

Práctica 3: Protocolos de comunicación

Alberto Acosta López, Francisco Javier López Franco
Luis Fernando Peña Flores

Resumen—La presente práctica se enfoca en un primer acercamiento a protocolos de comunicación básicos y a herramientas de comunicación inalámbricas. Los protocolos utilizados fueron I²C, UART y SPI. Mientras que las herramientas de comunicación fueron XBee y el acelerómetro.

Para aprender su funcionamiento se realizaron programas sencillos para conectar microcontroladores, conexión de XBee's y configuración de una FPGA para manejar el acelerómetro. La práctica se desarrolló de forma satisfactoria con dificultades específicas en la parte del acelerómetro.

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación entre dispositivos es fundamental para la creación de sistemas embebidos complejos, por lo que los protocolos I²C, UART y SPI son un ejemplo de comunicación entre distintos dispositivos mediante el uso de XBee para que la misma sea de manera inalámbrica. Este documento está conformado por un marco teórico, donde se explican los protocolos y los dispositivos utilizados; el desarrollo de la práctica; los resultados y las conclusiones personales.

2. MARCO TEÓRICO

La comunicación entre dispositivos electrónicos es como la comunicación entre los humanos, ya que ambas partes necesitan hablar el mismo lenguaje, el cual es llamado “*protocolo de comunicación*”.

El protocolo de comunicación SPI es un protocolo que permite que los datos sean transferidos sin interrupciones, es decir, cualquier número de bits puede ser mandado o recibido en un envío continuo. Los dispositivos que se comunican mediante SPI tienen una relación maestro-esclavo, donde el maestro es el dispositivo controlador, mientras que el esclavo recibe las instrucciones del maestro. La configuración más simple es de un solo maestro y un solo esclavo, sin embargo, un maestro puede controlar más de un esclavo. [1] [2]

UART no es un protocolo de comunicación como SPI, sino que es un circuito físico en un microcontrolador y su propósito principal es el de transmitir y recibir datos. En la comunicación entre UART, ambos se comunican directamente con el otro. El UART transmisor convierte el dato en paralelo de un dispositivo controlador como un CPU en una forma serial para que la información sea transmitida al UART receptor, el cual después convierte la información en datos en paralelo. Los datos fluyen de los pines Tx

del transmisor al Rx del receptor. Los dispositivos UART transmiten los datos de forma asíncrona, por lo que la señal del reloj es definido cuando se comienza y termina la transmisión de la información. [3] [4]

La comunicación mediante I²C combina las mejores características de SPI y UART, ya que se puede conectar múltiples esclavos a un solo maestro y se pueden tener múltiples maestros controlando uno o varios esclavos. Esto es muy útil cuando se quiere tener más de un microcontrolador escribiendo datos a una sola memoria o para mostrarlos. La información es transferida en mensajes, los cuales son partidos en bloques de datos y cada mensaje tiene su dirección de bloque que contiene la dirección binaria del esclavo. El mensaje incluye también las condiciones de inicio y final, lectura o escritura de bits y los “*ack/nack*” de los bits en cada bloque de datos. [5] [6]

La tarjeta XBee permite que un Arduino se pueda comunicar de forma inalámbrica mediante el uso de Zigbee. El protocolo de comunicación Zigbee es utilizado para velocidades de transferencia de datos bajos, aplicaciones con poco poder y es un estándar abierto que permite la mezcla de implementaciones de diferentes fabricantes y soporta una lenta transferencia de datos y utiliza una red compartida para evitar que los dispositivos mezclen información y la transmitan a los demás dispositivos conectados en esa red. [7] [8]

3. DESARROLLO

Como ya se mencionó anteriormente, la práctica se dividió en tres fases. La primera consistió en utilizar el protocolo de comunicación I²C para comunicar dos microcontroladores. En el primero de ellos, perteneciente a un equipo, se tenían dos botones conectados. En el segundo, perteneciente a otro equipo, se tenía conectado un motor pequeño.

En esta fase, fue responsabilidad nuestra el implementar los botones y asignar la funcionalidad del motor tal y como se especificaba en la práctica. Una vez acoplado nuestra implementación con la del equipo vecino, el motor fue capaz de moverse según las especificaciones dadas.

La segunda fase de la práctica se enfocó en hacer comunicar el acelerómetro con la FPGA. Para dicho objetivo se utilizó el protocolo SPI, así como los archivos .vhd provistos por el profesor.

Durante la escritura del programa fue muy importante la consulta de diversos manuales de especificaciones del

acelerómetro. Se utilizaron los propios leds de la FPGA para facilitar la lectura de los registros.

