

Desarrollo nacional de equipos de comunicaciones con tecnología celular Nodos 2.0

National development of communications equipment with cellular technology Nodos 2.0

DANIEL A. PASTAFIGLIA, ADRIÁN G. STACUL, ARIEL DALMAS DI GIOVANNI, MARTÍN E. MORALES

Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa
dpastafiglia@gmail.com

El CITEDEF cuenta con vasta experiencia sobre el desarrollo de equipamiento para la transmisión de datos implementando tecnología celular, desde el ejercicio 2008 donde se obtuvo un primer prototipo a solicitud del servicio de Hidrografía Naval. Con el correr de los años, y bajo esta plataforma de desarrollo, se diseñó un sistema de comunicaciones denominado Sistema Remoto para Monitoreo y Control (SRMC) con el objetivo de proporcionar la conectividad estable para el equipamiento mareográfico, donde se desarrollaron nodos de comunicaciones con módulos celulares GSM/GPRS, diseñados con la premisa de optimizar el tráfico genuino de datos utilizando el protocolo UDP sobre Internet para reducir los costos del servicio de comunicaciones analógicas implementadas en ese momento. Debido al avance tecnológico y al paso del tiempo, tanto el hardware como el software se debieron actualizar y adaptar a las condiciones de las redes celulares actuales, donde el nodo de comunicaciones implementado originalmente se encontró discontinuado, y el método de comunicación vía Internet

fue adaptado de acuerdo a las exigencias de las prestadoras de hoy. Para ello, los nuevos diseños de nuestros equipos fueron evaluados conjuntamente con el Servicio Meteorológico Nacional, y en tal sentido, la recepción de los datos desde el servidor FTP del SMN pudo garantizar la estandarización de la transmisión de todas sus estaciones a un punto, y la posibilidad de agilizar las tareas para el ingreso de sus datos a la base y la visualización final, tal como se realiza con varios proyectos actuales. La versatilidad de los equipos desarrollados por CITEDEF permite evaluar la posibilidad de realizar la transmisión de datos, no solo de estaciones meteorológicas automáticas, sino también de otro tipo de instrumental electrónico de medición del SMN.

Introducción

A comienzos de 2007, bajo el requerimiento del Servicio de Hidrografía Naval [1] (SHN), el personal técnico del Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa (CITEDEF) [2] comenzó con el estudio del reemplazo del antiguo sistema de comunicaciones telefónico analógico que vinculaba una estación central de monitoreo con equipos mareográficos.

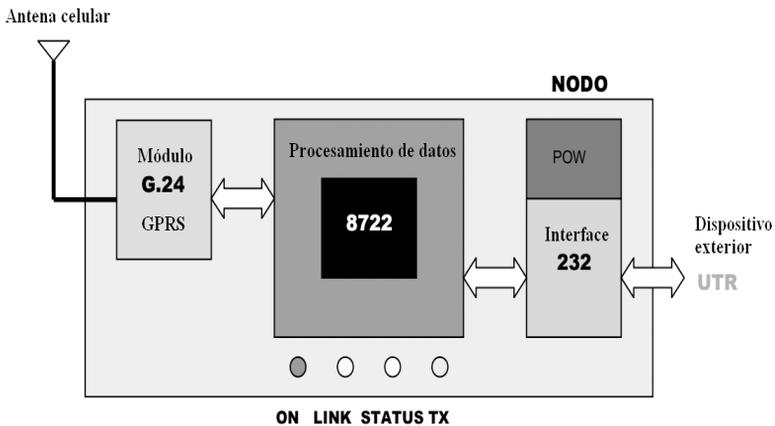
Se partió con premisa fundamental de un diseño que permita desarrollar una solución de bajo costo y de origen nacional, para el reemplazo de equipos de origen extranjero con dispositivos prototipos funcionales desarrollados en el sector de la Defensa Nacional.

El análisis de la situación comprendió el relevamiento en uno de los laboratorios del CITEDEF de las características técnicas del equipamiento mareográfico, la relación con sus interfaces de comunicaciones y el protocolo empleado. A partir de estas características, se evaluaron las posibilidades de establecer un vínculo GSM/GPRS [3] y protocolos de nivel superior para la comunicación del equipo, utilizando así la

red celular físicamente distribuida por nuestro país.

