSONAL

Un sistema de monitorización, ya sea que este homologado o no puede ser configurado e instalado en una vivienda, por la cual el usuario puede gestionar al momento que se produzca un evento si es necesario activar las alarmas o desactivarlas, para poder garantizar la seguridad del mismo sin perjudicar la comodidad de sus vecinos.

Cada día en el mercado hay más productos y sistemas que nos pueden ayudar directamente al usuario, incorporando opciones de una central receptora de alarmas en un solo dispositivo.

Sin embargo si utilizamos cámaras de seguridad, se podrán consultar y/o grabar de forma remota o local los LOG e identificar los intrusos. Estas cámaras pueden ser

analógicas, donde serán cableadas haya una central o VDR. O cámaras que pueden tener conexión a internet por las que se puedan tener acceso a la vigilancia de la casa.

En las casas modernas hay personas que tienen la responsabilidad de poder monitorear y manipular estos dispositivos para informarse de lo que ocurre fuera y dentro de esta, por ejemplo cuando llegan los niños del colegio, una asistencia emergente o ambulancia o en sí para saber lo que están haciendo los niños en casa (comida o juegos), existen alarmas adicionales:

- Avisos de ausencia de actividad: cuando se están niños o ancianos, ellos pueden quedarse inactivos por un determinado tiempo y esto puede indicar que ha pasado algo y así se accionara la alarma sin necesidad que haya pasado algún percance.
- Avisos de actividades: cuando hay una salida o una llegada de terceras personas en la vivienda.

El tipo de aviso se puede se puede estructurar en dos tipos:

- MMS o digital streaming: son imágenes enviadas al móvil o por correo electrónico por una PC, según la programación de los eventos dentro de la casa.
- Mensajes de texto o hablados: son grabados en tiempo real, ya sea en teléfonos fijos o móviles y guardados en la misma central.

Adicional a esto, se podrá monitorear la oficina o vivienda en un tiempo real a través de un celular televisión o PC remotamente con internet, dentro o fuera del hogar en distintas zonas de la casa o ubicación.

3.13 CONFORT (AUTOMATISMOS)

En el campo de automatización las instalaciones eléctricas y los sistemas son muy amplios, dependiendo de la necesidad de un usuario o de un cliente, como ejemplos más significativos mencionaremos:

- Cuando tenemos un control de mando podemos utilizar cualquier instalación en diferentes distancias.
- El accionamiento automático se activa con la presencia de una persona, cualquier dispositivo como la iluminación o ventilación.
 - Las persianas son una parte importante en el confort de las personas, ya que pueden abrirse o cerrarse dependiendo de la luz o lluvia.
- Creando grupos para ejecutar acciones con una sola orden hace que el cliente pueda apagar toda la casa con solo un botón sin necesidad de apagar los interruptores manualmente.
- La supervisión y la centralización de la información de un sistema instalado.



Figura 17 Cada dispositivo tiene su mando de control asociado.

Fuente: (DiectiIndustry, 2008)

3.14 COMUNICACIONES

Las aplicaciones y los servicios de información intercambian y completan los mensajes entre los equipos dentro del hogar y las personas dentro y hacia el exterior. Algunos de estos servicios son:

- Cuando existe una alarma podemos avisar telefónicamente.
- Podemos realizar el mantenimiento de cualquier sistema doméstico a la distancia.
- Hacer que la telefonía se encuentre automatizada nos permite integrar funciones como: telefonía IP, números abreviados, números prohibidos, interfonía, llamada en espera, etc.

3.15 ANALISIS DE LOS SISTEMAS INALAMBRICOS Y LOS SISTEMAS CABLEADOS.

3.15.1 Sistemas cableados o inalámbricos

Se pueden clasificar las centrales en tres tipos a escala tecnológica:

Centrales inalámbricas: Para este caso se utilizan sensores inalámbricos que son alimentados por baterías, pilas o fuentes donde cumplen su objetivo enviando la señal.

