

Comunicación bidireccional por bus I²C entre un PC y un microcontrolador PIC de gama media actuando como servidor de eco.

Alejandro Alonso Puig – mundobot.com
Noviembre 2003

Introducción	2
Hardware	2
Ordenador	2
Tarjeta Interface Paralelo – I ² C	3
Tarjeta con microcontrolador PIC16F87x	5
Software	5
Librerías para el control de la tarjeta interface	5
Aplicación en Visual C++ para el envío y recepción de datos por bus I ² C	6
Programa servidor de eco para PIC16F87x	8
Conclusiones y líneas futuras	8
Bibliografía	8

Introducción

Este informe técnico describe un sistema de comunicación por bus I²C entre un PC y un microcontrolador PIC de gama media (PIC16F87x) que actuará como servidor de eco, devolviendo al PC el último byte que le haya sido enviado..

Este sistema estará compuesto por los siguientes elementos Hardware/Software:

Hardware

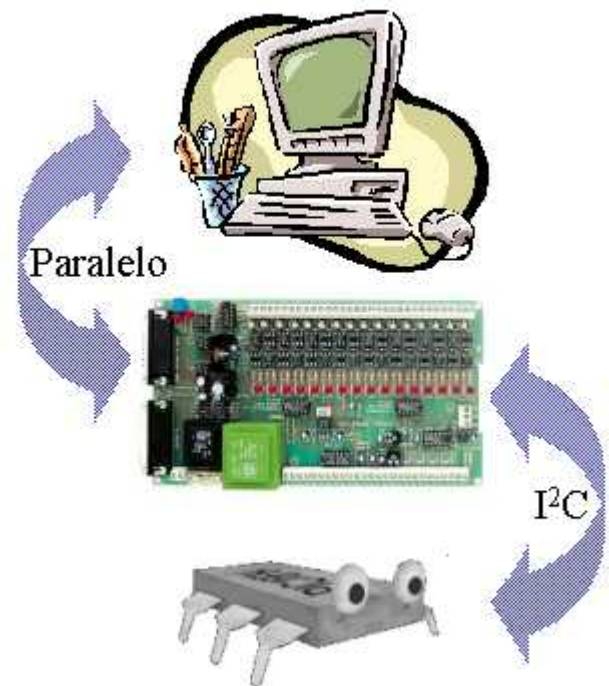
- PC
- Tarjeta interface puerto paralelo/bus I²C K8000 de Velleman
- Placa con Microcontrolador PIC16F876

Software

- Librerías en Visual C++ para el control de la tarjeta interface
- Aplicación en Visual C++ para el envío y recepción de datos por bus I²C.
- Programa servidor de eco en ensamblador para PIC.

Este desarrollo pretende simplemente dar un origen para futuros trabajos basados en comunicaciones I²C entre PC y microcontroladores, ya que tanto el programa servidor de eco, como la aplicación de envío y recepción de bytes del PC, pueden ser modificadas de forma sencilla para otro tipo de aplicaciones,

teniendo ya toda la comunicación por bus I²C implementada.



Aunque el trabajo ha sido desarrollado sobre plataforma Windows 98 y con lenguaje Visual C++ 6.0, en el documento se indicará donde encontrar información para hacer desarrollos similares sobre plataforma Linux o Windows NT/2000/XP y otros lenguajes, como Visual Basic, Qbasic, Pascal, Borland C y Java. Asimismo se hará mención a un sustituto de la placa K8000 en caso de que el lector no pueda disponer de ella.

Hardware

Ordenador

El PC utilizado ha sido un ordenador portátil con procesador Pentium-II a 233Mhz y 64Mb de

memoria RAM, con sistema operativo Windows 98.

Tarjeta Interface Paralelo – I²C

En este trabajo se ha utilizado la tarjeta interface comercial K8000 de la casa Velleman (www.velleman.be), que se vende en formato kit¹.



