

# **Administración de sensores remotos a través de microServidores Web**

Caballero Raul – Loyarte Horacio - Maggiolo Gustavo - Pfarher, Iván – Reula, Germán  
UNL – Facultad de Ingeniería y Ciencias Hídricas – UTN – Facultad Regional Paraná

## **RESUMEN**

Las tecnologías de la información y las comunicaciones han avanzado en forma notable en los últimos tiempos, siendo el paradigma de Internet el emblema de este desarrollo. Es posible hoy operar dispositivos a distancia en base a las tecnologías integradas de la electrónica, Internet y la ingeniería de software. Estas nuevas tecnologías permiten en nuestros días pensar en operaciones remotas de instrumentos y dispositivos utilizados en medicina, control de procesos, sensado de variables ambientales, domótica, etc.

En la región donde se insertan nuestras Unidades Académicas, el sensado, captura y transmisión de información de variables hidroambientales, tiene singular importancia para su procesamiento, siendo esta información la base fundamental de todos los estudios de fenómenos naturales: clima, cursos de agua, ambiente, sistemas biológicos, etc. Los sistemas llave en mano que realizan estos procesos son de costo inaccesible para nuestros grupos de investigación. Se pretende a partir de este proyecto generar dispositivos de alta confiabilidad, bajo costo y poco consumo energético con capacidad para capturar señales de sensores, registrar la información obtenida, transmitirla o acceder a dicha información en forma remota.

El presente trabajo propone el control y administración de sensores remotos para la medición de variables hidrometeorológicas, usando microcontroladores web. Estos microcontroladores constituyen plataformas de desarrollo que pueden ejecutar código para servidores web embebidos. El sistema consiste en una combinación de broad based I/O, una completa pila TCP/IP y un ambiente Java que simplifica el desarrollo de equipos conectados en red. Estos sistemas no sólo son para su uso como eventual servidor Web alojando información posible de recabar sino como elemento embebido a otro dispositivo logrando la capacidad de controlarlo a través de una red ya sea del tipo LAN o una WAN como la internet.

## **Introducción**

La telemetría es un conjunto de procedimientos para medir magnitudes físicas desde una posición distante al lugar donde se producen los fenómenos.

Los equipos de telemetría obtienen la información mediante transductores que transforman las magnitudes físicas a medir en señales eléctricas equivalentes, que son enviadas al punto de observación mediante buses de datos para su almacenamiento y análisis.

Actualmente se suelen utilizar buses como RS-485/RS 422 para extensiones largas u otros a nivel industrial como medio de transmisión.

Hoy en día, con el auge de las redes IP y sobretodo a nivel local de Ethernet, se propone realizar un sistema de telemetría cuyo enlace no sean los buses actuales, sino una red de área local como es Ethernet. Esto permite alcanzar longitudes impensables a nivel mundial, todo si la red local tiene acceso al mundo Internet. También se garantizan velocidades muy altas, del orden de varios de megabits por segundo.

Normalmente los dispositivos comerciales utilizados para tomar medidas tienen un puerto serie estándar, como por ejemplo, RS232, RS485, 1-wire, CAN, I 2 C, SPI, etc. Por este motivo y debido a que la telemetría se hace a través de Ethernet es necesario un

dispositivo que haga de puente entre los dos protocolos, serie y Ethernet.

Para ello se ha realizado una comparativa de placas microcontroladoras comerciales en las que se pueda desarrollar una aplicación que realice de puente entre los dos protocolos y formar un sistema embebido.

Además de esta selección, y como segunda parte del proyecto, se han realizado implementaciones con dispositivos electrónicos compuestos por microcontroladores y controladores de red que permitan las mismas acciones que los productos comerciales.

Se ha buscado una solución de bajo coste, de tamaño pequeño y programable a alto nivel. La selección recayó sobre los dispositivos TINI de la empresa Dallas Semiconductores.

Por otro lado y como parte integral del proyecto se ha desarrollado una plataforma con características similares a la comercial.

