

Digitalizador de Sensores de Temperatura con Interfaz Modbus.

Fernández Nahuel ^{a,b}, Vera David ^{a,c}, Urinic Gerando ^a, Korpys Ricardo ^a.

^a Universidad Nacional de Misiones, Facultad de Ingeniería, Oberá, Misiones, Argentina.

^b GID-IE, Oberá, Misiones, Argentina.

^c LABSE, Oberá, Misiones, Argentina

e-mails:

nahuel090893@gmail.com, Veradavid.93@gmail.com, gerardo_m_iurinic@hotmail.com, korpys@fio.unam.edu.ar.

Resumen

En este artículo se propone el diseño de un dispositivo que realiza el sensado de temperatura y que, a través de un microcontrolador Atmega328p, se comunica con una computadora. El propósito de la transmisión de información es utilizar el protocolo de comunicación Modbus RTU con una interfaz física RS485, un método muy utilizado en los sectores industriales. Además, los sensores de temperatura a implementar son el PT100 y la termocupla tipo K. Estos sensores utilizan acondicionadores que tienen el propósito de realizar una correcta interpretación de los datos tomados de temperatura y serán registrados por un microcontrolador.

Palabras Clave – Modbus RTU, SPI, I2C, 1 wire, RS 486, Termocupla, RTD, Atmega 328p, Max 31865, Max 6675.

1 Introducción

En la industria, el control y monitoreo de temperaturas de máquinas o sectores es de gran importancia para que los sectores de producción trabaje correctamente. Por lo tanto, el manejo de información para su control es crucial para su constante monitoreo. Existen diferentes protocolos de comunicación utilizados en la industria; en nuestro caso, se utilizará el protocolo de comunicación Modbus, el cual consta de la conexión de múltiples dispositivos (un maestro y varios esclavos) y su interfaz física es a través de la conexión por RS485. Además, los sensores de temperatura que se utilizan para el control en el ámbito industrial son el PT100 y la termocupla tipo K. Para estos sensores, se busca en el mercado acondicionadores que estén a disposición y sean adecuados para utilizarlos con microcontroladores. En consecuencia, este proyecto tiene como principal objetivo transmitir la información de temperatura en tiempo real entre diferentes sectores de trabajo, además de ser fácil de instalar y manejar.

1.1 Conformacion del Sistema

Diagrama General del protocolo de comunicación modbus con una interfaz RS485

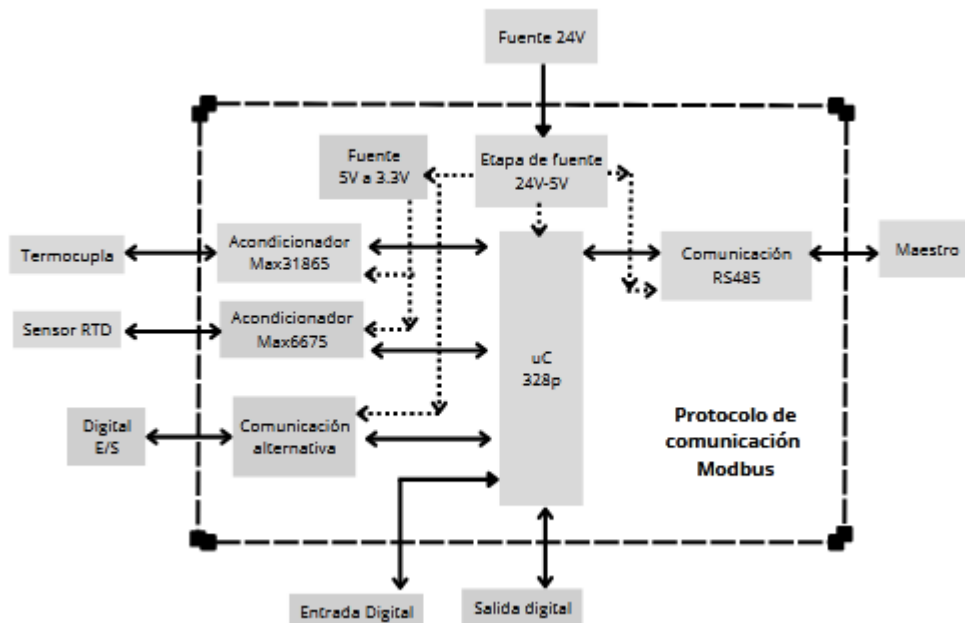


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema.

