

# Gestión de Deportistas Extremos

## *Extreme Sportsman Management*

Juan Pedro Aldunate  
Dr. Ing. Jorge Luis Favier

### RESUMEN

Se diseñó y desarrolló un sistema de localización de deportistas de montaña para abreviar la relación espacio-temporal en caso de accidentes, búsqueda, acciones de control, entre otras situaciones. Es una herramienta innovadora factible de implementarse utilizando la interconexión de redes inalámbricas e Internet.

Consiste en un dispositivo portable con un GPS y un módulo Zigbee, que transmite la posición a través de una red de nodos a la estación receptora en la base de operaciones. Allí se interconecta la red de radio con Internet a través de un gateway, que se encarga de reenviar los datos a una plataforma integral de gestión alojada en un servidor web.

El aspecto global del sistema está dado por la plataforma, ya que al estar "en la nube", permite el acceso virtual desde cualquier dispositivo que tenga conexión a Internet, para poder visualizar la información disponible asignada a cada usuario de la plataforma.

**Palabras clave:** *interconexión de redes, GPS, deportistas, Zigbee*

### ABSTRACT

We designed and developed a tracking system for mountain athletes to shorten the time-space relationship in case of accidents, hunting, control actions, etc. It is an innovative tool feasible of implementation by interconnecting wireless networks and the Internet.

It consists of a portable device with a GPS and a ZigBee module, which transmits its position through the Zigbee nodes to the receiving station at the base. There, the radio network is interconnected with Internet through a gateway, which is responsible for forwarding the data to a management platform hosted on a web server.

The global aspect of the system is given by the platform, as being "in the cloud" allows virtual access from any device with an Internet connection in order to display the information available to each user assigned the platform.

**Keywords:** *networking, GPS, sports, ZigBee*

## **INTRODUCCIÓN**

Este trabajo hace énfasis en cómo integrar distintas herramientas tecnológicas y ciencias de telecomunicaciones para enviar información relevante de deportistas extremos en tiempo real.

Sugerencia de redacción

El enfoque de este trabajo propende a cómo integrar distintas herramientas tecnológicas a través de la Ciencia de las Telecomunicaciones enviando información relevante de deportistas extremos en tiempo real.

La idea surge del auge de las prácticas de deportes extremos, ya que estas actividades implican un alto riesgo tanto para los deportistas, como para los que organizan las mismas. En el primer caso, en lo físico y en el segundo, en lo económico.

En el trabajo hay que tener cuidado con la conjugación de verbos. En general, se propende a la “tercera persona” como comienza este escrito. Aquí aparece una “primera persona” del plural donde recomiendo la siguiente redacción.

En función de esto último, nos vemos en la necesidad de contar con un sistema que permita el monitoreo, seguimiento y control de la actividad en cuestión en forma eficiente, efectiva y con un bajo costo de implementación. Por otro lado, la mayoría de estos deportes se desarrollan en zonas inhóspitas no solo alejadas de centros urbanos importantes sino también con una baja o poca cobertura de las redes convencionales de comunicaciones. Sin dudas esto se presenta como una barrera, en algunos casos insalvables, para la implementación de un sistema eficiente de monitoreo, seguimiento y control de la actividad deportiva en cuestión.

Sugerencia de redacción

En función de esto último, se ve la necesidad de contar con un sistema que permita el monitoreo, seguimiento y control de la actividad en cuestión en forma eficiente y con un bajo costo de implementación. Por otro lado, la mayoría de estos deportes se desarrollan en zonas inhóspitas no sólo alejadas de centros urbanos importantes sino también con una baja o poca cobertura de las redes convencionales de comunicación. Sin dudas esto se presenta como una barrera, en algunos casos insalvable, para la implementación de un sistema eficiente de monitoreo, seguimiento y control de la actividad deportiva en cuestión.

Supóngase como escenario hipotético, la zona montañosa de la ciudad de Mendoza, Argentina, donde se practican actividades al aire libre: trekking, andinismo, escalada, entre otras actividades. Las redes convencionales de comunicación (telefonía, Internet, celular) son escasas o nulas, representando un problema ante posibles eventualidades.

