

Modulo de Comunicaciones de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofe

Fast Deployment Communications Module in Disaster Areas

Diego Julián Cancio
Dr. Ing. Jorge Luis Favier

RESUMEN

La creciente tendencia hacia la automatización y el control de los procesos productivos, incrementaron la utilización de la telemetría para cumplir con dichos fines. Su implementación suministra plataformas de información para la toma de decisiones. Los sistemas de telemetría utilizan como medio de transporte para datos las redes de comunicaciones primarias (GSM/GPRS, telefonía, enlaces F.O). Ante un desastre natural, estos son afectados, produciéndose interrupciones en los servicios, causando pérdidas de información. Este trabajo muestra las ventajas obtenidas al combinar una unidad de hardware (UH – APRS) con la plataforma global y flexible (SMMI). Se denomina Modulo de Comunicaciones de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofe y reúne requisitos básicos como mínimo tiempo de puesta en marcha, fácil implementación con recursos escasos y funcionamiento en zonas inhóspitas sin cobertura de las redes convencionales de comunicación.

Palabras clave: UH – APRS (Unidad de Hardware APRS), SMMI (Sistema Multi Aplicación de Móviles por Internet).

ABSTRACT

The growing trend towards automation and control of production processes, increased use of telemetry to meet those goals. Its implementation platforms provides information for decision-making. Telemetry systems used as a transport medium for data, primary communications networks (GSM / GPRS, telephony links FO). In a natural disaster, these networks are affected, resulting in service interruptions, causing data loss. This work shows the advantages obtained by combining a hardware unit (UH - APRS) in (SMMI). Telemetry System is called Fast Deployment Communications Module in Disaster Areas and meets basic requirements such as minimum start-up time, easy to implement with limited resources and operating in inhospitable areas without coverage.

Keywords: UH – APRS (hardware unit APRS), SMMI (Mobile Multi Application System of Internet).

INTRODUCCIÓN

La telemetría es una tecnología que permite la medición remota de magnitudes físicas y el posterior envío de la información hacia el operador del sistema o centro de control. Se utilizó por primera vez en 1915, cuando promediaba la primera guerra mundial. Actualmente, la tendencia hacia la automatización y el control de los procesos productivos ha llevado a grandes desarrollos en dicha materia. La telemetría se utiliza en variados sistemas, tales como naves espaciales, plantas químicas, redes de suministro eléctrico, gasoductos y empresas de provisión de servicios. Esto es debido a que facilita la monitorización automática y el registro de las mediciones, así como el envío de alertas o alarmas al centro de control de operaciones, con el fin de que el funcionamiento del sistema a controlar sea seguro y eficiente. La medición a distancia es, sin embargo relativa, ya que la telemetría también se utiliza para obtener información en lugares cercanos pero de acceso difícil, peligroso e incluso prácticamente imposible.

Garantizar la continuidad del envío y recepción de datos de un sistema de telemetría, es un tema muy importante, ya que de acuerdo a la información obtenida, se deberán tomar decisiones que muchas veces pueden poner en peligro vidas humanas. A grandes rasgos, los componentes de un sistema de telemetría son: sensores y transductores, unidades terminales remotas (RTU), los canales de comunicaciones para el transporte de datos, el equipo transmisor y el receptor, entre otros.

Los sistemas de telemetría, hacen uso de las redes primarias de comunicación, como redes celulares, Internet, enlaces de fibra óptica, entre otros canales del mismo tipo.

Ante la ocurrencia de fenómenos climatológicos y desastres naturales, los canales de comunicación nombrados anteriormente pueden resultar dañados. Restablecer estos servicios puede tardar días, semanas o meses enteros, dependiendo de cual haya sido el daño causado, con la consecuente pérdida de información de suma importancia.

El presente trabajo se enfoca en cómo se comportan los sistemas de telemetría ante el suceso eventual de una catástrofe natural y las consecuencias que puede traer asociada la pérdida de información que envían estos sistemas, las cuales resultan de vital importancia.

La solución propuesta se denomina Módulo de Comunicaciones de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofe y reúne requisitos básicos como un mínimo tiempo de puesta en marcha, fácil implementación con recursos escasos y costos de operación y mantenimiento casi nulos. Estas cualidades hacen que el sistema no sólo se comporte óptimamente ante una situación adversa, sino que también pueda ser utilizado en zonas inhóspitas, donde no exista cobertura de redes primarias de comunicación.

