

EXPENDEDORA AUTOMÁTICA DE AGUA POTABLE

Autor: Luciano S. Giorgis - Tutor: Fabián Sensini
UTN-FRVM, Av. Universidad 450, Villa María 5900, Argentina

Resumen

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una expendedora automática de agua potable capaz de brindar agua caliente (80 – 85° C), fría (8 – 10° C) y agua a temperatura ambiente, en volúmenes comprendidos entre 0,5 y 20 litros. La misma cuenta con un sistema de cobro por medio de un monedero electrónico y un servicio optativo de tarjeta de proximidad, implementado con un lector de identificación por radio frecuencia (RFID). Para proveer de agua caliente la expendedora cuenta con una resistencia de 1500 W de potencia, sumergida en una caldera de acero inoxidable, el sistema de provisión de agua fría, emplea un circuito cerrado de refrigeración el cual consta de seis elementos principales: un compresor de 75 W, un condensador, una válvula de expansión, un capilar, un evaporador y un termostato y el sistema de agua natural es uno de los más simples y a diferencia de los anteriores su entrada está conectada directamente al tanque principal y su expendio depende de la electroválvula correspondiente, donde cada sistema cuenta con su propia electroválvula.

Palabras clave: RFID, microcontrolador

Introducción

Debido fundamentalmente al avance de la tecnología, en los últimos años se observa con notoriedad el desarrollo de máquinas y sistemas puestos al servicio de la sociedad para mejorar su calidad de vida y brindar soluciones prácticas a sus necesidades. En base a ello se decidió desarrollar una máquina capaz de entregar de manera automática agua potable, sin necesidad de depender de terceros o tener restricciones horarias.

Para desarrollar el análisis del funcionamiento de la máquina expendedora, la misma fue dividida en cuatro sistemas: comunicación con el usuario, control de potencia, control de apertura y sistema de control. En la Figura 1 se presenta el esquema en bloques con las partes principales de la máquina.

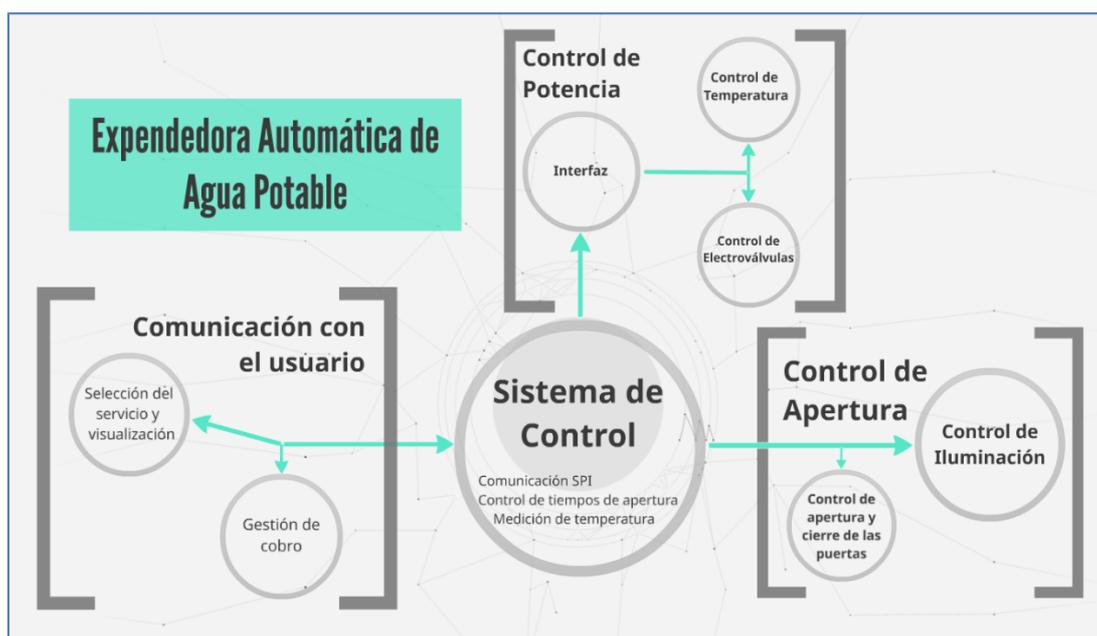


Fig. 1. Esquema en bloques de la máquina expendedora.

