

# ANÁLISIS PARA LA DETECCIÓN OPORTUNA DE INCENDIOS A TRAVÉS DE SENSORES INALÁMBRICOS CON EL ESTÁNDAR IEEE 802.15.4

Oviedo, Byron., Zhuma, Emilio., Camacho, Ronald., Herrera Jefferson  
{boviedo, ezhuma, ronald.camacho, efferson.herrera2014}@uteq.edu.ec  
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

---

**Resumen:** La evolución tecnológica ha permitido al hombre crear objetos, dispositivos, tecnologías para cubrir necesidades o solucionar inconvenientes; es así que los medios de transmisión han evolucionado desde la comunicación a través de señas hasta la comunicación a distancia por medios de un haz de luz, Zigbee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de comunicaciones inalámbricas basado en el estándar de comunicaciones para redes inalámbricas de área personal (Wireless personal área network, WPAN) IEEE 802.15.4. Este protocolo trabaja con tecnología inalámbrica para tasas bajas de envío de datos, utiliza banda libre ISM (Industrial, Scientific and Medical) de 2.4 GHz, con una velocidad de transferencia máxima de 250Kbps y distancias de hasta 100 m. Este proyecto está destinado a realizar una simulación utilizando un dispositivo electrónico que permita medir la fiabilidad de un sistema de detección contra incendios en el campus de la UTEQ.

---

**Palabras Clave:** Zigbee, Xbee, Sensores, Redes.

---

**Abstract:** Technological evolution has allowed man to create objects, devices, technologies to cover needs or solve problems; it is thus that the means of transmission have evolved from communication through signs to communication at a distance by means of a beam of light, Zigbee is the name of the specification of a set of wireless communication protocols based on the IEEE 802.15.4 wireless personal area network (WPAN) communication standard. This protocol works with wireless technology for low data rates, uses an ISM (Industrial, Scientific and Medical) free band of 2.4 GHz, with a maximum transfer speed of 250Kbps and distances of up to 100 m. This project is intended to perform a simulation using an electronic device to measure the reliability of a fire detection system

---

**Key words:** Zigbee, Xbee, Sensors, Networks

## I. INTRODUCCIÓN

Con el avance de la tecnología, el uso de las redes inalámbricas constituye en la actualidad una herramienta de gran utilidad para los usuarios que requieren la automatización de algún tipo de sistema que se relacione de acuerdo al entorno en el que se encuentren (oficinas, laboratorios o inclusive en los propios hogares) permitiendo hacerlas de forma más sencilla y eficiente.

Debido a que este tipo de redes emplean dispositivos interconectados inalámbricamente, muchas empresas e instituciones hacen uso de ellas para diferentes sistemas como facturación, control de procesos y seguridad, gracias a que estos, son basados en diseños de protocolos de comunicación simples y óptimos mediante los estándares IEEE 802.11 [1] que gobiernan las conexiones de área local inalámbricas (Wi-Fi) y 802.15.4 (WPAN) que presentan flexibilidad de la red, bajos costos y mínimo consumo de energía eléctrica,

siendo los más idóneos para la implementación en aplicaciones domóticas e industriales.

Muchos sistemas requieren mejoras de automatización, uno de estos son los sistemas de detección de incendios que se encuentran en instituciones públicas y privadas, pues en ellas se concentran gran cantidad de personas que pueden estar en riesgo. Es por ello que mediante la realización de este proyecto se pretende realizar una viabilidad para la implementación de un sistema de detección temprana de incendios. Como área de desarrollo se determinará en la segunda planta alta del edificio de la Facultad Ciencias de la Ingeniería (F.C.I) de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) empleando de una red Zigbee [2] que será controlado inalámbricamente aprovechando los beneficios que ofrece el estándar IEEE 802.15.4 y de esa manera se tomen las medidas necesarias antes de que ocurra un accidente mayor y evitar pérdidas de vidas humanas y materiales.

