

# Sistemas embebidos en comunicaciones de red ethernet

Jonathan Álvarez A.

Recibido el 1 de marzo de 2009. Aprobado el 24 de abril de 2009

## Resumen

Con la aparición de los sistemas de procesamiento digital se ha originado una nueva era, donde las soluciones en múltiples campos ha cambiado la percepción del mundo. Una de estas áreas de desarrollo lo ofrece el mercado de las telecomunicaciones, resultando obvio que Colombia debe crear una cultura corporativa dentro de este contexto. La urgente necesidad de crear soluciones sencillas y robustas en este campo es el propósito del presente artículo.

## Palabras clave

Ethernet, sistemas embebidos, microchip, monitoreo, IC.

## Abstract

with the aparition of the digital systems processing it has born a new age, in where the solutions in several ranges have change the perception of the world. One of this areas of development has been the telecommunication's sector in where it need several solutions in digital signal Proccesing, networks e.g. (Ethernet) among others. Maybe one solution of this problems must be relationship with embedded systems, these provide a low cost solution in areas of electronics consume and home appliances. This article discusses how build a low cost system for access to Internet.

## Key words

Ethernet, embedded system, microchip, monitoring, IC.

## I. Introducción.

Desde el año 2000 se ha impulsado el desarrollo de dispositivos de bajo consumo de energía, que suplen distintas facetas del ser humano. Una de ellas es sin lugar a dudas la de las comunicaciones. En este sentido, las mismas, han pasado de la convencional línea telefónica (PSTN) a la voz sobre Internet conocida como VoIP. En la actualidad, en el mercado se ofrecen soluciones de dispositivos que lo han dominado durante años pero que restringen las aplicaciones debido a que su arquitectura es totalmente cerrada, y más aun, porque han sido diseñados con un único propósito, sin dejar espacio para otros elementos que el diseñador requiera o desee incluir. Es por ello que hacia el año 2004 Microchip ofreció una de

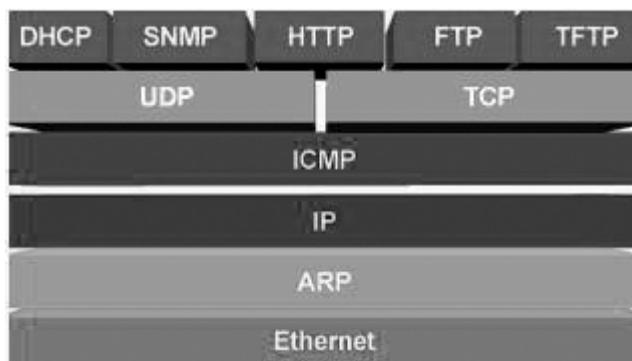


las soluciones que permite conectar sistemas embebidos a la red y cuya característica fundamental es el dejar innovar de múltiples maneras al diseñador del sistema para que coloque múltiples periféricos a su diseño; Se trata de un chip conocido como EN-C28j60 y cuyo propósito es el de dar una interfaz con la red conocida como (PHY) o Physical Layer. Sin embargo, esta solución requería que el diseñador agregara componentes discretos ya que el costo del dispositivo podía verse afectado por este factor. Tal vez este fue uno de los motores que impulsó el desarrollo del IC 18j97j60 que integra en una única pastilla un módulo de comunicaciones ethernet y múltiples periféricos tales como módulo ADC de 10 bits, SPI, USART entre otros y cuyo costo puede oscilar entre los U\$5 y U\$8 dependiendo del total de memoria flash o de programa del dispositivo. Gracias a este dispositivo resulta fácil comunicarse con la red, y el diseño del proyecto queda reducido entonces, a la creatividad que el diseñador coloque en éste. En general los dispositivos de voz IP utilizan esta interfaz para "empaquetar" frames que van hacia la red de modo que estos ya vengan listos de algún sistema para ser transmitidos.

## II. Protocolo de transmisión TCP/IP

### Modos de comunicación

Pretendiendo un sistema que sea robusto pero a la vez sencillo, Microchip ofrece un stack optimizado en C, cuyo propósito es brindar soporte para los módulos TCP/IP como los que se muestran en la figura 1.



