



UNIVERSIDAD TÉCNICA FEDERICO SANTA MARÍA
DEPARTAMENTO DE ELECTRÓNICA



Informe Proyecto ELO323

Prueba de redes de Sensores usando Zigbee

Profesor: Agustín González

Alumno: Rafael Amadei

Mail: rafael.amadei.12@sansano.usm.cl

Fecha: 18-11-2016

Introducción

El siguiente informe tiene por finalidad, presentar de forma más formal la información expuesta en la presentación del proyecto final del ramo ELO323 "Redes de computadores II".

El proyecto desarrollado consiste en dar una mirada más profunda al protocolo Zigbee visto en clases, considerando las características generales tanto de capas inferiores como a nivel de capa de aplicación a modo de ejemplo de posible uso en redes de sensores inalámbricas.

Se harán referencias a conceptos vistos en clases como accesos al medio evitando colisiones, encriptación de la información, arquitecturas de redes y más.

Se desarrollará una aplicación básica a partir de una red Zigbee, la cual constará de un coordinador y un nodo, el cual realizará la medición de pulsos (los cuales pueden hacer referencia a las veces que un haz de luz se corta, contador de vueltas en un flujómetro, etc...) y la medición de un valor analógico (el cual puede hacer referencia a la temperatura, concentración de dióxido de carbono, distancia a un objeto, etc...).

Se observarán los mensajes Zigbee transmitidos por el aire a través de un sniffer (dongle Zigbee promiscuo), usando un programa de Texas Instrument.

Generalidades Zigbee

Zigbee está creado en base al estándar IEEE 802.15.4, el cual define características a nivel de capa de red, para garantizar bajo costo de implementación y baja velocidad de transmisión en redes inalámbricas de área personal (WPAN).

Este protocolo busca bajar los costos al máximo, motivo por el cual su funcionamiento no requiere (o muy poco) de infraestructura, permitiendo de esta manera, ofrecer una solución de muy bajo consumo energético, ideal para aplicaciones relacionadas con IoT.

Opera dentro de la banda no licenciada ISM, con tasas de transmisión desde los 20 kbits/seg usando 800MHz, hasta 250 kbits/seg usando 2.4GHz, siendo esta última, la banda más popular utilizada (al igual que Bluetooth y Wifi). Posee 16 canales, cada uno con un ancho de banda de 5MHz, de los cuales solo se utilizan 2MHz a modo de evitar lo más posible las interferencias entre canales.

Utiliza modulación tipo QPSK, enviando dos bits por cada símbolo y CSMA/CA para garantizar un uso óptimo del medio. Con esto, se minimiza el tráfico de datos, la congestión por aire y a su vez, el consumo energético empleado por los equipos.

Si se desea, es posible utilizar encriptación de la información transmitida vía Zigbee mediante encriptación simétrica AES con llaves de 128 bits.

Arquitectura de red

Las redes Zigbee son redes Ad-Hoc, las cuales se auto-gestionan, dado que el escenario móvil en el cual se disponen, puede cambiar en el tiempo. Los tipos de redes que se podrán observar serán las siguientes:

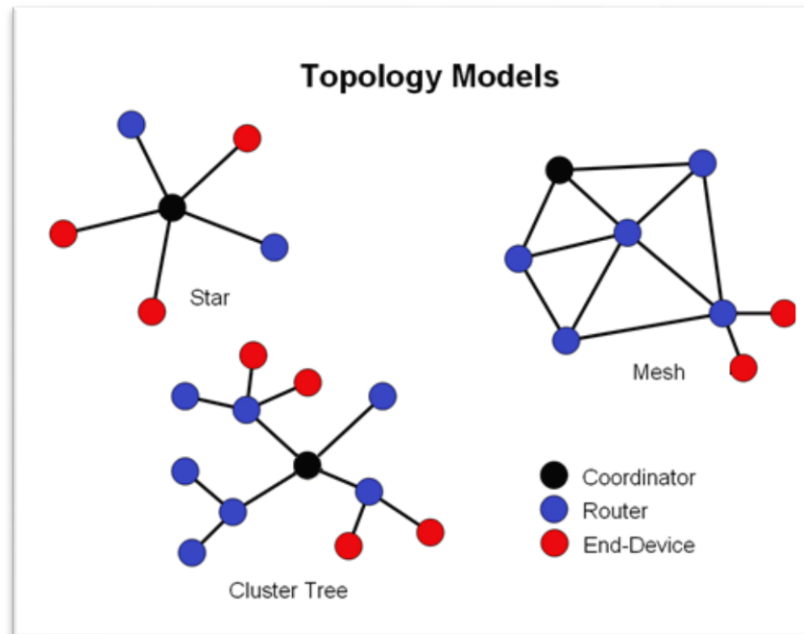


Figura 1. Tipos de topologías de redes Zigbee.

Como se puede apreciar, en toda red se puede encontrar un solo coordinador. Este dispositivo tiene como finalidad el construir la red y suele utilizarse como Gateway/concentrador de la misma. Esto, debido a que la dirección asignada a este equipo es conocida y siempre la misma, motivo por el cual a cualquier dispositivo de la red es fácil comunicarse con él. El coordinador puede actuar como padre para los demás dispositivos.

Luego, se observa la presencia de routers. Estos pueden ser tanto padres como hijos y permiten extender el alcance de la red al redirigir los mensajes en saltos de a uno en uno. Una vez que un router pertenece a una red, puede prestar servicios de mantenimiento de la red en caso que el coordinador se apague. Tanto el coordinador como los routers requieren estar en todo momento encendidos.