## II. METODOLOGÍA

**Fase 1:** Estado y ubicación del sistema contra incendios de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo.

De acuerdo a la investigación realizada, el primer piso de la Facultad de FCI de la UTEQ, posee 32 equipos detectores de humo, una por cada aula, instalada en la parte superior del techo. Estos detectores corresponden al modelo EVlite con las siguientes características y especificaciones técnicas en los equipos, en la tabla I se especifican las características.

**Tabla I. Características equipos detector de humo**

Marca: EVlite
Serie: IP20 ST84
Voltaje de funcionamiento: 9V
Corriente de polarización: 12uA
Corriente de alarma: 20mA
Alarma: Alarma audio (por sonido), y visual (por el led)
Presión sonora de la alarma: 85dB/3m
Tipo de instalación: Montaje en techos
Sensibilidad: 1.8%/ft ± 0.8%/ft
Temperatura de operación: -10°C - 50°C
Tamaño: 95×41mm



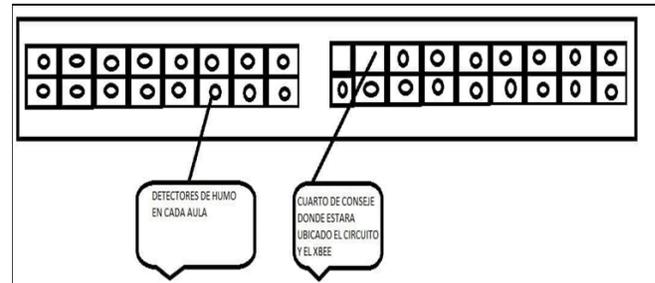
**Figura 1. Detectores de humo de la UTEQ**

El compartimiento de la batería se encuentra en la superficie del producto, lo cual facilita su reemplazo sin necesidad de desarmar el sensor de humo. Además, este producto cuenta con las siguientes características:

1. Posee alarma audiovisual
2. Es capaz de detectar de forma oportuna del humo causado por la combustión.
3. Gracias a la función de alerta de bajo voltaje, el detector de humo puede evitar los fallos provocados por un posible suministro de energía.
4. Este tipo de detector independiente de humo ofrece una gran resistencia a la vibración. Además, el pasador de fijación que se inserta en el orificio de montaje evita

la caída del dispositivo.

Es importante mencionar que estos equipos llevan 4 años instalados de acuerdo a las autoridades de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, además, estos no han sido reemplazados ni se les ha comprobado su funcionamiento en la actualidad.



**Figura 2. Diagrama de ubicación de los sensores de humo de la FCI de la UTEQ.**

**Fase 2:** Protocolos de conexión inalámbrica para sistemas de detección de incendios para la UTEQ.

Los protocolos de conexión inalámbrica son muy empleados para la implementación de sistemas de detección de incendios, porque permiten una conexión rápida, el que más aceptación ha tenido es el 802.11b, aunque la velocidad de transmisión máxima (11 Mbps) es inferior a la del 802.11a (54 Mbps) [3], el mismo que se aplica a la banda de los 5GHz. Su mayor inconveniente es la no compatibilidad con los estándares de 2,4GHz. Por lo demás su operación es muy parecida al estándar 802.11g. [4]

Mientras que el estándar 802.15 define las redes de área personal (WPAN). Se conocen como redes inalámbricas de corta distancia y se usan principalmente en PDAs, teléfonos móviles y electrónica de consumo. El objetivo de este grupo de trabajo es publicar estándares WPAN para el mercado doméstico y de consumo que además sean compatibles con otras soluciones inalámbricas (Bluetooth) y basadas en cable. Aún no tienen estándares operativos definidos. [4]

A continuación, se muestra la tabla comparativa de los protocolos que permiten la conexión con sistemas de detección de humo:

Tabla II. Análisis comparativo de los estándares inalámbricos

PROTOCOLOS	802.11B [3]	802.11A [3]	802.15 [4]
<b>Denominación</b>	WIFI	WIMAX	BLUETOOTH
<b>Ancho de banda</b>	25 MHz	Ajustable 1.25 MHz a 20 MHz	1 Mbit/s
<b>Banda de frecuencia</b>	2.4 GHz	5 GHz	2.4 GHz
<b>Velocidad Máxima</b>	11 Mbps	54Mbps	Hasta 24 Mbps en versión 3.0
<b>Modulación</b>	QPSK	BPSK, QPSK, 16, 64, 254-QAM	GFSK
<b>Canales</b>	11	12	78
<b>Interfaz aire</b>	SSDS/FH	OFDM	DSSS /FHSS
<b>Consumo de potencia</b>	400ma transmitiendo y 20ma en reposo	200ma transmitiendo y 20ma en reposo	40ma transmitiendo y 0.2ma en reposo
<b>Ventaja</b>	Gran ancho de banda	Permite la conexión de internet inalámbrica en poblaciones y lugares en los que es difícil la comunicación y no disponen de internet ADSL ni de fibra óptica.	Interoperabilidad, sustituto del cable
<b>Compatibilidad</b>	Compatible con sistemas 802.11 DSSS de 1 y 2 Mbps.  No compatible con los sistemas 802.11 FHSS, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF	No compatible con los sistemas 802.11b, 802.11, HiperLAN2, Infrarrojos (IR) ni con HomeRF	No compatible con ningún otro estándar inalámbrico
<b>Distancia</b>	Depende de la instalación y de los obstáculos, 300m típicos	20 metros	100 metros
<b>Disponibilidad</b>	>1000	algunos	Muchos
<b>Aplicaciones</b>	Navegar por internet redes de ordenadores, transferencia de ficheros	Conexiones de banda ancha para Internet, una red de retorno (backhaul) de telefonía móvil	Wireless USB, aplicaciones móviles, informática casera, control remoto de dispositivos.

En la tabla II, se puede observar las características más relevantes de cada protocolo, el ancho de banda con el que trabajan las conexiones inalámbricas, las ventajas que presentan cada uno de ellos, las aplicaciones, entre otros. Aunque el protocolo 802.11b es el más empleado actualmente, se presentan complicaciones al trabajar en la banda de los 2.4 GHz debido a que encuentra con el problema de las interferencias con los otros muchos estándares que operan en esta banda, por tal motivo se ha escogido el uso del estándar 802.15 [4]

### III RESULTADOS

Simulación con el dispositivo Zigbee para el sistema de detección de incendios empleando el estándar 802.15.4.

Los dispositivos Zigbee [4] son un sistema de comunicación inalámbrica centrado en la comunicación entre dispositivos con una baja tasa de datos con el fin

de tener el menor consumo energético posible. Una tecnología muy centrada en la domótica [5], es decir, que su objetivo o finalidad es el de dotar de inteligencia al hogar, oficina, departamento, edificio, etc.

Para la realización de este proyecto se estableció la simulación en el Software Proteus, de un sistema de detección de incendios empleando el estándar Bluetooth. Para ello, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Conocer los implementos a emplear mediante el Software Proteus.

El sistema de detección de humo contará con los siguientes dispositivos:

Arduino Uno: es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios [5] [6]