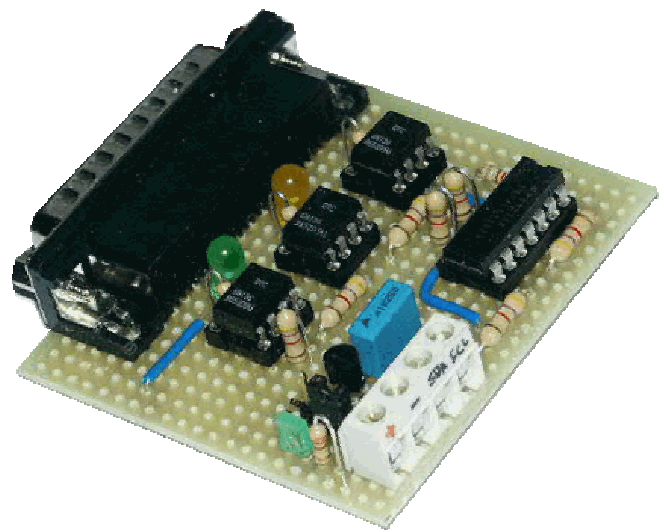
Dicha tarjeta cuya calidad es muy recomendada, dispone de puerto paralelo para su conexión a un PC, desde el que se podrán controlar 16 entradas/salidas digitales, 4 canales de conversión A/D de 8 bits, 8 canales de conversión D/A de 6 bits y un canal de conversión D/A de 8 bits, así como bus I²C. Tanto las entradas/salidas digitales como el puerto paralelo están físicamente aisladas mediante optoacopladores, que previenen de daños en el puerto paralelo del PC, tarjeta y circuitos conectados a la misma.

Velleman proporciona en su página Web librerías para control de la tarjeta con varios lenguajes de programación que solo funcionan con sistemas operativos Windows 9x e inferiores (Sep- 2003). En el apartado de librerías discutiremos otras librerías disponibles para otras versiones de sistemas operativos Windows y Linux.

Existe una limitación en la tarjeta: El protocolo I²C indica que un Slave puede detener el reloj poniendo la señal SCL en paso bajo. La tarjeta K8000 no permite identificar este caso y por tanto las paradas del SCL no detendrán las transmisiones.

El cable utilizado para la comunicación entre PC y tarjeta interface es del tipo paralelo normal.

En el trabajo presente solo se ha necesitado la parte correspondiente al módulo de conversión Paralelo a I²C del K8000. Por ello puede utilizarse la implantación de bajo coste (9€) de la tarjeta no comercial KI²C compatible con la K8000 de Velleman.

