

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA BASADO EN MIPS32 PARA EL APRENDIZAJE DE TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS

IMPLEMENTATION OF A MIPS32 SYSTEM BASED LEARNING OF WIRELESS TECHNOLOGIES

José F. Oliden Martínez¹, Vanessa J. Gamero Sobero², Ricardo Yauri Rodríguez³
Sergio Salas Arriarán⁴, Rubén E. Acosta Jacinto⁵

RESUMEN

Actualmente la enseñanza relacionada con las tecnologías electrónicas de punta requiere acercar al alumno a sistemas cada vez más complejos como son las tecnologías de comunicaciones inalámbricas. Para conseguir este acercamiento se ha implementado un sistema prototipo hardware que incluye un procesador de arquitectura MIPS32 y módulos inalámbricos embebidos de tecnologías Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS, ZigBee y GPS. Cuya función principal es monitorear el funcionamiento sincronizado de la comunicación entre los módulos inalámbricos. Por otro lado se ha elaborado una aplicación o Interfaz Gráfica de Usuario-GUI programada en la plataforma QT Creator v2.3 de código abierto que sirve para ingresar o recibir comandos de configuración o de datos de los módulos inalámbricos. El método de acercamiento que tiene el alumno con el sistema se realiza través de un manual de laboratorio cuyo contenido tiene una metodología activa de aprendizaje que comprende motivación, adquisición, transferencia y evaluación del conocimiento.

Palabras clave.- Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS, ZigBee, GPS, GUI.

ABSTRACT

Currently teaching related electronic technologies requires students to bring increasingly complex technologies such as wireless communications systems. To achieve this approach we have implemented a prototype system hardware that includes a MIPS32 processor architecture and technologies embedded wireless modules Wi-Fi, Bluetooth, GSM / GPRS, ZigBee and GPS. Whose main function is to monitor the synchronized operation of the wireless communication between modules. On the other hand it has developed an application Graphical User Interface or GUI-programmed QT Creator v2.3 open source platform used to enter configuration commands or receive data or wireless modules. The method of approach that has the student with the system through a laboratory manual is made whose content has an active learning methodology comprising motivation, acquisition, transfer and evaluation of knowledge.

Key words.- Wi-Fi, Bluetooth, GSM / GPRS, ZigBee, GPS, GUI.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad los equipos o dispositivos

electrónicos de comunicación utilizan redes inalámbricas para la transferencia de información y con la creación de nuevos procesadores cada vez

¹Ing. Docente de la Facultad de Ingeniería Mecánica, investigador del Centro de Tecnologías de Información y Comunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, ²Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, ³Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería, ⁴Docente en la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas ⁵Instituto Nacional de Investigación y Capacitación de Telecomunicaciones de la Universidad Nacional de Ingeniería.

más pequeños y rápidos en procesamiento pueden llegar a implementarse sistemas complejos de comunicación.

Es decir, el avance tecnológico de fabricación de procesadores embebidos y la creación de nuevos estándares de tecnología inalámbrica podrá ayudar a crear redes con diversas capacidades de transmisión de datos y con mayor alcance sin mucha pérdida de datos.

El sistema de aprendizaje que incluye hardware y software bajo una metodología activa ayudará a reforzar los protocolos de transmisión y recepción de datos utilizados en cada estándar de tecnología inalámbrica a los alumnos de carreras tecnológicas. Cabe destacar, que la arquitectura MIPS32 del

procesador de 32 bits usado juega un rol importante en el manejo de la distribución de tareas del sistema de control para las atenciones que debe de recibir por parte del software de aplicación, debido a que cada módulo inalámbrico embebido maneja para su transmisión y recepción de datos protocolo UART [1].

Arquitectura del sistema hardware

El sistema hardware está formado por una unidad de control que incluye un microcontrolador de 32 bits PIC32MX795F512L, módulos externos inalámbricos como Wi-Fi, Bluetooth, GSM/GPRS, XBEE [4] y GPS, pantalla GLCD, un conjunto de 10 LEDs, un sensor de temperatura y dos relés, tal como se muestra en la Figura 1.

