

“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE POSICIONAMIENTO TERRESTRE UTILIZANDO PROTOCOLO ZIGBEE PARA PROVEER DE UN SISTEMA DE SEGURIDAD EN EL BARRIO SANTA LUCIA CENTRO DEL CANTÓN TISALEO”

Rafael Pérez

rafael.pe182@gmail.com

RESUMEN: Con la aparición de varias tecnologías inalámbricas, contrastado con la gran inversión que representa un sistema de seguridad, se presenta mediante el siguiente proyecto una alternativa en cuanto a seguridad se refiere con tecnología inalámbrica usando protocolo Zigbee.

Además se ve complementado con el establecimiento de una red tipo malla que permitirá la localización de un nodo móvil mediante trilateración usando algoritmos que permitirán establecer las coordenadas de dicho nodo, prestando así mayores prestaciones en caso de una señal de alarma generada desde un lugar dentro del barrio Santa Lucia Centro.

Se pretende además proporcionar información que levante el interés de los moradores del ya mencionado barrio para de esta forma incrementar el número de usuarios de la red.

ABSTRACT: With the emergence of various wireless technologies, contrasted with the huge investment that represents a security system, the

following is presented as an alternative project for security by using the wireless technology known as Zigbee protocol.

In addition it's complemented by the establishment of a mesh network that will allow the location of a mobile node using trilateration applying algorithms that will provide the coordinates of that node, thus providing better performance in case of an alarm signal generated from a location within Santa Lucia Centro.

It aims to provide information to raise the interest of the inhabitants of the mentioned neighborhood to thereby increase the number of network users.

1. Fundamentos Teóricos

1.1. Introducción

El creciente desarrollo de tecnologías inalámbricas como solución para distintas aplicaciones tanto domésticas como industriales generando una disminución en el costo de producción, por tanto de venta de micro controladores que manejan protocolos de transmisión inalámbricos, es por esto

que la creación de sistemas mediante el uso de dichos dispositivos es cada vez mayor.

Si bien la electrónica necesaria está disponible la oferta de soluciones inalámbricas es aún baja, por esta razón y la falta de servicios de localización asociados a estas redes se da la necesidad de crear un posicionamiento similar al GPS basándose en esta tecnología ya disponible en el mercado. Existe un gran potencial tanto social como económico en los servicios basados en la localización, y, por distintas circunstancias, aún no han sido muy explotados.

1.2. Características Red Zigbee¹

- ZigBee opera en las bandas libres ISM (Industrial, Scientific & Medical) de 2.4 GHz, 868 MHz (Europa) y 915 MHz (Estados Unidos).
- Tiene una velocidad de transmisión de 250 Kbps y un rango de cobertura de 10 a 75 metros.
- A pesar de coexistir en la misma frecuencia con otro tipo de redes como WiFi o Bluetooth su desempeño no se ve afectado, esto debido a su baja tasa de transmisión y, a características propias del estándar IEEE 802.15.4.
- Capacidad de operar en redes de gran densidad, esta característica ayuda a aumentar la confiabilidad de la comunicación, ya que entre más nodos existan dentro de una red, entonces, mayor número de rutas alternas existirán para garantizar que un paquete llegue a su destino.
- Cada red ZigBee tiene un identificador de red único, lo que permita que coexistan varias redes en un mismo canal de comunicación sin ningún problema.
- Teóricamente pueden existir hasta 16 000 redes diferentes en un mismo canal y cada red puede estar constituida por hasta 65 000 nodos, obviamente estos límites se ven truncados por algunas restricciones físicas (memoria disponible, ancho de banda, etc.).
- Es un protocolo de comunicación multi-salto, es decir, que se puede establecer comunicación entre dos nodos aun cuando estos se encuentren fuera del rango de transmisión, siempre y cuando existan otros nodos intermedios que los interconecten, de esta

¹ <http://www.seccperu.org/files/ZigBee.pdf>

manera, se incrementa el área de cobertura de la red.

- Su topología de malla (MESH) permite a la red auto recuperarse de problemas en la comunicación aumentando su confiabilidad.

2. Tipos de Dispositivos²

2.1. Coordinador

Es el nodo de la red que tiene la única función de formar una red. Es el responsable de establecer el canal de comunicaciones y del PAN ID (identificador de red) para toda la red. Una vez establecidos estos parámetros, el Coordinador puede formar una red, permitiendo unirse a él a dispositivos Routers y End Points.

2.2. Routers

Es un nodo que crea y mantiene información sobre la red para determinar la mejor ruta para enrutar un paquete de información. Lógicamente un router debe unirse a una red Zigbee antes de poder actuar como Router retransmitiendo paquetes de otros routers o de End points.

