



Modulador-Demodulador ASK con codificación Manchester implementado en un microcontrolador PIC

Ing. Ariel Tarifa Amaya, Ing. Arnaldo Del Risco Sánchez, Dr. Juan Carlos Cruz Hurtado

RESUMEN / ABSTRACT

Se presenta el diseño de un Modulador-Demodulador Digital ASK con codificación Manchester implementado en el firmware de un microcontrolador PIC 18F4455, utilizando el estándar de baja frecuencia (LF) el cual maneja valores de 125kHz. Este modulador-demodulador se utiliza en la implementación de una etiqueta RFID activa. Transmite a solicitud de un dispositivo lector el valor de temperatura de un sensor y su identificador. El dispositivo lector, controla la comunicación con la etiqueta. Según la literatura especializada no se reporta un sistema similar.

Palabras Claves: ASK, lector RFID, etiqueta RFID.

This paper presents the design of a Digital Modulator-Demodulator ASK with Manchester codification implemented on microcontroller PIC 18F445 firmware, using the low frequency standard (LF) operating with frequency values between 125kHz. This modulator-demodulator is used in the implementation of an active RFID tag. It transmit when the device reader request the sensor temperature and the identifier. The device reader controls the communication with the tag. According to the specialized literature a similar system is not reported.

Key words: ASK, RFID reader, RFID tag.

Modulator-Demodulator ASK with Manchester codification implemented with microcontroller PIC

INTRODUCCION

Un modulador digital por desplazamiento de amplitud, ASK¹ (Amplitude Shift Keying) por sus siglas en ingles, se caracteriza por variar la amplitud de la portadora de acuerdo a la señal moduladora que contiene la información. La señal en banda base es binaria y se puede obtener una modulación ASK de múltiples estados M-ASK (con $M \geq 2$), en cuyo caso la amplitud de la portadora modulada presentará M valores diferentes y, cada uno de ellos constituirá un símbolo o estado de la señal modulada. En la figura 1 se muestra la señal portadora, el dato y la onda ASK como consecuencia de la modulación.

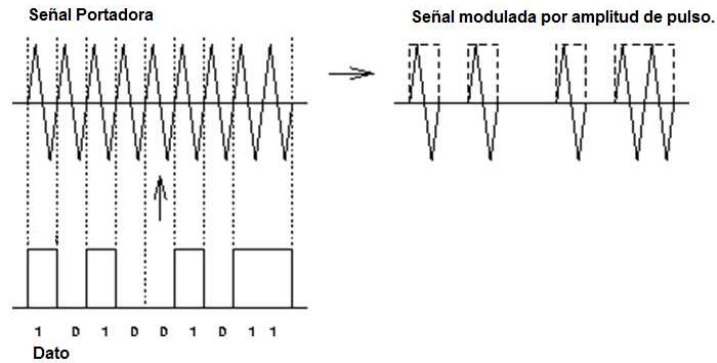


Figura 1 Señal modulada en amplitud, M=2

Un sistema de Identificación por Radiofrecuencia, RFID (Radio Frequency Identification) por sus siglas en inglés, se compone básicamente de un lector y una etiqueta entre los cuales se transmiten datos y comandos. Las etiquetas pueden ser clasificadas en pasivas, activas o semiactivas en dependencia de la fuente de donde adquieran la energía², las etiquetas pasivas se alimentan de la tensión alterna generada cuando una señal de radio frecuencia pasa a través de una antena mientras que las activas tienen su fuente de energía en baterías.

MODULADOR-DEMULADOR ASK

MODULADOR ASK

El Modulador ASK está implementado completamente en un microcontrolador PIC18F4455, que transmite una señal de frecuencia de 125 kHz para un uno lógico y para el cero lógico no emite señal. No utiliza ninguna componente externa para la modulación y la salida va directamente a un filtro LC pasabanda con frecuencia central en los 125 kHz. Posteriormente la señal pasa por una etapa de ganancia utilizando un amplificador operacional en configuración no inversora y finalmente a la antena transmisora, como se muestra en la figura 2.