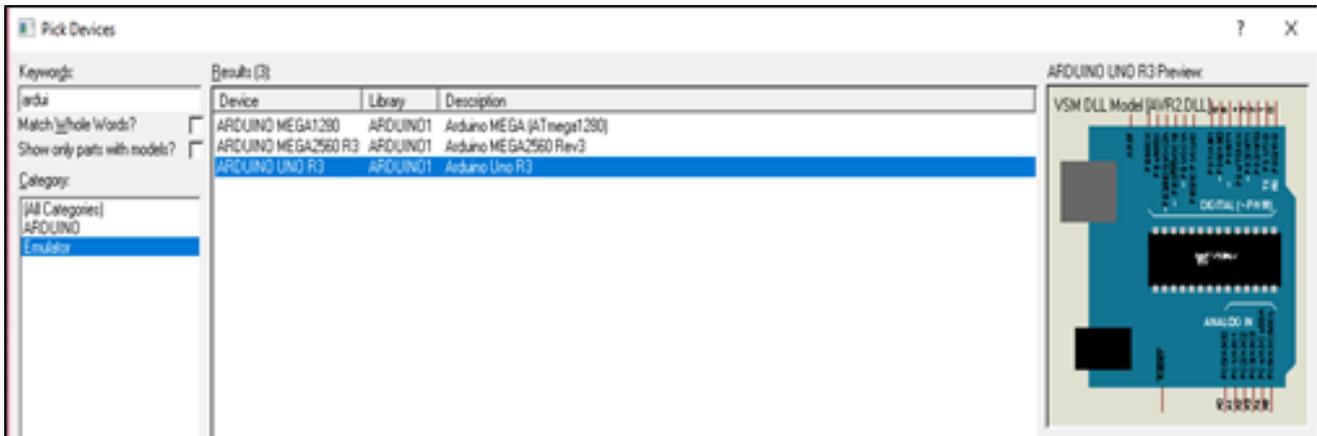


Figura 3. Placa de Arduino UNO.

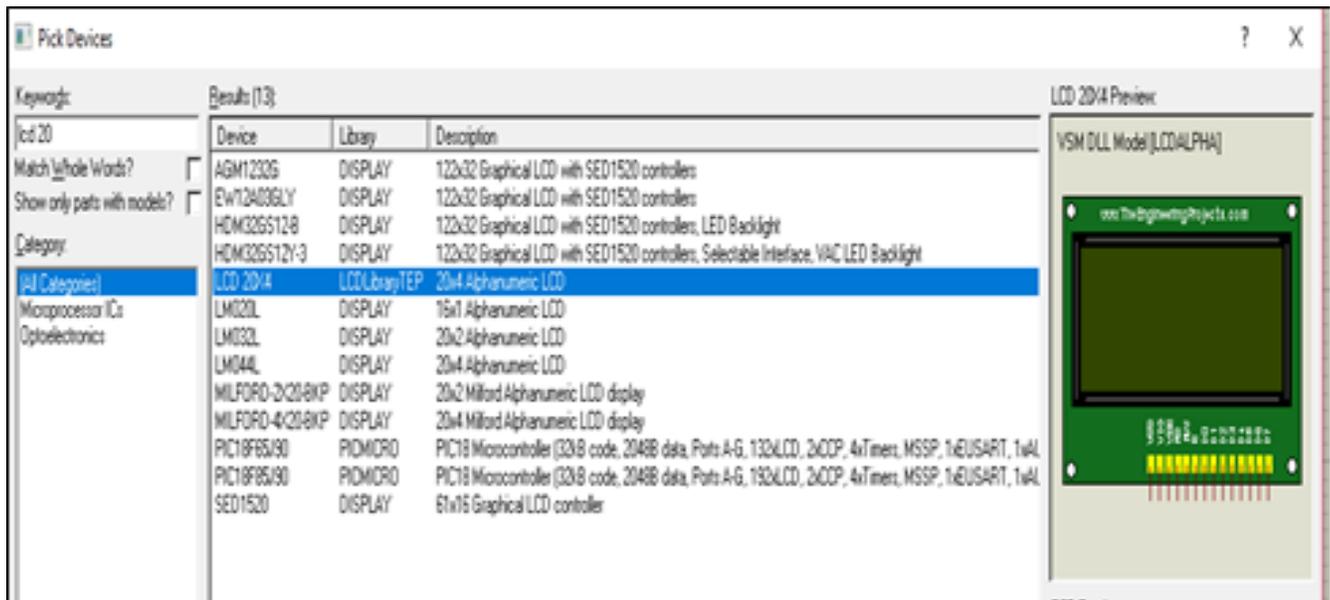


Figura 4. Display 20X4.