Centrales cableadas: Cuando los sensores son cableados y van a la central o al controlador del sistema, en caso de fallo de energía, la central puede alimentar al sistema y seguir funcionando normalmente.

Centrales mixtas: se combinan el inalámbrico con el cableado.

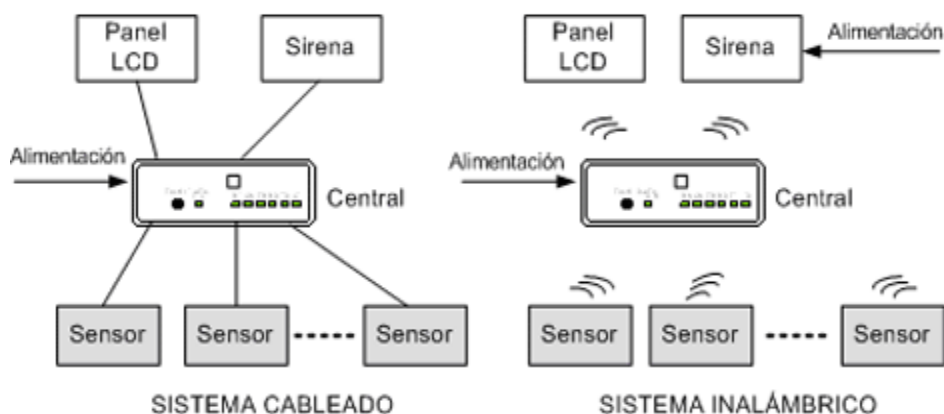


Figura 18 Diferencia entre sistema cableado e inalámbrico.

Fuente: (Industry, 2007)

3.16 MEDIOS DE TRANSMISIÓN

Todos los elementos que actúan en un sistema domótico intercambian información unos contra otros, a través del soporte físico.

Cada uno de estos protocolos tienen diferentes medios de transmisión y a continuación los enumeramos:

- **Líneas de distribución de energía eléctrica (corrientes portadoras):** Este medio es una alternativa para tener en cuenta las comunicaciones domésticas, dado el bajo costo que tiene y esto implica una alternativa adecuada para la comunicación.

Cuando hay casos en que el sistema no imponga requerimientos exigentes la línea de distribución de energía eléctrica, soporta dicha transmisión en cuanto a velocidad sobre todo en su idoneidad donde la hace poseedora de una serie de ventajas e inconvenientes como ejemplo el costo de instalación, la poca fiabilidad, la facilidad de conexión y la baja transmisión de datos.

- **Soportes metálicos:** La infraestructura tanto en redes privadas como públicas tienen un porcentaje muy elevado de cables metálicos, donde pueden distinguirse dos tipos:

- **Par metálico:** Estos cables soportan un amplio rango de aplicaciones en un entorno doméstico y están diseñados para transportar la señal de datos de voz y alimentación de corriente continua.

- **Coaxial:** Un par coaxial está constituido por un conductor filiforme que ocupa el eje longitudinal del otro conductor que tiene la forma de un tubo y permite el transporte de señales a altas velocidades ya sea de datos, video o tele-difusión que provienen de las antenas de televisión radio o señales de control.

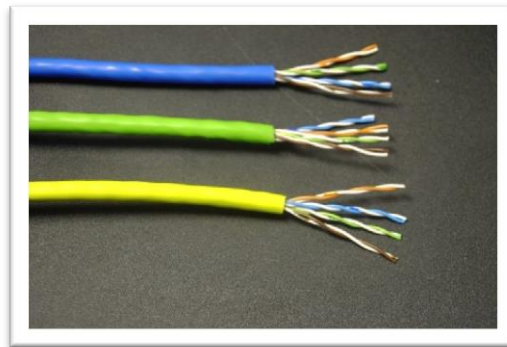


Figura 19 Tipos de cables en una instalación domótica.

Fuente: (Wikipedia, 2013).

- **Fibra óptica:** Es la combinación de dos disciplinas que no son relacionadas entre sí, como es la tecnología y semiconductores, que proporcionan materiales para la fuente y detectores de luz.

