SISTEMA PROTOTIPO DE POSICIONAMIENTO LOCAL DESTINADO A LA BÚSQUEDA DE LIBROS UTILIZANDO TECNOLOGÍA ZIGBEE

Cecilia Isabel Reyes Peñafiel [1], César Antonio Martín Moreno [2]
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación [1] [2]
Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Campus Gustavo Galindo, Km 30.5 vía Perimetral
Apartado 09-01-5863. Guayaquil-Ecuador
cereyes@espol.edu.ec [1], cmartin@espol.edu.ec [2]

Resumen

El presente proyecto de graduación trata acerca de un sistema prototipo de búsqueda de libros en un área local. El área destinada para su desarrollo fue la biblioteca FIEC, teniendo como problema el desorden con respecto a la ubicación de los libros. Como solución a este problema se planteó diseñar una red inalámbrica cuyos dispositivos puedan comunicarse entre sí para poder ubicar a un libro en tiempo real. Se consideró también usar tecnología de posicionamiento local para abrir nuevas áreas de investigación, facilitar la búsqueda de objetos en áreas personales o en lugares cerrados donde la tecnología GPS no funciona y utilizar un software que interactúe con el usuario y muestre con precisión la posición del libro a buscarse, ya sea que éste se encuentre en un lugar fijo o esté en movimiento. La importancia de este proyecto no solo se centra en la localización del libro, sino también en el estudio y aplicación de la tecnología ZigBee, siendo ésta la base para el desarrollo de este proyecto.

Palabras Claves: *ZigBee, posicionamiento,búsqueda, LPS.*

Abstract

This grade Project is about a prototype system for book searching in a local area. The chosen area for this development was FIEC library, and the main problem was the disorder of the location of the books. As a way to solve this problem, a wireless network, in which all devices in the network could establish a communication between each other, was designed in order to locate a book in real time. It was also considered the use of local positioning technology to open new research areas, to make easier the search of objects indoors or in personal areas where GPS does not work and using an interactive user software that displays with accuracy the position of the book, whether it is fixed or moving. The purpose of this project is not only to focus in the location of the book, but in the study and application of ZigBee technology, which is the basis for the development of this project.

Keywords: *ZigBee, positioning, search, LPS.*

1. Introducción

El propósito de este proyecto es de diseñar e implementar una red inalámbrica ZigBee dentro de la biblioteca FIEC para la búsqueda de libros en tiempo real.

Este proyecto no solo es útil para localizar un objeto, sino también para investigar nuevas tecnologías que permitan el rastreo de objetos en lugares cerrados.

Una tecnología de posicionamiento local puede definirse como un sistema de localización alternativo diseñado para trabajar en áreas locales y que utilice sensores para rastrear exactamente un objeto en un área establecida previamente.

2. Metodología

2.1. Introducción a la tecnología ZigBee

ZigBee es una tecnología basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de áreas personales y está orientado a aplicaciones que requieran poca velocidad de transmisión y ahorro en el consumo de batería.

Figura 1. Aplicaciones ZigBee

Fue desarrollada por ZigBee Alliance, siendo ésta una compañía sin fines de lucro, fundada en el 2002 y abierta para quienes deseen integrarla.

Opera en la banda libre de frecuencias de 2.4GHz, dispone de 16 canales y su tasa de transmisión es de 250Kbps. Emplea modulación OQPSK y el número máximo de nodos presentes en la red es de 65535.

El protocolo ZigBee se basa en el modelo básico de referencia OSI y consta de cinco capas: capa física, capa de acceso al medio, capa de red, capa de servicio y capa de aplicación.

La red ZigBee puede basarse en una de las dos topologías establecidas en el estándar IEE 802.15.4 que son las topologías estrella y punto a punto.

2.2. Método Matemático de Localización

Por ser este un proyecto en el que se requiere obtener valores de distancia o de ubicación, se recurre a métodos matemáticos que permitan el cálculo de la posición del objeto a ser buscado.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizo la trilateración como método matemático de localización.

