

Juan Fernando Rosero Martínez
Diego Nicolás Forero Herrera
Jerson Andrés Mejía Báez

PASTILLERO ELECTRÓNICO.

INTRODUCCIÓN

El presente documento muestra el respectivo diseño de software y hardware del proyecto de un pastillero electrónico a implementar en un procesador LM32 que pueda ser capaz de cumplir con determinadas especificaciones y cumpla con su respectivo objetivo.

Se muestran los planos generales de los respectivos diseños, los cuales hacen uso de distintos periféricos tales como servomotores, pantalla LCD, reloj en tiempo real, entre otros. Se podrán observar también, durante el desarrollo del proyecto, los protocolos de comunicación que utiliza cada periférico junto con sus simulaciones en GTKWave y los resultados del mismo implementados con ayuda de una FPGA Nexys 3.

OBJETIVO

El objetivo de este proyecto es desarrollar un pastillero electrónico que pueda ayudar a determinado grupo de personas como población con enfermedades crónicas como Alzheimer o adultos de tercera edad a recordar tomar sus medicamentos a la hora exacta haciendo uso de un dispositivo de fácil manipulación que facilitará esta tarea. Este dispositivo permitirá que el adulto mayor acceda rápidamente a los medicamentos que debe consumir sin preocuparse por qué hora es o cuál es el medicamento que debe consumir.

El pastillero electrónico estará diseñado principalmente para adultos mayores que no cuentan con el apoyo de un tercero para tomar sus medicamentos, así como a personas que usualmente viven solas en su casa y padecen de alguna complicación mental tipo Alzheimer que no les permite recordar adecuadamente el consumo de sus medicamentos.

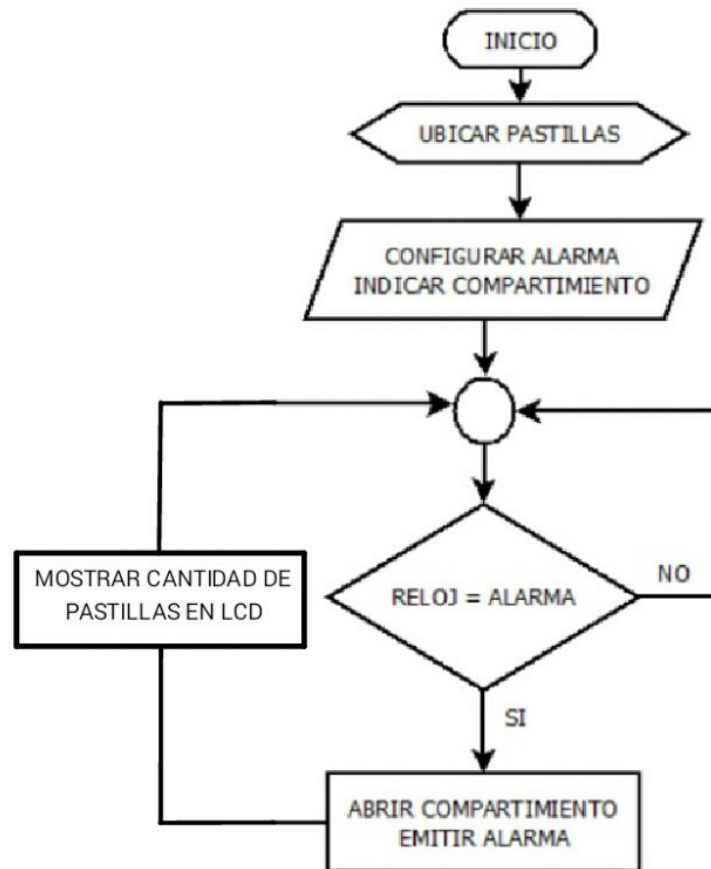
ESPECIFICACIONES Y FUNCIONAMIENTO DEL DISPOSITIVO

El dispositivo que se diseñó cuenta con cuatro compartimentos que se abrirán automáticamente a los horarios establecidos previamente por el usuario. La programación del dispositivo se realizará mediante comunicación WiFi con un dispositivo móvil celular o un computador.

El dispositivo mantendrá las compuertas cerradas hasta que el reloj del pastillero coincida con la hora programada por el usuario, en este momento emitirá una alarma y abrirá de manera automática los compartimentos que contienen los medicamentos que debe consumir e indicará mediante una pantalla LCD la cantidad de medicamentos de cada tipo que deben ser tomados, una vez la alarma es silenciada el dispositivo cerrará las

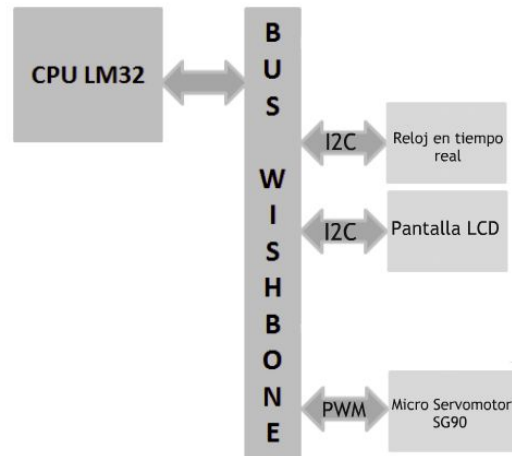
compuertas y repetirá el ciclo cuando el reloj vuelva a coincidir con la hora indicada por el usuario.