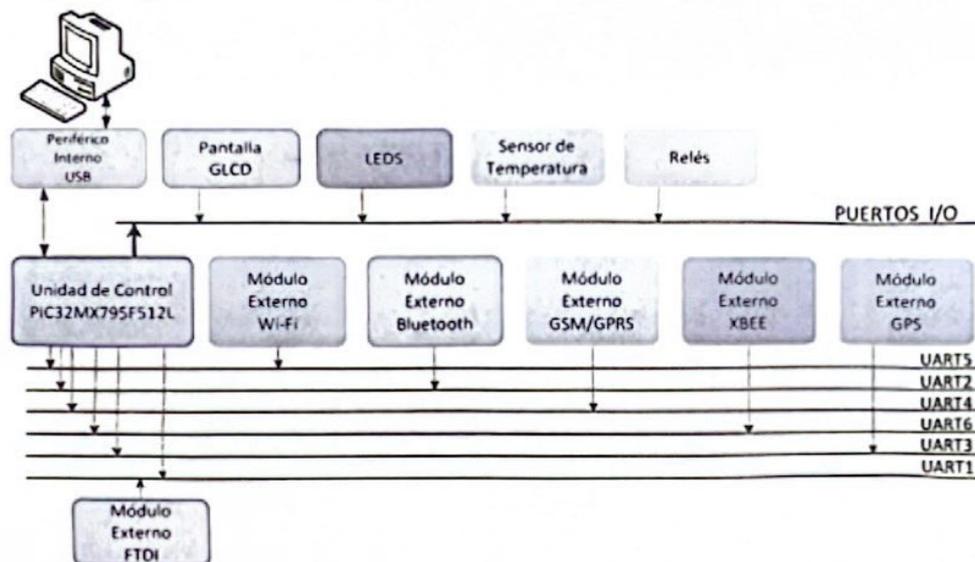


Fig. 1 Arquitectura del sistema de control.

El microcontrolador PIC32MX675F512L [1] de La unidad de control tiene por función ejecutar el firmware del sistema operativo (S.O), controla la ejecución de tareas y monitorear eventos generados por interrupción de recepción de datos a través de los puertos de comunicación asíncrona UART, usados para las transferencia de datos con los módulos externos inalámbricos.

El Microcontrolador distribuye sus puertos asíncronos seriales para la comunicación con los módulos externos inalámbricos de la siguiente manera:

- Puerto UART1 seleccionado para la comunicación con el módulo externo FTDI y

control de los periféricos externos como: Pantalla GLCD, LEDs, sensor de temperatura y relés.

- Puerto UART2 seleccionado para la comunicación con el módulo externo Bluetooth y para transferir datos hacia un equipo móvil o fijo que maneje dispositivo y driver Bluetooth.
- Puerto UART3 seleccionado para la comunicación con el módulo externo GPS y para recibir los datos de latitud, longitud, velocidad, hora y fecha emitida por satélites de posicionamiento.
- Puerto UART4 seleccionado para la comunicación con el módulo externo

GSM/GPRS y para transferir datos con un equipo móvil o Smartphone.

- Puerto UART5 seleccionado para la comunicación con el módulo externo Wi-Fi y para transferir datos con una PC dentro de una red.
- Puerto UART6 seleccionado para la comunicación con el módulo externo XBEE [3] (Modo coordinador) y para transferir datos hacia otro módulo XBEE configurado en modo Router o End device.

Los módulos externos inalámbricos son dispositivos que incluyen un procesador propio del fabricante y un circuito modulador-demodulador con portadora, que permiten la transmisión y recepción de datos en formato binario o de texto. Estos procesadores internos destinan un UART para la comunicación con cualquier dispositivo externo.

La pantalla GLCD es un visualizador de caracteres ASCII que sirve para imprimir mensajes o caracteres enviados desde un dispositivo externo o de la propia Interfaz Gráfica de Usuario-GUI de evaluación del sistema. Un conjunto de 10 LEDs son usados para la presentación de valores numéricos o caracteres ASCII que son enviados desde la Interfaz Gráfica de Usuario o de otro dispositivo externo al módulo educativo. Un sensor de temperatura usado para sensar la temperatura ambiente cuyos valores son procesados y enviados hacia la Interfaz Gráfica de Usuario-GUI de evaluación. Un conjunto de dos relés son usados para poder realizar encender y apagar focos eléctricos. En la Figura 2 se muestra la distribución de los módulos externos inalámbricos en la tarjeta hardware del sistema.

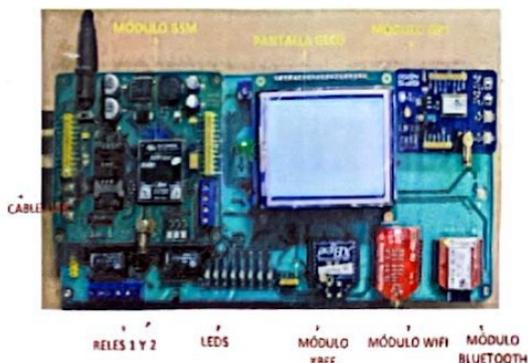


Fig. 2 Tarjeta hardware del sistema prototipo del módulo educativo.

En la Figura 3, se muestra una pantalla de la Interfaz Gráfica de usuario o software terminal de evaluación programada en plataforma QT Creator v2.3.



Fig. 3 Software terminal del sistema prototipo del módulo educativo.

