

Diseño e Implementación de un Sistema de Monitoreo Inalámbrico para Sistemas Embebidos

Juan Felipe Medina L., John Edward Salazar D., Nicolás Cobo Y., Juan Felipe Patarroyo M.,

Felipe Minotta Z, Luis Miguel Capacho V.

Resumen—Un sistema de monitoreo inalámbrico es una herramienta que permite ver las diferentes variables y registros que se manejan en un microcontrolador, con la ventaja de que no es necesario cables para su implementación, por lo tanto una de sus aplicaciones más importantes es el campo de la robótica móvil.

Este artículo fue desarrollado en los meses de noviembre y diciembre del año 2008 por estudiantes de VI semestre como proyecto final de la materia fundamentos de microprocesadores de ingeniería electrónica de la universidad del Quindío dictada por el profesor Luis Miguel Capacho V. capacho4@hotmail.com.

Nicolás Cobo Yepes, estudiante de ingeniería electrónica, nicoye@hotmail.com.

Juan Felipe Patarroyo Montenegro, estudiante de ingeniería electrónica, jpatarroyo_m@hotmail.com.

John Edward Salazar Duque, estudiante de ingeniería electrónica, La_joncha@hotmail.com.

Juan Felipe Medina Lee, estudiante de ingeniería electrónica, jmedina_l@hotmail.com.

Felipe Minotta Zapata, estudiante de ingeniería electrónica, Pipe_028@hotmail.com.

Palabras Claves—Ask, Antena, Baudio, Comunicación, Microcontrolador, Modulo, Robot, Sensor, Transmisión.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el uso de sistemas embebidos es cada vez más frecuente, la única manera de ver que es lo que sucede dentro de estos es el uso de los puertos de salida para manejar LEDs o displays, pero esto implica el uso completo de un puerto; este proyecto trata de dar una ayuda para saber exactamente el manejo de variables y registros internos que posee un microcontrolador ATmega16 usando únicamente el puerto de comunicación serie USART.

En este artículo se presenta una comunicación inalámbrica de bajo costo por modulación en ASK que comunica a un robot explorador con el computador encargado de monitorear cada una de las variables del ambiente, para esto se usa un tercer módulo de interpretación de datos que convierte el protocolo RS-232 en USB.

II. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

A. Esquema de Comunicación

Para el análisis de la comunicación inalámbrica entre el computador y el robot es necesario usar tres etapas intermedias cada una con labores muy importantes,

estas etapas se muestran en la figura 1.



Fig. 1. Esquema de los diferentes módulos de la comunicación

Básicamente son 5 módulos importantes, de los cuales el robot y el PC son los principales y los otros 3 se encargaran de la transmisión y decodificación de los datos.

B. Módulos

Módulo de Computador

Este modulo es el encargado de decodificar los datos de estado del robot y generar las ordenes hacia el enviadas por protocolo USB.

Módulo Traducción USB-RS232

Debido a que los microcontroladores trabajan de acuerdo al protocolo RS232, es necesario usar esta etapa intermedia encargada de decodificar los datos provenientes del computador para mandarlas al microcontrolador y viceversa.

Módulo Base

Debido a que el microcontrolador ATmega16 solo cuenta con un único puerto de comunicación serie y se necesitan dos para poder comunicar con el PC y con el modulo de comunicación al mismo tiempo es necesario utilizar dos de estos microcontroladores, uno que recibe por serie desde el modulo de comunicación y le envía a otro por puerto paralelo el dato para que este envíe por puerto serie hacia el computador y viceversa.

Módulo de Comunicación-Base y Comunicación-Robot

Estos dos módulos mantienen la comunicación inalámbrica de dos vías entre la base y el robot. Estos tienen varios problemas de potencia y calidad de señal,

pero el problema a tener en cuenta principalmente es la frecuencia de los datos que se van a enviar ya que no se puede enviar un 1 (alto) o un 0 (bajo) constante porque el transmisor deja de funcionar después de 80ms y tampoco se pueden mandar muy rápido porque se tergiversan los datos, para lo cual se estandariza una tasa de 1200 baudios que funcionan perfectamente y los datos llegan de forma correcta.