A continuación se muestra un diagrama de flujo que muestra el funcionamiento del dispositivo.



PERIFÉRICOS

El pastillero cuenta con una serie de periféricos que se conectan al procesador LM32 mediante el bus de datos Wishbone y utilizando algunos protocolos de comunicación. A continuación se muestra un diagrama de los módulos que se desarrollaron para el pastillero y el protocolo de comunicación que se utilizó.



Se tuvo algunas complicaciones para desarrollar los periféricos propuestos inicialmente, por lo que se trabajó con los módulos de los servomotores, que se encargan de abrir cada compartimiento. Además se trabajó con los módulos de la pantalla LCD, en donde se visualizará la hora y el número de pastillas que debe tomar el usuario, y el módulo de reloj en tiempo real, que determina la hora a la que el usuario debe tomar la pastilla. Tanto la pantalla como el reloj se comunican con el procesador mediante el protocolo I2C, y los servomotores se comunican mediante PWM.

A continuación se muestra las características principales de los periféricos utilizados:

- **Micro servomotores Sg90 Tower-Pro**, peso: 9g; Dimensiones: 22.2x11.8x31mm aproximadamente; Torque: 1.8Kg/cm a 4.7V; Voltaje de funcionamiento: 3.0V a 7.2V.

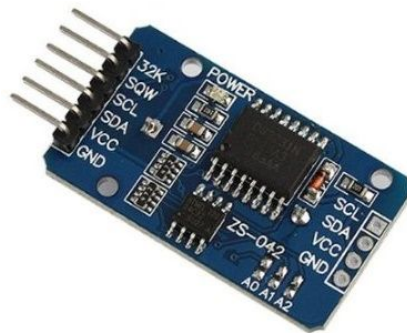
Sus requerimientos de energía son bastante bajos y se permite alimentarlo con la misma fuente de alimentación que la tarjeta de desarrollo. Cuenta con 3 conectores, en los cuales dos se encargan de la alimentación y otro de la señal de entrada.



- **Pantalla de Caracteres LCD 16x2**: Utiliza protocolo I2C para la comunicación con el procesador LM32, posee un voltaje de operación de 2.5V a 3.3V. Cuenta con un adaptador I2C para la comunicación con el procesador.



- **Modulo RTC DS3231:** Se comunica con el procesador LM32 mediante protocolo I2C al igual que la pantalla. Posee un voltaje de operación entre 2.3V y 5.5V

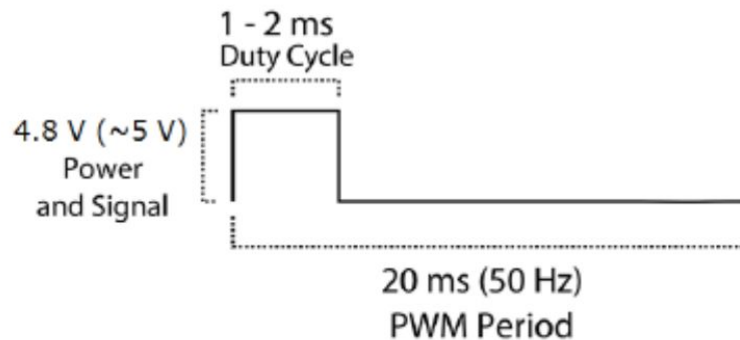


Para alcanzar el objetivo deseado se debe tener en cuenta la importancia de los protocolos de comunicación que usan los periféricos para transmitir información hacia el procesador. Por ello se debe analizar los dos protocolos utilizados y observar su comportamiento y características principales. Primero se analizará el PWM, el cual se utilizó para el funcionamiento de los servomotores, y posteriormente se analizará el protocolo I2C que es de vital importancia para el funcionamiento de la pantalla y del reloj en tiempo real.