2.3. End Device

Los dispositivos finales no tienen capacidad de enrutar paquetes. Deben interactuar siempre a través de su nodo

padre, ya sea este un Coordinador o un Router, es decir, no puede enviar información directamente a otro end device. Normalmente estos equipos van alimentados a baterías. El consumo es menor al no tener que realizar funciones de enrutamiento.

En la fig. 2.1, se establece la función de cada uno de los dispositivos asociados a los tipos de red que permite el protocolo.

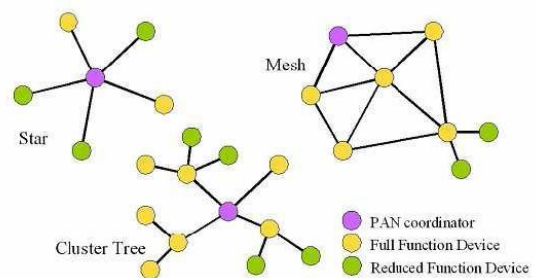


Fig. 2.1. Redes Zigbee.

3. Módulos XBEE DIGI³

El chip Xbee fabricado por Digi Internacional, si bien no es el único fabricante, su construcción tiene estándares que termina por hacer indiferente que dispositivo sea usado, en este caso el mostrado en la figura 3.1.

² <http://www.seccperu.org/files/ZigBee.pdf>

³ http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_P.pdf



Fig.3.1. Módulo xbee de Digi.

3.1. Distribución física de los terminales.⁴

La figura 1.7 muestra las características físicas del chip xbee, y la correspondiente distribución de pines en la tabla 3.2.

Xbee	
1 VCC	AD0/DIO0 20
2 DOUT	AD1/DIO1 19
3 DIN/CONFIG	AD2/DIO2 18
4 DCS	AD3/DIO3 17
5 RESET	RTS/AD6/DIO6 16
6 PWM/IRSSI	AD5/DIO5 15
7 PWM1	VREF 14
8 [reservado]	ONSLEEP 13
9 DTR/SLEEP_ROIDR	CTS/DIO7 12
10 GND	AD4/DIO4 11

Fig. 3.2. Características físicas del chip xbee.

4. Tarjeta Arduino Uno⁵

La Arduino Uno es una placa microcontrolador basada en el ATmega328. Tiene 14 entradas/salidas digitales (de las cuales 6 proporcionan salida PWM), 6 entradas analógicas, un

cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset.

La figura 4.1 muestra una Arduino Uno en su vista frontal.



Fig. 4.1. Arduino UNO

5. Arduino Mega⁶

La Arduino Mega es una placa microcontrolador basada ATmega1280. Tiene 54 entradas/salidas digitales (de las cuales 14 proporcionan salida PWM), 16 entradas digitales, 4 UARTS (puertos serie por hardware), un cristal oscilador de 16MHz, conexión USB, entrada de corriente, conector ICSP y botón de reset.

La figura 5.1, muestra una Arduino Mega en su vista frontal.

4

http://ftp1.digi.com/support/documentation/90000976_P.pdf

5

<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardUno>

6

<http://arduino.cc/en/Main/arduinoBoardMega>

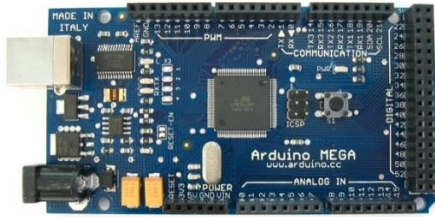


Fig. 5.1. Arduino Mega

6. Modo API⁷

Como una forma alternativa al modo de operación transparente el modo API (Application Programming Interface), requiere que una comunicación con el módulo sea hecho a través de una interface estructurada (la comunicación se realiza en tramas, “frames” en un orden definido). El modo API especifica como los comandos, respuestas a comandos y mensajes de estado de los módulos son enviados y recibidos desde el módulo usando la UART.

La figura 6.1, muestra la estructura de un frame para modo API, en donde el byte número uno es el identificador 0x7E, que marca el inicio de la transmisión.⁸

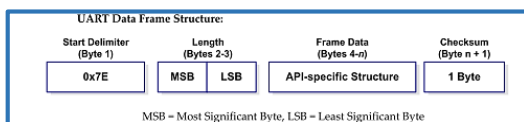


Fig. 6.1. Frame en modo API.

7. Interface de Usuario

Cada vez que existe una señal de alarma, es decir, se ha presionado el botón de pánico, el xbee en funcionamiento como coordinador, que está en conexión con la UART de la Arduino Mega, recibirá el respectivo frame tipo 0x95, y mediante el uso de un LCD, permitirá visualizar el identificador de usuario.