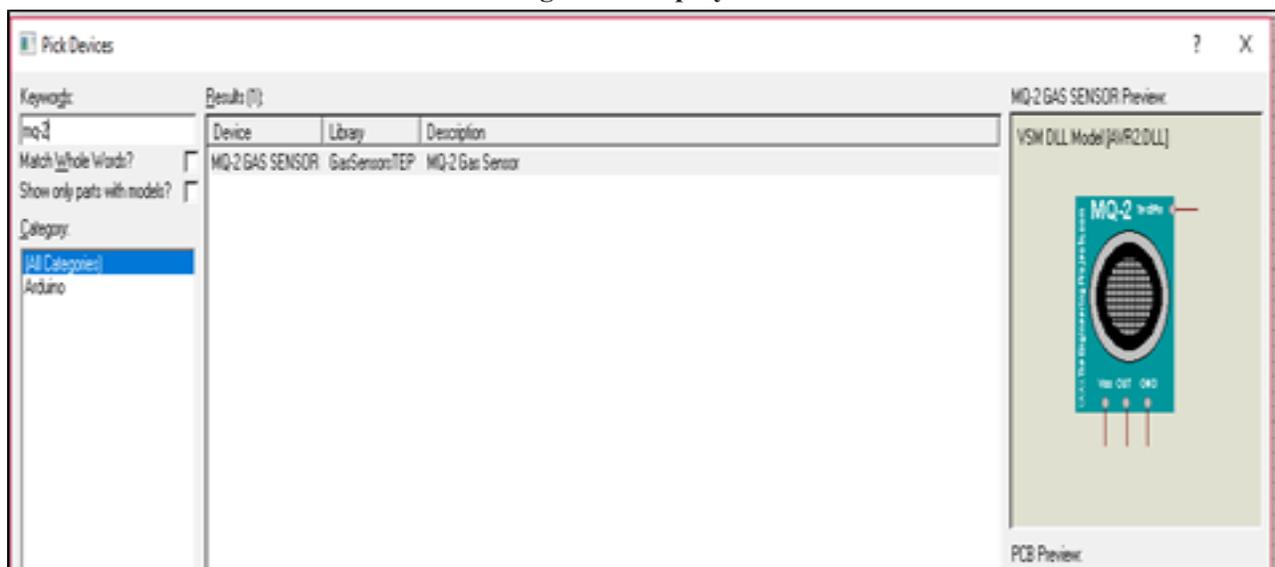


Figura 5. Detector de Humo.

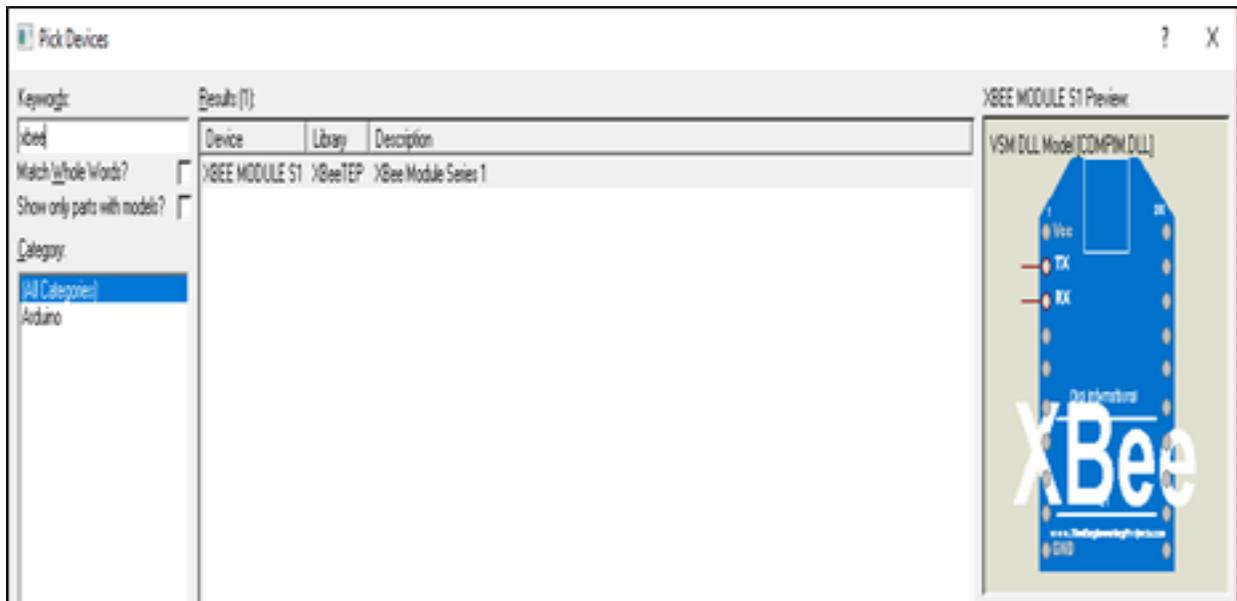


Figura 6. Dispositivo XBee

A continuación, se presenta el circuito armado:

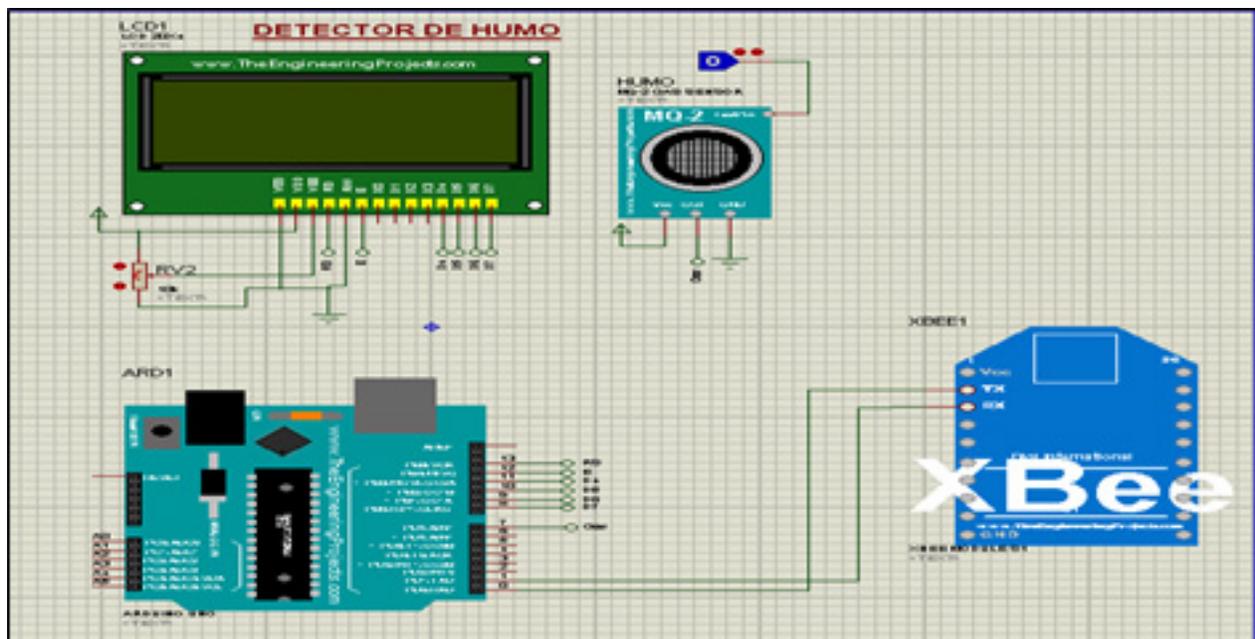


Figura 7. Sistema contra incendios armado.

**Pruebas.**

•Las primeras pruebas realizadas se las hicieron en el escritorio y un encendedor que se acercaba al sensor MQ-2 y donde de forma inmediata se activaba y mostraba el mensaje en el display.

•Con el humo llegando desde unos 15 metros el sensor tuvo un tiempo de respuesta que en la tabla III se lo especifica.

•Con el humo llegando desde unos 8 metros el

sensor tuvo un tiempo de respuesta que en la tabla III se lo especifica.

•Con el humo llegando desde unos 2 metros el sensor tuvo un tiempo de respuesta que en la tabla III se lo especifica.