Se plantea como objetivo de este trabajo desarrollar un módulo de comunicación de rápido despliegue, para mostrar las bondades del mismo como un conjunto de tecnologías elegidas y profundizar en conocimientos, para que el desarrollo de futuras aplicaciones, pueda ser útil a la comunidad.

MATERIALES

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.

Como se mencionó anteriormente, el Módulo de Comunicaciones de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofe está formado por una unidad hardware (UH – APRS) complementada por un conjunto de módulos de software, embebidos en la plataforma global y flexible SMMI.

Todos los componentes del módulo de comunicaciones están diseñados para trabajar sobre un mismo protocolo estándar de comunicaciones denominando APRS (Automatic Position Reporting System).

A. *Hardware*: Unidad de Hardware APRS (UH – APRS), Osciloscopio, Multímetro digital, Estación de Soldadura, Computadora, Programador de PIC PICKIT3.

B. *Software*: Plataforma SMMI o Sistema Multi-aplicación de Móviles por Internet, MPLAB V8.9, PHP, MYSQL (Base de Datos), HTML, KICAD (Diseño del Circuito Impreso)

METODOLOGÍA

A. Esquema general funcional del Sistema Completo

Como primera medida se dará una breve explicación del funcionamiento general del sistema completo (UH-APRS + SMMI) unidad de hardware APRS + plataforma global y flexible SMMI.

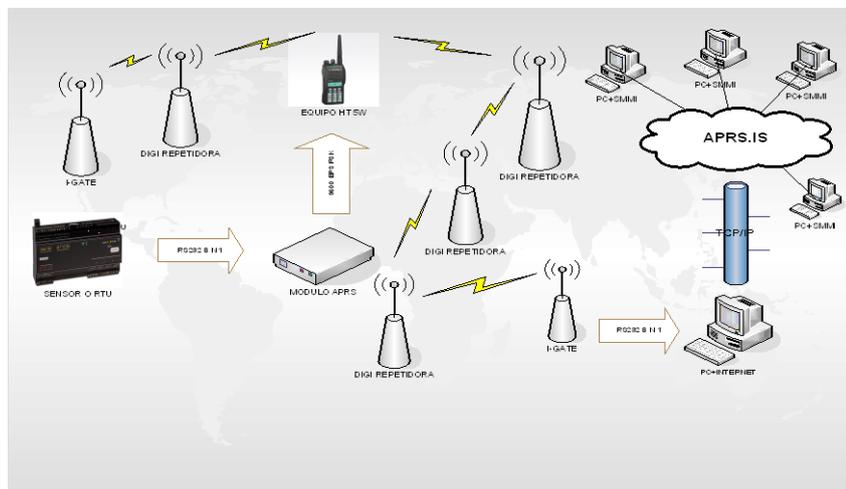


Figura 1. Esquema general funcional del sistema completo

Las magnitudes físicas medidas por los sensores en la RTU, son traducidas a niveles de tensión y enviados en forma de caracteres ASCII, siguiendo algún tipo de protocolo como i2c, MODBUS, hacia el modulo UH-APRS. Los datos enviados hacia la UH-APRS, deben ser compatibles con el estándar RS-232, con 8 bits de datos, paridad *none* y un bit de parada, sin control de flujo.

La mayoría de las RTU generalmente definidas como DTE o “equipo terminal de datos” cuentan con un puerto serie (conector DB9), para realizar la comunicación serie con otros dispositivos como DCE o “equipo de comunicación de datos” que pueden ser módems, etc. Una vez que el modulo UH – APRS recibió esa cadena de datos serie, con los mismos formará la trama de telemetría APRS, luego será embebida en el campo de información de la trama AX.25.

Posteriormente es modulada en frecuencia (FSK), con una velocidad de transferencia de 1.200 bps o 9.600 bps, donde a 1.200 bps, un *cer*o lógico es representado por un tono o frecuencia de 2.200 Hz y un *uno* lógico con una frecuencia de 1.200 Hz. Si se conectara un parlante o auricular se podría notar la diferencia de ambos tonos, ya que los mismos se presentan en dos frecuencias que pertenecen al rango audible para el ser humano, donde un tono es más agudo que el otro.