Finalmente, se reconoce la presencia de los end-devices. Estos equipos no requieren estar prendidos en todo momento y solo pueden actuar como hijos dentro de la red. Se utilizarán mayoritariamente como dispositivos en el extremo final, recogiendo datos y haciendo un mínimo uso de consumo energético.

Mensajes claves

A continuación se realizará una descripción de los mensajes típicos que se pueden observar dentro de una red Zigbee.

Beacon Request

Este mensaje es enviado por el coordinador cuando este se prende, permitiéndole reconocer si la red que tiene que formar está ya formada o no. Además, los routers (sin haber previamente formado parte de la red) y los end-devices los envían para poder incluirse dentro de una red a la cual aún no pertenecen.

Beacon Response

Es el mensaje con el que los potenciales padres responden a los hijos que quieren formar parte de la red luego de haber enviado el "Beacon Request". Este mensaje contiene información respecto a la capacidad de poder recibir un nuevo hijo o no, si el equipo que responde es un coordinador o un router, etc.

Data Request

Mensaje enviado solo por los end-devices a sus padres para consultar si hay un mensaje para ellos esperando ser entregado. Esto tiene lógica al pensar que los end-devices pueden estar dormidos durante intervalos de tiempo, con la finalidad de disminuir al máximo su consumo energético.

Data Message

Mensaje que incluye el payload de datos de la capa de aplicación. Puede ser enviado por cualquier equipo dentro de la red Zigbee y puede ser tanto unicast como broadcast.

ACK

Es un mensaje que se envía a nivel de capa de enlace, el cual permite identificar que el paquete enviado fue correctamente recibido por el padre. Este mensaje permite realizar retransmisiones en caso de no recepción o identificar que el padre ya no está presente en la red (se busca a otro).

Orphan Notification

Mensaje enviado por un hijo, una vez que se confirma que el padre no está presente (ausencia de mensajes ACK al enviar un "Data Message" o "Data Request").

NWK Status

Mensajes enviados por el coordinador y los routers, los cuales contienen información respecto a la red, tablas de rutas, tablas de asociaciones, etc...

Packet Sniffer

Texas Instruments desarrolló un dongle Zigbee que permite observar los mensajes que son transmitidos por el aire usando el protocolo Zigbee. Junto a la ayuda de un software, será posible corroborar los conocimientos teóricos respecto al orden, jerarquía y procedimientos a seguir dentro de una red Zigbee, mediante el análisis de los mensajes transmitidos.

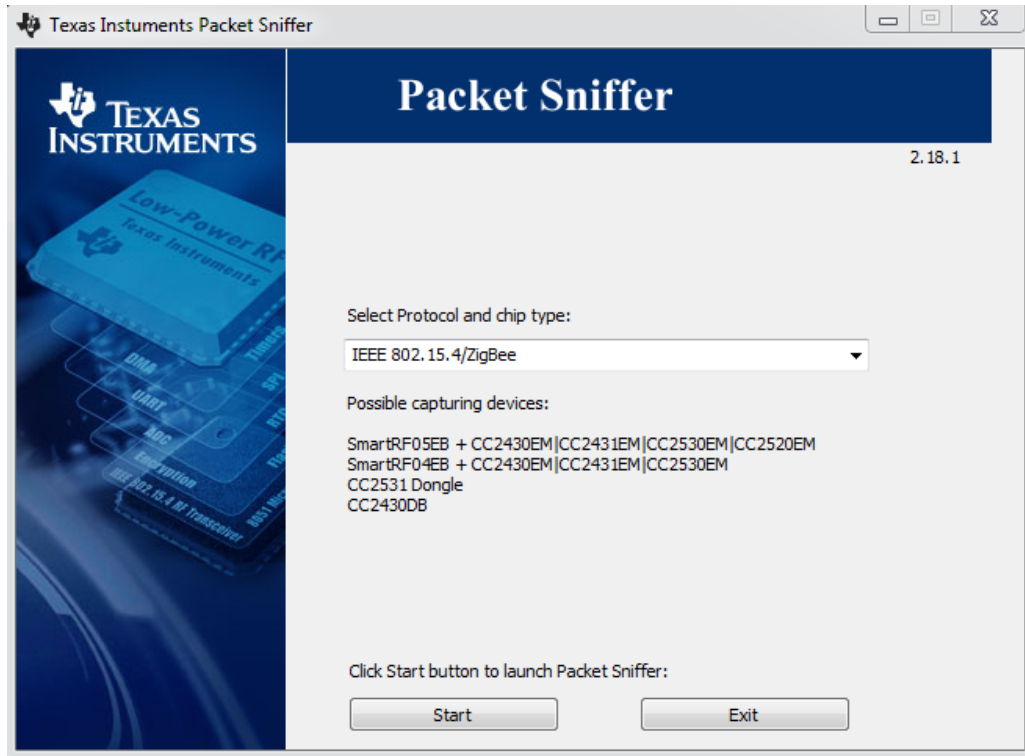


Figura 2. Software para utilizar el sniffer Zigbee.

Demostración

Utilizando dos placas de evaluación con un System on Chip con capacidad Zigbee, se realizará una demostración de una red de sensores inalámbricos usando Zigbee. Para lograr esto, se desarrolló el firmware tanto para coordinador como para end-device. Este último, tendrá como finalidad tomar una serie de datos (contador de pulsos históricos y valor ADC) y hacerlos llegar al coordinador, para luego ser transmitidos por él vía puerto serial a un sistema computacional.