

# **UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA**

## **IMPLEMENTACIÓN DE ZIGBEES DE ULTRA BAJO CONSUMO PARA TELEMETRÍA.**

*Presentado por:*

*Antoni Viciano*

*Johan Duque*

*Valencia, Abril de 2015.*

# IMPLEMENTACIÓN DE ZIGBEES DE ULTRA BAJO CONSUMO PARA TELEMETRÍA.

## 1. INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas fundamentales a los que nos solemos enfrentar los ingenieros en el momento de plantear una solución de diseño frente a cualquier problema, es la alimentación de los elementos de medida y procesamiento. Cuando se tiene la flexibilidad o disposición de fuentes convencionales o de fácil acceso, no resulta ser un problema de gran envergadura, más sin embargo en casos como el que expondremos, este problema supone retos importantes a tener en cuenta.

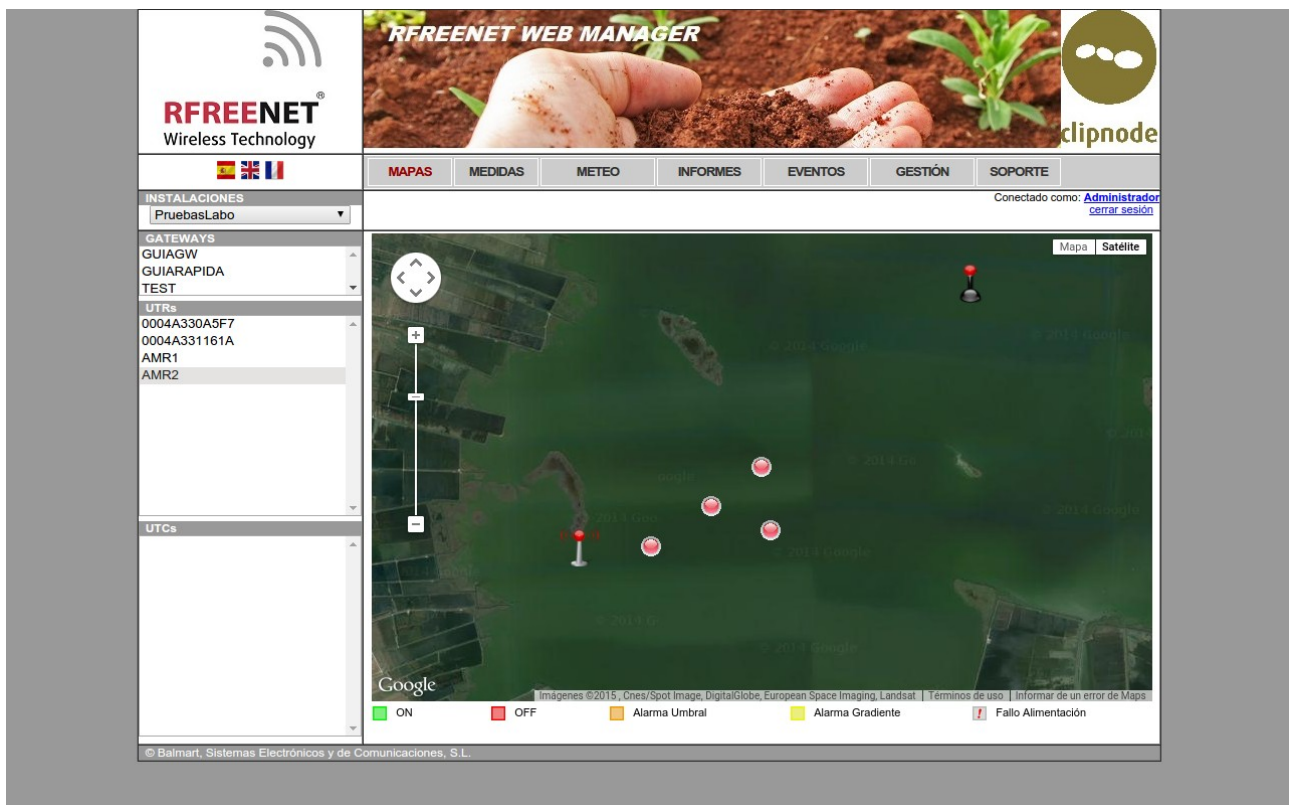
### **Planteamiento:**

Dentro del mundo de la telemetría, en especial en lugares alejados de fuentes energéticas convencionales o de fácil acceso, es de gran importancia, el definir el método de alimentación del sistema que efectúe las medidas, basándose en tiempos de uso de los dispositivos, periodos de muestreo de la información a recolectar, y las potencias consumidas en cada proceso y cada paso del sistema, haciendo necesario el pensar que características pueden ser necesarias para que sea sostenible su funcionamiento.