Se espera mostrar las características funcionales y posibles aplicaciones del GDx, así también como las tecnologías involucradas que forman parte del mismo.

## **MATERIALES**

A. Hardware: GPS GlobalSat ET-332, Módulo XBee Serie 2, Placa OEM Arduino ATmega 2560, Módulo Arduino Ethernet Shield

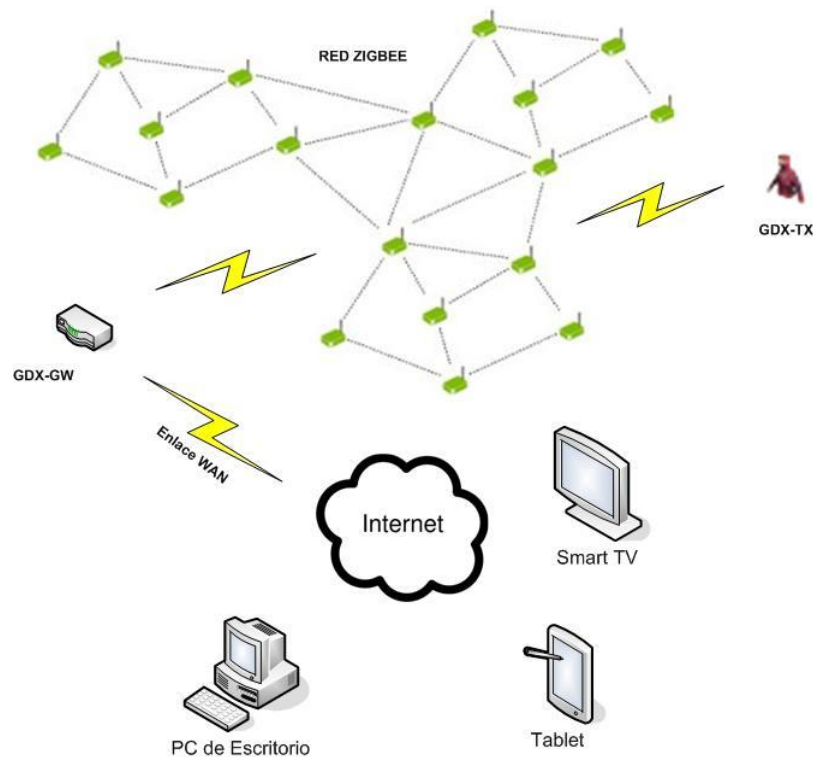
B. Software: Arduino IDE, Lenguaje C y HTML, Eagle y Fritz (diseño de circuitos), Plataforma SMMI, Putty, X-CTU

## **METODOLOGÍA**

### **A. Esquema general de Funcionamiento**

Se explica brevemente la función específica de cada uno de los componentes

## Gestión de Deportistas Extremos



**Figura 1.** Esquema general funcional del DTR

Supóngase como escenario hipotético, una zona montañosa de la ciudad de Mendoza, donde se practican actividades al aire libre: trekking, andinismo, escalada, etc. Las redes convencionales de comunicaciones (telefonía, Internet, celular) son escasas o nulas, representando un problema ante posibles eventualidades. Este párrafo está escrito más arriba, ordenar.