Una vez que la trama de datos en forma digital AX.25 ha sido convertida a tonos de audio (modulación FSK), se inserta en el terminal del micrófono del equipo de radio HT, mediante un conector adaptador de hardware. El PIC (micro controlador) es el encargado de realizar las funciones de lógica y control, mediante el mismo se realizan operaciones como el PTT (Push To Talk) o conversión de velocidades de transmisión.

Existen estaciones APRS fijas o móviles que actúan como digi-repetidoras, es decir que al recibir un paquete con la trama APRS, ésta la repetirá a otra estación dentro de su alcance y así sucesivamente, multiplicándose varias veces la distancia que puede recorrer un paquete de datos en la red de estaciones APRS.

Existen estaciones APRS denominadas I-GATE, las cuales tienen todas las funcionalidades de una estación APRS típica y además cuentan con una conexión a Internet. Cuando un paquete con la forma de la trama APRS, es recibido por un I-GATE, éste inserta los datos en la nube (Internet) en el servidor APRS.IS a través de una conexión TCP/IP. Esto significa que el I-GATE ha funcionado como Gateway, convirtiendo un paquete que venía viajando en forma de ondas de radio por el espacio libre, a información digital, que ahora esta disponible en la nube.

Una vez que los datos han ingresado en el servidor APRS.IS, pueden ser visualizados por los usuarios en cualquier parte del mundo, a través de la plataforma SMMI. El usuario podrá de esta manera acceder a los datos arrojados por los sensores que se encuentran distribuidos en áreas inhóspitas, desde la comodidad de una oficina con una PC con conexión a Internet. De esta manera, podrá evaluar la información mediante las herramientas desarrolladas en la plataforma SMMI y realizar la toma de decisiones para evaluar las acciones a tomar.

Otra de las funcionalidades del módulo APRS, es que tiene la capacidad de actuar como un modem, es decir que puede modular información en formato digital, en tonos de audio o frecuencia (modulación FSK) y también puede demodular la información desde tonos de audio o frecuencia (FSK) y transformarla en formato digital, de tal manera que se puede realizar el proceso inverso. Es decir que el UH – APRS puede recibir, a través de un equipo HT, tonos de audio modulados en FSK y los puede demodular para obtener nuevamente la trama en formato digital y de esta manera ingresarlos a una PC o dispositivo que permita mostrarlos gráficamente.

B. Ensayos realizados

Se trabajó sobre la Unidad de Hardware – APRS (UH - APRS), la cual es un dispositivo que permite vincular un puerto RS-232 (puerto serie) con uno APRS. Su función principal es la de recibir una cadena de datos serie (información relevante) enviada hacia el módulo UH - APRS por algún sensor, RTU (Unidad Terminal Remota), DTE, o dispositivo de medición que arroje datos con una configuración 8 n 1 con una velocidad de 1.200 bps ó 9.600 bps.

Una vez que los datos son ingresados al módulo UH - APRS, son procesados y re-formateados en modo de trama de telemetría del protocolo APRS. Cuando se obtiene, la misma es embebida dentro del campo de información de un paquete AX.25, luego los datos digitales de la trama AX.25 son modulados en FSK (Frequency Shift Keying) para poder ser enviados por el equipo transceptor en forma de tonos de audio, utilizando la frecuencia asignada para APRS (bandas de VHF o UHF – FM).

En la siguiente imagen se puede ver la primera versión del UH – APRS. Mediante este prototipo se pueden realizar pruebas con el objetivo de mejorar los desarrollos de las futuras versiones de esta unidad



Figura2. Unidad de Hardware APRS (UH – APRS).

El modulo UH - APRS está formado por un micro controlador, encargado de codificar (transmisión) y decodificar (recepción) la trama APRS, ya sea para la transmisión o recepción de un paquete APRS, también se encarga de embeber la trama APRS en el campo de información de la trama AX.25. Otra de las funciones de este módulo es la adaptación de los niveles de tensión entre un puerto RS-232 y uno TTL para, por ejemplo, poder conectar el módulo APRS con el puerto serie de una RTU o para conectar a un puerto de una PC cuyos niveles de tensión son incompatibles.

Por otra parte, dentro de este módulo, se encuentran los circuitos integrados encargados de la modulación y demodulación de la información digital en tonos de audio para poder ser transmitida por la unidad transceptora VHF-UHF.

