

1.- INTRODUCCION

El SRF02 es un medidor ultrasónico de distancias (sonar) que emplea un único transductor y se presenta en una placa impresa de muy reducidas dimensiones. Acepta comunicaciones I2C y serie. El interface serie tiene un formato estándar a 9600 baudios, 1 bits de inicio, 2 de stop y sin paridad. Los niveles de tensión son TTL por lo que se puede conectar directamente con la UART de cualquier tipo de microcontrolador.

Sobre un mismo bus (serie o I2C) se pueden conectar hasta 16 dispositivos SRF02. Se incluyen nuevas comandos o funciones que permiten transmitir ráfagas ultrasónicas sin medir el eco recibido o, a la inversa, medir un eco sin haber enviado una ráfaga. Esto permite sincronizar y capturar medidas procedentes de otros sensores SRF02.

Ya que en el SRF02 se emplea un único transductor tanto para la transmisión de la ráfaga ultrasónica como para la recepción del correspondiente eco, la distancia mínima que se puede medir es mayor que en los sensores que emplean dos transductores. Esta distancia mínima es en torno a los 15cm (6").



2.- CARACTERISTICAS

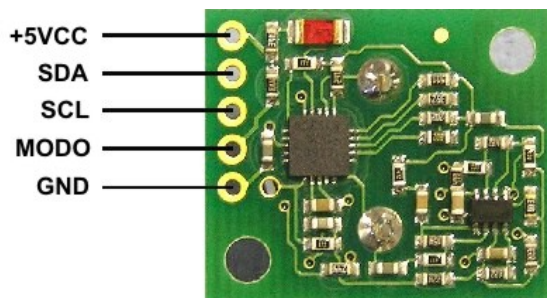
Se resumen a continuación las características mas notables del medidor ultrasónico SRF02:

- Tensión de alimentación +5Vcc
- Consumo típico 4mA.
- Frecuencia ultrasónica de 40KHz
- Rango de medidas de 15 cm hasta 6 m
- Control de automático de ganancia
- Interface serie estándar o protocolo bus I2C
- Sintonía automática
- Medida expresada en μ S, cm o pulgadas
- Reducido tamaño de 24 x 20 x 17 mm

3. MODOS DE INTERFACE

Una de las características mas relevantes del sonar SRF02 es la posibilidad de controlarlo desde un microcontrolador Master, bien mediante el interface I2C o bien mediante un interface serie estándar.

3.1 Modo I2C



Este modo se selecciona dejando sin conectar, a nivel "1", la patilla "MODO" del SRF02. Tal y como se muestra en la figura se dispone así de las clásicas señales propias del bus I2C. SCL es la señal de reloj y SDA la de datos. Ambas señales se deben poner a +5Vcc a través de sendas resistencias Pull-Up. Estas normalmente se deben de encontrar en el Master que controla al resto de dispositivos I2C esclavos. Es decir, no es necesario poner un par de resistencias por cada esclavo disponible, sino un único par en el Master que controla el bus.

La dirección I2C del medidor SRF02 se puede elegir de entre 16 posibles: 0xE0, 0xE2, 0xE4, 0xE6, 0xE8, 0xEA, 0xECC, 0xEE, 0xF0, 0xF2, 0xF4, 0xF6, 0xF8, 0xFA, 0xFC o 0xFE. Por ello es posible tener hasta 16 sensores SRF02 conectados en el mismo bus. La dirección por defecto es 0xE0.

3.1.1 Registros

El sonar SRF02 consta de un total de 6 registros a través de los cuales se determinan los comandos a ejecutar y se leen los resultados. Se resumen a continuación:

Registro Nº	Modo lectura	Modo Escritura
0	Versión del firmware interno	Registro de comandos
1	No usado (se lee 0x80)	No disponible
2	Byte alto de la medida realizada	No disponible
3	Byte bajo de la medida realizada	No disponible
4	Byte alto del valor mínimo de distancia	No disponible
5	Byte bajo del valor mínimo de distancia	No disponible

El único registro que se puede escribir es el 0. Se emplea para escribir el comando necesario para iniciar una nueva medida. El tiempo que tarda en realizarse una medida es de unos 65mS. Durante este tiempo el SRF02 no responde a ningún otra operación que se realice a través del bus I2C. Si se lee este registro se obtiene la versión del firmware interno del sonar SRF02.