La trilateración consiste en calcular la posición de un objeto, dadas las distancias entre éste y un conjunto de nodos fijos, por medio de la intersección de ondas.

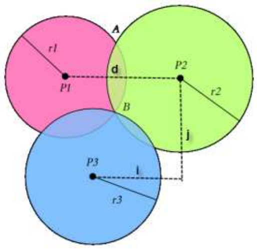

Figura 2. Método de trilateración

Este método es empleado en dispositivos inalámbricos que empleen valores RSSI previamente establecidos.

Se requiere de por lo menos tres valores de intensidad de señal, por lo tanto los nodos deben estar colocados en distancias aproximadas.

Aumentando el número de nodos se podría también mejorar la precisión de la información en ciertas aplicaciones.

3. Diseño e implementación del sistema de posicionamiento local

3.1. Criterios de Implementación

Para el desarrollo de este sistema se considero tener en cuenta ciertos aspectos con el fin de evitar posibles errores de diseño en el futuro.

Antes de la elección de cualquier dispositivo, es necesario analizar el área donde se va a colocar el sistema de posicionamiento local.

Como ya es de conocimiento, el área de trabajo será el centro bibliotecario de la FIEC. Esta red va a constar de un nodo que será colocado en un libro, una base que será conectada a la computadora y cuatro nodos fijos cuya separación debe ser de hasta 30m.

La ubicación de los nodos fijos es una tarea de difícil manejo puesto que en el centro bibliotecario existen obstrucciones como pilares y estanterías que provocan la reflexión de la señal o un posible debilitamiento de la misma. Para evitar este problema se colocarán a estos nodos en lugares estratégicos donde haya buena recepción de la señal.

El consumo de potencia debe ser mínimo debido a que el sistema estará en uso solo cuando el usuario decida realizar la búsqueda de un libro.

3.2. Diseño de la Red Inalámbrica ZigBee

Para el envío de la información de posicionamiento del libro es necesario armar una red en la cual cada uno de sus dispositivos puedan comunicarse entre si.

La figura 3 muestra el diseño de la red ZigBee correspondiente a la biblioteca FIEC.

Esta consta de una base que se conecta a la computadora por medio de la interfaz RS-232. Esta recibe toda la información proveniente de los nodos, los mismos que estarán colocados en lugares estratégicos para que puedan enviar su información de posicionamiento al módulo colocado en el libro, este ultimo realizará el cálculo de posicionamiento y enviará esa información a la base.

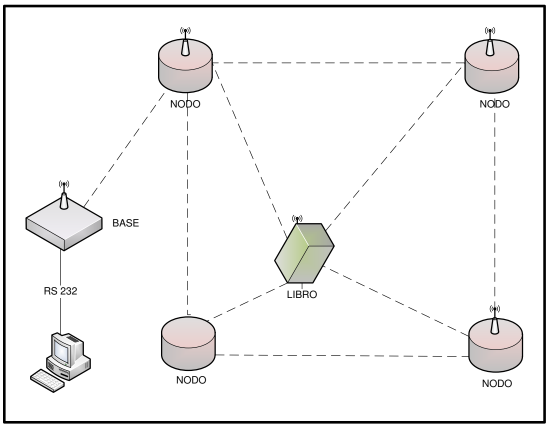

Figura 3. Red Inalámbrica ZigBee

4. Componentes y módulos electrónicos para el desarrollo

4.1. SoC CC2431

Como solución al problema de búsqueda de libros se decidió trabajar con los módulos que son utilizados en los kits de entrenamiento de la compañía Texas Instruments que contengan el circuito integrado CC2431, y uno de estos trabajará como nodo móvil siendo colocado en un libro

Figura 4. Módulo de Texas Instruments

El SoC CC2431 es un componente creado para aplicaciones de redes sensoriales de bajo consumo. Es el primer sistema integrado en un chip y su característica principal es la de poseer un motor de localización basado en RSSI.

Es un receptor preciso y robusto frente a las interferencias y tiene un bajo consumo de corriente (Rx: 27mA, Tx: 27mA) empleando un cristal de 32MHz.