Módulo Robot

Este módulo se encarga de la adquisición de los datos de su entorno y de ser manejado a través de la comunicación inalámbrica. En primer lugar se diseñó un modelo en Autocad para definir la posición de cada uno de los elementos a usar:

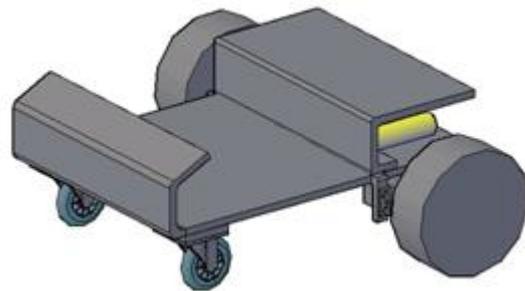


Figura 2. Plano básico del Robot

El modulo de comunicación se colocará en la plataforma superior para lograr tener una buena recepción y transmisión.

Básicamente este modulo recibirá un solo dato encargado de decirle que hacer o que dato enviar, y enviará los 8 bytes con los datos de los sensores observados y una variable a depurar.

C. Protocolo de comunicación

Por parte del robot móvil se envían 8 datos de diferentes sensores, cada uno consta de un numero de 8 bits, y por parte del PC se envía un numero de 8 bits que lleva la información de estado tales como el estado de las luces exploradoras y el estado automático o manual, es decir, si se

maneja el robot desde el PC por medio de la interfaz grafica o si el robot explora de manera autónoma el ambiente usando los sensores de proximidad, iluminación, temperatura, sonido, etc.

Estos datos se intercambian inalámbricamente bajo la misma banda en los dos módulos, para esto se realiza una modulación en el tiempo, es decir, primero el modulo base envía un dato y después el modulo móvil envía el otro dato y así sucesivamente.

Debido a las características propias de los circuitos de transmisión y recepción, un modulo de comunicación no puede durar más de 70 ms sin recibir un dato, teniendo en cuenta que cada dato se demora 8 ms en llegar. Para esto, el robot enviará un dato y pondrá un retardo de 60ms para enviar el siguiente, es decir, se envía un 0xAA como byte de inicio, luego se esperan 60 ms y se envían los 8 datos con una espera igual entre ellos.

Por su parte, la base después de recibir satisfactoriamente el dato, esperará 6 ms para enviar el dato proveniente desde el computador, esto sucederá siempre después de recibir cualquier dato, así, se enviará 8 veces el mismo dato con el fin de refrescar el transmisor y no enviar ruido.

De esta forma, se puede usar la misma banda para comunicar un modulo con otro sin tener interferencia entre ellos.

Para que cada microcontrolador sepa de donde se le está hablando, se utilizo un noveno bit para comunicar, así el base siempre tendrá este bit en uno y el robot lo tendrá en cero, de esta forma, para saber cual envía, solo es necesario mirar el noveno bit y así saber si tomar el dato o no.

D. Implementación en Microcontrolador

Como se ha descrito anteriormente, existe un módulo base y un módulo móvil, comunicados entre sí inalámbricamente y a su vez, el módulo base comunicado con el PC.

Modulo Móvil

Éste módulo fue programado en C, consiste en leer los sensores conectados al Conversor Análogo Digital (ADC) del microcontrolador para enviarlos y leer un dato de vuelta con una orden a realizar.

El dato se envía, luego por medio de un retardo, se espera un tiempo mínimo en el que la base pudiera retornar un dato de vuelta, y simplemente leer el dato que se encuentre en el registro de datos del USART (UDR) al cabo de ese tiempo, garantizando que sea el dato transmitido de vuelta por la otra estación.

Módulo Base

El módulo base está programado en ensamblador, el cual consiste en dos microcontroladores. Para que esta comunicación sea efectiva y los microcontroladores sepan con certeza cuando habían recibido un dato se usaron las interrupciones externas ubicadas en su puerto D; por lo tanto los microcontroladores se comunican poniendo el dato de salida en el puerto y luego activando un bit que va conectado a la interrupción externa (INT0) del otro para notificar la llegada del dato y así evitar problemas de lectura.

La labor de cada uno de estos microcontroladores es recibir un dato por puerto serie y enviarlo hacia el otro por puerto paralelo y viceversa.

E. Diseño e Implementación de la Base Móvil

El robot diseñado está compuesto por 5 partes las cuales son:

- Microprocesador
- Sensores
- Etapa de alimentación
- Chasis

Microprocesador

Este es el componente más importante en el robot ya que es donde se procesan las señales que son emitidas desde el

modulo base, la cual indicara desde el PC lo que desea que este realice.

Los datos adquiridos en el móvil son transmitidos a través de él por puerto serie hacia el modulo Tx – Rx.