**Figura. 1.** Protocolos y soporte del Stack TCP/IP. Fuente: Microchip Technology Inc.

Este protocolo es gratuito y puede descargarse del sitio URL de Microchip, para más información remítase por favor a las referencias suministradas en la parte final del artículo.

<sup>1</sup> La familia 18F97j60 utiliza el modo 10 base T se refiere a la transferencia de datos mediante cable de par tranzado para conectar a un Jack RJ45.

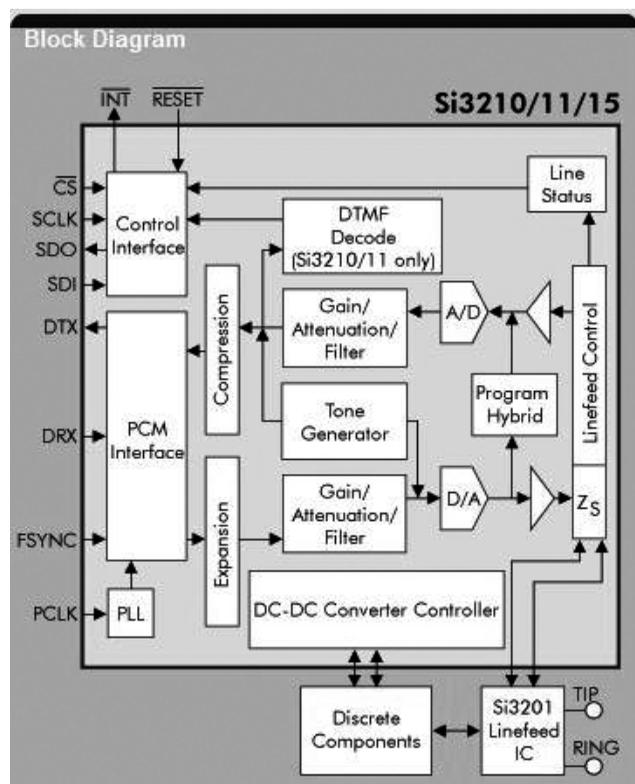
Sin lugar a duda se trata de un apilado TCP/IP muy completo y fácil de utilizar. Simplemente se necesita disponer del software MPLAB v8.0 o mayor y el compilador C18 ofrecidos de manera gratuita en la página de Microchip URL ([www.microchip.com](http://www.microchip.com)) y basta solamente con compilar el programa desarrollado para tener múltiples aplicaciones de interconectividad a la red. Gracias a este software el encapsulado de paquetes se hace realmente sencillo dando al diseñador gran confiabilidad de configurar un dispositivo económico y robusto para aplicaciones que no sobrepasen los 10Mbits/s con un máximo de 256 "sockets" interconectados.

### A. Interfaz y "storage".

En general los equipos de VoIP, deben ser configurados de forma tal que algunas características permitan ser cambiadas de modo sencillo; tales características pueden ser IP, MAC, DSN entre otras. Esta información debe ser albergada en alguna unidad de almacenamiento de baja capacidad, como, por ejemplo una memoria, en este caso, que no exceda 1MB. Esto resulta suficiente para colocar una página web sencilla, con todo el soporte dado a editores y lenguajes WEB como Javascript, Ajax, JSP entre otros.