Los registros 2 y 3 ofrecen un valor de 16 bits que responde al valor de la última medida realizada. Este valor depende del comando empleado y puede expresar μ S, cm o pulgadas. El valor 0x0000 indica que no se ha detectado ningún objeto frente al sonar SRF02.

Los registros 4 y 5 ofrecen un valor de 16 bits que representa el valor aproximado de la distancia mas próxima que el sonar puede medir.

3.1.2 Comandos

Se resumen en la siguiente tabla:

COMANDO		DESCRIPCION
DEC.	HEX.	
80	0x50	Iniciar una nueva medida real. Resultado en pulgadas
81	0x51	Iniciar una nueva medida real. Resultado en centímetros
82	0x52	Iniciar una nueva medida real. Resultado en micro segundos
86	0x56	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en pulgadas
87	0x57	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en centímetros
88	0x58	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en micro segundos
92	0x5C	Transmite una ráfaga de 8 ciclos a 40KHz. No se realiza ninguna medida.
96	0x60	Fuerza un reinicio del sonar SRF02 realizando un ciclo de auto ajuste. Es similar a conectar la alimentación
160	0xA0	1er. Comando de la secuencia para el cambio de dirección I2C del SRF02
165	0xA5	3er. Comando de la secuencia para el cambio de dirección I2C del SRF02
170	0xAA	2º comando de la secuencia para el cambio de dirección I2C del SRF02

Los tres primeros comandos (0x50-0x52) dan lugar a realizar una nueva medida. Se transmite una ráfaga de 8 ciclos a 40KHz (burst) y se espera a recibir el eco que rebota en el objeto a detectar. El resultado se devuelve en pulgadas, cm o μ S respectivamente.

Los comandos 0x56-0x58 son similares a los anteriores excepto en que no se transmite ninguna ráfaga, por lo que no se mide la distancia de un objeto. Esto puede ser útil para detectar las ráfagas transmitidas por otros sonar SRF02 y sincronizarlos.

El comando 0x5C transmite una ráfaga de 8 ciclos a 40KHz (burst) pero no realiza medida alguna.

El comando 0x60 produce el mismo efecto que conectar la alimentación al sonar. Realiza un auto ajuste con la distancia mínima que se puede medir.

Los tres últimos comandos 0xA0, 0xA5 y 0xAA se emplean en secuencia para proceder a cambiar la dirección I2C de los dispositivos SRF02.

3.1.3 Midiendo

Para dar inicio a una nueva medida se debe escribir uno de los comandos anteriormente citados sobre el registro de comandos (0x00). A continuación se debe esperar un tiempo de unos 66mS para completar la ejecución del mismo y, finalmente, proceder a realizar la lectura de los registros 0x02 y 0x03 para obtener el resultado de la medida.

Mientras se está ejecutando un comando, el SRF02 está ocupado y no responde a ninguna operación que se realice sobre el bus I2C. La aplicación del usuario tiene 2 opciones antes de volver a mandar realizar una nueva medida. Por un lado puede esperar un tiempo de unos 70mS que es lo que se tarda, en el peor de los casos, en ejecutar el comando previo.

Por otro lado puede proceder a leer el registro 0x00. Si el SRF02 está ocupado, el bus I2C queda inactivo con la línea de datos a "1". Es por ello que el valor leído es 0xFF. Si se lee un valor distinto a 0xFF, es porque el SRF02 está libre y ha respondido devolviendo el nº de la versión del firmware interno del propio SRF02.

3.1.4 Cambiando las direcciones I2C

Para proceder a cambiar la dirección I2C de un SRF02, es necesario que sólo haya uno conectado al bus. Se debe escribir una secuencia de tres comandos en el orden apropiado, seguido de la nueva dirección que se le desea asignar. Por ejemplo, para cambiar la dirección por defecto (0xE0) de un sonar por la dirección 0xF2, basta con transmitir la siguiente secuencia:

0xA0, 0xAA, 0xA5, 0xF2

Esta secuencia se debe enviar al registro de comandos (0x00) en cuatro ciclos de escritura diferentes pero consecutivos. La nueva dirección pasa a ser la dirección actual hasta que se realice un nuevo cambio de la misma.

Como ya se comentó, se pueden asignar hasta 16 direcciones diferentes a los módulos SRF02. Cada vez que se conecta la alimentación, el diodo led genera una serie de intermitencias que codifican la dirección que actualmente tiene asignada el módulo.