El primer sistema se ha centrado, únicamente, en la plataforma TINI. Se ha querido implementar un sistema de conversión de protocolos, por lo que se ha desarrollado una aplicación Java que realiza una conversión de RS-232 a Ethernet y viceversa. Además, esta aplicación permite ser configurada y controlada vía web, lo que da más potencia al sistema de telemetría.

Este desarrollo en TINI permite aplicarse en multitud de aplicaciones, como por ejemplo telemetría medioambiental, telemedicina, telecontrol, etc. La plataforma TINI se ha utilizado para una aplicación de hidrometeorología.

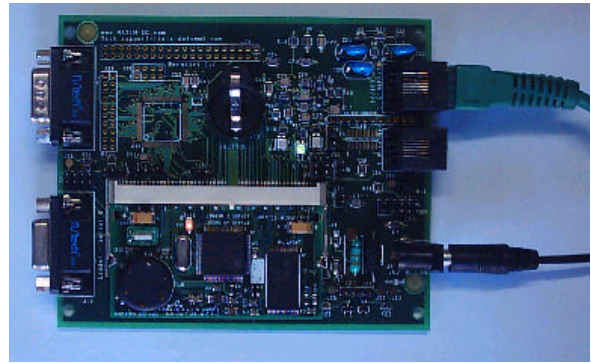
En este sistema se ha utilizado un dispositivo construido sobre un microcontrolador que tiene salida RS-232 que mide diferentes parámetros como son la temperatura, la humedad, la velocidad del viento y el nivel del río.

Los datos se obtienen en un PC remoto a través de la red de área local Ethernet.

La potencia del dispositivo utilizado no sólo permite la conversión de una protocolo de comunicación a ethernet sino que entre otras

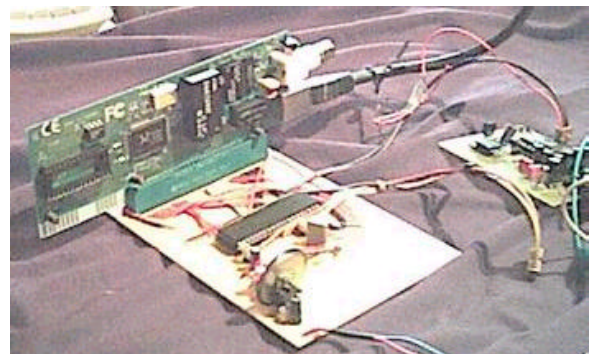
cosas nos permite definir sobre el mismo un servidor tipo Web, FTP y Mail.

En la siguiente fotografía se puede observar el dispositivo seleccionado.



Su tamaño puede establecerse a partir de los módulos de conexión DB9 o RJ45 que se observan en la misma placa.

La siguiente fotografía muestra la implementación realizada a partir de la implementación de un esquema ordenador realizado con un microcontrolador y una placa de red NE2000 compatible que nos provee del controlador ethernet. Es en este caso el segundo sistema totalmente implementado en nuestra facultad.



En esta se observa un circuito implementado a partir de un microcontrolador de Microchip, el 16877 y una placa de red NE2000 compatible con un chipset 8029 de Realtek.

En la siguiente figura vemos la implementación de un servidor Web. La página que se observa en la notebook es la que se encuentra almacenada en el MicroWeb.



### Selección de la solución técnica

La realización de un proyecto de telemetría vía Ethernet, permite adoptar diferentes soluciones técnicas, que en cualquier caso, deben garantizar los servicios exigidos al sistema.

Una de estas soluciones es la del uso de un PC, este dispositivo posee un elevado número de recursos a nivel hardware, sobretodo en cuanto a memoria y prestaciones del microprocesador se refiere. La otra solución es la propuesta por este proyecto basada en el uso de Sistemas embebidos. Un sistema embebido, también conocido como sistema empotrado, es una combinación de hardware y software, diseñado para realizar una función específica.