Máquina de estados del microcontrolador

La máquina de estados empieza por un estado inicial donde se configura los recursos propios del microcontrolador y se inicializa las funciones de control del sistema. Luego se ingresa a un estado de espera que está representado por un bucle denominado *Background Loop* como programa principal asociado a rutinas de servicio de interrupción (*Foreground*).

Los estados de transmisión por UART son aquellos que incluyen funciones para responder por comandos lo solicitado por la ventana de control de una tecnología inalámbrica de la Interfaz Gráfica de Usuario-GUI.

Las rutinas de servicio de interrupción están configuradas para tener un nivel de prioridad de atención a los eventos por recepción serial de acuerdo a sus vectores de interrupción. El manejo de las llamadas "zonas críticas" y el tiempo de atención en cada rutina de servicio de interrupción son importantes debido a que la máquina de estados del programa principal sigue una secuencia que no puede ser interrumpida por mucho tiempo. Si en el caso que no hubiera una interrupción por recepción serial, el procesador del microcontrolador PIC32MX795F512L se encuentra en estado de espera. En la Figura 4 se muestra la máquina de estados del microcontrolador de 32 bits.

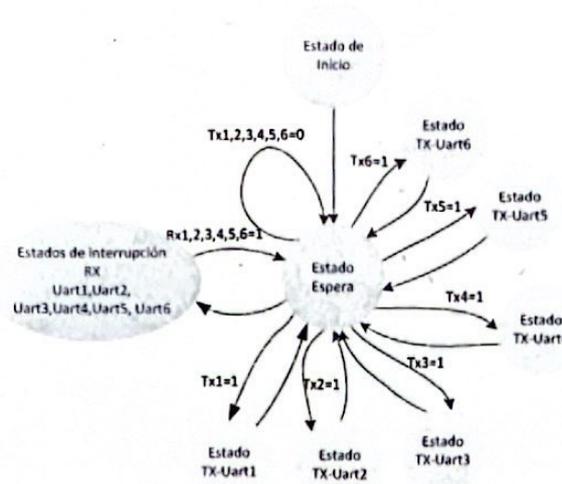


Fig. 4 Gráfico de la máquina de estados del microcontrolador.

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN ENTRE EL SOFTWARE TERMINAL Y LA TARJETA ELECTRÓNICA

En esta parte se describe las especificaciones e implementación del protocolo de comunicación entre el software y la tarjeta electrónica del sistema.

Especificaciones de la transmisión

Modo de transmisión.- Full-Duplex
Velocidad de transmisión.- 9600 bps (para el caso del GPS es 4800bps).

Formato del byte.-

- Bits de inicio=1
- Bits de datos=8
- Bit de paridad= even
- Bits de parada=1

Formato del mensaje

La transmisión de los mensajes consiste en tramas. El formato del mensaje es igual tanto del software como la tarjeta electrónica. Este formato se describe en la siguiente Tabla 1.

Tabla 1. Protocolo de comunicación.

PROTOCOLO DE COMUNICACIÓN			
Campo	Bytes	valor	Descripción
Cabecera	1	FF	Inicio de la trama
Tamaño	2	??	Total de bytes de la trama desde la cabecera hasta el CRC
Periférico	1	??	número del puerto USART
Comando	1	??	Comandos de control
Dato	x	??	Datos en formato ASCII
CRC	4	??	CRC-16 Kermit

De los campos mencionados se realizó la implementación del polinomio detector de errores CRC-CITT [1] de 16 bits representado por $P(x) = x^{15} + x^{12} + x^5 + 1$ en un algoritmo programado en lenguaje C como una función

denominada "CRC16_KERMIT". Cabe resaltar que dicha función devuelve 4 bytes como resultado de su evaluación. A continuación se muestra la función que implementa el polinomio CRC-CITT.
 unsigned int CRC16_KERMIT (unsigned int pre_crc, unsigned char crc_val) {

```

unsigned int crc16;
unsigned char len;
crc16 = pre_crc;
crc16 = crc16 ^ crc_byte;
for ( len = 0 ; len < 8 ; len++ ){
if ( ( crc16 & 0x0001 ) == 0x0001 )
crc16 = ( (crc16>>1) ^ 0x8408 );
else crc16 = crc16 >> 1;
}
return crc16;
}

```

MODELOS USADOS PARA EL DESARROLLO DEL SISTEMA

Para el desarrollo del prototipo del hardware y software del sistema se emplearon dos modelos. En la Figura 5 se muestra el modelo V de Paul E. Brook usado para la implementación del hardware.

