

Práctica 3: Protocolos de Comunicación

Paola Del Hierro 157073
Luis Eduardo Delfín 155966
Rafael Zardain Bejar 158948

Resumen — Los objetivos principales de esta práctica son poder utilizar los protocolos I2C, SPI y UART para establecer comunicación entre dispositivos. También se utilizarán instrumentos Xbee para realizar transferencia de datos de manera inalámbrica. El primer protocolo se realizará con dos Arduino Mega 2560 para poder cambiar el estado de un motor. El SPI se utilizará para conectar una FPGA con su acelerómetro y así controlarlo. Finalmente el protocolo UART será implementado para conectar 2 Xbee y poder intercambiar información inalámbricamente para poder controlar una serie de LEDs.

1. INTRODUCCIÓN

En esta práctica se utilizaron tres protocolos de comunicación entre dispositivos. Los protocolos varían en tipo de comunicación (síncrona/ asíncrona), tipo de comunicación (maestro-esclavo) y si eran con cableado o inalámbrico, entre otros factores. Estos protocolos fueron I2C, SPI y UART. También se experimentó con distintos dispositivos como FPGA y Xbee, además de la tarjeta Altera.

La comunicación entre dispositivos es importante pues permite crear sistemas más complejos y con distintas funcionalidades. Al tener distintos dispositivos se vuelve relevante el tener control sobre la comunicación que se está dando entre ellos. Por esto el conocer e implementar los protocolos de comunicación es de gran importancia. La repercusión de la implementación de los protocolos es mayor al agregar más dispositivos al sistema, por ejemplo cuando el maestro tiene que administrar varios esclavos en paralelo.

La conexión inalámbrica entre dispositivos abre la puerta a sistemas que incluyan un mayor grado de movimiento y/o desplazamiento. También permite que la distancia entre dispositivos sea mayor pues no se limita a la distancia de un cable. A la vez facilita la comunicación pues solo hay que programar los dispositivos y ya no hay que cablear el sistema.

En este documento se describe la implementación de los protocolos mencionados anteriormente. El documento se divide de la siguiente manera. En el marco teórico se da una breve descripción de cada protocolo utilizado, así como del dispositivo Xbee que se utilizó para la comunicación inalámbrica. Posteriormente en el desarrollo se explica cómo se utilizaron estos protocolos con los distintos dispositivos que se utilizaron durante la práctica. En la sección de Resultados se describen las observaciones pertinentes que se realizaron durante la implementación. Las conclusiones se muestran en la sección 5 y se dividen por integrante del

equipo. Finalmente en la sección de Rol o Papel se describe el trabajo realizado por cada miembro del equipo.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Protocolo I²C

El protocolo de Circuito Inter Integrado (I²C por sus siglas en inglés) es un bus serial de dos cables que se utiliza para transportar datos entre circuitos integrados. Consiste de 3 velocidades de transferencia de datos: estándar, rápido, y alta velocidad. Se pueden transferir de 7 a 10 bits de direcciones de datos. La comunicación utilizada es maestro-esclavo. El maestro manda los datos y el esclavo los lee y puede ejecutar alguna acción con estos. [1]

Los pasos a seguir son los siguientes:[1]

- El maestro manda una condición inicial para que los esclavos escuchen a la línea serial de datos
- El maestro manda la dirección del dispositivo que va a utilizar (esclavo)
- El esclavo responde a la comunicación entre los dispositivos se establece
- Finalmente el maestro puede transmitir hasta 8-bits de datos. El esclavo responde con un bit de reconocimiento

2.2. Protocolo SPI

El protocolo SPI o *Serial Peripheral Interface* se ha vuelto popular por su rapidez y simplicidad, así como la sencillez con la que pueden trabajar con los microcontroladores. Es un protocolo síncrono pues permite que dos dispositivos se comuniquen al mismo tiempo utilizando canales diferentes o líneas distintas del mismo cable. Una tercera línea se encarga de llevar el proceso de sincronismo.

La comunicación se realiza como maestro-esclavo, con la distinción que el esclavo también puede mandar datos a su contraparte.