Un sistema embebido se considera un sistema de tiempo real si es capaz de responder a un determinado estímulo en un periodo de tiempo definido. Debido a los requisitos necesarios en nuestro proyecto la velocidad del sistema embebido no deberá ser rápida ya que las variables hidrometeorológicas poseen una derivada de variación muy lenta.

### Justificación de la selección del sistema embebido

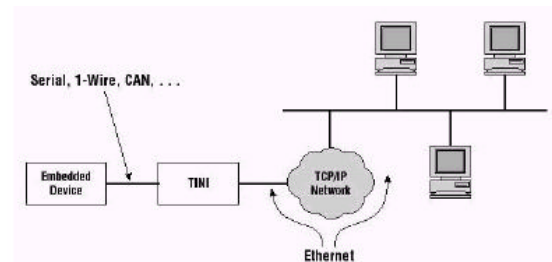
Para determinar cual debe ser la solución escogida, se ha seguido el criterio de conseguir las mayores prestaciones del equipo con el menor costo posible.

Además debe de conseguirse un producto competitivo que ofrezca buenas perspectivas de mercado.

Por los motivos citados anteriormente, se contempla como mejor solución la utilización de sistemas embebidos. Estos sistemas están dotados de un hardware reducido pero suficiente para el desarrollo del proyecto. El sistema deberá trabajar de manera dedicada, pero esto no supone un grave inconveniente porque su coste es muy bajo comparado con una plataforma PC, sobre diez veces menos.

La fuente de alimentación externa que debe de utilizarse para garantizar un funcionamiento pleno de la instalación ante caídas en la red de suministro eléctrico, deberá proporcionar una potencia muy baja, puesto que el consumo del hardware utilizado con la solución de sistemas embebidos es reducido.

Estas características están ampliamente cubiertas por el dispositivo TINI utilizado y por la microWeb implementada a partir del microcontrolador y controlador de red realizado por el grupo de trabajo.



Entre las aplicaciones básicas con la TINI encontramos el control industrial ya que al integrar soporte para CAN permite automatización de equipamiento industrial, interruptores en red y actuadores.

Además permite la monitorización y control de equipamiento basado en web. Puede ser utilizado para comunicar con equipamiento para proporcionar diagnósticos remotos y

adquirir datos de la utilización de un dispositivo.

### **Máquina JAVA**

El firmware de TINI incluye una Máquina Virtual de Java (JVM) y una API. Los programas que serán escritos en Java utilizarán la API para acceder a las capacidades de los recursos hardware de TINI. La JVM y la API incluyen soporte total de hilos de ejecución y de todos los tipos primitivos de datos y strings. La JVM proporciona acceso a los paquetes de Java siguientes: java.lang, java.io, java.net y java.util y también proporciona acceso a un número de clases específicas de TINI que permiten acceder a la capa hardware y recursos de TINI.

### **Métodos Nativos**

La capa nativa representa la colección de métodos nativos que soportan la API exponiendo la infraestructura proporcionada por el TINI OS. Ésta incluye acceso a la pila de protocolos y drivers, tanto de red como de dispositivos de entrada/salida. También incluye métodos para configurar y acceder a los recursos del sistema tales como el watchdog timer y el reloj de tiempo real.

Las aplicaciones que requieran métodos nativos pueden proporcionar una librería nativa que puede ser cargada en el sistema en su ejecución utilizando el método loadLibrary definido en la clase java.lang.Runtime.

### **El SO de la TINI**

Es la capa más baja del entorno de ejecución. Es responsable de gestionar todos los recursos incluyendo acceso a la memoria, planificar múltiples procesos e hilos de ejecución y de interactuar con componentes hardware internos y externos. Este sistema operativo está compuesto de los siguientes tres componentes:

- ✓ Planificadores de procesos e hilos de ejecución
- ✓ Subsistema de gestión de memoria