En este diagrama de bloques general se presenta el funcionamiento del censado de temperatura con la implementación del protocolo de comunicación Modbus RTU y la utilización de la interfaz estándar de comunicación RS485. El sensor de temperatura que se utilizará es el Pt100, que presenta una buena precisión y sensibilidad ante un cambio leve de temperatura, y también se usará una termocupla tipo K excelente para altas temperaturas y usada en la industria.

Para medir las temperaturas de los sensores PT100 y termocuplas tipo K, se requieren acondicionadores de señal, que conviertan las señales analógicas de estos sensores en formatos adecuados para su procesamiento en cualquier microcontrolador. Los acondicionadores más comunes para esto son el MAX6675 y el MAX31865, disponibles en el mercado.

La función del MAX6675 es convertir la pequeña tensión generada por el termopar en una señal digital que representa la temperatura, mientras que el acondicionador Max31865 mide la resistencia del sensor y la convierte en una señal digital.

El uso del protocolo de comunicación Modbus con una interfaz estándar RS485 permite la transmisión de datos entre un maestro y un esclavo, en este caso, un microcontrolador 328p. El maestro solicita información al esclavo, y este responde proporcionando datos relevantes. La comunicación se realiza a través de la interfaz RS485, que permite la conexión de varios dispositivos en una red serial, facilitando la comunicación en proyectos de control industrial. El Modbus utiliza un formato binario compacto para transmitir datos, lo que lo hace eficiente y adecuado para aplicaciones en las que se requiere alta velocidad y confiabilidad.

Además, se incorporará unas comunicaciones alternativas que proporciona al usuario adicionar sensores y/o adaptadores con comunicación SPI, I2C o 1wire. También, se diseñarán salidas con colector abierto y entradas digitales que toleren los 24V para conveniencia del usuario.

1.1 Modbus y RS485

Modbus es un protocolo de comunicación abierto, utilizado para transmitir información a través de redes en serie entre dispositivos electrónicos. El dispositivo que solicita la información se llama maestro Modbus y los dispositivos que suministran la información son los esclavos Modbus.

Esto significa que, un dispositivo esclavo no puede ofrecer información; debe esperar la solicitud de la misma. Por lo tanto, en una red Modbus estándar, hay un maestro y hasta 247 esclavos, cada uno con una dirección de esclavo única de 1 a 247. El maestro también puede escribir información a los esclavos. [1]

La trama de datos modbus que se utiliza para la transmisión de información se compone de los siguientes campos.

1. Dirección del dispositivo (Device Address): Identifica el dispositivo esclavo al que se dirige el mensaje. Cada esclavo tiene una dirección única de 1 a 247.
2. Código de función (Function Code): Indica la acción que el maestro desea realizar, como leer o escribir en los registros del esclavo.
3. Dirección del registro (Register Address): Especifica el lugar de ubicación en la memoria del esclavo donde se realizara la acción.
4. Número de registros (Number of Registers): Indica cuantos registros de desean leer o escribir.
5. Datos (Data): Contiene los datos que se van a escribir en los registros del esclavo o los datos leídos de los registros.
6. Chequeo de error (Error Check): Utiliza un CRC (Verificador de redundancia cíclica) para verificar la integridad del mensaje.

Por otro lado el RS485 es un sistema de comunicación diseñado específicamente para su uso industrial. Este sistema se conoce como una interfaz de comunicación que opera sobre líneas diferenciales capaces de comunicarse con hasta 32 dispositivos de comunicación. Sobre este interfaz se transfieren los datos que componen la información, entre los componentes.

Los datos se transmiten a través de un par de cables trenzados, lo que ayuda a cancelar el ruido electromagnético que se producen en el ámbito de trabajo. Los conductores están conformados por dos cables (A y B) que realizan la transmisión de datos, estas señales se envían como la diferencia de voltaje entre estos cables, lo que proporciona una inmunidad al ruido.

Además, estos buses diferenciales, permiten establecer comunicaciones a grandes distancias, en el orden de los 1200 metros y alcanzar grandes velocidades durante la transferencia de datos. En el mercado, el RS485 se caracteriza por su sencillez y robustez. Es por esto, que se los utiliza frecuentemente en sensores y actuadores, como método de comunicación en el sector industrial.