Desarrollo

1. Comunicación con el usuario

Para el manejo de la expendedora el usuario cuenta con un panel principal con el que realiza su pedido. Este está formado por siete pulsadores, uno es utilizado como parada de emergencia, tres son empleados en la selección del tipo de agua, dos sirven para seleccionar la cantidad de agua, partiendo de un mínimo preestablecido y permitiendo modificar dicho valor mediante suma o resta mientras que el último confirma las acciones solicitadas.

1.1 Monedero electrónico

El modelo de monedero utilizado en la máquina expendedora pertenece a la empresa SOMYC, modelo ECO-2, configurado como validador de monedas, es decir, luego que ingresa una moneda, el mismo la valida en función de su diámetro, espesor, material del borde, aceleración de caída, etc.

1.2. Lector de tarjetas

La máquina cuenta con un segundo sistema de cobro el cual consiste en un lector de identificación por radio frecuencia (RFID).

Un sistema RFID consiste en un lector y una o más etiquetas. A través de su antena el lector transmite energía, que es absorbida por la antena de la etiqueta y utilizada para alimentar el microchip incluido en la misma. Es entonces cuando la etiqueta RFID modula las ondas electromagnéticas generadas por el lector para poder devolverle la información que en ella se almacena. El lector, de esta manera, recibe las ondas moduladas y las digitaliza. Se utilizó el módulo lector/escritor presentado en la Figura 2, denominado "módulo RFID MFRC522" el cual contiene un circuito integrado de la empresa NPX SEMICONDUCTOR llamado "MFRC522" [1] y los demás componentes necesarios para su funcionamiento.

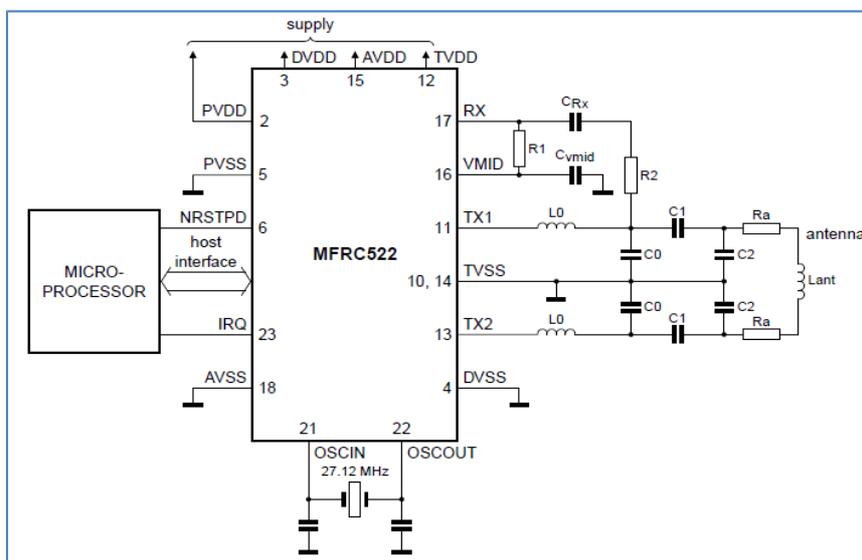


Fig. 2. Circuito electrónico implementado en el lector/escritor.