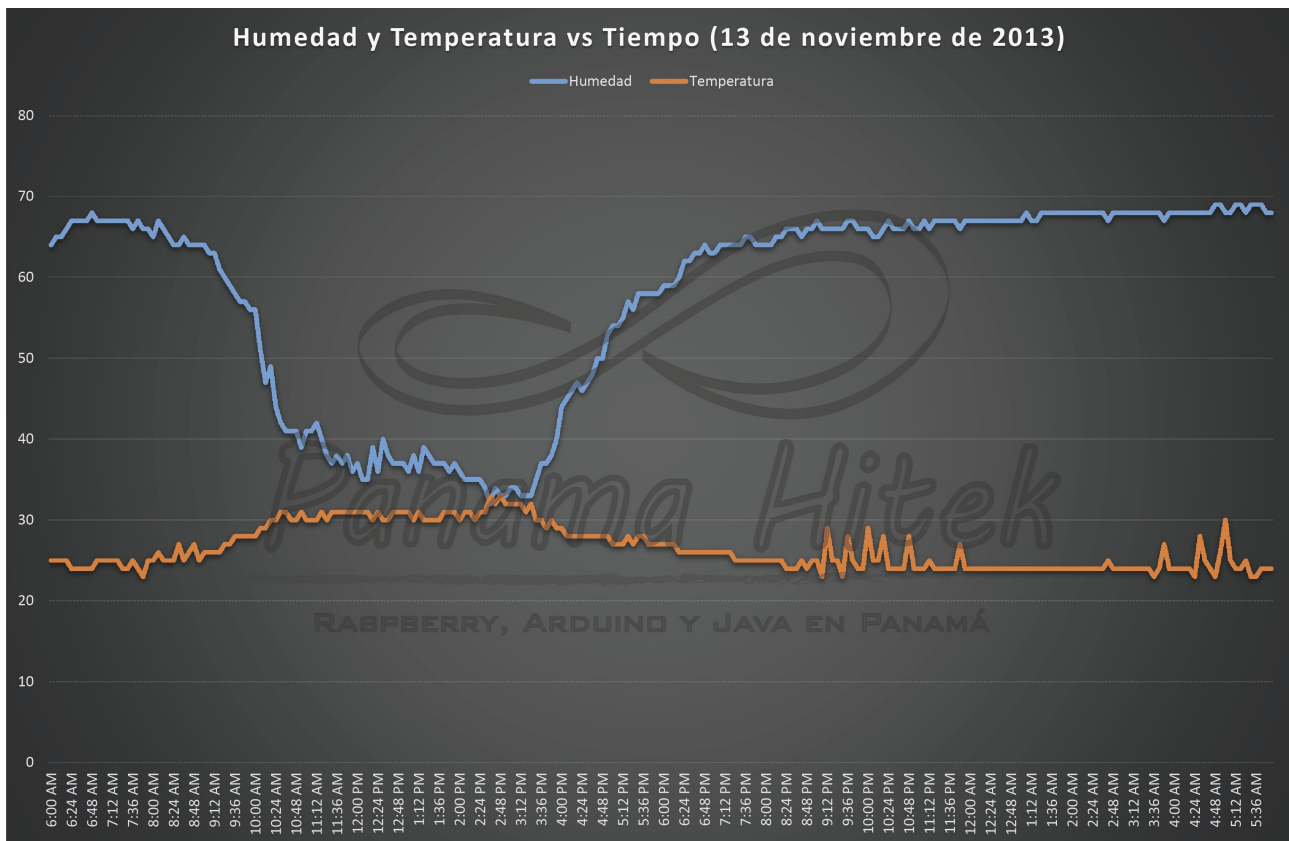
De forma convencional, lo que se suele hacer en un sistema, tras definir su electrónica y funcionamiento, es hacer los cálculos de potencia necesarios, y asignar una fuente de alimentación sea cual sea, ya puede ser la red eléctrica, o una batería. En el último caso, si el ingeniero se decanta por el uso de una batería, es estrictamente necesario el plantearse, de que manera se recargará dicha batería, o si será intercambiable cada cierto tiempo, y en caso de ser así, pensar en las dimensiones de la batería y cuanto tiempo debería tener autonomía el sistema para acotar las características de dicha batería.