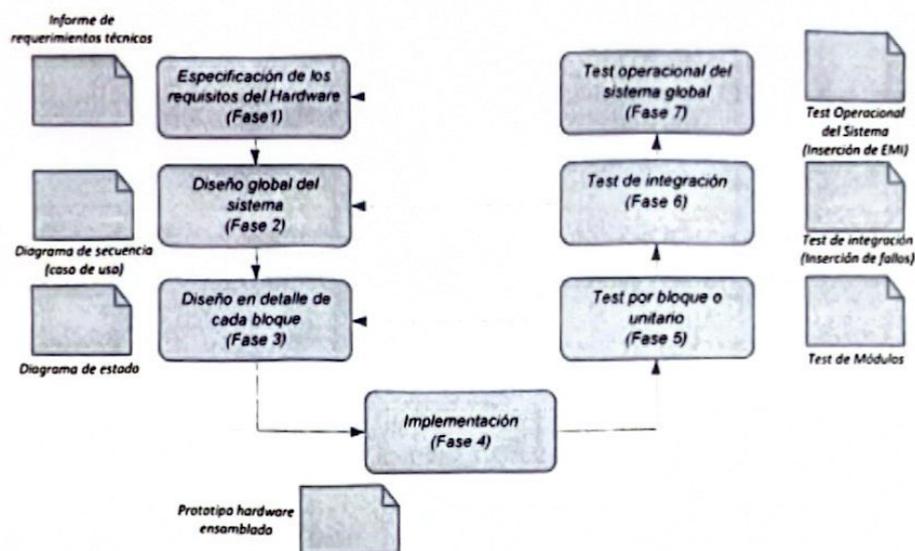


Fig. 5 Modelo V de Paul E. Brook usado para la implementación del hardware.

Por otro lado, el modelo cascada es usado para el desarrollo del software de la Interfaz Gráfica de

Usuario- GUI del Terminal de evaluación, tal como se muestra en la Figura 6.

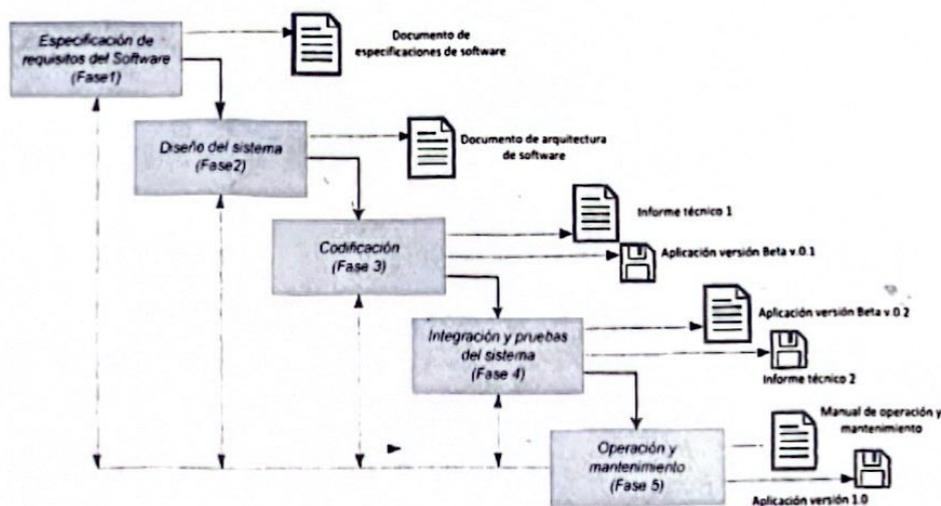


Fig. 6 Modelo cascada, usado para la implementación del software del terminal de evaluación.

CONCLUSIONES

En las pruebas realizadas del sistema desarrollado se observó que el alcance de los dispositivos inalámbricos podría mejorar si se incorpora antenas de mucho más prestaciones.

Que las pruebas de demostración realizadas por una muestra de alumnos con conocimientos elementales de sistemas de transmisión por radiofrecuencia pudieron acoplarse y entender los objetivos de los estándares de comunicación de cada tecnología.

La forma del diseño por hardware que agrupa a los módulos externos inalámbricos no genera ninguna interferencia entre ellos, pero en un futuro puede optimizarse menor si es el caso que se quisiera transmitir señales de audio.

REFERENCIAS

1. **Di Jasio, L.**, "Programming 32-bit Microcontrollers in C Exploring the PIC32", Oxford, Elsevier, 2008.
2. **Dowla, F. U.**, "Handbook of RF and Wireless Technologies", Elsevier, 2004.
3. **Caprile, S. R.** "EQUISBÍ: Desarrollo de aplicaciones con comunicación remota basadas en módulos Zig Bee y 802.15.4", Gran Aldea Editores, Buenos Aires, 2009.
4. **Fette, B., Aiello, R., Chandra, P., Dobkin, D. M., Bensky, A., Miron, D., Lide, D. A., Dowla. F., Ron Olexa.**, "RF & Wireless Technologies", Elsevier, 2008.

Correspondencia: joseoliden@gmail.com

Recepción de originales: agosto 2014

Aceptación de originales: noviembre 2014