Este material dieléctrico transparente conductor de la luz está compuesto por un núcleo con el índice de refracción menor que el revestimiento; estos elementos sirven para transportar la luz, en general la infrarroja.

Las ventajas y desventajas son la gran fiabilidad y transparencia de datos, la inmunidad frente a la interferencia electromagnética, el elevado costo y la difícil implementación del cableado.

- **Conexiones wireless (sin hilos):** Cuando es la mano distancia estos dispositivos están basados en transmisión por infrarrojo.

Esta comunicación la realiza un diodo emisor de luz en una banda IR, donde se superpone una señal modulada y se convierte en información. Un receptor fotodiodo cuyo efectivo consiste en atraer la señal de luz percibida para poder procesarla.

Estos equipos domésticos controlan la transmisión de ondas en la banda de los infrarrojos y las ventajas de esta es la flexibilidad, la comodidad, entre otras. Al tratarse de un medio de transmisión óptico, las radiaciones electromagnéticas no causan daño ni producen mal funcionamiento en los equipos.

La radiofrecuencia que soporta en una vivienda ha venido seguida por la proliferación de los teléfonos sencillos y los inalámbricos, donde este medio puede parecer idóneo para el control a distancia, pero dada la flexibilidad resulta sensible a las perturbaciones electromagnéticas; sus ventajas son la alta sensibilidad, la fácil intervención de las comunicaciones y su dificultad para la integración de las funciones de control.

3.17 VENTAJAS DE RED INALÁMBRICA

Las redes inalámbricas tienen varias ventajas con respecto a las cableadas, por ejemplo: No existe cables físicos por tal motivo no molesta ni interfiere con la fachada de la vivienda, la instalación de una red inalámbrica es más fácil y económica, su alcance y conexión permite que gran cantidad de dispositivos puedan conectarse entre ellos; mientras que en una red alámbrica solo permite si es que llega el punto de red hacia el dispositivo a conectar, también es complicada en su flexibilidad esta red cableada ya que dañan la fachada en el momento de un

incremento de un punto de red y es más complicado si es que el punto de encuentra muy lejos de un Reuter.

3.18 VENTAJAS Y DESVENTAJAS SCE

Las ventajas que tiene el cableado estructurado es la velocidad de transmisión y la fiabilidad de transmisión de datos, esta es la más importante y la más significativa basados en un bus Ethernet que conducen hacia su destino sin interferencias, ya que si algún bus se cae se puede enrutar por otro lado automáticamente.

Este sistema gasta recursos en una sola estructura y no en varias como en edificios con cableado convencional, también cuando sea el caso de una actualización solo se cambian los módulos TC y no la estructura completa del edificio y por último permite mover personal de un lugar a otro o incrementar servicios sin necesidad de invertir en otro proyecto de un recableado, para esto lo que se tiene que hacer es tender más cableado y dejarlos en los racks hasta un tiempo determinado en su uso.

Las desventajas de un sistema de cableado estructurado es el elevado costo de instalación, que al momento que exista un cambio o reestructuración en el mismo se debería realizar un nuevo punto de red con un punto eléctrico y eso infunde gastos; también al momento que el cable se envejece, se dobla o se destruye queda como basura dentro del ducto y no se puede reutilizar.

La interferencia que generan los puntos eléctricos es difícil de evitar ya que los dos siempre van a necesitarse del uno al otro, por otro lado para encontrar un corte de cable o una avería del mismo es difícil está dentro de un ducto.

Para identificar un sistema de cableado estructurado son las salidas de conexión del are de trabajo, que se encuentran conectadas siempre en estrella hacia el punto central.

Presentaremos características de un cableado abierto para el usuario:

- Cuando existen movimientos de personal pueden realizarse sin modificar la base del cableado debido a que los outlets están cableados.
- Cuando queremos localizar o detectar un punto dañado podremos ingresar al router e identificar en la configuración del mismo.
- Las aplicaciones y el equipamiento son independientes al cableado y por ende no hay ningún problema si es que se cambia de tecnología.