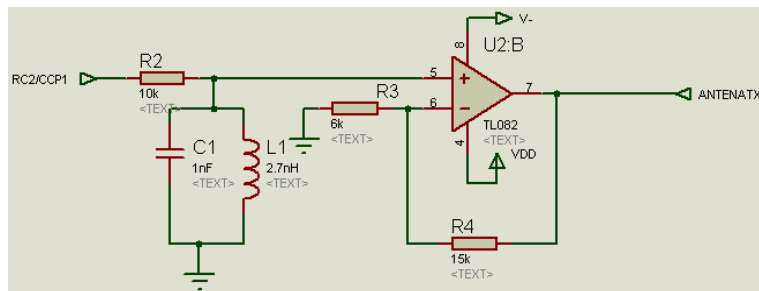


Figura 2 Interfaz analógica de transmisión

La tasa de transferencia que este modulador/demodulador logra es de 0.5 kb/s. En la figura 3 se muestran la trama de datos enviados al lector. El primer byte (Preámbulo) se utiliza para inicializar la trama. Este campo está conformado por la palabra 0x55H. En la segunda posición de la trama (Identificador) se establece el identificador de la etiqueta y del lector. La tercera (Datos), corresponde a la información de los datos de la etiqueta para el lector y de los comandos del lector para la etiqueta. La última (Checksum) se utiliza para garantizar la seguridad en el intercambio de datos entre la tarjeta y el lector.

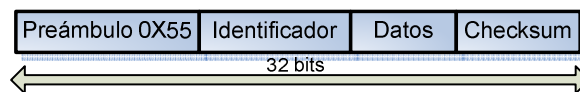


Figura 3 Trama de la comunicación

DEMODULADOR ASK

Una parte del Demodulador Digital se encuentra en el firmware del microcontrolador y, el resto es la interfaz analógica para el acondicionamiento de la señal de entrada, lo constituye un amplificador y un comparador, los que se muestran en la figura 4. La primera etapa se encarga de amplificar la señal de baja amplitud proveniente de la antena, luego se encuentra un comparador de cruce por cero, para convertir la señal senoidal en cuadrada.

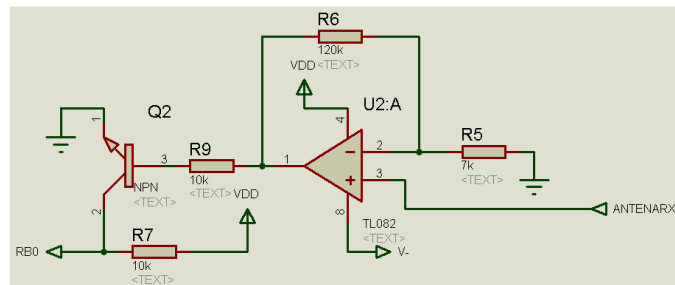


Figura 4 Interfaz analógica de recepción

Para extraer los datos de la señal modulada ASK esta se muestrea, detectando cambios en la amplitud, donde la oscilación se interpreta como un uno lógico y la ausencia de señal se asocia con un cero lógico.

Al unir el modulador y el demodulador obtenemos el sistema transmisor/receptor que se describe en el diagrama en bloques de la figura 5.

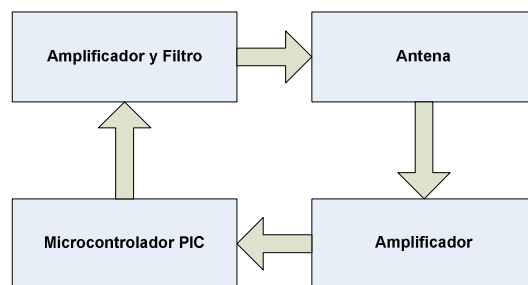


Figura 5 Diagrama en Bloques del Modulador-Demodulador

CODIFICACIÓN MANCHESTER⁵

Para la codificación se emplea el tipo Manchester “bifase” L. En esta codificación el uno lógico equivale a un flanco de bajada en la mitad del período del bit y un cero lógico se asocia a un flanco de subida en el mismo instante.

Este código de línea está directamente asociado con la modulación ASK, de tal manera que para representar un uno lógico durante la primera mitad del tiempo de bit se transmite una señal de frecuencia 125 kHz y en la segunda mitad no se emite señal alguna. En el caso de un cero lógico en la primera mitad de bit no se emite señal y en la segunda mitad se transmite la señal de 125 kHz. En la figura 6 se muestra lo antes explicado.

Estas transiciones se generan mediante interrupciones de un temporizador del microcontrolador y por lo tanto cualquier secuencia de instrucciones que se ejecuten no afecta la precisión con que se genera la salida de información.

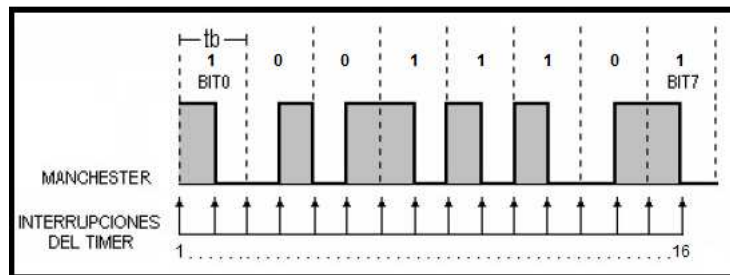


Figura 6 Codificación Manchester

DECODIFICACIÓN MANCHESTER

Al igual que el codificador Manchester la decodificación está asociada a la demodulación ASK. Para extraer los datos de la señal una vez detectado el primer flanco de subida se sincroniza con este y muestrea cada tres cuartos del tiempo de bit. Un ejemplo de lo antes explicado se muestra en la figura 7.