La página de configuración es manipulada como archivo de tipo FAT, debido a su conversión en un archivo de tipo BIN. La descarga de este archivo dentro de la memoria de datos queda simplemente reducida a un software que mediante un browser genera el "upload" hacia la memoria de forma simple y sencilla. En general, los elementos anteriormente mencionados, pertenecen únicamente a la interfaz hacia ethernet, sin embargo, debe ahora profundizarse un poco en la interfaz vocal y auditiva que debe completar la interfaz de VoIP. Lo más utilizado es una interfaz hacia red telefónica convencional (PSTN). Esta solución era típicamente implementada mediante un DAA/AFE que permitía aislar la red telefónica cuyo funcionamiento oscila entre los 40 voltios a 50 voltios del procesamiento y de la interfaz física que realizaba el transporte de datos. Este problema, conducía a que los dispositivos ofrecidos fueran grandes y más aun, que su costo fuera elevado. Hace algunos años la empresa Silicon Labs colocó en el mercado una solución de interconectividad con la red telefónica eliminando la necesidad de disponer de un DAA/AFE, reduciendo así los costos de manufactura del dispositivo. Esta sencilla interfaz conocida como familia Si 3035 o Si 3210 ofrece mediante el uso de componentes externos simples una excelente interfaz. Este, se conecta al sistema de ethernet anteriormente mencionado mediante dos periféricos los cuales son SPI (Serial Peripheral Interface) para el modo de comando, es decir, la configuración del dispositivo

en ganancia en dB, decodificación de tonos y muestreo de señal de voz que oscila entre los 7 y 8 KHz (3) y el módulo PCM que entrega las muestras de voz codificadas mediante "slots" que pueden oscilar entre los 4 y 128 cada uno de 16 bits. Estas muestras pueden ser directamente enviadas a la red para que un programa (por ejemplo Asterisk) las decodifique y las envíe como señales de voz al usuario final, las velocidades del dispositivo pueden oscilar entre los 9600b y 12800b para la señal de voz humana. A continuación se muestra el diagrama del sistema Si3035

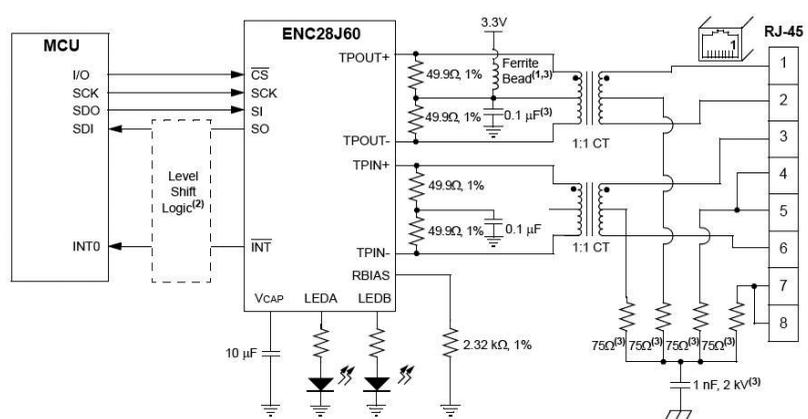


**Figura 2.** Componentes de la solución Si3210. Fuente: Silicon Labs. Este sistema tiene una interfaz directa con la red telefónica, pudiendo eliminar el Si3201 de la red telefónica. Contiene una interfaz PCM (modulación por pulsos codificados) y otra SPI (Serial Peripheral interface), para la codificación de voz y para la configuración de los comandos propios del integrado).

Queda claro entonces que esta interfaz es muy fácil de usar siempre y cuando la etapa de montaje asegure los componentes necesarios y requeridos por el sistema.

## B. Prototipo

Una vez se ha montado el sistema de manera similar al mostrado en la figura 3 se pueden comenzar a hacer pruebas con el dispositivo.



**Figura 3.** Conexión típica de módulo Ethernet con ENC28J60 también aplicable a PIC18f97j60 con transformador de ferrita Broad-band. Fuente: Microchip Technology Inc.

Las primeras pruebas que deben realizarse son aquellas relacionadas con el protocolo. Algunos papers de Microchip ofrece una perfecta perspectiva de cómo comenzar a diseñar dispositivos mediante este protocolo de modo sencillo, mediante algunos ejemplos básicos que se encuentran dentro del mismo software del stack.