Lo anterior supone un problema, al que estamos acostumbrados, pero un problema al fin y al cabo.

En la práctica habitual de sistemas ubicados en campos de cultivo agrícolas industrializados, se intenta tener el máximo de información posible para la optimización de los recursos y aprovechamiento de la tierra para una mejor explotación, situándose en grandes parcelas diversos y numerosos sistemas de sensado que se comunican con un sistema centralizado que maneja la información recolectada.



El problema que surge evidentemente es el transporte y comunicación de los datos obtenidos por dichos sistemas, dichos datos no se obtienen en instantes temporales muy cercanos, sino un par de veces al día, puesto que no es necesario medir cada segundo la intensidad lumínica que hay en cada instante de tiempo, puesto que los cambios no serán precisamente bruscos, ni tampoco hace falta medir los niveles de humedad ambiental y del suelo cada minuto porque es un parámetro que aunque bien cambia, no lo hace de forma repentina.



## 2. OBJETIVOS

El objetivo principal es la transmisión de los datos adquiridos por los sensores a un sistema centralizado que se encargue de tratar la información según se requiera. Dichos datos serán pues, información de valor para cultivos, tales como velocidad del aire, intensidad lumínica, humedad del suelo, humedad del aire, acidez de la tierra, entre otros.

Como objetivo complementario, se pretende el uso de recolectores de energía por radio frecuencia, para la alimentación de los “nodos” que recogen la información.

## 3. SOLUCIÓN

### 1. Método de transporte

Puesto que el entorno de trabajo en el que se encontrará el sistema es el campo, no consideramos para nada eficiente un ninguno de los medios cableados, y puesto que la topología de los terrenos al ser al aire libre, y los sistemas de sensado no están muy alejados el uno respecto del otro, la mejor opción es el uso de ZigBee, por sus ventajas desde el punto de vista de topología de red, el alcance

que tiene, y puesto que no se requiere de una gran trama de información que enviar en cada medición, ni se necesita una velocidad de transmisión elevada, el ZigBee es una solución robusta y viable.

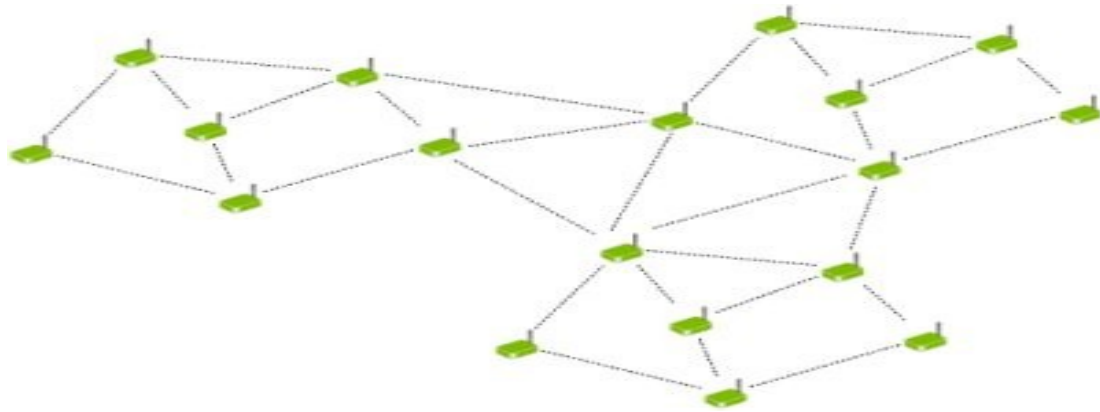


## 2. ZigBee de ultrabajo consumo.

Puesto que se mencionó la problemática de la autonomía de trabajo de un sistema electrónico debidos a su alimentación energética, lo lógico es buscar formas de consumir menos energía y/o mejorar los sistemas de alimentación, hemos apuntado a alcanzar ambas metas, primero eligiendo un modelo de ZigBee que consuma la menor potencia posible.