La modulación es FSK, en 1.200 bps, las cuales son las velocidades estándar para transmisión de datos en APRS. Para una velocidad de 1.200 bps un *cer0* lógico es representado por un tono de 2.200 Hz y un *uno* lógico es representado por un tono de 1.200 Hz.

También se encuentra la unidad transceptora VHF - UHF, que en este caso es un Handy (HT) VHF-UHF, pero los tamaños pueden ser mucho más reducidos si se utiliza un transceptor que cuente con las funciones básicas (placas OME), es decir, sólo con las funciones de transmisión y recepción (omitiendo pantalla, teclado, etc).

Con un equipo HT, el cual tiene una potencia que ronda los 5 W, se pueden lograr distancias en el orden de los 50Km a 100Km, dependiendo de las condiciones geográficas del lugar. De manera tal que el alcance de la transmisión dependerá de la potencia del equipo transceptor y del perfil del terreno. Cabe destacar que el prototipo fue realizado, con componentes electrónicos seleccionados para tal aplicación y agregando algunos (potenciómetros, leds indicadores) que permiten realizar el debug de la placa, para simular distintas condiciones y modos de trabajo, como variar las frecuencias de modulación, ajustar niveles de señal, variar las velocidades de transmisión, etc.

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 obtención de otros subsistemas que estén basados en la plataforma SMMI. Dicha plataforma se puede visualizar en cualquier parte donde se tenga acceso a una conexión a Internet, en tiempo real, la información transmitida por la (UH-APRS).

A continuación se puede observar una captura de pantalla de la plataforma SMMI.



Figura3. Portada principal del SMMI. Su dirección web es <http://www.um.edu.ar/aprs/>

La plataforma fue desarrollada por estudiantes de Ingeniería en Computación y Electrónica de la Universidad de Mendoza. En ella se encuentran distintas herramientas, como posicionamiento en mapas digitales (google maps) a través de GPS.

Se construyó una primera versión o prototipo de la unidad de hardware APRS (UH-APRS) con componentes electrónicos seleccionados adecuadamente para el tipo de aplicación donde se desempeñará la misma. Una vez finalizado el diseño, construcción de la placa y montaje de los componentes en la misma, se procedió a realizar el proceso de experimentación. Se inyectó una señal digital (cadena de caracteres) y se testeó el equipo a través de un bucle cerrado (sin el equipo de transmisión VHF-UHF). Al realizar este tipo de test, lo que se corroboró fue que la señal digital que ingresara por el terminal fuera convertida a tonos de audio al ser modulada y que al ser demodulada, la misma fuese reconvertida al formato digital nuevamente. Los caracteres que se obtuvieron a la salida se pudieron observar en un programa como el Hyperterminal y fueron los mismos que ingresaron al dispositivo. Como segunda prueba se conectó un equipo VHF en una frecuencia seleccionada y se realizó la misma secuencia que la anterior, pero en este caso con los equipos transceptores incorporados. Se logró la transmisión y recepción de los caracteres manteniendo la integridad de la información transmitida.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Se logró la transmisión y recepción de las cadenas de caracteres de prueba en forma íntegra. Al analizar la forma de onda de la información digital en el osciloscopio, se observó que al alimentar la UH-APRS con una fuente conmutada o switching, la misma introducía cierto Jitter en los pulsos digitales. Cuando la UH-APRS se alimentó con baterías de CC, el Jitter no estuvo presente.
- Es importante destacar que, como resultado del proyecto, Diego Cancio fue disertante en la conferencia “Sistema de Telemetría de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofes Naturales (STRDZCN)”, en el ARGENCON - IEEE, organizado por la Universidad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFyN) y la Universidad Nacional de Córdoba (UNC), que se llevó a cabo del 13 al 15 de junio de 2012 en la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Córdoba Argentina.

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. Se logró la transmisión íntegra de la información (cadena de caracteres). Está claro que este protocolo, por su característica fue diseñado para bajas tasas de transferencia, pero ello no impide que no sólo se pueda enviar información como cadenas de caracteres, sino que también se pueden enviar imágenes.

Obviamente el tiempo que demanda dicha transferencia es bastante prolongado, pero es una tecnología que no debe ser dejada de tener en cuenta, pues en la ISS (Estación Espacial Internacional) todavía sigue vigente y se utiliza para enviar imágenes de barrido lento o SSTV.