Existen algunas desventajas que hay que tener en cuenta al momento de lanzar un cable, ya sea su limitación o su distancia, a continuación algunos detalles de estas:

- 90 metros es el límite del tendido, más 3 metros del patch cords.
- La patchera tiene un límite de 6.
- 99 metros es el total de distancia para cumplir la norma.

3.19 BENEFICIO DE UNA IMPLEMENTACION CON MODULOS

ARUINO.

Encontramos algunas otras marcas y fabricantes de microcontroladores que están disponibles en las fábricas Parallax Basic Stamp BX-24 y otras plataformas que ofrecen funciones similares, todos estos componentes pueden ser programados en paquetes fáciles de usar.

Por otro lado Arduino simplifica el proceso del trabajo con el microcontrolador y ventajas de fácil uso para clases didácticas ya sea para profesores o estudiantes, como ventajas tenemos:

- Código abierto y software ampliable - En Arduino este es un sistema libre ya que tiene publicado una licencia libre y preparada para ser ampliado en usual C++ donde el código principal para esta programación es el AVR.

- Asequible El microcontrolador es el más sencillo y asequible ya que el módulo de programación no es complicado por ende los módulos son más baratos que otros y se pueden conseguir de 30 dólares el más caro.
- La programación fácil y directa. – Para poder empezar a programar que mejor con un Arduino ya que es fácil la programación y está basado en visual C++, esta programación se basa en procesing y usa los mismos comandos y estructura que los lenguajes más populares.
- Código abierto y Hardware ampliable - Tiene varios microcontroladores uno mejor que otro para cada aplicación a usarse como ejemplo el ATMEGA328, ATMEGA168, ATMEGA1280. Este micro tiene una licencia Creative Commons por lo que diseñadores pueden realizar una ampliación del módulo o versión exclusiva para su interés. [1]
- Multi-Plataforma – Funciona en varios sistema operativos ya sea en MAC, Windows, Ubuntu, Linux, pero lo mejor y para no tener inconvenientes en preferible en Windows ya que hay librerías exclusivas para este sistema operativo.

CAPITULO 4

4.1 NETIO APP

Este aplicativo sirve para realizar el app de distintos proyectos con relación a ZigBee y otros dispositivos. Lo importante de este aplicativo es que se puede realizar la descarga desde el App Store en iPhone o desde Play Store en Androide, tiene un valor de 5 dólares en androide y se puede colocar todas las aplicaciones creadas sin límites de archivos, con una seguridad de validación de datos.

En la figura 20, vemos la página principal de nuestro aplicativo donde se realizó la App para nuestro proyecto.



Figura 20 NetIO.

Fuente: (Netio, 2001)

Entramos con nuestro usuario creado y contraseña respectiva, donde saldrá una pantalla y podremos colocar todo nuestro proyecto ya sea botones, barras, levels, switch, etc. Figura 21.

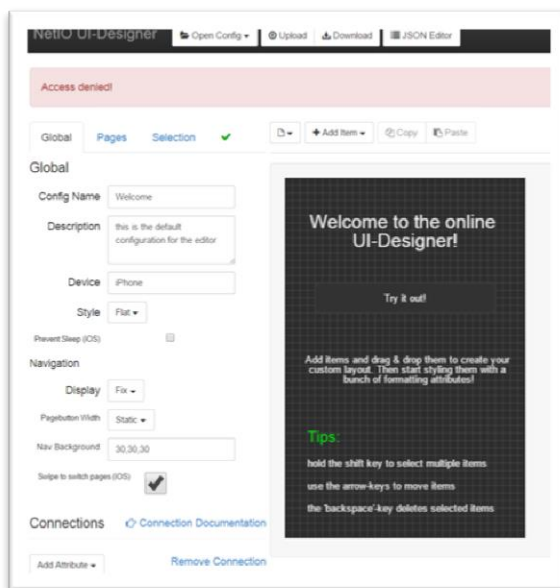


Figura 21 Diseño del Aplicativo.