Además, este frame es enviado hacia la PC, para ser procesada y permitir una mejor visualización de los datos desde donde se generó la alerta.

La figura 7.1, muestra el panel frontal.

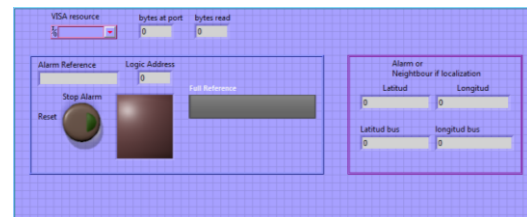


Fig. 7.1. Panel frontal de Usuario.

7.1. Interface para visualizar el Nodo Móvil.

Puesto que se tiene una interface que realiza el manejo de los datos recibidos por el puerto serie, además de entregarnos la información detallada de los usuarios, se ha desarrollado una nueva ventana que nos permitirá visualizar la lista de usuarios dentro del sistema así como la localización del

nodo móvil en el mapa. La figura 7.2, muestra la interface propuesta.

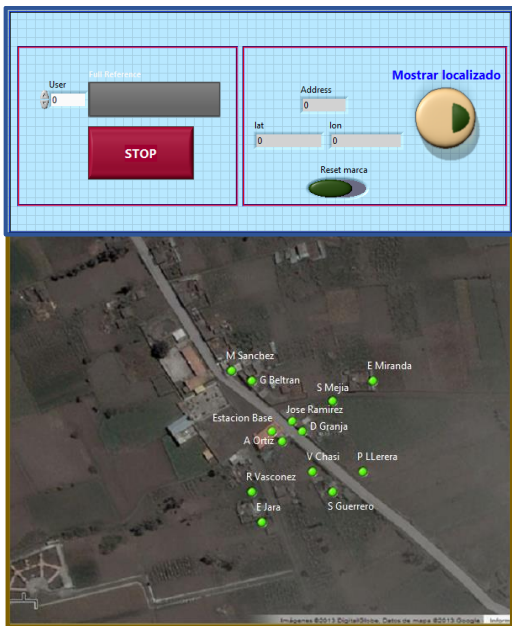


Fig. 7.2. Interface para visualización del Mapa.

8. Estación base

Una vez analizados los elementos necesarios, además de los módulos que debe tener nuestro software, tanto en Arduino como en LabView, podemos establecer nuestra estación base, compuesta de una Arduino Mega, Su respectivo shield que contiene al xbee coordinador. Constará también una forma de visualizar la información mínima de tal forma que nos permita saber el campo que identifica cada transmisor, en este caso ese elemento será un LCD.

La figura 8.1, 8.2,y 8.3, muestran la estación base.

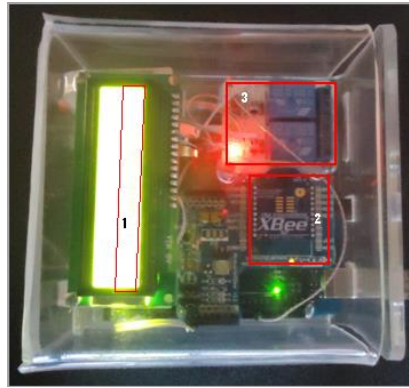


Fig. 8.1. Estación Base.

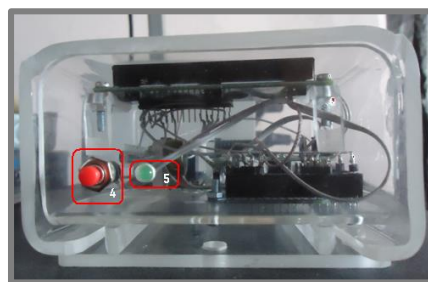


Fig. 8.2. Estación Base vista lateral derecha.

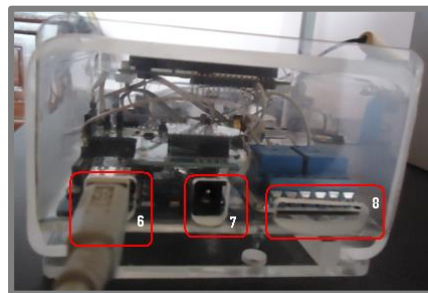


Fig. 8.3. Estación Base vista lateral izquierda.

1. Indicador LCD: En este campo se podrá visualizar el identificador de usuario previamente establecido en la tabla A1.1, permitiendo así su identificación.

2. Transmisor Xbee: Módulo inalámbrico, encargado de la

transmisión de datos mediante RF.