El integrado MFRC522 perteneciente al módulo es capaz de leer y escribir etiquetas de tecnología MIFARE estándar, que es una tecnología de etiquetas inteligentes sin contacto, opera a una frecuencia de 13,56 Mhz con una tensión de alimentación de $3,3 V_{CC}$, trabajando con cualquier etiqueta nucleada según la norma ISO/IEC 14443, las cuales cumplen con los requisitos para establecer de manera correcta la comunicación entre el lector y la etiqueta, la expendedora cuenta con etiquetas en formato de tarjetas.

El esquema en bloques resumido del integrado mencionado anteriormente puede observarse en el Figura 3.

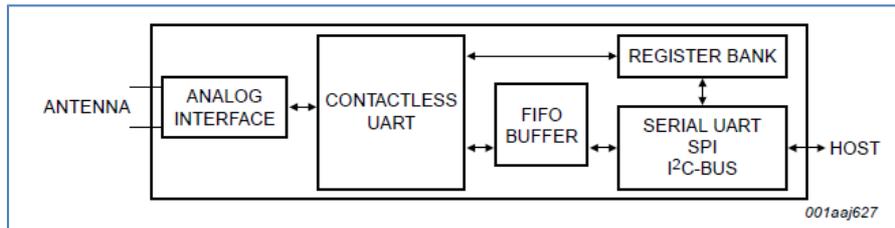


Fig. 3. Esquema en bloques del integrado MFRC522 [2].

La interfaz analógica se encarga de la modulación y demodulación de las señales analógicas proveniente de un proceso de lectura o escritura en la tarjeta. La UART (transmisor-receptor asíncrono universal) gestiona los requisitos del protocolo para la comunicación además de realizar la detección de errores mediante la comprobación de redundancia cíclica (CRC) en función de la paridad y la velocidad de transferencia. El buffer FIFO (primero en entrar-primero en salir) garantiza una transferencia de datos rápida entre el microcontrolador y la etiqueta. El MFRC522 identifica la interfaz utilizada automáticamente mediante la detección de los niveles lógicos de tensión en los pines de control.

La comunicación entre el microcontrolador y el módulo MFRC522 se lleva a cabo mediante la interfaz SPI [3] (interfaz de periféricos serie). La interfaz del lector puede manejar velocidades de transferencia de hasta 10 Mbit/s, durante la comunicación el módulo lector sólo puede actuar como un dispositivo esclavo, es decir que el maestro será el microcontrolador, este establece la configuración de los registros internos del módulo.

El protocolo SPI consta de 4 señales: SCK (señal de reloj, proporcionada por el microcontrolador), MOSI (salida de datos desde el maestro al esclavo) MISO (se utiliza para enviar datos desde el MFRC522 al maestro) y NSS (esclavo no seleccionado) es decir que indica a un esclavo que el dato proveniente del maestro es para él o bien se reclama que envíe una respuesta a una petición del maestro. Los bytes de datos en ambas líneas MOSI y MISO se envían con el MSB primero. Los datos sobre las dos líneas deben ser estables en el flanco de subida del reloj y se puede cambiar en el flanco de bajada.

En la Figura 4, se presenta el diagrama de tiempos de la interfaz SPI del módulo lector de tarjetas:

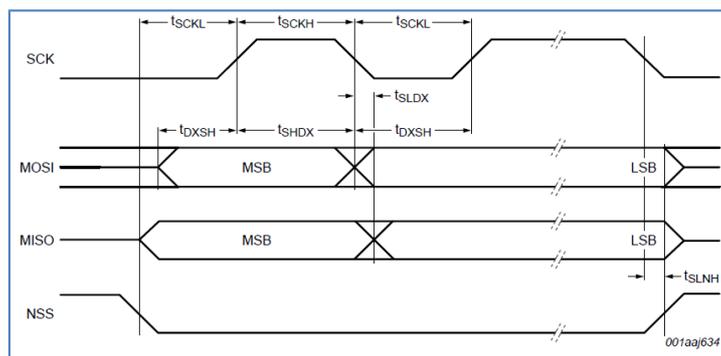


Fig. 4. Diagrama de tiempo de la interfaz SPI [3].