Puesto que se ha manejado de forma óptima los sistemas con comunicación usando unos cuantos zigbees, y la topología de redes que presenta es muy flexible, se puede crear una topología de red en malla, haciendo que con un rtc interno los sistemas “despierten”, tomen los datos y se comuniquen, con el nodo principal.



Una vez enviado el dato, entrará nuevamente en modo de bajo consumo.

La solución elegida para el uso de Zigbee, es el módulo **Synapse RF200PD1**, este módulo en concreto cuenta con la particularidad de usar el el conjunto de especificaciones estandar IEEE 802.15.4 que es en la que se basa Zigbee. Como características interesantes encontramos las siguientes:

- 20 GPIO, and up to 8 A/D inputs
- Two UART ports for control or transparent data
- Low power modes: 1.6  $\mu$ A with internal timer running
- 128k flash, 60k free for over-the-air uploaded user apps
- FCC and IC certified
- Socket-able or solder-able
- 250 kbps to 2 Mbps Radio Data Rate
- 2.4 GHz RF Frequency
- Spread Spectrum (DSSS) technology
- Receive Amplifier (7 dBm)
- Transmit amplifier (15 dBm)
- RPSMA antenna connector
- SNAP Network Operating system



Y las características que más nos interesan son el consumo que tiene:

<b>Power Requirements</b>	Supply Voltage	2.0 – 3.6V
	Transmit Current (Typ@3.3V)	80 mA
	Idle/Receive Current (Typ@3.3V)	20 mA
	Power-down Current (Typ@3.3V)	1.6 $\mu$ A timed 0.6 $\mu$ A untimed

Este módulo es el elegido, porque es un módulo que **no es solo el transceiver**, sino que tiene un microcontrolador de ultra bajo consumo integrado, y toda la electrónica que necesita para su uso, tan solo necesita una fuente de alimentación que lo ponga en marcha y lo que queda es programarlo para el correcto funcionamiento.

Además, tiene 20 GPIOs que no es poco, y memoria, y dos puertos que pueden hacer de pasarela de datos.

### 3. Power-harvesting

El concepto de “Power-harvesting” o dicho de forma castiza: “recolección de energía”, hace referencia principalmente a la transformación de energía en forma de radiofrecuencia que se encuentra en el medio ambiente a energía eléctrica aprovechable por nosotros. Dicha energía que se recolecta es muy pequeña, pero tiene la inmensa ventaja que se encuentra en cualquier lugar a toda hora, ya sea por redes inalámbricas de telefonía, redes wireless como las WiFi, ondas de radio, y hasta ondas del espacio exterior.

Al existir ondas transformables en energía eléctrica, podemos olvidarnos de una placa solar que genere energía fotovoltaica. Teniendo ventajas tales como “cosecha” de energía a cualquier hora del día o de la noche, consiguiéndose en algunos casos, hasta medio vatio de energía, lo cual puede sonar ínfimo, pero en un sistema de bajo consumo, que se enciende de forma no frecuente, puede ser más que suficiente.

## 6 Specifications

### 6.1 Absolute Maximum Ratings

over operating free-air temperature range (unless otherwise noted) <sup>(1)</sup>

	MIN	MAX	UNIT
Input voltage VIN_DC, VOC_SAMP, VREF_SAMP, VBAT_OV, VRDIV, OK_HYST, OK_PROG, VBAT_OK, VBAT, VSTOR, LBOOST, EN, VOUT_EN, VOUT_SET, LBUCK, VOUT <sup>(2)</sup>	−0.3	5.5	V
Peak Input Power, PIN_PK		510	mW
Operating junction temperature, T <sub>J</sub>	−40	125	°C
Storage temperature, T <sub>stg</sub>	−65	150	°C

Hay que tener en cuenta, las frecuencias de las cuales se va a “alimentar” el sistema recolector, ya

que puede entrar en conflicto con normativas, o absorber potencia de redes no permitidas como las de telefonía en algunos países.

Lo siguiente a tener en cuenta es el almacenamiento de la energía.

#### 4. Supercondensadores.

Las placas de evaluación de los sistemas “Power-harvesting” sugieren fuertemente el uso de supercondensadores para el almacenamiento de la energía, y que mejor que un sistema de almacenamiento grande de carga que pueda brindar la suficiente energía que necesita nuestro sistema de bajo consumo?.