2 Selección de componentes y construcción del circuito

2.1 Integrado Max 485

Permite establecer comunicaciones half-duplex a velocidades de hasta 2,5 Mbps sobre una red con hasta 32 dispositivos conectados a la vez. Su función es realizar la conversión serie TTL a RS-485, esto significa que toma la señal emitida por el microcontrolador y lo transforma al estándar RS-485. Según el datasheet establecido por el fabricante, su voltaje de alimentación máxima es de 12 V.

Por otra parte, presenta un encapsulado simple y compacto de tan solo 8 pines. Eso lo convierte en una solución ideal para realizar proyectos reducidos.

A continuación, se puede identificar los pines del MAX485.

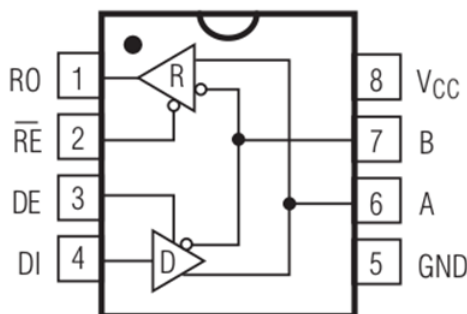


Fig. 2. Integrado Max 485.

La descripción de los pines, se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 1 - Pines del Max 485.

Nombres	Descripción
VCC	Pin de alimentación y su voltaje debe estar entre los 4.75 y 5.25 voltios.
GND	Pin de tierra.
A y B	Pines del bus diferencial. Mediante estos pines se transmite la información a otro dispositivo RS-485.
RE (Receiver Output Enable)	Permite habilitar o deshabilitar el modo de recepción. En pocas palabras si queremos recibir datos desde otro dispositivo es necesario poner este pin en estado bajo.
RO (Receiver Output)	Pin por el cual se recibe la información enviada por otro módulo, usualmente es conectado al pin RX del dispositivo. Para que la información sea recibida el pin RE debe estar en estado bajo.
DE (Driver Output Enable)	Permite configurar el MAX485 en modo de transmisión. Para eso debe ponerse en estado alto, si quiere desactivarlo debe ponerse en estado bajo.
DI (Driver Input)	Permite la recepción de información a otro dispositivo y por tanto usualmente es conectado al pin TX del dispositivo.

1.1 Integrado Max 6675.

Es un acondicionador de señal para el termopar tipo K, este integrado digitaliza la señal tomada del sensor de temperatura y lo convierte en una señal de tipo digital. Los datos que se generan están en formato de solo lectura, compatible con SPI y tiene una resolución de 12 bits.

Además, este CI incorpora un sensor de temperatura de referencia interna para compensar los cambios en la temperatura ambiente y garantiza mediciones precisas. Es por eso, que este convertido trabaja

con termopila tipo K con un rango de temperatura de hasta 1024°C y con una resolución de 0.25°C. El MAX6675 tiene 8 pines y viene en un encapsulado tipo SO.

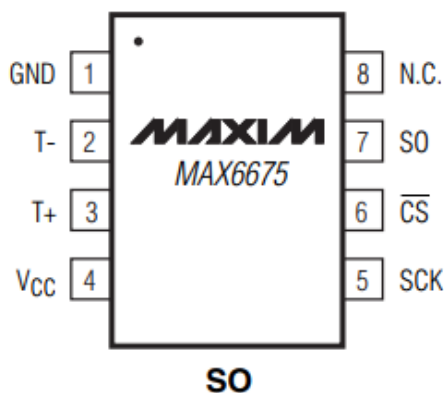


Fig. 3. Max 6675.

Donde los parámetros se pueden ver en la siguiente tabla.

Tabla 2 – Pines del Max 6675.

Nombres	Descripción
GND	Tierra
T-	Debe estar conectado a la parte negativa del termopar tipo K y a tierra.
T+	Conectado al pin positivo del termopar tipo K
Vcc	Fuente de alimentación 5V
SCK	Entrada del reloj en serie
/CS	Habitación del interfaz en serie
SO	Salida de datos en serie
S.C.	Sin conexión

1.2 Integrado Max 31865.

Es un chip de interfaz diseñado para simplificar la lectura de sensores de temperatura de resistencia (RTDs), como el Pt100, conectándolos a un microcontrolador u otros sistemas digitales. Estos, son sensores que cambian su resistencia en función de la temperatura. En particular, el Pt100 tiene una resistencia de 100 ohmios a 0 grados Celsius y para el caso del Pt1000, presenta una resistencia de 1000 ohm para una temperatura de 0 grados Celsius.