La lectura y escritura de los datos mediante el protocolo SPI requiere del orden de bytes que se muestran en la Tabla 1 y 2 respectivamente, donde el primer byte define tanto el modo como la dirección de los datos. Es posible leer y escribir hasta n-bytes de datos con la misma dirección.

Tabla 1. Líneas MOSI y MISO orden de bytes para la lectura.

Línea	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte n+1
MOSI	Dirección 0	Dirección 1	Dirección 2	...	Dirección n	00
MISO	-	Dato 0	Dato 1	...	Dato n-1	Dato n

Tabla 2. Líneas MOSI y MISO orden de bytes para la escritura.

Línea	Byte 0	Byte 1	Byte 2	To	Byte n	Byte n+1
MOSI	Dirección 0	Dato 0	Dato 1	...	Dato n-1	Dato n
MISO	-	-	-	...	-	-

Como se puede observar en la Tabla 1, durante un proceso de lectura el dispositivo maestro envía la dirección al dispositivo esclavo y este le envía los datos como respuesta y para el proceso de escritura presente en la Tabla 2, el dispositivo maestro envía primero el byte de dirección y luego envía los datos a escribir.

El byte de dirección debe ser enviado con el formato presentado en la Tabla 3. El bit más significativo del primer byte define el modo, es decir, si es igual a 1 el MFRC522 actúa como lector y si es igual a 0, actúa como escritor. El bit menos significativo es puesto a 0 y los bits restantes (6:1) son empleados para definir la dirección a acceder.

Tabla 3. Orden byte de dirección.

7(MSB)	6	5	4	3	2	1	0(LSB)
1/0	Dirección						0

2. Control de Potencia

El sistema de control de potencia, es la interfaz necesaria entre el microcontrolador y la red de energía eléctrica, por un lado maneja el encendido y apagado de una resistencia en función de la temperatura preestablecida a la que debe ser entregada el agua caliente y además controla las electroválvulas que administran el tipo de agua solicitada por él usuario. Para su desarrollo se utiliza como elemento conductor a un TRIAC, modelo Q4015L5 [4], el mismo es un dispositivo electrónico semiconductor bidireccional de tres terminales, uno de los cuales es el mando o compuerta (G) y los otros dos son los terminales de conducción (MT2 MT1).

En la figura se puede observar el encapsulado, Figura 5 (a), acompañado del símbolo del componente Figura 5 (b).

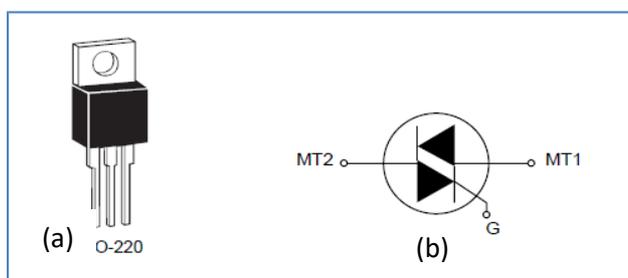


Fig. 5. TRIAC. (a) Encapsulado (b) Símbolo.

Para el control del encendido del TRIAC, se emplea un optoacoplador, cuyo modelo es MOC3041M [5], el mismo es un TRIAC acoplado ópticamente dentro de un mismo encapsulado, con la particularidad de tener un sistema detector de cruce por cero, que permite sincronizar las

señales de la red eléctrica con las señales de. En la Figura 6, se puede visualizar el componente acompañado de su esquemático.