3.1.5 Auto ajuste

El sonar SRF02 no necesita ningún tipo de calibración. Cada vez que se conecta la alimentación (o se ejecuta el comando 0x60) se realiza un ajuste interno cuyo algoritmo permite calcular cuál es la distancia mínima que se puede medir. Esta puede variar en función de la temperatura y del transductor y normalmente va desde los 11 hasta los 16 cm. En los registros 4 y 5 queda reflejado esa distancia y expresan μ s, cm o pulgadas según qué medida se realice.

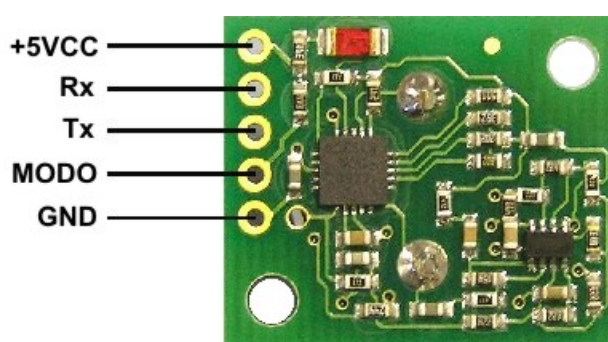
4.2 Modo serie

Este modo de interface entre el SRF02 y el master se selecciona conectando con GND la patilla MODO. Se configura así una comunicación serie estándar con niveles TTL a 9600 baudios, 1 bit de inicio, 2 de stop y sin paridad.

Este interface es probablemente el mas extendido y la mayor parte de los microcontroladores actuales incorporan un UART que facilita y simplifica la comunicación. El SRF08 sólo necesita recibir 2 bytes: la dirección del propio SRF02 (por defecto la 0) y el comando a ejecutar. Se puede seleccionar hasta 16 direcciones diferentes (0x00 – 0x0F) por lo que es posible conectar varios sonar.

4.2.1 Conexiones

Se muestran en la figura. La patilla MODO se debe conectar a GND para que el SRF02 actúe en el modo serie. La señal Rx es de entrada y por ella se recibe la dirección y el comando a ejecutar. Se conecta con la señal Tx del controlador master. La señal Tx es la salida por donde el SRF02 transmite el resultado del comando ejecutado. Se conecta con Rx del controlador master.



Si pueden conectar varios sonar SRF02, a un mismo bus (siempre que tengan direcciones diferentes). La señal Tx del controlador se conecta con todas las Rx disponibles. De igual manera todas las Tx de los SRF02 disponibles se conectan a la única señal Rx del controlador master. No debe haber conflicto con las señales Tx de los SRF02 ya que estas señales permanecen en alta impedancia excepto cuando una de ellas (la del SRF02 direccionado) tenga que transmitir información.

¡¡ Atención !! Las señales Tx y Rx son compatibles con TTL y en ningún caso aceptan niveles RS232. Nunca se deben conectar directamente con el puerto COM de un PC. Si así se deseara, será necesario realizar un circuito de adaptación a base del dispositivo MAX232 o similar.

4.2.2 Comandos

Todos los comandos que el master debe transmitir al sonar SRF02 están formados por dos bytes: la dirección y el comando propiamente dicho. Estos se resumen en la siguiente tabla:

COMANDO		DESCRIPCION
DEC.	HEX.	
80	0x50	Iniciar una nueva medida. Resultado en pulgadas
81	0x51	Iniciar una nueva medida. Resultado en centímetros
82	0x52	Iniciar una nueva medida. Resultado en micro segundos
83	0x53	Iniciar una nueva medida. El resultado en pulgadas se transmite automáticamente por Tx
84	0x54	Iniciar una nueva medida. El resultado en centímetros se transmite automáticamente por Tx
85	0x55	Iniciar una nueva medida. El resultado en micro segundos se transmite automáticamente por Tx
86	0x56	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en pulgadas
87	0x57	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en centímetros
88	0x58	Iniciar una nueva medida falsa. Resultado en micro segundos
89	0x59	Iniciar una nueva medida falsa. El resultado en pulgadas se transmite automáticamente por Tx