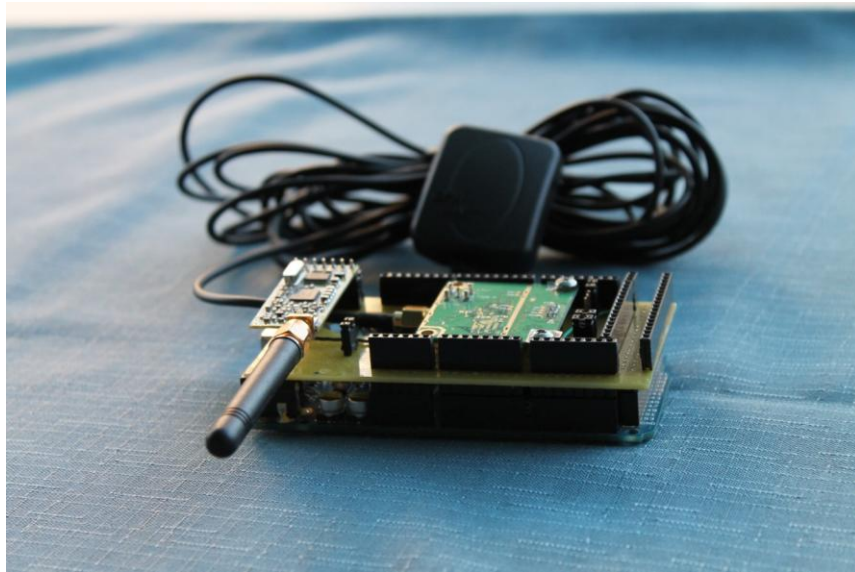
La propuesta del GDX viene a suplir dicha carencia del siguiente modo:

Los deportistas portan el GDX-Tx, cuya posición está determinada por el GPS incorporado. Los reportes se envían cada cierto período de tiempo o en caso de eventualidades al GDX-GW, vía radio a través de los nodos Zigbee ubicados en puntos estratégicos.

El GDX-Tx vincula la red Zigbee e Internet, al embeber la capa de aplicación del Zigbee en un datagrama IP. Luego estos paquetes son enviados por Internet a la SMMI. La plataforma permite visualizar a los deportistas y su estado en tiempo real, o mejor dicho, ver “móviles” e “información”. En base a esto, es posible tomar decisiones, tales como llamar al servicio de emergencia. Con este trabajo se espera mostrar las características funcionales y posibles aplicaciones del GDX, como también las tecnologías involucradas que forman parte del mismo.

### **GDX-Tx**

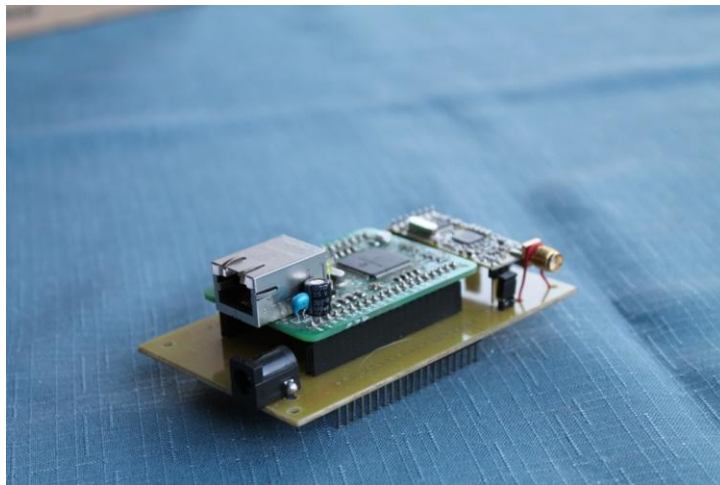
Es el dispositivo que porta el deportista, compuesto por un módulo GPS que recibe la posición de la constelación de satélites, un microprocesador encargado de procesar la información, ensamblar los paquetes, y un transceptor de radio ZigBee que intercambia mensajes con los nodos de la red.