A continuación, se puede ver el dispositivo comercial del Max 31865.

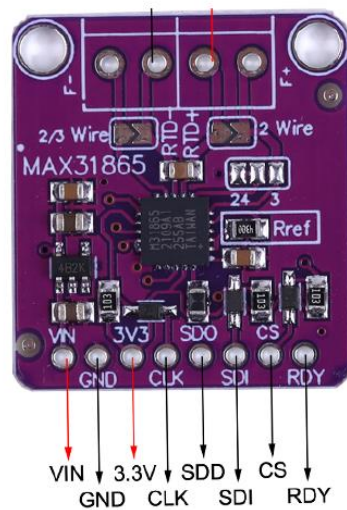


Fig. 4. Max 31865.

Donde los pines se detallan a continuación.

Tabla 3 - Pines del Max 31865.

Nombres	Descripción
Vin	Este pin es de alimentación, el chip se alimenta con 3.3V y tiene incorporado un regulador de voltaje en caso de alimentar este pin con 5 V.
3V3	Es la salida de 3.3V proveniente del regulador de voltaje, se puede tomar hasta 100mA de este pin.
CLK	Sobre esta entrada ingresan los pulsos de reloj para sincronizar la comunicación del dispositivo con el microcontrolador.
SDO	Entrada de datos hacia el acondicionador de señal.
SDI	Pin de selección del chip.

1.3 Atmega 328p.

El criterio de selección de los elementos, se dispuso mediante la disponibilidad en el mercado, además de la verificación de su adecuada adaptabilidad a las pretensiones del proyecto. A continuación, se presenta un esquema del microprocesador a implementar.

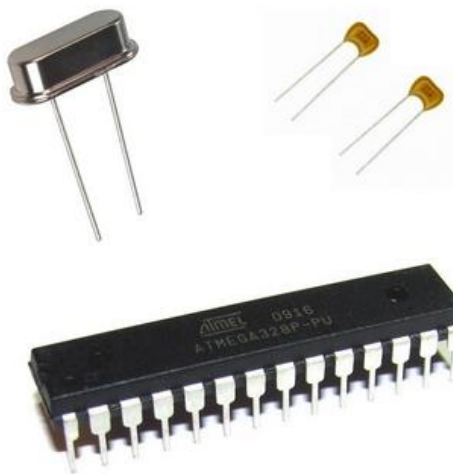


Fig. 5. Microcontrolador Atmega 328p.

Como observamos en la fig. 5, el microcontrolador es el Atmega328p, su objetivo es comunicarse con el dispositivo maestro, donde la comunicación se establece mediante el Max485. Además se debe aclarar que el maestro es una computadora, en donde a través de una aplicación de programa llamada Modus Poll se solicitan y registran las temperaturas de cada sensor. Por otro lado, para que pueda funcionar el Atmega328p se debe alimentar con una tensión de 5V y utilizar un cristal de 16MHz.

Además para alimentar a los dispositivos utilizamos el LM25965 que reduce la tensión de alimentación de 24v a 5V. Con esta tensión podemos alimentar al microcontrolador y a los demás dispositivos que también requieren de esta alimentación para su correcto funcionamiento. También se utilizará el LM1117 para reducir los 5V a 3.3V, esta tensión es útil en el MAX31865 para que pueda trabajar correctamente. También estará disponible como una tensión para la comunicación externa que se requiera incorporar al circuito.

2 Conclusion

Se pretendió llevar registros de temperatura con distintos sensores, con el fin de tenerlos a disposición en caso de ser necesarios. Mediante la implantación de distintos protocolos de comunicación entre los acondicionadores de señal de mismos, como así también la interacción con el maestro de forma remota mediante el RS 485.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido llevado a cabo gracias a los trabajos en desarrollo en la materia, proyecto y diseño electrónico, correspondiente a quinto año de la carrera de ingeniería electrónica.

Referencias

- [1] enVisa, “Protocolo Modbus (RTU / TCP & ASCII),” 2022. [Online]. Available: <https://www.envisia.com.br/2022/08/02/protocolo-modbus-rtu-tcp-ascii/>.
- [2] R.-4. y. M. c. s. e. Arduinos., “Programarfacil.com,” 2024. [Online]. Available: <https://programarfacil.com/blog/arduino-blog/rs-485-max485-arduino/>.