A los fines del presente trabajo, la idea evidencia el interés de reemplazo de un vínculo cableado (RS-232) por un enlace cuasi transparente inalámbrico GPRS, tomando como criterio la disponibilidad remota de la información, esto es, pasar de un vínculo de apenas unos metros a otro de decenas o incluso centenas de kilómetros. En la Figura 1 se presenta el diagrama conceptual de la primera iniciativa.

Figura 1 - Diagrama conceptual de la primera iniciativa del Nodo Terminal GPRS



La tecnología actual de las redes celulares permite no sólo el tráfico vocal sino también la transferencia de datos entre extremos remotos. Es indiscutible que su fortaleza radica en la posibilidad de establecer la comunicación entre puntos móviles, o entre un punto móvil y un centro fijo, o entre dos puntos fijos. Pero también permite eliminar la necesidad de poseer un tendido de red cableada, o de planta externa como se conoce en telefonía, con la consiguiente ventaja de llegada a zonas rurales donde no existe tendido, o bien de una disponibilidad de servicio que a veces resulta acotado

debido a la falla propia de la planta externa (tendidos aéreos vulnerables a factores meteorológicos, vandalismo sobre redes de cobre, hurto de líneas, por citar algunos ejemplos). La única condición para el aprovechamiento de un vínculo celular está dada por la cobertura de algún prestador local o internacional de al menos una celda en el punto geográfico de interés.

Por otra parte, en lo que respecta al tráfico de datos, es de destacar que las compañías privilegian el tráfico vocal frente al mencionado, por la simple relación costo vs. utilidad, lo que implica que la existencia de cobertura GSM para “llamadas” no siempre se correlaciona con disponibilidad permanente de canal de datos. Sin embargo, con el advenimiento de las nuevas tecnologías orientadas a la conectividad permanente, a las redes de alta velocidad y a los servicios de valor agregado, la tendencia general de los prestadores es incrementar los niveles de cobertura y de disponibilidad, como factor de competencia de mercado. Por esta razón, con el fin de lograr conectividad remota de dispositivos cuenta con una estructura de red confiable y al alcance de todos, incluso desde el punto de vista económico, donde la comunicación orientada a paquetes de datos ha visto reducidos sus costos finales por planes acordes que fragmentan la facturación por tráfico y no por vínculo establecido.

Primera iniciativa

Se dio el comienzo a la iniciativa en el momento que el responsable técnico del Depto. de Obtención de Datos del SHN, el Ing. Norberto Jorge Naveiro, personal del Régimen para el Personal de Investigación y Desarrollos de las Fuerzas Armadas (RPIDFA) [4], estableció contacto con las autoridades del CITEDEF, siendo que para fines del ejercicio 2007 se logró el primer prototipo del equipo de comunicaciones denominado: Nodo Terminal de Datos GPRS para la estación mareográfica

(Unidad Terminal Remota: UTR [5]).

En ese momento, comenzamos con las evaluaciones y los ensayos conjuntos del primer equipo, a cargo del Téc. Sup. en Sistemas Digitales Raúl Cristian Bruña (personal RPIDFA), donde se realizaron pruebas conjuntas punto a punto desde el equipo mareográfico bajo operación más cercano al CITEDEF, ubicado en el Espigón del Yacht Club Argentino, de modo de poder acceder fácilmente y hacer las actualizaciones del desarrollo hasta lograr el funcionamiento óptimo, de acuerdo a las necesidades planteadas por parte del requirente. Una vez alcanzadas, se fabricaron las cantidades adecuadas para instalar un equipo de transmisión en cada punto de medición de datos de mareas.