**Figura 2.** Prototipo modular del GDX-Tx

### **GDX-GW**

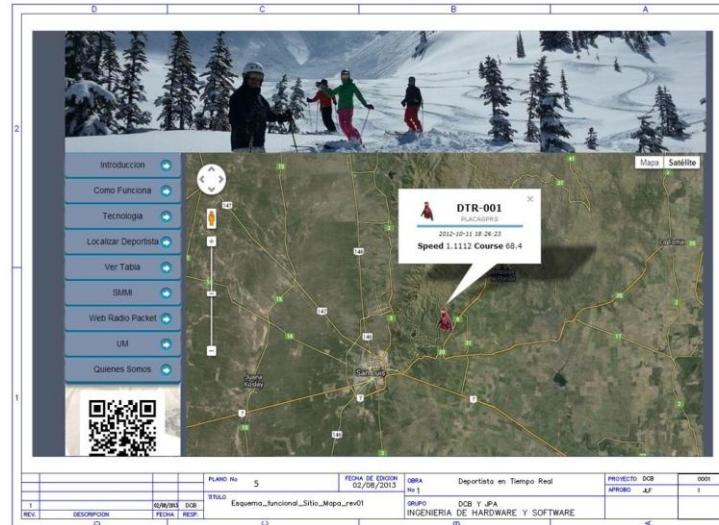
Es una unidad de hardware que sirve como interfaz para interconectar dos redes distintas: ZigBee e Internet, ya que utilizan diferentes protocolos. De este modo, los datos de aplicación de la red Zigbee recibidos son empaquetados en Datagramas IP para ser enviados a través de Internet, haciendo posible la interoperabilidad



**Figura 3.** Prototipo del GDX-GW

## Plataforma de gestión Web SMMI

La información relevante enviada por el GDX-Tx, es clasificada y almacenada en una base de datos. Mediante una interfaz web, es posible visualizarlos, permitiendo conocer el estado actual de los deportistas, ubicación, mensajes intercambiados, etc.



**Figura 4.** Plataforma Web SMMI

### B. Ensayos realizados

Se trabajó en el desarrollo del GDX-Tx, compuesto por un módulo de desarrollo Arduino ATmega 2560, un GPS y un módulo de radio Digi Xbee 2. Así, la información del GPS se transmite via UART al Arduino, éste procesa los datos parseando las tramas NMEA recibidas (utilizando la librería TinyGPS.h) y almacena la información más relevante. Luego se arma un paquete y es enviado a 200 kbps por el módulo de radio a través de la red (usando la librería Xbee.h). Es importante destacar que, previamente las radios fueron configuradas con el software de Digi X-CTU cargándole el firmware correspondiente al módulo, en este caso se usó el Zigbee End Device API, ya que el modo API incorpora funcionalidades interesantes como ruteo, curación de la red, nivel de señal, acuse de recibo, etc., útiles para el proyecto.

Por otro lado, el GDX-GW se construyó de manera similar, con un Arduino ATmega 2560, un módulo Arduino EtherShield que es compatible y “encastrable” con el ATmega y la radio Xbee. Cuando los datos son recibidos por la radio, se extraen los datos relevantes del deportista: latitud, longitud, velocidad, altitud, tiempo, identificación del deportista, etc. y se empaquetan en una trama Ethernet, con destino a la plataforma SMMI.

El SMMI es una plataforma global y flexible que permite la implementación de distintas aplicaciones que involucren móviles, entendiendo como móvil, a toda entidad u objeto susceptible de generar información (Favier, 2000).

Esta plataforma permite la optimización de los costos de desarrollo, ingeniería e inversiones necesarias para la implementación de cada nuevo sistema.

Al ser global y flexible permite la optimización y reutilización de todas las herramientas que se diseñen para la implementación de otros subsistemas que estén implementados en la plataforma SMMI. En la plataforma SMMI

se puede visualizar la información del deportista en cualquier parte donde se tenga acceso a una conexión a Internet.

## **RESULTADOS**

Se logró la transmisión y recepción de la información del deportista (latitud, longitud, velocidad y curso) y de la red (id. de nodo, nivel de señal, acuse de recibo) en forma íntegra. Los paquetes son cargados en la plataforma, donde es posible visualizarlos en tiempo real.

Un problema detectado fue la duración de batería, evaluada en alrededor de 10hs, transmitiendo un reporte por minuto. Hay que considerar otras fuentes o la posibilidad de agregar paneles solares para recargarla, ya que una caminata o escalada en alta montaña puede significar más tiempo sin posibilidad de recarga

## **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN**

Se puede decir que los resultados obtenidos fueron satisfactorios, ya que al ser el primer prototipo construido, su funcionamiento fue el esperado. Está claro que el protocolo ZigBee, diseñado para bajas tasas de transferencia (hasta 250 kbps usando un XBee PRO), es suficiente para la información que se quiere transmitir. Además presenta características muy interesantes para el desarrollo en cuestión: modo bajo consumo, capacidad de ruteo, curación automática de la red (re-healing) y broadcasting.