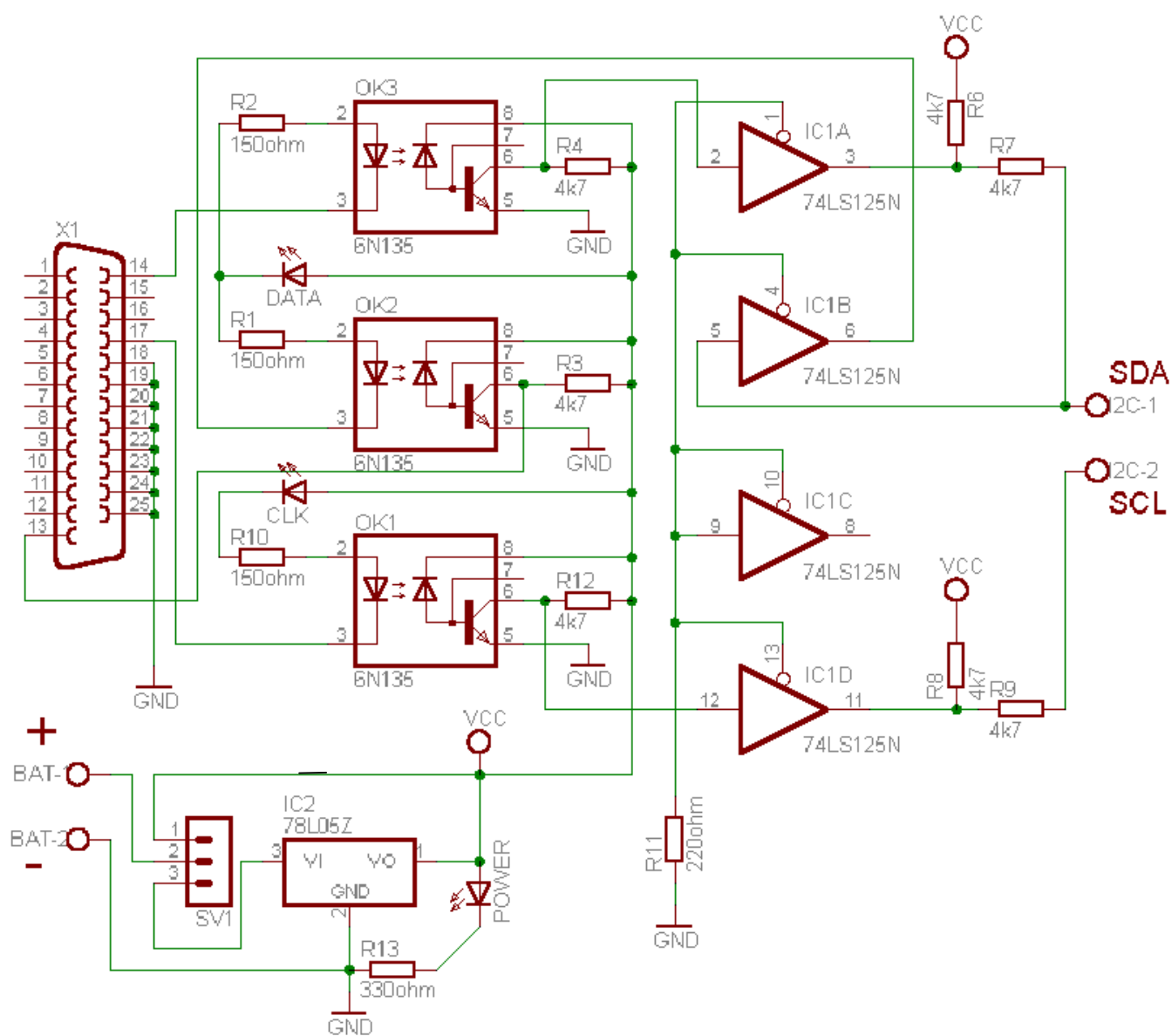


El esquema del circuito electrónico se muestra en la página siguiente.

Dicho circuito hace de interface entre el puerto paralelo del PC (utilizando la configuración de cable mostrada arriba) y el bus I²C (líneas SCL y SDA)

Nota importante: No debe olvidarse nunca que en una comunicación I²C, además de las líneas SCL (reloj) y SDA (datos) hay que conectar las masas de los circuitos.

¹ (Nota Septiembre 2.003) El precio del kit K8000 ronda los 150€. Está disponible en Conectrol (www.conectrol.com) C/Jorge Juan 58. Madrid 28001. España. Teléfono (+34) 91-5781034. mail: conectrol@conectrol.com



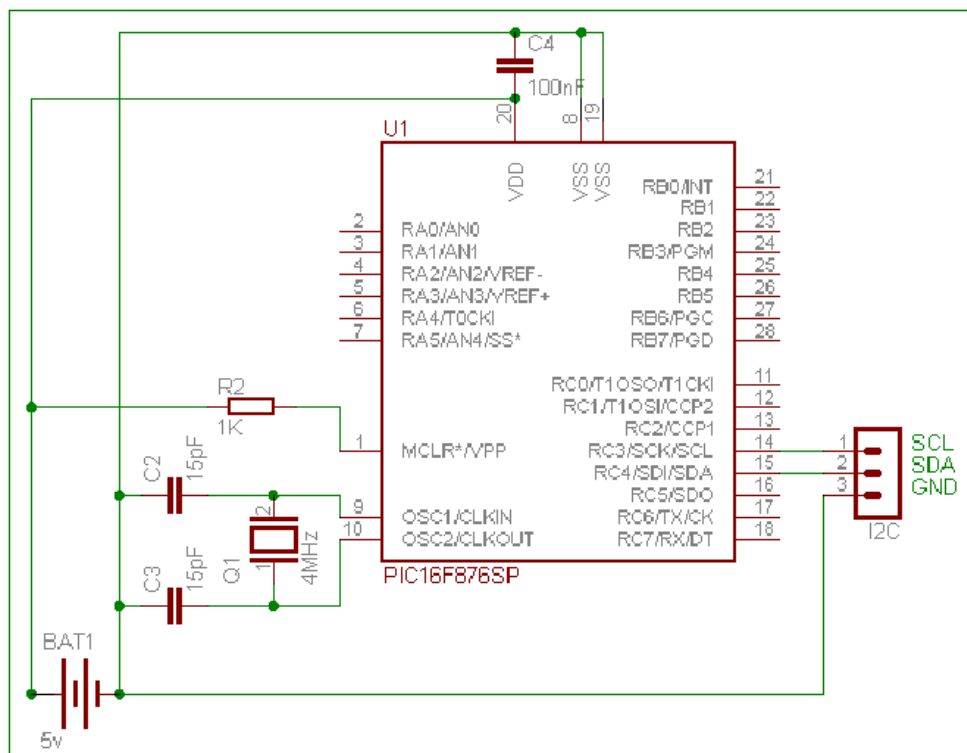
Se puede obtener más información sobre esta tarjeta en el informe publicado por el autor en <http://mundobot.com/tecnica/KI2C/KI2C.htm>

Tarjeta con microcontrolador PIC16F87x

Esta tarjeta por simplicidad incluye los mínimos componentes necesarios para hacer funcionar el microcontrolador que actuará como servidor de eco I²C.

Dicho microcontrolador es un PIC16F876 a 4Mhz.