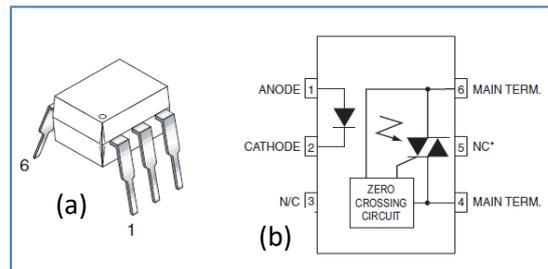


Fig. 6. Optoacoplador. (a) Encapsulado (b) Símbolo.

La señal proveniente del microcontrolador debe ingresar por el pin 1, la misma no debe superar los 15 mA y la conexión del TRAIC se realiza entre el pin 6 y 4.

4. Sistema de control: Microcontrolador

Para la elección del microcontrolador se tuvieron en cuenta las características con las que debía contar a la hora de controlar las funciones de la máquina, es decir, que dispusiera de los pines necesarios para establecer la comunicación con el usuario, que contara con un periférico SPI capaz de trabajar en conjunto con el lector de tarjetas enumerado en la sección 1.2, que contara con un conversor analógico a digital empleado en el control de temperatura del sistema de agua caliente y demás funciones, tales como controlar el tiempo de apertura de las electroválvulas. Esto condujo a optar por el PIC18F4550 de la empresa Microchip Technology Inc. [6] de 40 Pin PDIP.

4. Control de apertura

La máquina expendedora cuenta con dos gabinetes, el más pequeño llamado Gabinete 1, Figura 7 (a) donde se entrega el agua caliente para termos o el agua fría para botellas y el gabinete de mayor tamaño llamado Gabinete 2, Figura 7 (b) que es donde se expende el agua natural para bidones dispenser.

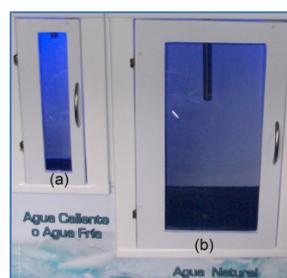


Fig. 7. Gabinetes. (a) Agua fría/Caliente. (b) Agua natural.

Cada gabinete cuenta con una puerta individual y un sistema de trabas, lo que impide su apertura y solo se abren al momento de ingresar o retirar los envases provistos por los usuarios, de esta manera se garantiza que al momento de entregar agua no se produzca ninguna alteración con el envase.

En la Figura 8 se presenta la expendedora terminada, las dimensiones de la misma son 1,7 m de altura y 0,75 m de ancho.



Fig. 8. Expendedora automática de agua potable.

5. Conclusión.

Se concluye que el proyecto cumple con las expectativas, es capaz de entregar agua en tres alternativas posibles en cualquier momento y su funcionamiento es lo más dinámico posible, para facilitar de esta manera el uso de la misma por parte de los usuarios. La expendedora no depende de una persona encargada de su operación, ya que la máquina está provista con los sistemas necesarios para trabajar de manera eficiente por largos periodos de tiempo. El hecho de que el usuario cuenta con dos alternativas a la hora de abonar su pedido, le da a la expendedora un panorama de trabajo más amplio, ya que no sólo apunta al uso casual, sino también está destinada a generar clientes de uso frecuente.

La investigación e implementación de un sistema de cobro utilizando tecnología RFID, está siendo cada vez más utilizada, tanto en transporte público como en sistemas de control de acceso a viviendas, lo cual le da mayor importancia a dicho desarrollo, ya que puede tomarse como punto de partida para realizar otras actividades.

6. Referencias.

- [1] NXP Semiconductors; MFRC522, data sheet: (112138, 2014)
- [2] NXP Semiconductors; MFRC522, Section 6. Block Diagram: (112138, 2014)
- [3] NXP Semiconductors; MFRC522, Section 8.1. Digital Interfaces: (112138, 2014)
- [4] Littelfuse; Q4015L5, data sheet: (19725807777, 2004)
- [5] Fairchild; MOC3041M, data sheet: (1.01, 2005)
- [6] Microchip Technology Inc.; PIC18F4550, data sheet: (DS39632C, 2006)