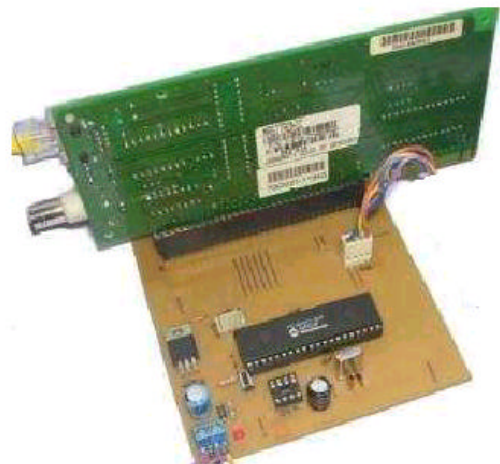
- ✓ Subsistema de gestión E/S

El firmware proporcionado, incluye también una shell para el TINI OS. Se llama Slush y la proporciona Dallas Semiconductor. Es similar a una sencilla shell Unix. Slush se carga en la memoria flash ROM y además se ejecuta cuando se alimenta la TINI.

A partir de estos elementos la programación de este sistema nos ofrece una potencialidad enorme a través de un lenguaje de alto nivel como JAVA.

### **Nuestro Sistema Embebido**

El mismo fue realizado a partir del uso de un microcontrolador de la empresa Microchip el PIC16F877 el firmware del sistema de lectura de datos, la comunicación con el controlador ethernet y la pila TCP/IP se realizó a partir de la programación en assembler del set de instrucciones del microcontrolador.



Observamos que resultó posible para un MCU de características tan reducidas como el PIC16F877 hacerse cargo de la gestión del NIC y así también de la capacidad responder a los servicios basados en TCP/IP.

El problema es que debieron recortarse varios servicios atento a que la capacidad de memoria de estos dispositivos es muy reducida y no puede compararse con la de un producto como el TINI.

### **Otras Aplicaciones**

Son múltiples las aplicaciones que este tipo de servidores podría proporcionarnos. Además de la inherente a su condición que sería oficiar de elementos de ayuda a la telemetría o servir páginas web, indirectamente podría multiplicar la funcionalidad de los elementos a los que estuviese asociado.

Veamos una serie de posibles aplicaciones:

**En el domicilio.** Son numerosos los electrodomésticos que utilizamos a diario en nuestro hogar. Hornos microondas, tostadoras, cafeteras, televisiones, videos, alarmas, cámaras, despertadores, etc. Si cada uno de los dispositivos mencionados incorporara un dispositivo embebido con conexión ethernet como el que hemos detallado, podría ser controlado remotamente. Podrían inclusive controlarse entre ellos y estar unos en función de otros.

Otra posible aplicación podría ser homogenizar la interfaz o controles para operar con los diferentes dispositivos. Cada uno de los dispositivos podría servir a nuestro PC una página web con las posibilidades de operación que presenta. Si esta página web está bien diseñada, resultaría mucho más sencillo operar con todos los dispositivos electrónicos de la casa sin necesidad de tener que pelearse con unas instrucciones de cada elemento individual

**En la oficina** En la misma línea que lo comentado antes, podría servirnos para potenciar la comunicación humano-máquina: en la oficina es bastante habitual encontrarnos con recursos electrónicos compartidos, entre otros los de la informática pero también podríamos incluir diferentes tipos de máquinas herramienta.

Los microsistemas web podrían, además, abaratar costos en instalaciones de cableado de equipamiento que necesite ser controlado remotamente ya que sólo sería preciso un tipo de cableado

**En otros ámbitos** La web ha sido capaz de unificar todo tipo de medios: radio, televisión, texto, audio, imágenes, etc. Sin embargo, los teléfonos móviles, pagers, palmtops y dispositivos similares utilizan formatos y medios de transmisión poco habituales que los alejan de esta unificación.

Si bien se están haciendo progresos en la tecnología WAP y el uso del WML, un microsistema en cada teléfono móvil permitiría una implementación barata de la pila TCP/IP que permitiría introducirlo en las facilidades de la web. Los requerimientos en cuanto a coste y consumo son perfectamente asumibles por cualquier teléfono de hoy en día.

Las aplicaciones son muchas sólo hay que comenzar a implementarlas