4.2. Nodos Fijos

Para el desarrollo de los nodos fijos de la red se consideró añadir al modulo de Texas Instruments un bloque con una fuente de 3.3V. Ésta es muy necesaria debido a que hay componentes que requieren ser alimentados con ese valor para su correcto funcionamiento.

El diseño consta de un circuito integrado LM317 que es usado en aplicaciones que requieren entradas de voltaje entre 1.5V a 15V y que su consumo de corriente no supere los 1.5A

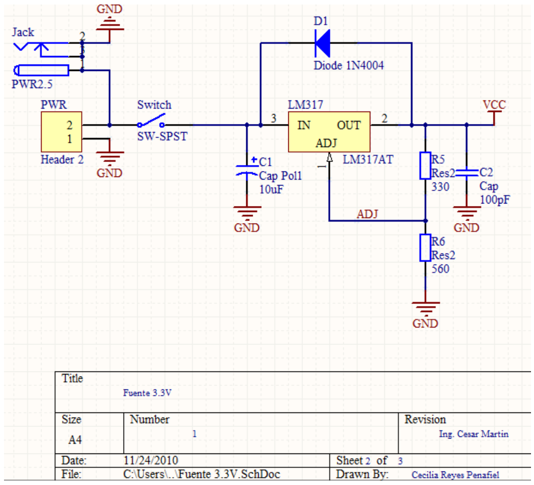

Figura 5. Fuente de 3.3V

4.3. Interfaz PC - Módulos

Para la interfaz PC – Módulos se considero el diseño de un bloque que sea capaz de recibir entradas de voltaje entre 3V a 5V, que convierta la información digital por medio de los puertos seriales y que envíe la información al computador, para después poder mostrar la ubicación.

Bajo estos requerimientos se trabajo con el circuito integrado MAX-3232 de la familia MAXIM. Este es un integrado destinado para aplicaciones que trabajen con estándares de interfaz de comunicación EIA/TIA – 232.

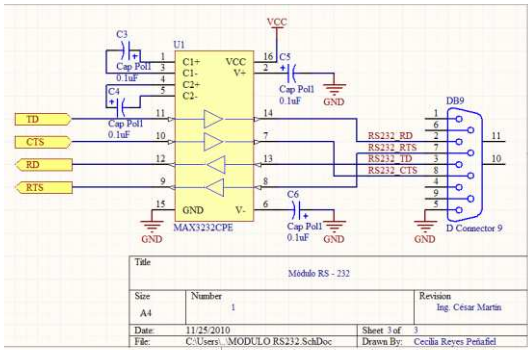

Figura 6. Módulo RS - 232

5. Envío de datos en la red ZigBee

Para entender el envío de datos en una red inalámbrica ZigBee se debe conocer dos conceptos importantes:

- Todos los nodos deben enviar constantemente su información de presencia y ubicación a la interfaz PC-Módulos.
- El nodo colocado en el libro es el que iniciará la comunicación necesaria para recoger los valores de intensidad de señal de cada nodo fijo.

A continuación se muestra el diagrama simplificado del envío de datos en la red.

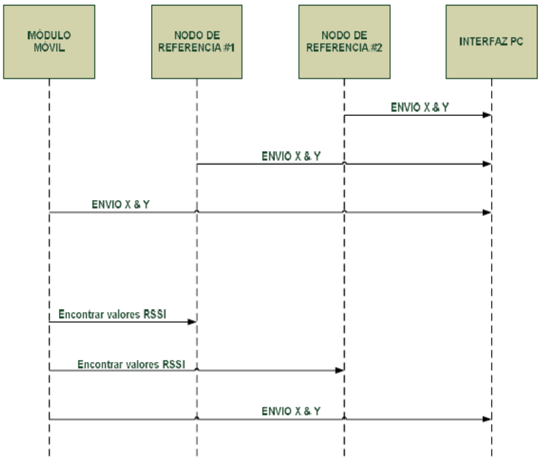

Figura 7. Comunicación entre dispositivos

La interfaz PC – Módulos se encargará de receptar la información de presencia y posición en la red. Si los nodos fijos no envían dicha información en un lapso de 30s, la interfaz procederá a borrar a ese nodo de la red.