Del mismo modo, el SMN, durante el ejercicio 2009, solicitó al CITEDEF la provisión del equipamiento necesario para la comunicación de datos con el fin de resolver la conectividad desde sus estaciones meteorológicas automáticas con sus servidores principales. Inicialmente se realizaron ensayos conceptuales de ingeniería para verificar el buen comportamiento de los equipos y que se satisfaga la solución. Para ello, en primera instancia, se instaló un equipo prototipo en una estación meteorológica ubicada en la sede de Palermo del SMN que reportaba su información directamente a los servidores centrales ubicados en las oficinas de Microcentro. Alcanzadas las necesidades del SMN para el vínculo con sus puntos geográficos de medición, se fabricaron las cantidades solicitadas para instalar un equipo de comunicaciones en cada estación meteorológica automática. Como caso particular, en el año 2010, el SMN solicitó al CITEDEF apoyo técnico para la instalación de uno de dichos equipos de comunicaciones, debido a las condiciones particulares de la ubicación de la estación meteorológica, en el Pontón Prácticos Recalada. La información transmitida desde el Pontón ingresaba a través la red celular Uruguaya, y era recibida en oficinas del SMN.

Cada Nodo Terminal GPRS consta de un circuito electrónico

microcontrolado que se ocupa de resolver la administración de la información con el equipo remoto mediante su puerto RS232, y de instrumentar de un módulo celular con el que logra su vínculo con la celda. Asimismo, dicha lógica posee cualidades industriales posibilitando medir señales analógicas y digitales, como así también dispone de salidas digitales para actuación remota. Estas capacidades permiten que se pueda utilizar el Nodo Terminal en otro tipo de aplicaciones que no involucren solamente a las estaciones automáticas.

Figura 2 - Vista de la primera versión del Nodo Terminal GPRS



Módulo integrado: Motorola GSM/GPRS/EDGE(2G)
Bandas admitidas: 850/900/1800/1900
Puertos digitales de entrada y salidas
Puertos analógicos
Comunicación de datos sobre la capa de transporte UDP/IP
Función "auto-reset" (detección y recuperación automática).
Software servidor personalizado dependiendo del requerimiento, bajo Windows®
Soporta chips de cualquier compañía prestadora de servicios celulares.

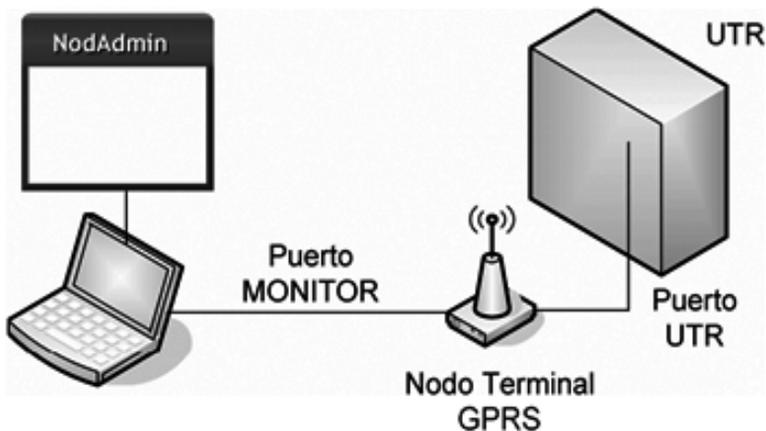
Tabla 1 - Características técnicas de la primera versión del Nodo Terminal GPRS

Desde el punto de vista del funcionamiento, en particular de los datos a intercambiar, el Nodo Terminal GPRS arma tramas de datos bajo el protocolo UDP con la información recibida en el puerto serie RS-232 (desde la UTR). Luego la despacha a la red celular, que se encarga del enrutamiento de la información a destino. Análogamente, los paquetes recibidos vía UDP por el Nodo desde la red son procesados y transferidos hacia la UTR a través del mismo puerto serie.

Software de administración

Con el relevamiento de las necesidades por parte del SHN y del SMN, se detectó la necesidad de acompañar a este sistema de un software ad-hoc desarrollado en CITEDEF para la gestión y configuración del Nodo Terminal GPRS. Esta aplicación de software permite obtener y/o modificar localmente información de parámetros de funcionamiento, incluyendo acciones sobre el mismo mediante el envío de comandos.