## C. Recomendaciones para blindaje EMI.

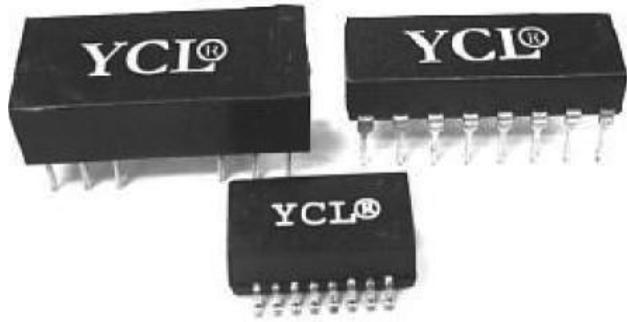
En general, todo sistema electrónico es susceptible al ruido o interferencia electromagnética EMI. Este fenómeno puede ocasionar pérdida de información por encima del rango permitido. Para evitar problemas se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

El conector utilizado para la conexión Ethernet RJ-45 debe tener un recubrimiento metálico anclado a tierra para filtrar ruido hacia esta última.



**Figura 4.** Magic Jack, conector RJ-45 con revestimiento metálico para la eliminación de interferencia EMI. Fuente: Microchip Technology Inc.

De acuerdo con la figura 3 es necesario un transformador con relación 1:1 esto se debe a la necesidad de tener rechazo a interferencias eléctricas que puedan destruir el dispositivo electrónico, en el mercado las mejores marcas que producen estos dispositivos como la los vistos en la figura 5 son YCL y Delta cuyo costo oscila entre los U\$3 y U\$6. Estos ofrecen fácil interconexión con estándar de Ethernet 10 base T.



**Figura 5.** Los transformadores de Ethernet son diseñados de tal forma que eliminen o supriman el ruido EMI, son necesarios también para el acoplamiento de impedancias de la línea de conexión 10 base T. Fuente: [www.datasheetcatalog.com](http://www.datasheetcatalog.com).

### III. Conclusión

En general como el lector podrá apreciar, la construcción de un dispositivo de interconexión a Internet resulta fácil y económica. Los sistemas embebidos en este caso microcontroladores ofrecen una interfaz fácil y confiable de muy bajo costo en áreas que han crecido de manera sorprendente en la última década y en donde además existe una oportunidad de negocio. Los componentes utilizados y la construcción de la interfaz puede costar U\$25 a U\$35 de manera tal que el dispositivo se puede considerar económico y puede abarcar grandes sectores de mercado, especialmente debido a que este circuito integrado posibilita el uso de múltiples periféricos que permitan interconectar las diferentes aplicaciones que se estén desarrollando.

### Abreviaturas:

- EMI (interferencia debida a ruido electromagnético proveniente de fuentes tales como motores y sistemas de conmutación electrónica. Este ruido es de alta frecuencia y puede ser reducido en comunicaciones mediante filtros de broadband.
- PSTN: Red telefónica análoga convencional.
- DAA/AFE: En las redes telefónicas convencionales análogas convencionales, estas redes tienen transformadores híbridos que elevan el tamaño y el costo del dispositivo. Nuevas soluciones incluyen DAA/AFE en un solo chip que disminuyen el tamaño y costo del sistema.
- Broadband Transformers: Estos transformadores se usan para el filtrado de ruidos provenientes de la red haciendo que la pérdida de información en transmisión sea reducida al mínimo.
- Usart: Periférico de comunicación serial, típico de dispositivos como microcontroladores y microprocesadores.
- Phy: physical layer, capa primaria de comunicación, se refiere al hardware.

### IV. Referencias

- [1] Microchip (s.f.). *Microchip stack TCP/IP*. Recuperado el 5 de Marzo de 2009, de <http://www1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39662c.pdf>
- [2] Silicon Labs. (s.f.). Recuperado el 27 de Marzo de 2009, de <http://www.siliconlabs.com>
- [3] Datasheet Catalog (s.f.). Recuperado el 5 de Marzo de 2009, de [http://www.datasheetcatalog.com/datasheets\\_pdf/2/O/P/M/20PMT03.shtml](http://www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/2/O/P/M/20PMT03.shtml)

**Jonathan Álvarez A.** Docente de tiempo completo de la Tecnología en Electrónica, Corporación Universitaria Minuto de Dios (UNIMINUTO), [jalvarez@uniminuto.edu](mailto:jalvarez@uniminuto.edu)