Posteriormente el nodo móvil enviará una solicitud de envío de posicionamiento a los nodos, los mismos que responderán ordenadamente.

Finalmente, se procede a realizar el cálculo de la posición con los valores de intensidad de señal recogidos previamente y se enviará dicha información a la interfaz PC.

6. Desarrollo de las pruebas

El desarrollo de las pruebas se dio en las instalaciones de la biblioteca FIEC. Se comprobó los valores teóricos de separación entre nodos. En esta prueba no se tuvo problema alguno debido a que el área de la biblioteca está dentro del rango de separación que es de 30m.

Se busco un área específica para realizar las pruebas y se estableció trabajar en el área donde se encuentran las mesas de estudio, donde generalmente los estudiantes dejan los libros.

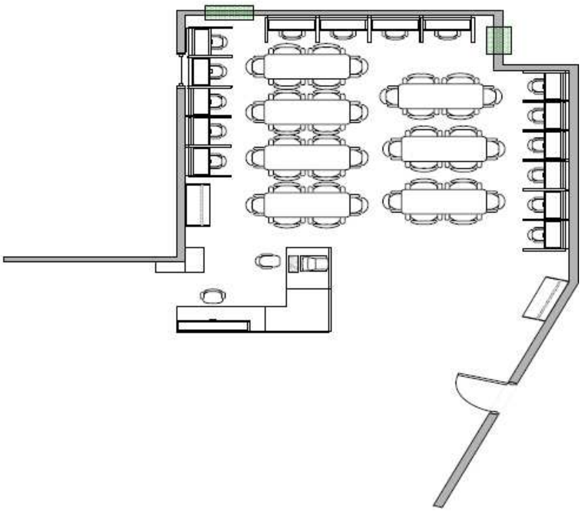

Figura 8. Área de trabajo

El software empleado para observar la posición del nodo móvil fue Z-Location Engine de Texas Instruments. Éste es un software libre.

Se realizaron dos tipos de pruebas con el fin de observar la precisión de la posición del nodo móvil y analizar la efectividad de los datos obtenidos. La primera prueba consistió en colocar un nodo relativamente lejano de los tres restantes y la segunda prueba fue trabajar con los cuatro nodos cercanos.

7. Efectividad de los datos obtenidos por el sistema

La realización de las pruebas consistió en colocar al nodo móvil en las esquinas de cada una de las mesas del trabajo.

Se observó por medio del software Z-Location Engine si la ubicación del nodo móvil coincidía con la posición real o si ésta se encontraba en cualquier punto de la mesa y se consideró error aquella ubicación que se encontrase fuera de la mesa donde se esté realizando la prueba.

Los resultados, según el número de intentos se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 1. Eficiencia de las pruebas

	N° Intentos	N° Aciertos	N° Desaciertos	% Error
Prueba #1	21	18	3	14.29%
Prueba #2	21	20	1	4.76%

Según estos valores se puede determinar que la confiabilidad que el libro caiga en cualquier punto de la mesa depende de la proximidad de los nodos.

Mientras más cercanos estén los nodos, la probabilidad de error será menor.

8. Estimación de Potencia

Es importante, en el desarrollo de un proyecto electrónico, realizar el análisis de potencia para cada componente y módulos en general, para después estimar la duración de las baterías y el tiempo de vida útil de los mismos.

En el caso de la interfaz PC-Módulos, se trabajo con un adaptador AC, cuya salida de voltaje DC sea de 12V y su corriente sea de 1A a 1.5A.

El consumo de potencia de cada nodo fijo fue de 270mW y el del nodo colocado en el libro fue de 105mW.

9. Tiempo de vida de los módulos

Antes de la entrega de un producto final, existe siempre la problemática de establecer cuál será su tiempo de vida.

Para este proyecto se ha considerado tomar en cuenta factores como el tipo de material de la placa electrónica, elementos a usarse y batería usada como fuente de voltaje.