Figura 3 - Software de gestión y/o administración del Nodo Terminal GPRS

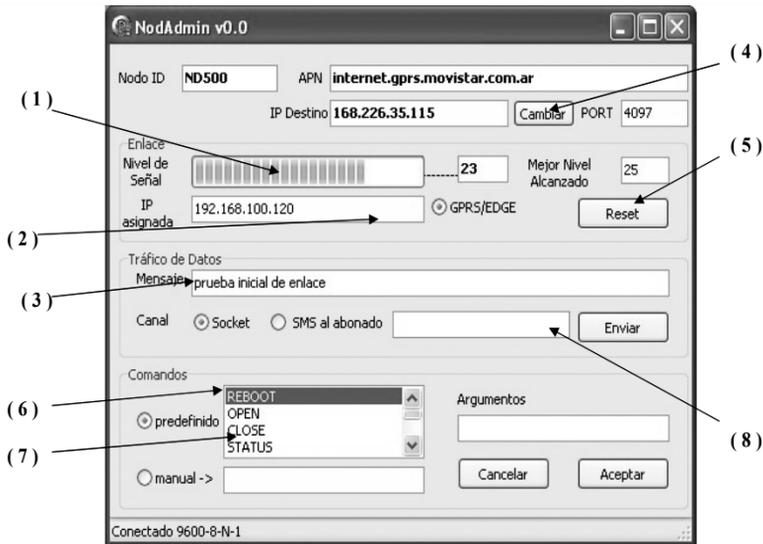


El software es una herramienta que brinda una interfaz amigable para obtención visual de información de operación nodal. En la Figura 4 se observa una vista de la aplicación detallando los distintos paneles de información, a saber:

- 1. Medir nivel de señal en la zona de instalación:** esta utilidad le permite al personal de puesta en servicio del Nodo Terminal GPRS lograr un posicionamiento y direccionamiento correcto del elemento irradiante (antena celular). La indicación gráfica de nivel es respaldada además por valor numérico, permitiendo cuantificar la medida.
- 2. Obtener información del estado del enlace,** para conocer si el vínculo está establecido junto con parámetros asociados a la asignación de recursos de la red (IP asignada por el proveedor, por ejemplo).
- 3. Enviar mensaje arbitrario al extremo remoto:** permite tomar el control del canal de datos para pruebas de envío de mensajes arbitrarios. Útil en el caso de pruebas locales durante el proceso de puesta en marcha.
- 4. Re-enrutar paquetes de datos:** permite redirigir la información local hacia otro destino de la red, donde se encuentre la aplicación que oficia de Servidor de datos del Sistema.
- 5. Restablecer el enlace de datos.**
- 6. Reinicio del Nodo Terminal.**
- 7. Cambiar el modo de operación:** por ejemplo, se puede inhibir el envío de datos por un tiempo específico, reanudarlo a voluntad, pasar al modo de mantenimiento, etc.
- 8. Enviar mensajes SMS:** indicando el número de abonado

destino, y el contenido del mensaje. Útil para prueba de disponibilidad de servicio de canal de control auxiliar, e identificación del número de línea asociado al chip de la prestadora celular, en el momento de la puesta en marcha.

Figura 4 - Vista del software de gestión

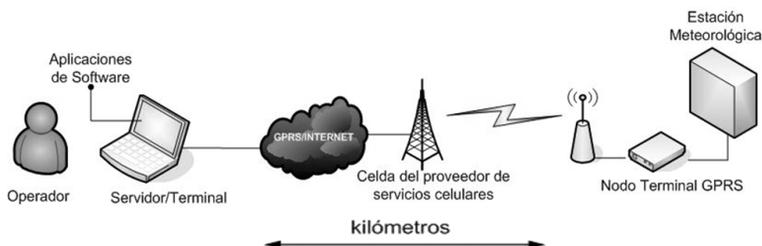


El reemplazo del sistema de comunicaciones analógico por este sistema no es un cambio trivial. El enlace analógico es, por lo general, permanente y con baja tasa de errores, y en caso del Servicio de Radiocomunicaciones Móvil Celular (SRMC) es necesario: pedir recursos a la red, gestionar, monitorear y recuperar el enlace, entre otras.

Por ejemplo, el SHN reemplazó el modem analógico por el Sistema, es decir la UTR se vinculó con el Nodo Terminal GPRS para el reporte de la información de la estación mareográfica, esta información viajaba vía Internet (por intermedio de la red celular) y se recibía en los servidores del Servicio. El flujo de

la información y las conexiones entre equipos se presenta en la Figura 5.