Fuente: (Netio, 2001)

En la figura 22, podemos dar clic en add para poder agregar niveles, botones, Slider, colores de panel, etc.

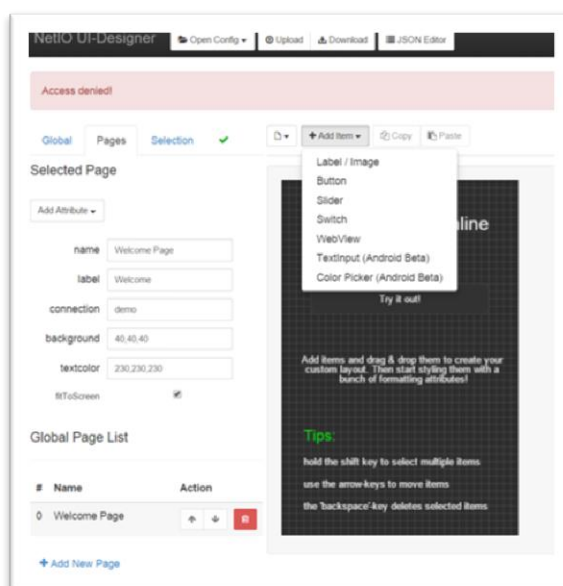


Figura 22 Ingreso de Label y Botones.

Fuente: (Netio, 2001).

En la figura 23, podremos agregar una nueva página o page para poder tener niveles y subniveles en nuestro app.

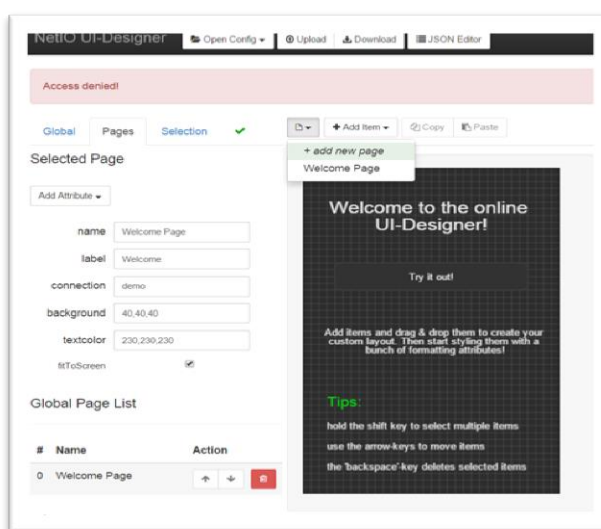


Figura 23 Ingreso de Paginas para la App.

Fuente: (Netio, 2001).

En la Figura 24, se ha realizado un avance de nuestro aplicativo en donde podremos ver como entrada, el logotipo de la empresa que auspicia con una barra para poder regular la intensidad de la luz y un botón de prendido de luz.

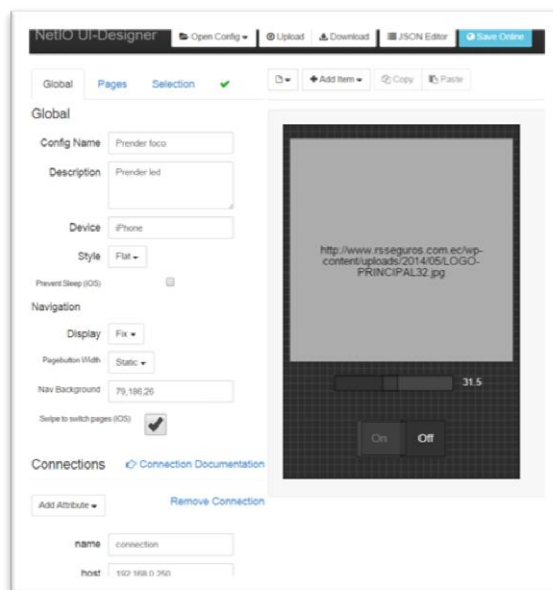


Figura 24 Proyecto de App en RSs.