El FR4 es el material más usado en el desarrollo de placas electrónicas debido a su capacidad para trabajar con frecuencias de hasta 2GHz.

El tiempo de vida de este tipo de placa depende bastante de su uso. Si la aplicación requiere de un consumo alto de corriente su tiempo de vida va a ser menor comparado a aquellas cuyo consumo de corriente sea menor. Factores como el ambiente donde se encuentre la placa electrónica también va a influenciar.

Considerando que el consumo de corriente es bajo (30mA) y que el ambiente donde estarán las placas electrónicas es libre de humedad debido a la presencia del aire acondicionado se estima que el tiempo de vida de cada módulo será de 5 a 7 años aproximadamente.

Se debe tener en cuenta el tipo de baterías que se van a usar. El tiempo de vida de las baterías usadas en este proyecto es de 8 horas, para el módulo colocado en el libro y de 34 horas por cada nodo fijo, siempre y cuando estos módulos estén siempre en uso

10. Conclusiones

En el desarrollo de este proyecto se observo que la cercanía influía en la eficiencia del sistema, mientras su separación disminuía también lo hacia su porcentaje de error, por lo tanto, se concluye que la prueba eficiente, en este caso, fue aquella en la que se estableció colocar sus cuatro nodos cercanos, correspondiente a la prueba 2 del proyecto.

La posición del nodo móvil que reflejaba el software Z-Location Engine en ciertos casos difería de la posición actual, mostrando a veces una posición fuera del área actual de prueba. Se concluye que, la trilateración entre ondas también influye en la posición, debido a que se realiza de acuerdo a las tres primeras ondas esféricas que se interceptan, sin importar si las ondas son las más cercanas al objeto que se está buscando.

Es obligatorio configurar los nodos fijos cerca de la interfaz PC – Módulos debido a que estos envían su información de presencia y de ubicación, receptando la interfaz dicha información. Si no se llega a realizar este importante paso, la interfaz no guardará la información de referencia, dando al final información errónea de la ubicación del módulo en movimiento.

11. Recomendaciones

Si se desea desarrollar una mejora del proyecto, se recomienda trabajar con más nodos fijos en la red, para obtener mejor precisión en los resultados ya que, por ser un prototipo se trabajó con el número mínimo de nodos, causando en ciertas ocasiones problemas de localización del objeto.

La correcta elección de la batería influye también en el tiempo de vida. Se recomienda colocar en las nuevas mejoras, una batería que tenga buenas características en cuanto al consumo, de preferencia mayor a 240mAh.

Es recomendable también evitar instalar los nodos cerca de equipos que emitan señales de radio frecuencia como dispositivos inalámbricos porque provocan interferencia al momento de la búsqueda del nodo móvil.

Se debe evitar colocar los nodos en lugares como pilares, anaqueles o estanterías ya que provocan la reflexión de la señal, provocando también que llegue debilitada a los nodos cercanos en la red.

12. Referencias

[1] Kolodziej Krzysztof – Hjelm Johan, Local Positioning Systems: LBS applications and services, CRC Pre, EEUU, 2006

[2] Huidobro – Millán – Roldan, Tecnologías de Telecomunicaciones, Alfaomega, México, 2008

[3] Roldán David, Comunicaciones Inalámbricas, Alfaomega, México, 2005

[4] Shen – Guizani – Qiu – Le-Ngoc, Ultra-wideband wireless communications and networks, Wiley, Great Britain, 2006

[5] Lehpamer Harvey, RFID Design Principles, ARTEC HOUSE INC, EEUU,2008

[6] Farahani Shahin, ZigBee Wireless Networks and Transceivers, Wiley, EEUU, 2008

[7] ZigBee Alliance, ZigBee Specification, www.zigbee.com, 2005

[8] Texas Instruments, AN058, www.ti.com, Abril 2010

[9] Chipcon Products from Texas Instruments, CC2431 System-on-Chip for 2.4GHz ZigBee/IEEE 802.15.4 with Location Engine, www.ti.com, 2009

[10] Chipcon Products from Texas Instruments, Application Note AN042, www.ti.com, Abril 2010