No se necesitarán resistencias PullUp ya que la tarjeta interface las lleva incorporadas.



Software

Librerías para el control de la tarjeta interface

Como se ha comentado, Velleman ha publicado librerías para Qbasic, Visual Basic, Borland C y Turbo Pascal para sistemas operativos Windows 9x e inferiores. Este trabajo ha sido realizado en Visual C++ 6.0 para el cual no eran válidas las librerías de Borland C. Como consecuencia el

autor buscó librerías por Internet encontrando interesante soporte en la comunidad del foro K8000 de Yahoo:

<http://groups.yahoo.com/group/k8000>

En consecuencia se ha utilizado para este trabajo una librería para Visual C++ sobre Windows 9x ligeramente modificada para obtener acceso a comandos específicos de control del bus I²C que estaban inaccesibles por estar incluidos en el área *private* de la clase I2C que maneja los eventos I²C.

Al final de este documento, en el apartado de Bibliografía se han incluido enlaces a sites con librerías disponibles para múltiples sistemas operativos y lenguajes de programación. Asimismo existen librerías disponibles en el repositorio del foro K8000 mencionado.

La mayoría de las librerías disponibles por Internet son compatibles con las librerías K8000 creadas por Velleman, esto es, poseen los mismos métodos (funciones) para el control de la tarjeta K8000. Así se tienen métodos para el control de los conversores A/D o entradas/salidas digitales.

La librería está formada por dos ficheros: I2c.cpp e I2c.h. Se puede obtener en:

<http://mundobot.com/tecnica/k8000/Lib/LibW9xVCpp.zip>

Dentro del fichero ZIP indicado existen dos ficheros informativos:

- **I2CUsage.pdf:** Contiene información sobre todos los métodos (funciones) públicas incluidas en la librería para el control del K8000. No son relevantes en el trabajo presentado
- **I2CReadme.txt:** Contiene información sobre como incluir las librerías en nuestra aplicación Visual C++ y sobre los métodos de control directo del bus I²C.

En este trabajo tan solo se utilizarán los métodos relacionados con el control directo del bus I²C siguientes:

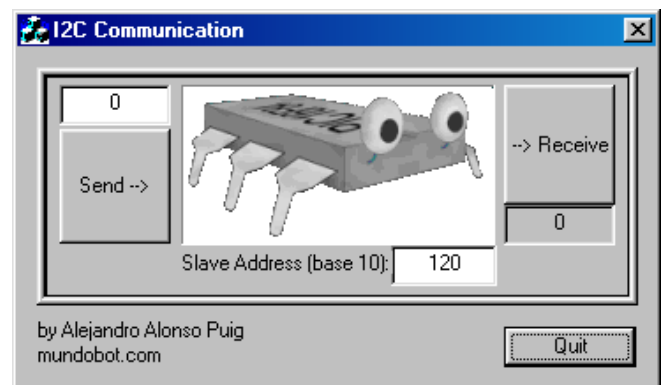
```
void GenerateStartCondition (void)
void GenerateAcknowledge (void)
void GenerateStopCondition (void)
void OutputByteToI2C (int DataByte)
int InputByteFromI2C (void)
```

Estas librerías pueden ser perfectamente utilizadas si solo se dispone del módulo conversor Paralelo/I²C mostrado en el circuito electrónico.

Aplicación en Visual C++ para el envío y recepción de datos por bus I²C

Basándose en las librerías indicadas, se ha desarrollado una aplicación muy sencilla (I2C_Com) que permitirá enviar tramas de un byte a un Slave y recibir tramas de un byte del Slave.

Como se ve en la captura de pantalla, la aplicación permite indicar la dirección I²C del Slave, introducir un dato en la parte superior izquierda y enviarlo (**Send -->**) al Slave. También se puede solicitar al Slave un dato (**--> Receive**) que se mostrará en el campo que hay bajo dicho botón.



Se ha pretendido complicar lo mínimo posible la aplicación para que pueda servir de base para

modificaciones y desarrollo de otras aplicaciones más complejas.

La aplicación completa (fuentes y objeto) puede ser obtenida en la siguiente dirección:

http://mundobot.com/tecnica/ecoI2C/I2C_Com.zip (2Mb)

Básicamente está formada por un cuadro de diálogo con tres campos numéricos con las siguientes variables asociadas:

- ***m_MensajeOut***: Dato que se introduce en el campo superior izquierdo para enviar por I²C
- ***m_SlaveAddress***: Dato que se introduce en el campo inferior para indicar la dirección del Slave.
- ***M_MensajeIn***: Dato que se recibe del Slave.