Finalmente, para la tercera fase, se utilizaron dos XBee y el protocolo UART para conectarlos. Una vez conectados, se alambro un circuito sencillo de tres leds. Al enviar un número específico a través de un XBee se debía prender uno y solo uno de los leds.

Para finalizar esta fase, se utilizó un botón como medio de control para enviar un mensaje sencillo al XBee. Es decir, al presionar el botón, uno de los XBee se encargaba de enviar un mensaje al otro XBee.

4. RESULTADOS

Con respecto a la primera fase de la práctica, podemos decir que los microcontroladores se conectaron de forma exitosa. Asimismo, el motor funcionó de acuerdo a las especificaciones dadas en la práctica.

Es importante mencionar que hubo dificultades al momento de hacer el acoplamiento con el microcontrolador del otro equipo. Una de las causas fue que no se utilizó la misma forma de codificar los datos en ambos equipos. Una vez solucionado ese detalle, la fase fue finalizada con éxito.

La segunda fase de la práctica fue terminada casi en su totalidad. Fuimos capaces de, gracias a los manuales de apoyo y la ayuda del profesor, establecer los valores para que el programa funcionara correctamente. También se logró escribir valores en los registros correspondientes, así como leerlos y prender los leds adecuados. Restó utilizar el dip switch y el puente H para hacer mover el motor dependiendo de los valores en los registros leídos.

Finalmente, la tercera fase de la práctica fue realizada en su totalidad y con éxito. Uno de los mayores impedimentos fue que uno de los XBee estaba defectuoso y eso generó una pérdida de tiempo considerable. Otro contratiempo recayó en que utilizamos dos canales distintos y los XBee's eran incapaces de comunicarse. Una vez reemplazado el XBee defectuoso y habiendo homologado el canal pudimos, sin mayores contratiempos, realizar los enlaces pertinentes y lograr el comportamiento pedido en la práctica.

5. CONCLUSIONES

5.1. Alberto Acosta

En esta práctica logré dimensionar la importancia de la comunicación entre dispositivos, sin embargo, fue hasta la redacción de este reporte cuando comprendí finalmente el funcionamiento de los distintos protocolos de comunicación entre ellos y la manera de transmitir los datos. Gracias a la materia de Redes de Computadoras, pude comprender la forma en la que se encapsula la información para que sea transmitida y leída por los dispositivos. Fue interesante descubrir dichos métodos y espero descubrir más en las siguientes prácticas.

5.2. Francisco López

Gracias a que trabajamos en la conexión entre dispositivos de dos formas diferentes, pudimos ver cómo funciona cada una y cuáles son sus ventajas y desventajas, cosa que nos ayudará en un futuro a elegir la mejor opción para

nuestros proyectos. De igual manera, trabajar con la FPGA nos dio una idea de cómo trabajar desde la raíz con un dispositivo, lo cual nos da la habilidad de poder modificar las cosas a nuestro antojo, y así crear cosas que cumplan nuestros requisitos. Todos estos conocimientos serán de gran ayuda para el desarrollo del proyecto final.

5.3. Fernando Peña

Esta práctica me permitió ahondar, de forma práctica, en los tópicos discutidos en las clases de teoría de Principios de mecatrónica y Redes de computadora. Por la parte de la clase de Principios, fui capaz de identificar los distintos componentes que engloban la comunicación física de los dispositivos, sus protocolos básicos y su acoplamiento con otros dispositivos físicos. Y por parte de la materia de Redes pude experimentar como funciona de forma real una red ZigBee y que usos básicos se le pueden dar.

6. ROL O PAPEL

1. **Alberto:** Revisar puntos a realizar de la práctica, armar el circuito y corregir errores presentados.
2. **Francisco:** Programar el código en Arduino y corregir errores presentados.
3. **Fernando:** Armar el circuito y corregir errores presentados.

7. FUENTES CONSULTADAS

REFERENCIAS

- [1] C. Basics. Basics of the spi communication protocol. [Online]. Available: <http://www.circuitbasics.com/basics-of-the-spi-communication-protocol/>
- [2] MikeGrusin. Serial peripheral interface (spi). [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-peripheral-interface-spi/all>
- [3] C. Basics. Basics of uart communication. [Online]. Available: <http://www.circuitbasics.com/basics-uart-communication/>
- [4] JimBlom. Serial communication. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/serial-communication/all>
- [5] C. Basics. Basics of the i2c communication protocol. [Online]. Available: <http://www.circuitbasics.com/basics-uart-communication/>
- [6] SfuTownMaker. I2c. [Online]. Available: <https://learn.sparkfun.com/tutorials/i2c/all>
- [7] Arduino. Xbee shield. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoXbeeShield>
- [8] M. Rouse. Zigbee. [Online]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/ZigBee>