Figura 5 - Enlace entre el NODO y el servidor



Actualización del sistema SRMC

Inicialmente disponíamos de la red de telefonía móvil digital GPRS/GSM donde la comunicación se llevaba a cabo mediante señales digitales, lo que nos permitió optimizar el enlace de transmisión de datos entre la UTR y centro de análisis de la información implementando un módulo de comunicaciones con tecnología celular ad-hoc.

Con el correr del tiempo, la telefonía celular fue avanzando, con la inclusión de las tecnologías 2G, 3G, y 4G; se popularizó la navegación por internet en los teléfonos celulares. Actualmente estos teléfonos funcionan en su mayoría en redes 4G con una tarjeta SIM especial para ello, y permiten una experiencia de navegación por internet mucho más rápida, por lo cual las empresas prestadoras del servicio tuvieron que actualizar la infraestructura de sus redes dejando sin mantenimiento a las de GSM/GPRS 2G, lo que nos obligó a adaptar la solución originalmente desarrollada a la nueva tecnología provista. En tal sentido, durante el ejercicio 2016, el CITEDEF presentó un proyecto para actualizar la red de equipos nodales, y a mediados del ejercicio 2017 procedió con

su ejecución iniciando el diseño y desarrollo de la actualización del Sistema Remoto para Monitoreo y Control (SRMC). Dicha ejecución proyectual, denominada NODO 2.0, dio origen al nuevo Nodo Terminal en estado de prototipo electrónico capaz de recibir información de sensores y equipos externos, procesar y enviar paquetes de datos utilizando la red celular actual, pudiendo implementar las distintas tecnologías según sea la necesidad de ancho de banda para el tráfico de datos. Por otro lado, se adaptó y amplió capacidad de la aplicación de PC tipo Servidora que permite recibir y validar los paquetes enviados por el Nodo para luego distribuirla a los clientes que se encuentren conectados a ella, ampliando las opciones de transporte admitidas: UDP y TCP.

Esta nueva iniciativa permitió disponer de la posibilidad de utilizar diferentes módulos celulares de acuerdo a la necesidad del tráfico genuino de datos, así como también según sea la disponibilidad de la red celular en el lugar de instalación. A su vez, permitió agregar nuevas funcionalidades al Nodo según la experiencia adquirida a lo largo de los años y diseñar contemplando los nuevos desafíos actuales a cubrir.

Como se mencionó en la parte introductoria del artículo, este Sistema fue validado por el SMN, quienes luego de las pruebas sobre UDP consultaron sobre la posibilidad de disponer de datos en un servidor FTP en forma directa, siendo compatible de esta manera con el resto de sus sistemas de recolección de información.

En particular, la adecuación a las nuevas tecnologías celulares se logró vía una familia de módulos celulares. Estos módulos se diferencian según sea la generación de red celular:

- GPRS/EDGE (2G – 850 / 1900 MHz),
- UMTS/WCDMA (3G – 850 / 1900 MHz)
- HSPA+ (3.5G – 850 / 1900 MHz).

Figura 6 - Vista de la versión actual del Nodo Terminal NODO 2.0



Módulo integrado SIMCom
Electrónica adaptable a tecnologías: 2G, 3G y 4G
Puertos digitales de entrada y salidas
Puertos analógicos
Puertos serie disponible para conexión a UTR: RS232, RS485, I2C, SPI
Comunicación de datos sobre la capa de transporte UDP/IP o TCP/IP
Implementa la capa de aplicación FTP y TCP/IP
Función "auto-reset" (detección y recuperación automática)
Software servidor personalizado dependiendo del requerimiento bajo Windows®
Soporta chips de cualquier compañía prestadora de servicios celulares.
Soporta tecnología M2M (machine-to-machine)
Posee memoria microSD integrada para realizar resguardo de datos
Integra un GPS interno

Tabla 2 - Características técnicas del NODO 2.0

Como se mencionó anteriormente, para que el Nodo sea compatible con las distintas tecnologías de comunicaciones,

el diseño del circuito electrónico contempla la posibilidad de tener conectividad 2G, 3G y 4G, con la implementación de los módulos celulares correspondientes del fabricante SIMCom [6].

Esta actualización del sistema generó entregables que fueron evaluados conjuntamente con el SMN, donde sus servidores FTP recibieron información transmitida por nuestros equipos, obteniéndose buenos resultados.