Fuente: (Netio, 2001)

La visión de usar este aplicativo fue por seguridad, ya que al momento de validar la compra en el App Store, nosotros podremos sincronizar la cuanta personalmente en el dispositivo donde verificaremos los datos y agregaremos a una base de datos nuestra, para la gestión y administración de la misma, ya que anotamos el número de ID o identificación y así sabremos los movimientos o comandos enviados a nuestro dispositivo.

También con este aplicativo podremos gestionar las diferentes aplicaciones cargadas en el mismo app, ya que este nos sirve para la oficina y para nuestro hogar sin necesidad de cambiar de app, solo de archivo.

4.2 ANALISIS Y RECOMENDACIONES

Los módulos ZigBee se espera que en el futuro sean los más accesible y baratos ya que a más demanda menor precio y por ende mayor competencia y accesibilidad a los mismos, lo más importante de estos dispositivos se realizara un análisis y característica a continuación:

Zigbee específicamente se da uso para ser la solución a problemas inalámbricos y es capaz de dar monitoreo de los dispositivos activos ya sea lumínico o relé.

Zigbee tiene la habilidad de conectarse en malla hacia otro Zigbee para realizar su cometido en una red PAN implementando la intercomunicación para cubrir una zona mayor. ZigBee es flexible para que terceros puedan colocar sus dispositivos y así convivir entre todos sin necesidad de cambiar de tecnología. Tecnología Zigbee fue creada para cubrir la necesidad del mercado de un sistema a bajo costo, con un estándar para red Wireless de pequeños paquetes de información, bajo consumo, fiable y seguro.

Zigbee es un sistema de una alternativa de implementación que se ha podido automatizar el control de temperatura en el ambiente y el sistema de iluminación, que conforma el sustento del uso de la domótica, a medida que los módulos XBee se comuniquen a mayor distancia disminuyendo la recepción de la señal RSSI (*Receive Signal Strength Indication*), entendiéndose que los módulos XBee-PRO 802.15.4 en ambientes externos presentan una potencia de salida de 63mW (18dBm), la sensibilidad del receptor cuando llega al valor de -100dBm tendrá una tasa de error de 1% de paquetes perdidos, esto permite operar a más de una milla o 1600 metros, está diseñado para redes PAN que no envíen mucho tráfico. Los datos se podría enviar de forma segura habilitando AES-128, es decir se debe ingresar una clave cifrada de 16 bytes. (Caseres, 2006).

El correcto funcionamiento de esta tecnología depende mucho de la ubicación del coordinador para el correcto envío de datos sin demora u obstáculos como: paredes de concreto, puertas de metal, puertas de madera, vidrio, gypsum, cubículos, etc.

Realizando con la tecnología Zigbee nos ayudara a implementar cualquier sistema de manera fácil y rápida con capacidad de extender la cobertura 70 metros a la redonda y si deseamos más podremos sacar al módulo fuera del inmueble y abarcara a 100 metros. El XBEE brinda facilidad a usuarios y permite un total de 65534 módulos XBEE por cada red con la opción de incrementar este número al manejar direccionamiento de 64 bits, los XBEE mantienen una comunicación en

capa aplicación, ya que los datos entregados de forma serial son encapsulados en un paquete RF que sigue las especificaciones de IEEE 802.15.4, de tal manera son procesadas por XBEE. Con el conocimiento y desarrollo se aplicaron investigaciones acerca de la comunicación Wifi. Aplicando este proyecto en lo real fue muy interesante solventar problemas en el transcurso de la investigación ya que se presentaron inconvenientes muy serios en cotizaciones y demora de los productos. Esta investigación implementada a los usos más importantes y las aplicaciones recientes, por lo tanto nos pareció interesante la investigación ya que nos ayudó a comprender mejores aspectos técnicos que no sabíamos que existían de la tecnología inalámbrica Zigbee.