3. **Módulo de Potencia:** Relé encargado de activar la alarma sonora que recibe la señal de control desde la tarjeta Arduino Mega para realizar activación de dispositivos de mayor potencia.
4. **Pulsador de Reseteo:** Este pulsador permite al sistema reiniciarse después de una alarma, en caso de no estar conectado a la PC, es equivalente al pulsador de reseteo de la interface gráfica previamente analizada.
5. **Indicador LED:** Este indicador estará encendido siempre que existe una alarma, y por ende se apagará cuando se haya presionado el pulsador detallado en el apartado anterior.
6. **Conector USB:** Nos permite la comunicación con la PC para el flujo de datos.
7. **Conector de alimentación:** Cuando no está presente la conexión hacia la PC, la alimentación de la estación base se realiza por el mencionado conector con el adaptador AC/DC, provisto con el equipo.
8. **Conexiones de Potencia:** Esta sección permite la conexión del elemento sonoro de alarma externo al equipo en descripción.

8.1. Nodo Móvil

De igual manera el nodo móvil estará compuesto de una Arduino UNO, con su respectivo shield para un xbee router. Constará además con un pulsador que permite enviar la señal de que necesita ser localizado.

La figura 8.4, muestra el nodo móvil.

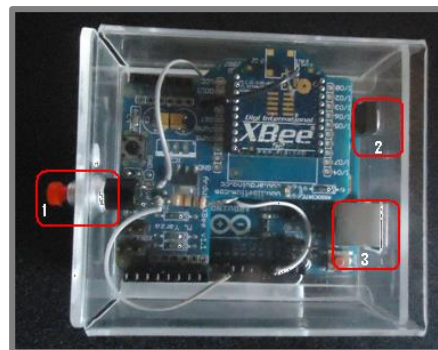


Fig. 8.4. Nodo móvil.

1. **Pulsador de petición de localización:** Cuando es presionado el dispositivo envía la información necesaria para ser localizado hacia la estación base.
2. **Alimentación:** Elemento que permite energizar al dispositivo con baterías ya que no dispone de lugar estático la alimentación será a baterías también provistas con el equipo.
3. **Conector USB:** Conector que permitirá modificación o reprogramación de los

elementos que conforman el dispositivo si éste fuera el caso.

9. Conclusiones

- Al concluir el presente proyecto se ha cumplido con el objetivo planteado que fue el de poner en funcionamiento una red que permita realizar posicionamiento terrestre, además de un sistema de alarma para el barrio Santa Lucia centro del cantón Tisaleo.
- Se desarrolló un algoritmo que permite la localización del nodo móvil, de tal suerte que en cada caso se vean reflejadas las coordenadas que indique la situación geográfica de dicho elemento lo más cercano a su realidad.
- Se diseñó una interface amigable con el operador que no demande conocimientos avanzados de uso de una PC, para la simplificación de su uso.
- Se realizó la construcción de todo el equipo necesario para la operación del sistema ya sea con atención del operador como con ausencia del mismo.
- Se elaboró el correspondiente manual de operador que estará al alcance de la persona encargada de esta función.

- Se entregó a cada uno de los usuarios un instructivo que permita la comprensión del funcionamiento y cuidados necesarios del dispositivo.

Referencias

Textos

- Miguel Rodríguez et al., "Blueps: Sistema de localización en interiores utilizando Bluetooth", URSI 2005.
- P. Corral, R. Barbérea et al., "Mejoras en Sistema de Localización mediante ZigBee" XXIV Simposium Nacional de la Unión Científica Internacional de Radio URSI 2009.

Links de internet

- Arango Z, Eliana I. *Plataformas Zigbee*. Desde <http://plataformaszigbee.blogspot.com/>
- *Xbee*. Desde <http://xbee.wikispaces.com/Mesh+with+Xbee>
- *Arduino Uno*. Desde <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- Mazurov, Oleg. *Playing Xbee. Part 1 - First impression*. Desde <http://www.circuitsathome.com/mcu/playing-xbee>
- *Calculating the Checksum of an API Packet*. Desde <http://www.digi.com/support/kbbase/kbaseresultdet?id=2206>
- *API Mode*. Desde <https://sites.google.com/site/xbee>

etutorial/xbee-
introduction/api_mode

- Engineers Garage. *LCD*. Desde <http://www.engineersgarage.com/electronic-components/16x2-lcd-module-datasheet>
- Internet de las cosas. *Primeros pasos en XBee, usando arduino*. Desde <http://www.internetdelascosas.cl/2012/08/26/primeros-pasos-en-xbee-usando-arduino/>
- Seco G, Fernando. *Sistemas de localización en interiores basados en radiofrecuencia*. Desde <http://www.car.upm-csic.es/lopsi/static/publicaciones/docencia/Apuntes%20RF-LPS.pdf>
- Zigbee Labs. *Métodos de localización en interiores con redes inalámbricas*. Desde <http://www.zigbe.net/archivos/424>