Specifications	
Working Voltage	2.7V
Surge Voltage	3.0V
Capacitance	1.0F to 100F
Capacitance Tolerance	-10% to +30% (20°C)
Operating Temperature Range	-40°C to 65°C
Extended Operating Temperature Range	-40°C to 85°C (with linear voltage derating to 2.1V @ 85°C)

#### 5. Implementación

La implementación de este sistema es muy simple en principio, ya que no hace falta hacer procesamiento de datos ni manejo intensivo de información, la cantidad de componentes que necesitaría cada “dispositivo final” de la red, contaría de su supercondensador que alimente el sistema, el sistema de recolección de energía, el zigbee de bajo consumo, un rtc y un micro de bajo consumo. ***Con esto y los elementos que se necesitan para la correcta puesta en marcha del sistema, se consigue una red autosostenida que toma medidas medioambientales y las concentra en un “coordinador”*** que tendrá características un poco más especiales para el tratamiento de la información.

El coordinador puede variar según las necesidades y características de la red misma, dependiendo del tamaño, forma de gestión y uso de la información recopilada entre otros.

#### 4. PRESUPUESTO

Los elementos elegidos para el desarrollo de este proyecto son los siguientes:

Para los nodos de captación de datos se necesitaría básicamente:

- P2110 Powerharvester Receiver
- Un supercondensador BUSSMANN BY EATON HV0810-2R7105-R



#### SUPERCONDENSADOR, 1F, 2.7V, RAD

- Módulo Synapse RF200PD1
- Elementos de sensado
- Caja

Para el concentrador se ha pensado en un mínimo de características indispensables:

- Beaglebone Black
- Módulo Zigbee CC2530F128RHAT
- La alimentación se sugiere fuertemente que se proporcione por la red, ya que el concentrador debe estar encendido más tiempo que todos los demás nodos.
- Módulo GPRS o cape para comunicaciones remotas.

Se puede tener de manera opcional un servidor Web en el que se represente la información obtenida por todo el sistema y además cabe la posibilidad de actuar sobre actuadores de la industria como sistemas de irrigación (por ejemplo) en función de los parámetros obtenidos.

Para una solución que tenga por lo menos 10 nodos de toma de datos, el presupuesto sería el siguiente:

ITEM	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	PRECIO
• P2110 Powerharvester Receiver	10	\$35.75	\$357.5 → €335
• Supercondensador HV0810-2R7105-R	10	1,72 €	17.2 €
• RF200PD1	10	USD 30.44800	~ 285 €
• Humedad del suelo Módulo de masa del sensor Sensor de humedad	10	3 €	30 €
• Caja, soporte y cables		7 €	70 €
• Total			737.2 €

Para el coordinador, los precios se ajustan a lo siguiente:

PRODUCTO	PRECIO
• Beaglebone Black	52.7474587 €
• BeagleBone ZigBee + XBee Cape	15,67 €
• GPS/GPRS Cape	105 €
• Caja	10 €
• Plan de datos	Depende del cliente
Total	173 €

### **Total del proyecto: ~ 920**

Estos costos no incluyen costos de trabajo asociado, programación ni instalación.

## 5. CONCLUSIONES

- Zigbee resulta ser una opción muy eficaz y recomendada en sistemas que no requieran de altas tasas de transmisión.
- Los sistemas de “Power harvesting” de la mano con protocolos de comunicación como Zigbee pueden derivar en herramientas muy potentes y útiles en el mercado actual.
- Aunque la tecnología de Power harvesting es muy interesante, presenta una serie de dificultades a tener en cuenta, en especial en su manipulación, ya que es extremadamente sensible a la estática. Y si no se tiene en cuenta en el momento de instalación se podría ver averiado antes de la puesta en marcha.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- <http://www.powercastco.com/products/powerharvester-receivers/>
- <http://www.powercastco.com/PDF/P2110-datasheet.pdf>
- <https://www.synapse-wireless.com/snap-components/rf-engine#lightbox/7/>
- <https://www.synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-RF200PD1-RF-Engine-Product-Brief.pdf>
- <https://www.synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-RF200PD1-and-RF200PF1-Datasheet.pdf>
- <http://www.digikey.com/product-search/en?vendor=0&keywords=RF200PD1>
- <http://www.synapse-wireless.com/documents/products/Synapse-RF-Engine-Product-Family-Product-Brief.pdf>

- [http://www.each-cs.com/ENG/gps\\_gprs\\_cape.html](http://www.each-cs.com/ENG/gps_gprs_cape.html)