Es importante tener redundancia nuestro sistema para saber si en algún momento se nos va la luz debería de auto conectare la batería y mandar mensajes con los log al usuario administrador del sistema. Zigbee es muy compatible con innumerables dispositivos pero no es compatible con bluetooth por tal motivo no fue muy aceptado por grandes organizaciones pero le está dando pelea a algunas tecnologías inalámbricas aparte de la mencionada.

En estos tiempos existe ya dispositivos en el hogar que usan IP por tal motivo podemos controlarlos con un pulso de manera remota, esto hace que se estos dispositivos XBEE se incrementen de manera exponencial.

La posibilidad de adaptarse a varias tecnologías permite integrarse en aplicaciones como: medir la velocidad, detectores infrarrojos, medicina, robótica etc. Zigbee no permite mandar datos de forma masiva por su baja trasmisión de datos, por tal motivo no se puede integrar con el video.

La primera impresión causo un acercamiento más profundo a éste tipo de tecnologías, fue positivo de acuerdo al objetivo marcado que era el de conocer desde este momento el tipo de redes existentes y su funcionamiento. Se puede concluir que el trabajo fue realizado sin contratiempos y se espera que en un futuro se logre aprender más a fondo cada una de las aplicaciones electrónicas citadas en el texto.

Al momento que se realizó la configuración del ZigBee se presentaron algunos percances como por ejemplo cuando se envía stream para poder bajar y subir la intensidad de la luz, esto se solucionó con una librería realizada por zigbee para poder enviar de forma continua los datos.

BIBLIOGRAFÍA

- Adseguridad. (2005). Obtenido de <http://www.adseguridad.com/index.php/pulsador-pulsera-mct-211.html>
- Alegsa. (13 de Mayo de 2013). *Alegsa*. Obtenido de http://www.alegsa.com.ar/Respuesta/ventajas_y_desventajas_de_usar_redes_inalambricas.htm
- Caseres. (2006). Obtenido de Caseres Lideres en Redes y Comunicacion de datos
- Catarina. (2005). Obtenido de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/archundia_p_fm/,
- CCM. (2006). Obtenido de <http://es.ccm.net/contents/789-introduccion-a-wi-fi-802-11-o-wifi>
- DiectiIndustry. (2008). Obtenido de <http://www.directindustry.es/cat/interruptores-reles/interruptores-botones-pulsadores-dispositivos-mando-AF-764.html>
- Duc B. Nguyen, J. G.-M.-I. (2005). A Large Outbreak of Hepatitis C Virus Infections in a Hemodialysis Clinic, *Infection Control & Hospital Epidemiology. Seminars in dialysis*, (págs. 52-61). EEUU.

- Fonds, J. (18 de Febrero de 2001). *http://pegasus.javeriana.edu.co/*. Obtenido de <http://pegasus.javeriana.edu.co/~CIS0810SD03/Hacia%20el%20Modelado%20Conceptual%20de%20Sistemas%20Domoticos.pdf>
- Geocities. (2001). Obtenido de <http://www.geocities.ws/lourdesco3/13/te/t1.htm>
- Guimi. (2001). *Guimi*. Obtenido de Monograficos: http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/G-RCnode4.html
- Guimi. (2001). *Guimi.net*. Obtenido de http://guimi.net/monograficos/G-Redes_de_comunicaciones/
- Industry. (2007). Obtenido de http://html.industria.com/domotica_4.html
- Longares, J. (1999). Obtenido de <http://www.javierlongares.com/arte-en-8-bits/introduccion-a-zigbee-y-las-redes-de-sensores-inalambricas/>
- Netio. (2001). Obtenido de <http://netio.davideickhoff.de/es/>
- Prezi. (2001). Obtenido de <https://prezi.com/qz-ohgl6unvk/arduino/>
- Prezi. (16 de 04 de 2003). *Arduino*. Obtenido de <https://prezi.com/qz-ohgl6unvk/arduino/>
- Wikipedia. (2013). Obtenido de <https://es.wikipedia.org/wiki/ZigBee>
-