Tabla III. Pruebas realizadas

Sensor	Tiempo de respuesta del sensor(seg)	Pruebas realizadas Diferentes aulas del edificio
MQ-2	0 – 5 seg	8
MQ-2	0 – 15 seg	20
MQ-2	30 -60 seg	20
MQ-2	15 - 30 seg	20

En las pruebas se confirmó que el sistema funciona de forma correcta, quedará para futuros trabajos implementar un sistema de mensajería, un sistema de alerta con bocinas o un sistema móvil para que alerte a los docentes y estudiantes de la UTEQ.

#### IV.CONCLUSIONES

Mediante la investigación, se identificó el estado y la ubicación de los detectores de humos, en el que se concluyó que los 32 dispositivos de marca EVlite, con buenas características para el uso de la universidad, tales como el voltaje de funcionamiento de 9V, alarma por audio y visual, instalación fácil, con un porcentaje de sensibilidad efectiva de entre 0.8 a 1.8 y resistencia a temperaturas desde los 10°C hasta los 50°C, cabe mencionar que, estos se encuentran en estado funcional, a pesar de que llevan cuatro años instalados en el edificio de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la UTEQ, los cuales se encuentran divididos en dos secciones, 16 para cada una.

Se realizó un análisis comparativo de las características de los protocolos para conexiones inalámbricas IEEE 802.11a, 802.11b y 802.15, tales como: ancho de banda, rango de alcance, tipo de modulación, ventajas, aplicaciones, entre otros. Estableciendo que, para la realización de este proyecto se aprovecharía la ventaja que presenta BLUETOOTH o IEEE 802.15 en cuanto a disponibilidad de uso de ancho de banda, dado que el WIFI o 802.11b presenta inconvenientes en cuanto a los canales de comunicación que se emplean, pues la demanda de este medio, es mayor que el anterior protocolo.

Se establecieron los tipos de equipos (display LCD, Arduino y Módulo XBEE), el código de programación para el control del sistema contra incendios, mismo que fue basado en los sensores Zigbee, que conjuntamente con el empleo del protocolo 802.15.4 (Bluetooth) permitió la simulación mediante Proteus, con el cual se comprobó su funcionamiento, al enviar un mensaje de alerta a los desarrolladores del proyecto.

#### V.REFERENCIAS

- [1]EcuRed, «Estándares Inalámbricos,» [En línea]. Available: [https://www.ecured.cu/Est%C3%A1ndares\\_Inal%C3%A1mbricos](https://www.ecured.cu/Est%C3%A1ndares_Inal%C3%A1mbricos). [Último acceso: 10 10 2018].
- [2]Kinney, P., «ZigBee Technology: Wireless Control that Simply,» Scientific Research Publishing In Communication Design Conference, vol. 2, 2003.
- [3]M<sup>a</sup> Elena López Aguilera, Jordi Casademont, Alfonso Rojas, «Análisis del protocolo IEEE 802.11b en un entorno celular,» [En línea]. Available: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/1438/lopezjitel03.pdf>. [Último acceso: 13 10 2018].
- [4]Gilles Thonet, Patrick Allard-Jacquín, Pierre Colle , «ZigBee – WiFi, Coexistence,» 2008. [En línea]. Available: [http://vip.gatech.edu/wiki/images/8/8e/Zigbee\\_WiFi\\_Coexistence\\_-\\_White\\_Paper\\_and\\_Test\\_Report.pdf](http://vip.gatech.edu/wiki/images/8/8e/Zigbee_WiFi_Coexistence_-_White_Paper_and_Test_Report.pdf). [Último acceso: 13 10 2018].
- [5] Cristian Mena Saucedo, Brian Manuel González Contreras, Miguel Ángel Munive Rojas, Fermín Martínez Solís, «INSTRUMENTACIÓN Y MONITOREO POR RED INALÁMBRICA DE SENSORES MEDIANTE XBEE PARA UN PROCESO DE POLIMERIZACIÓN,» Pistas Educativas, vol. 39, n° 128, pp. 1122-1141, 2018.
- [6]L. A. Reyes, «Arduino, Android, Redes,» [En línea]. Available: <http://dev4an.blogspot.com/2013/09/introduccion-xbee.html>. [Último acceso: 05 09 2018].