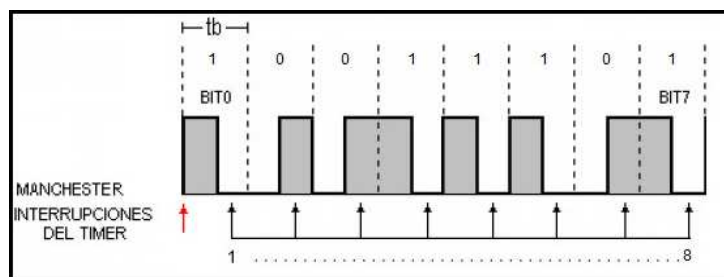


Figura 7 Decodificación Manchester

DESCRIPCIÓN DE FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Para la lectura de la etiqueta RFID el lector emite un comando y luego espera la respuesta de su solicitud. La etiqueta al recibir el comando lo interpreta, genera la trama y la envía al lector, al recibir la respuesta el lector envía los datos de la etiqueta a un host.

En el caso de el lector no recibir respuesta en un segundo, envía nuevamente el comando hacia la etiqueta.

COMPROBACIÓN DE LOS RESULTADOS

SIMULACIÓN

Para la simulación, se utilizó el programa Proteus 7.7³, de la compañía Labcenter Electronics; dicha herramienta tiene modelos de los circuitos utilizados en el diseño. En la figura 8 se muestra la simulación de este sistema.

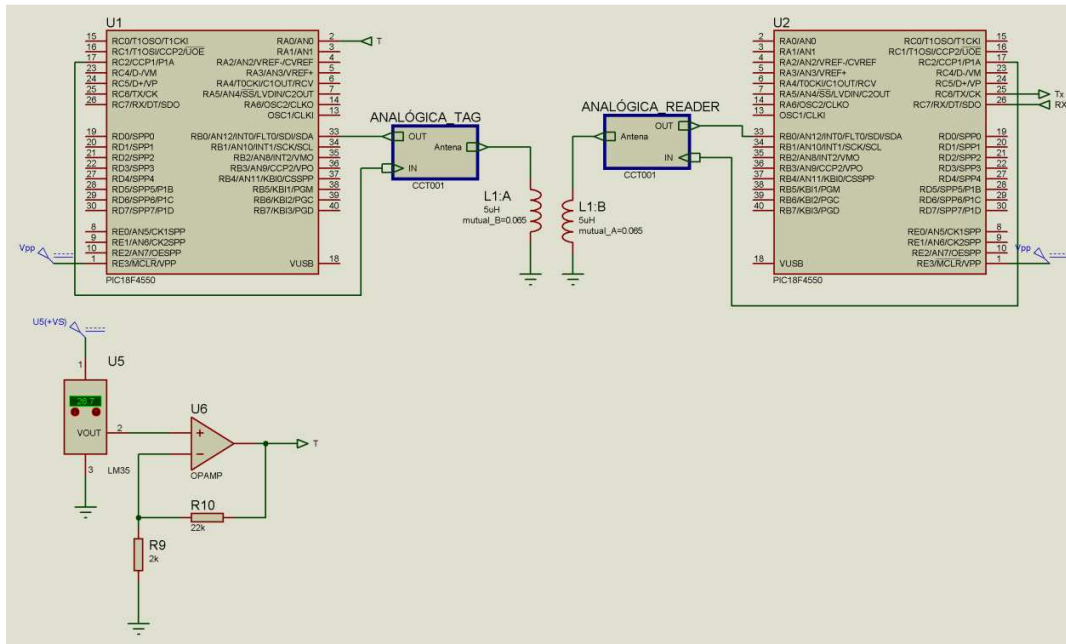


Figura 8 Simulación

En el esquema de la figura 8 se muestra, además de los componentes antes mencionados, un sensor de temperatura LM35⁴ y su acondicionamiento para la Etiqueta. Esta variable es la que se transmite al lector.

IMPLEMENTACIÓN PRÁCTICA

Para realizar la comprobación del diseño, se montó un circuito real en un circuito impreso donde se incorporaron las componentes de la figura 8. Los datos obtenidos en el lector son enviados a una PC donde se procesan utilizando el programa LabVIEW 8.6 de la compañía National Instruments comprobándose la comunicación entre Lector y Etiqueta.