Sin dejar de mencionar que varias marcas líderes en el desarrollo de equipos de comunicaciones como Kenwood, siguen incorporando en sus equipos el protocolo APRS y dispositivos para el envío de imágenes como SSTV. Para futuras versiones de la UH-APRS se debería incluir un análisis de la compatibilidad electromagnética para poder alimentar el dispositivo con cualquier tipo de fuente sin que el desempeño de la misma se vea afectado. Otra consideración importante sería la de realizar el desarrollo con componentes de montaje superficial, ya que se podría disminuir el tamaño y peso del dispositivo.

CONCLUSIONES

Con este trabajo se espera haber mostrado las bondades del sistema de telemetría de rápido despliegue en zonas de catástrofes naturales, como también de las distintas tecnologías que forman parte del mismo.

Se expondrán ahora las conclusiones que se obtuvieron del presente trabajo de ITP; en primer lugar las referidas a los aspectos técnicos y posteriormente, las referidas a los aspectos relacionados con los recursos humanos que intervinieron en dicho proyecto.

Las referidas a los aspectos técnicos son:

- El Módulo de Comunicaciones de Rápido Despliegue en Zonas de Catástrofe es una muy buena opción para pensar en desarrollos de sistemas alternativos de envío y recepción de información de importancia vital como son los datos de telemetría, ya que reúne características que lo hacen ideal para situaciones catastróficas.
- Aunque las tecnologías presentadas en este trabajo resulten ser conocidas, la combinación de las mismas para la implementación del sistema completo no lo es. El éxito que han tenido las tecnologías involucradas en este sistema da por resultado un nuevo producto, el cual es moderno, confiable, de bajo costo y útil en situaciones extremas o donde las redes primarias de comunicaciones son inexistentes.
- Actualmente la mayoría de las empresas y lugares donde se realiza telemetría sobre procesos críticos, disponen de equipos de comunicaciones VHF-UHF, generalmente la parte más cara. En una situación de catástrofe, solo bastaría con conectar la UH-APRS mediante la interfaz adecuada a los transceptores VHF-UHF y el sistema quedaría completamente operable para realizar la transmisión de la información al centro de operaciones.
- Otro gran campo de aplicación que se presenta no es sólo en zonas de catástrofes naturales, sino en campos donde no existe cobertura de las redes primarias de comunicación o donde realizar un enlace cableado se hace inviable por las características geográficas del lugar. Por ejemplo, se puede mencionar las zonas de perforación de pozos petroleros. Las empresas cuentan con equipos VHF- UHF en grandes cantidades, de manera que se podrían armar redes que cubran varios kilómetros, con la infraestructura y los recursos que ya están disponibles, *sólo* habría que agregar la UH-APRS.
- Por último, una plataforma global y flexible como es la SMMI, nos permite gestionar y controlar los procesos en observación y mediciones llevadas a cabo en tiempo real y desde cualquier parte del mundo donde tengamos acceso a una conexión de internet. A la misma se puede acceder a través de la siguiente web <http://www.um.edu.ar/aprs/> .

Las conclusiones, referidas a los aspectos humanos, las podemos resumir en los siguientes puntos:

- 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, que 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.
- El trabajo fue presentado en el ARGENCON-IEEE, en la Universidad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales (FCEFYN), Universidad Nacional de Córdoba, en un congreso internacional con duración de tres días y que contó con la presencia de importantes expositores de numerosos países.
- Como conclusión final se puede destacar que además del producto desarrollado, se ha adquirido una enorme experiencia tanto a nivel de lo que implica un trabajo de ITP, como del desarrollo de las capacidades personales y de trabajo en grupo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Sistema Multiaplicación de Móviles por Internet (SMMI). Revista Científica Ingetecno, V.2/N°2 – paginas de la 19 a la 28. Facultad de Ingeniería y Arquitectura - Universidad Alas Peruanas (Lima – Perú).
- The APRS Working Group: APRS PROTOCOL REFERENCE. Version 1.0 (2000).
- Beech, Taylor, Nielsen :AX.25 Link Access Protocol for Amateur Packet Radio. Versión 2.2(1998).
- Tucson Amateur Packet Radio (TAPR), <http://www.tapr.org/Sistemas> de
- Telemetría (Wikipedia), <http://es.wikipedia.org/wiki/Telemetría>
- Estación de Packet Radio de la Universidad de Mendoza. (www.um.edu.ar/estacion/)

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.