Sensores

Los sensores utilizados en el móvil captan los diferentes cambios del ambiente como la intensidad de luz, la cantidad de ruido, la temperatura, la presencia de obstáculos y además el nivel de carga de la batería.

Dependiendo de los valores de estas lecturas el microcontrolador decide si enciende o apaga luces o si gira para evitar un obstáculo.

Etapa de Alimentación

En cuanto a la etapa de alimentación se utiliza una batería de 9.6V que son regulados a 5V con el integrado LM7805, esto se hace con el fin de tener seguridad de que los circuitos van a tener un nivel de tensión constante.

Chasis

El chasis del robot esta hecho en acrílico negro, cada circuito contenido en él está unido por medio de velcro; en la parte delantera tiene las exploradoras, el sensor de luminosidad, las llantas delanteras las cuales giran libremente; en la parte media del robot se encuentra la tarjeta de recepción y transmisión de datos y la tarjeta del microcontrolador. En la parte trasera se ubica la tarjeta que contiene los circuitos de los sensores y la de potencia, allí también se ubica la batería. Además de eso, en la parte trasera se encuentran las antenas y el micrófono.

F. Interfaz Grafica

En la interfaz podemos observar los diferentes botones, como el modo de control, es decir, si es automático o manual; el control de las exploradoras que posee el robot y las flechas para el manejo

de este en el modo manual. También se observan los espacios donde se grafica el valor de cada sensor y vemos unas barras que muestran el nivel de la batería y el nivel en centímetros del objeto que haya en frente del robot. Cabe resaltar que el diseño también fue pensado para la utilización del “Tablet PC” o control con el tacto que nos permite el PC utilizado.

Algoritmia de funcionamiento

Para la transmisión lo que se hace es mirar primero en qué modo esta, esto quiere decir que si el modo esta en automático lo único que tiene que mandar el computador al robot es el estado de las exploradoras, y si el modo esta en manual la interfaz tiene que enviar el estado de las exploradoras y el mando de dirección del robot.

En cuanto a la recepción se maneja el siguiente estándar:

La interfaz recibe un byte de inicio (0xAA) que le indica cuando empieza el primer dato, luego con el algoritmo basado en un contador realizado, la interfaz empieza a cargar en cada uno de los espacios designados para cada sensor el valor que el robot vaya enviando.

III. CONCLUSIONES

El gran problema presente fue la sincronía en el manejo de los datos en todos los módulos, además de contar con el problema de usar la misma banda con los transmisores y receptores, existía el problema de dejar de funcionar el modulo de transmisión por cierto tiempo porque empezaba a generar ruido.

La programación en lenguaje ensamblador en los módulos de la base, facilitó mucho el entendimiento de los registros de comunicación e interrupción necesarios.

Es de suma importancia el manejo de interrupciones, ya que estas paran el

programa para hacer una subrutina y continuar su uso, además de eso, se garantiza que siempre los módulos estén sincronizados.

dando la opción de aplicar las cosas en equipos nuevos que no posean el puerto serie.

La potencia de la señal influye mucho y el alcance práctico de transmisión está alrededor de 5 metros fuera de obstáculos, por lo que para futuras aplicaciones sería conveniente usar transmisión por FSK que además de tener más alcance, siempre está transmitiendo, además de usar transmisores de diferentes bandas.

A la salida de los receptores y a la entrada de los transmisores se dispuso de una compuerta NOT con el fin de que cuando el puerto serie este inactivo envíe un bajo y no un alto como está estipulado en el protocolo RS232 además de que estas compuertas sirven para rehabilitar la señal y rectificarla.

Según lo observado del funcionamiento del robot por medio de este diseño físico fue muy óptimo ya que el movimiento de él era muy estable y permite la fácil conexión entre los componentes.

En cuanto a los microcontroladores, se logró conocer mejor su funcionamiento cuando fueron programados en ensamblador, ya que el poder acceder a los registros de configuración y poder programarlos ayuda a ver de una manera muy completa la arquitectura del microcontrolador.

Al programar el PC se notó una gran ventaja de este modo de interfaz gráfica, ya que es el tipo de programación que es orientada a objetos lo que nos permite una muy buena herramienta para crear plataformas muy robustas y amigables al usuario, con gráficas y funciones muy útiles a la hora de aplicar este tipo de aplicaciones.

El manejo de la tarjeta FT232 nos facilitó mucho en una forma eficaz y sencilla de utilizar, la sacada de los datos por USB y