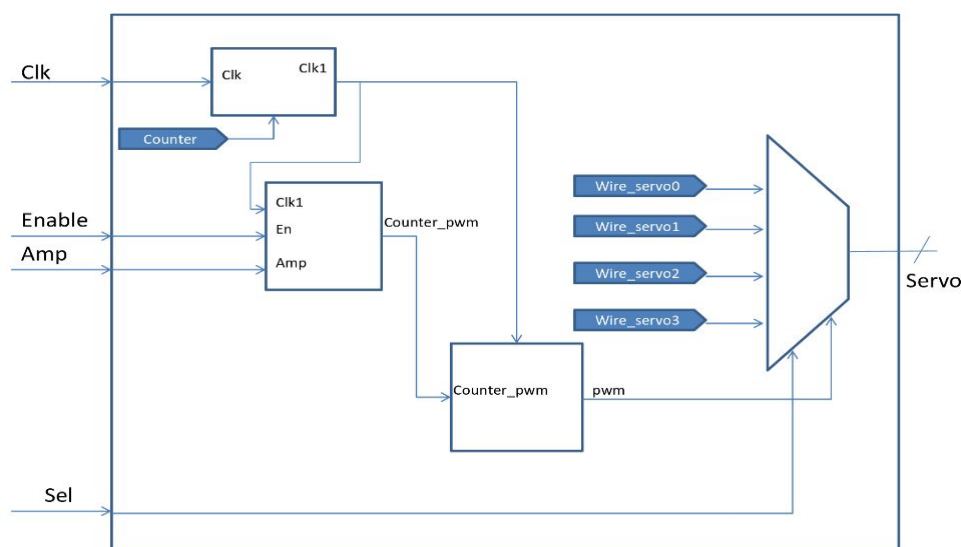
PROTOCOLOS DE COMUNICACIÓN

PWM

CICLO ÚTIL PWM



Para que los servomotores giren se debe definir un periodo entre 1 y 2 milisegundos, donde 1ms representa un ángulo de 0 grados, 1,5 ms representa un ángulo de 90 grados y 2 ms representan 180 grados de rotación. También se debe tener en cuenta el periodo del PWM que es de 20 ms. A continuación se muestra un diagrama que explica el funcionamiento de los servomotores. Se escogerá el servomotor que se debe mover de acuerdo a los horarios programados por el usuario por lo que se necesita una señal de control que seleccione el servomotor deseado.



I2C

El protocolo i2c es un protocolo de comunicación desarrollado alrededor de los años 1980s por Philips Semi-conductors. I2C hace uso de dos canales de comunicación bidireccionales con resistencias de pull-up. No maneja restricciones en cuanto a velocidad de baudios a diferencia de otros estándares de comunicación.

Está diseñado como un bus tipo “maestro-esclavo” en el cual siempre se toma como partida de inicio, el correspondiente punto de partida en el cual el maestro empieza a transmitir datos y por ende el esclavo reacciona generando una señal de “recibido”.

Una de las ventajas del estándar i2c, es que tiene la posibilidad de manejar varios maestros mediante un modo “multi-master”, en el cual, se puedan comunicar distintos maestros entre si.

El inicio de una transmisión de datos mediante protocolo i2c es iniciado por la señal de inicio del maestro a la cual le sigue la dirección en la cual se quiera escribir o para la cual se desee realizar una lectura de datos; en estas respectivas funciones de lectura (READ) o escritura (WRITE), se escriben los bytes de datos al esclavo o se leen del maestro.

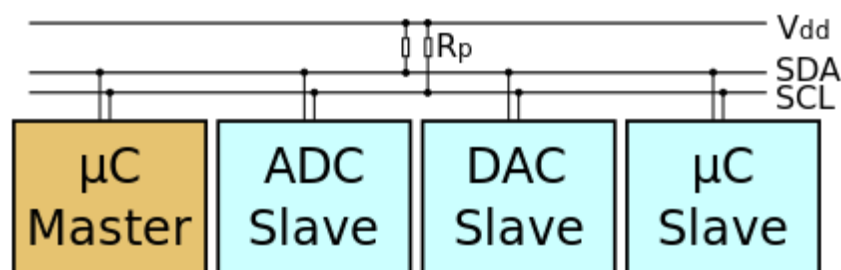
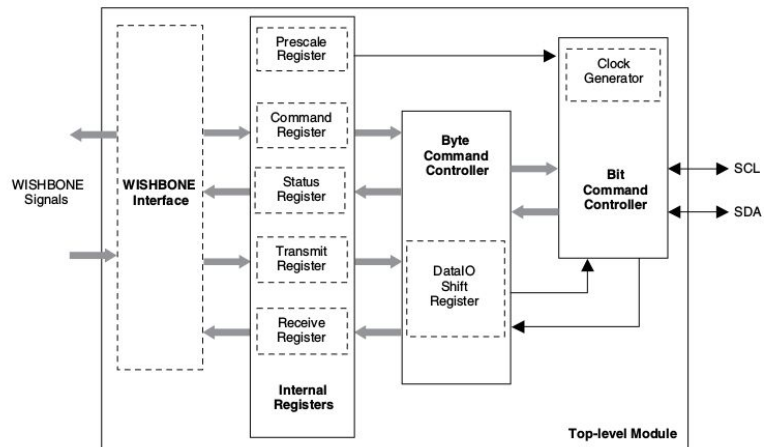


Diagrama de bloques del I2C

En el siguiente esquema se presenta el diagrama de bloques para el protocolo I2C, en el cual se pueden observar cuatro módulos principales tales como un módulo de primer nivel y tres módulos de segundo que son el control Bit, el control Byte y el bloque de registros internos. Todos estos módulos podrán ser observados a cabalidad en el código fuente del hardware del pastillero.



Máquina de estados para el control Byte del I2C

En el siguiente diagrama se puede observar la máquina de estados del controlador “byte” para el protocolo de comunicación I2C, el cual, tiene una comunicación directa con el bus “Wishbone” en formato de bytes.