El proceso se lleva a cabo con cuatro líneas lógicas:

- **Master Out Slave In:** lleva bits del maestro al esclavo
- **Master In Slave Out:** lleva bits del esclavo al maestro
- **Clock:** señal del reloj para sincronizar los dispositivos
- **Slave Select:** selecciona y habilita al esclavo

La información se puede enviar de cuatro formas distintas dependiendo del modo del reloj. Este se configura con

los registros CPOL y CPHA. Cada esclavo puede tener una configuración distinta, el maestro debe adaptarse a la configuración de cada esclavo. [2]

2.3. Protocolo UART y XBee

UART son siglas para *Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*. A diferencia de los protocolos anteriores este es un circuito integrado al microcontrolador. Su propósito principal es la comunicación serial entre dispositivos y se logra mediante dos cables. Los cables conectan dos dispositivos UART. Cada uno de estos dispositivos tiene un pin para recibir información (Rx) y uno para transmitir (Tx). El pin Tx debe conectarse al Rx del otro dispositivo y la información se transmite por los cables. [3]

Los Xbees son circuitos integrados que permiten la conexión inalámbrica entre dos o más dispositivos. Utilizan el protocolo IEEE 802.15.4 para crear redes punto a punto. [4]

3. DESARROLLO

3.1. I²C

Para esta primera parte de la práctica, se colaboró con otro equipo del laboratorio. Se enlazaron los microcontroladores para que por medio de un puente H, se mueva un motor. Nuestro equipo, realizó la parte del maestro, mientras que el otro, realizó la parte del esclavo.

Se realizó un programa que iniciaba y terminaba la comunicación entre el maestro y el esclavo. Además, se conectaron 2 botones al arduino que, dependiendo de como los presionabas, enviaban bits al esclavo que le indicaban para que lado mover el motor.

3.2. SPI

3.3. UART y Xbee

Para esta tercera parte de la práctica, se necesitaba comunicar dos Xbee de manera inalámbrica. Para esto, se configuraron los Xbee utilizando el programa XCTU con los parámetros deseados. Se configuró el canal, el identificador y la dirección de destino y de fuente. Después, se probó la conexión y la comunicación de cada Xbee desde XCTU.

Por último, se desarrolló un programa en donde, después de que se enviaban comandos desde el XCTU al arduino, se prendía y se apagaba un LED.

4. RESULTADOS

4.1. I²C

Para esta parte de la práctica se obtuvieron los resultados deseados. Es decir, se logró una comunicación entre los microcontroladores mediante el protocolo I²C.

4.2. SPI

4.3. UART y Xbee

Se logró la comunicación inalámbrica entre los dos Xbees. Además,

5. CONCLUSIONES

Paola Del Hierro: Durante esta práctica se logró comunicar dos microcontroladores para que uno mandara instrucciones mientras el otro realizaba una acción. También se logró establecer una comunicación inalámbrica entre dos dispositivos Xbee, de tal manera que ambos recibieran y transmitieran información. El protocolo SPI fue el más complicado puesto que el dispositivo a utilizar así como su programación no quedó claro.

Luis Delfin: En esta práctica aprendimos varios de los protocolos de comunicación que existen. La programación con FPGA en el protocolo SPI, a pesar de que era poco, se nos complicó mucho. Por otra parte, los otros dos protocolos tuvieron una menor dificultad y se logró realizarlos.

6. ROL O PAPEL

Paola Del Hierro: Programación en Arduino para la comunicación entre dos dispositivos Arduino Mega 2560 con el protocolo I²C. Programación de Xbees para su comunicación y la programación en Arduino para leer y mandar datos desde el Monitor Serial.

Luis Delfin: Programación en Arduino para la comunicación entre dos dispositivos Arduino Mega 2560 con el protocolo I²C. Programación y modificación del programa en VHDL para el protocolo SPI.

7. FUENTES CONSULTADAS

REFERENCIAS

- [1] I²C bus protocol Tutorial, Interface with applications". *ElProCus* <https://www.elprocus.com/i2c-bus-protocol-tutorial-interface-applications/>
- [2] K.Navarro "¿Cómo funciona el protocolo SPI?". *PanamaHiTec* <http://panamahitek.com/como-funciona-el-protocolo-spi/>
- [3] "Basic of UART Communication". *Circuit Basics* <http://www.circuitbasics.com/basics-uart-communication/>
- [4] "¿Qué es Xbee". *Xbee* <https://xbee.cl/que-es-xbee/>