Para futuras versiones del GDX-Tx:

Realizar un nuevo prototipo en una placa con componentes de montaje superficial para disminuir peso, tamaño, y lograr un diseño más ergonómico.

Buscar otras fuentes de energía o la posibilidad de recargarlas.

Considerar la posibilidad de incorporar nuevos elementos generadores de información (presión, temperatura, ritmo cardíaco).

Diseñar los nodos de ruteo teniendo como meta principal lograr una buena área de cobertura, autonomía, resistencia a la intemperie (frío, viento)

## **CONCLUSIONES**

A continuación se citan las conclusiones que se obtuvieron del presente trabajo, referido a los aspectos técnicos:

- El GDX es una opción viable para el desarrollo de sistemas de posicionamiento en áreas inhóspitas o alejadas de las redes principales de telecomunicaciones. Entre sus características principales se pueden mencionar:
  - ✓ Su simplicidad en el diseño modular, lo hace escalable y fácil de integrar con otros sistemas de comunicaciones.
  - ✓ Robustez de las tecnologías elegidas, sumamente conocidas y probadas.
  - ✓ Además sus aplicaciones están estandarizadas facilitando la interconexión con otros sistemas de información.
  - ✓ Bajo coste de implementación y mantenimiento, los elementos constitutivos se consiguen en el mercado local, lo mismo ocurre con la mano de obra.
- La combinación de las tecnologías involucradas, da por resultado un nuevo producto moderno y confiable, pudiendo competir con productos similares.

Respecto de los recursos humanos:

- Se logró armar un equipo de trabajo, pudiendo superar varios inconvenientes que surgieron en el camino, en gran parte, gracias a los aportes realizados por el Dr. Ing. Jorge Luis Favier, quien en los momentos de dudas, supo brindar su experiencia.
- Se logró mantener la discusión y el debate, en forma grupal, de todos y cada uno de los temas logrando así un mejor resultado que el que se hubiera obtenido a partir de una sola opinión o punto de vista.
- Se presentó el trabajo en el Simposio Argentino de Sistemas Embebidos SASE 2013 en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires
- El trabajo tuvo repercusión en la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad de Mendoza, dando lugar a la primera tesis interdisciplinaria de la Universidad. En la misma, se trabajó conjuntamente con 2 alumnos de la Carrera de Diseño. La idea expuesta fue la de adaptar el GDx a una cámara técnica para climas extremos y brindar servicios de posicionamiento y emergencias a personal de alta montaña.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- William Stallings, “Comunicaciones y Redes de Computadoras” PEARSON EDUCACION Edición 2004.
- Comer Douglas, “Redes Globales de Información con Internet y TCP/IP”, Ed. Prentice-Hall, Edición Número 3, 2000
- Estación de Packet Radio de la Universidad de Mendoza, [www.um.edu.ar/estacion](http://www.um.edu.ar/estacion)
- Gary A. Donahue, “Network Warrior”, O’Reilly Media, Second Edition, 2011.
- Robert Faludi, “Wireless Sensor Networks”, O’Reilly Media, First Edition, 2011.

## AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad de Mendoza, representada por su Rector el Prof. Dr. Emilio Vázquez Viera, al Prof. Dr. Miguel Mathus Escorihuela, Director del Departamento de Investigaciones Científicas y Tecnológicas, al Decano y Secretario Académico de la Facultad de Ingeniería, Prof. Mg. Ing. Alfredo Iglesias y Prof. Mg. Ing. Osvaldo Marianetti, respectivamente.

Se hace extensivo este agradecimiento al director del proyecto, Prof. Dr. Ing. Jorge Favier, quien guió en todo momento el trabajo, brindando sus conocimientos y experiencia con el fin de alcanzar el objetivo previsto. Del mismo modo, a Diego Cancio y Gonzalo Merciel, por sus aportes técnicos al trabajo.