Con el objetivo de realizar las mediciones a los distintos circuitos del modulador-demodulador y comprobar las formas de ondas de la simulación, se utiliza un osciloscopio DS5202CA⁶ de la compañía RIGOL y para la visualización en la PC de los datos obtenidos con el osciloscopio, se utiliza el programa ULRASCOPE de la misma compañía. En la figura 9 se observa la forma de onda amarilla que es la señal de la trama de comando del lector a la etiqueta. Mientras que la forma de onda azul es la señal de salida del preamplificador en la etiqueta.

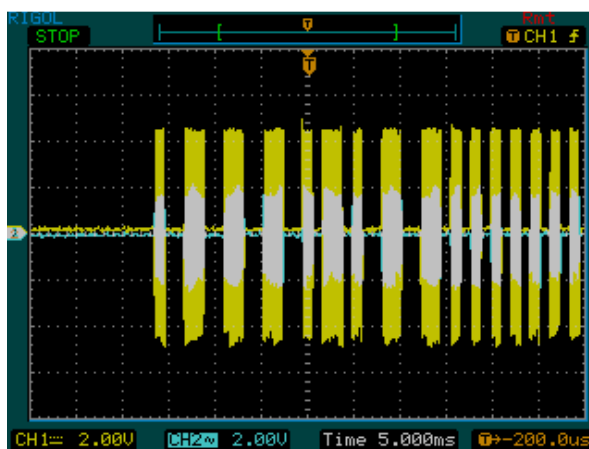


Figura 9 Resultados de la implementación del modulador-demodulador ASK

CONSUMO DE ENERGÍA

Un aspecto importante para los dispositivos RFID es el bajo consumo de energía tanto en las etiquetas pasivas como activas, por lo cual se debe garantizar en el diseño una baja corriente de alimentación con el objetivo de obtener una autonomía mayor en caso de tratarse de una etiqueta activa. Para los requerimientos de bajo consumo el microcontrolador utilizado posee un modo de bajo consumo el cual permite detener el dispositivo hasta que surja una interrupción, consumiendo en este modo unos $5.8 \mu A$ ⁷. Esta característica es utilizada para mantener la etiqueta en modo desocupado hasta que llegue un comando del Lector RFID el cual genera una interrupción al microcontrolador. Para el diseño de la interfaz analógica se propone utilizar amplificadores operacionales de bajo consumo como por ejemplo, el MCP6402⁸ el cual posee una corriente en reposo de $45 \mu A$, aunque el diseño fue realizado con operacionales TL082⁹ los cuales tienen una corriente en reposo muy superior.

CONCLUSIONES

Se implementó un modulador/demodulador ASK utilizando codificación Manchester en un microcontrolador PIC sin emplear componentes externas. Según la literatura especializada no se reporta un sistema similar.

Se comprobó tanto en la simulación como de forma práctica la interfaz analógica para la modulación ASK con codificación Manchester.

Se comprobó el funcionamiento del sistema lector-etiqueta a través de una comunicación comando respuesta.

REFERENCIAS

1. Rodríguez, J.L. y S.C. Suero. *Modulación de Señales Digitales*. Universidad Politécnica de Sevilla, Departamento de Tecnología Electrónica, 1995.
2. Mayné, J. *Sistemas de Identificación*. 2009.
3. Miranda, F.G. *Proteus- Isis Manual*.
4. *LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors*. National Semiconductor Corporation, 2000.
5. Finkenzeller, K., *RFID Handbook*. 2003.
6. Rigol Electronics, *Osciloscopios Digitales de la Serie DS-5000*. 2004.

7. *PIC18F2455/2550/4455/4550 Data Sheet*. Microchip Technology Inc, 2007.
8. *MCP6401 Data Sheet*. Microchip Technology Inc, 2009.
9. Semiconductor, N., *TL082 Wide Bandwidth Dual JFET Input Operational Amplifier*, 1994.

AUTORES

Ariel Tarifa Amaya, Ingeniero en Automática, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, La Habana, Cuba, ariel.tarifa@cnic.edu.cu.

Arnaldo del Risco Sánchez, Ingeniero en Automática, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba, adrisco@ceamat.cujae.edu.cu.

Juan Carlos Cruz Hurtado, Dr. Ing. en Controles Automáticos, Instituto Superior Politécnico José A. Echeverría, Centro de Investigaciones en Microelectrónica (CIME), La Habana, Cuba, juan.cruz@electrica.cujae.edu.cu.