90	0x5A	Iniciar una nueva medida falsa. El resultado en centímetros se transmite automáticamente por Tx
91	0x5B	Iniciar una nueva medida falsa. El resultado en micro segundos se transmite automáticamente por Tx
92	0x5C	Transmite una ráfaga de 8 ciclos a 40KHz. No se realiza ninguna medida.
93	0x5D	Leer la versión del firmware interno
94	0x5E	Leer la medida. Devuelve dos bytes con el resultado de la última medida realizada.
95	0x5F	Leer la medida de distancia mínima. Devuelve dos bytes con el resultado de la última medida mínima realizada.
96	0x60	Fuerza un reinicio del sonar SRF02 realizando un ciclo de auto ajuste. Es similar a conectar la alimentación
160	0xA0	1er. Comando de la secuencia para el cambio de dirección del SRF02
165	0xA5	3er. Comando de la secuencia para el cambio de dirección del SRF02
170	0xAA	2º comando de la secuencia para el cambio de dirección del SRF02

4.2.3 Cambiando las direcciones del SRF02

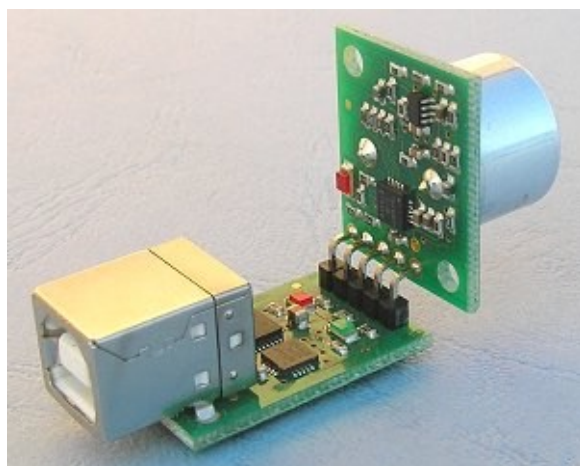
Para proceder a cambiar la dirección de un SRF02, es necesario que sólo haya uno conectado al bus. Se debe escribir una secuencia de tres comandos en el orden apropiado, seguido de la nueva dirección que se le desea asignar. Por ejemplo, para cambiar la dirección por defecto (0x00) de un sonar por la dirección 0x05, basta con transmitir la siguiente secuencia:

0xA0, 0xAA, 0xA5, 0x05

Esta secuencia se debe enviar en cuatro ciclos de escritura diferentes pero consecutivos: 0x00-0xA0, 0x00-0xAA, 0x00-0xA5 y 0x00-0x05. La nueva dirección pasa a ser la dirección actual hasta que se realice un nuevo cambio de la misma.

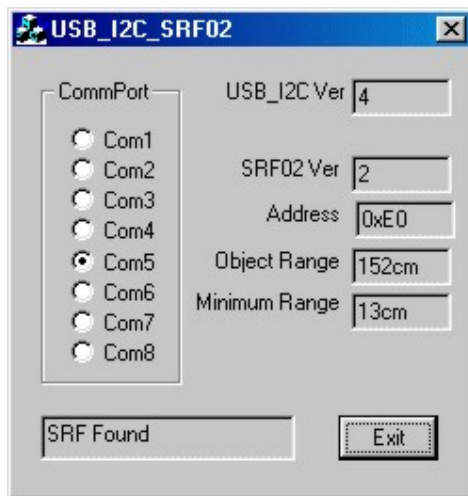
Como ya se comentó, se pueden asignar hasta 16 direcciones diferentes a los módulos SRF02 (0x00-0x0F). Cada vez que se conecta la alimentación, el diodo led genera una serie de intermitencias que codifican la dirección que actualmente tiene asignada el módulo.

5. SOFTWARE DE TEST



El sonar SRF02, al igual que cualquier otro dispositivo I2C se puede controlar desde el módulo de interface USB-I2C que permite a su vez conectarse con el puerto USB de cualquier PC dotado del correspondiente software de comunicaciones. En la figura adjunta se muestra la conexión directa del SRF02 con el módulo USB-I2C que a su vez se conecta y controla desde el PC.

El fabricante Devantech.Ltd proporciona un software muy sencillo de emplear y que permite comprobar el funcionamiento del sonar SRF02. Este software se puede descargar desde http://www.robot-electronics.co.uk/files/USB_I2C_SRF02.exe y su ejecución en el PC presenta la ventana mostrada en la siguiente figura.



El programa permite seleccionar el canal COM virtual al que está conectado el módulo USB-I2C y visualiza la versión del firmware interno del SRF02, la dirección I2C que tiene asignado, la distancia del objeto respecto al sonar y la distancia mínima que se puede medir.