Conclusiones

El Sistema originado a comienzos del año 2007 para dar solución a una necesidad del SHN tuvo continuidad por más de 13 años y no solo en esa dependencia, sino que también se convirtió en una solución para las necesidades de otra dependencia del Ministerio de Defensa como es el SMN.

Con la actualización del Sistema se ha logrado revalorizar la solución original, dados los ensayos conjuntos de nuestros entregables proyectuales en el SMN que, con el apoyo de nuestros tecnólogos, ha realizado una campaña de mediciones instrumentando el NODO 2.0, en diferentes puntos de medición de variables meteorológicas. Los primeros prototipos del NODO 2.0 fueron instalados en estaciones meteorológicas automáticas y sus servidores FTP, ubicados en la sede central del SMN.

Este caso del NODO 2.0, como prototipo funcional desarrollado en CITEDEF solucionando una necesidad puntal en el sector de la Defensa Nacional, pone de manifiesto la importancia de poder diseñar y desarrollar equipamiento nacional para el transporte de datos resolviendo casos de conectividad para el equipamiento remoto de diferentes direcciones de la Subsecretaría de Investigación Científica y Política Industrial para la Defensa, y mantener su tecnología acorde al avance de la misma en las prestadoras de servicio a tal fin.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a las autoridades y directivos del SHN, del SMN y del CITEDEF que hacen posible nuestro trabajo. A los técnicos Sergio Saluzzi y Gerardo García, miembros del Laboratorio Técnicas Digitales del CITEDEF, que efectúan una labor fundamental y excepcional. A su vez, a las autoridades del MINDEF, en particular a la Subsecretaría de Investigación Científica y Política Industrial para la Defensa, que facilitan el financiamiento de estas iniciativas.

Referencias bibliográficas

3GPP, «Mantenimiento de General Packet Radio Service - GPRS» [En línea]. Disponible en: <https://www.3gpp.org/>

Argentina, «Instituto de Investigaciones Científicas y Técnicas para la Defensa - CITEDEF,» [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/defensa/citedef>.

Argentina, «Régimen para el personal de investigación y desarrollos de las Fuerzas Armadas (RPIDFA),» [En línea]. Disponible en: <https://www.argentina.gob.ar/defensa/rpidfa>.

Servicio de Hidrografía Naval, «Servicio de Hidrografía Naval,» [En línea]. Disponible en: <http://www.hidro.gov.ar/>.

ScienceDirect «Remote Terminal Unit» [En línea]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/remote-terminal-unit>.

SIMCom, «SIM7100X,» [En línea]. Disponible en: <https://www.simcom.com/index.php/product/SIM7100X.html>.

Palabras clave: Comunicaciones de Datos – Módulos Celulares – Implementación Electrónica

Keywords: Data Communication – Cellular Modules – Electronic Implementation

Abstract

CITEDEF has a vast experience in the development of equipment for data transmission implementing cellular technology since 2008, when a first prototype was obtained at the request of the Naval Hydrography Service (SHN). Over the years, based on the first requirement mentioned, a communications system called Remote Monitoring and Control System (SRMC) was designed with the aim of providing stable connectivity for the SHN's own tidal equipment. In this stage, the communications nodes integrating a GSM/GPRS cellular module were developed, and with the premise of optimizing genuine data traffic, the UDP protocol over the Internet was used, and thus, reducing the costs of the analog communications service implemented in that moment. Due to technological advancement over time, both the SRMC hardware and software had to be updated and adapted to the actual conditions of cellular networks. At this stage, the originally implemented communications node was found to be discontinued as well as the Internet communication method. Nowadays, both factors were adapted according to the demands of current cellular service providers. For this reason, the new designs of our equipment were evaluated jointly with the National Meteorological Service (SMN). In this sense, the reception of the data from a server of the FTP type of the SMN could guarantee the standardization of the transmission of all its stations to one point, and the possibility of speeding up the tasks for the entry of their data to the base and the final

visualization, as is done with various current projects. The versatility of the equipment developed by CITEDEF allows evaluating the possibility of carrying out data transmission, not only from automatic meteorological stations, but also from other types of SMN electronic measuring instruments.