Las pulsaciones de los botones “***Send -->***” y “***--> Receive***” llaman a las funciones correspondientes para el envío (OnSend) y recepción (OnReceive) de un byte al/del Slave:

```
void CI2C_ComDlg::OnSend()
{
    UpdateData(TRUE); //Take Slave address and data to send from form

    if ((m_SlaveAddress>=0) && (m_SlaveAddress<255) &&
        (m_MensajeOut>=0) && (m_MensajeOut<=255))
    {
        Board.GenerateStartCondition(); //Send Start
        Board.OutputByteToI2C(m_SlaveAddress); //Send Slave Address
        Board.GenerateAcknowledge(); //Receive ACK from Slave
        Board.OutputByteToI2C(m_MensajeOut); //Send Data
        Board.GenerateAcknowledge(); //Receive ACK from Slave
        Board.GenerateStopCondition(); //Send Stop
    };
}

void CI2C_ComDlg::OnReceive()
{
    UpdateData(TRUE); //Take Slave address from form

    if ((m_SlaveAddress>=0) && (m_SlaveAddress<255))
    {
        Board.GenerateStartCondition(); //Send Start
        Board.OutputByteToI2C(m_SlaveAddress+1); //Send Slave Address (Write mode)
        Board.GenerateAcknowledge(); //Receive ACK from Slave
        m_MensajeIn=Board.InputByteFromI2C(); //Receive Data
        Board.GenerateAcknowledge(); //Receive ACK from Slave
        Board.GenerateStopCondition(); //Send Stop

        UpdateData(FALSE); //Update fields on form
    };
}
```


Programa servidor de eco para PIC16F87x

El software ha sido desarrollado en ensamblador para PIC16F876.

Es sencillamente un Slave con dirección 120 que funciona esperando una interrupción I²C que cuando se produzca, se atenderá en la rutina "SSP_Handler". Trabaja únicamente con tramas de un byte de datos. Cuando un master le envía un dato, lo almacena en *MensajeIn* y cuando un master le solicita un dato, envía el contenido de *MensajeOut*. Como se pretende que funcione

como servidor de eco, la única tarea que lleva a cabo entre interrupción e interrupción es copiar el contenido de *MensajeIn* en *MensajeOut*.

El código incluye gran cantidad de comentarios explicativos. Puede ser descargado en:

<http://mundobot.com/tecnica/ecoI2C/ecoi2c01.asm>

Conclusiones y líneas futuras






Se ha tratado con este trabajo de exponer un medio de comunicar PCs y dispositivos I²C mediante aplicaciones sencillas para facilitar su entendimiento.

Se ha elegido Visual C++ por ser uno de los lenguajes que el autor considera más aptos hoy en día para aplicaciones de este tipo.








La comunicación entre PC y dispositivos I²C combina la versatilidad de dichos dispositivos con la alta capacidad gráfica y de proceso del PC, lo cual permite desarrollar aplicaciones avanzadas de forma sencilla.

Bibliografía

BUS I2C

-  mundobot.com. Ejemplos de montajes y programación utilizando bus I2C:
<http://mundobot.com/tecnica/tecnica.htm>
-  Página I2C de Philips: <http://www.semiconductors.philips.com/buses/i2c/>
-  PIC16F87x Datasheet:
<http://www.microchip.com/1010/pline/picmicro/category/embctrl/14kbytes/devices/16f876/index.htm>
-  Using the PICmicro SSP for Slave I2CTM Communication (PDF)
<http://www.microchip.com/download/appnote/pic16/00734a.pdf>
-  Using the PICmicro MSSP Module for Master I2C Communications (PDF)
<http://www.microchip.com/download/appnote/pic16/00735a.pdf>

Tarjeta Interface Velleman K8000

-  Página del K8000 en Velleman: <http://www.velleman.be/common/product.Asp?id=9383>
-  Foro del K8000: <http://groups.yahoo.com/group/k8000/>
-  Power WinPLC (Freeware para controlar de forma sencilla el K8000):
<http://users.pandora.be/bartv/winplc/>
-  Página de Ferreto (Mucha info): <http://ferreto.homelinux.com/electronics/velleman/velleman.php>
-  Página PCIO (Soft y drivers W2K/NT): <http://k8000.pcio.dk/>
-  K8000 y Linux: <http://struyve.mine.nu:8080/index.pl?block=k8000>
-  Velleman K8000 & Linux HOWTO: <http://howto.htlw16.ac.at/k8000-howto.html>

Tarjeta Interface KI2C

-  mundobot.com. Página de la tarjeta económica KI2C: <http://mundobot.com/tecnica/KI2C/KI2C.htm>