



Trabajo Practico Obligatorio UTN - FRBA 2023

Título:	
Grupo Nro:	5
Integrantes:	Costarelli, Facundo
	Lagache, Ezequiel
Fecha:	30/06/2024

Idea Fuerza del Trabajo Práctico Obligatorio

Contenido

1. Breve descripción de la idea fuerza
2. Introducción
 - 2.1. Objetivos
 - 2.2. Diagramas en bloques
 - 2.2.1. Bloques asociados al microcontrolador
 - 2.2.2. Bloques asociados a la PC
 - 2.2.3. Modo de comunicación entre micro y PC
3. Descripción Detallada de cada Bloque
 - 3.1. Bloques asociados al microcontrolador
 - 3.2. Bloques asociados a la PC
4. Descripción del Hardware a utilizar
 - 4.1. Descripción
 - 4.2. Link a hojas de datos ya relevadas
5. Descripción de la aplicación desarrollada en la PC
6. Conclusiones

1. Breve descripción de la idea fuerza

El proyecto elegido es un oxímetro con el sensor MAX30102 como medidor de señales. Se pretende configurar el sensor, medir la señal por fotopletimografía digital y obtener la oxigenación en sangre, así como la frecuencia cardíaca de una persona en reposo. Dichos datos se buscan transmitir desde el sensor hacia el microprocesador con I2C para así procesarlos y enviarlos al display LCD de la placa INFOTRONIC, así como para verlos en una interfaz gráfica en QT con datos y gráficos en PC, para esto último la conexión entre el micro y la PC será inalámbrica por medio de WIFI utilizando protocolo TCP/IP.

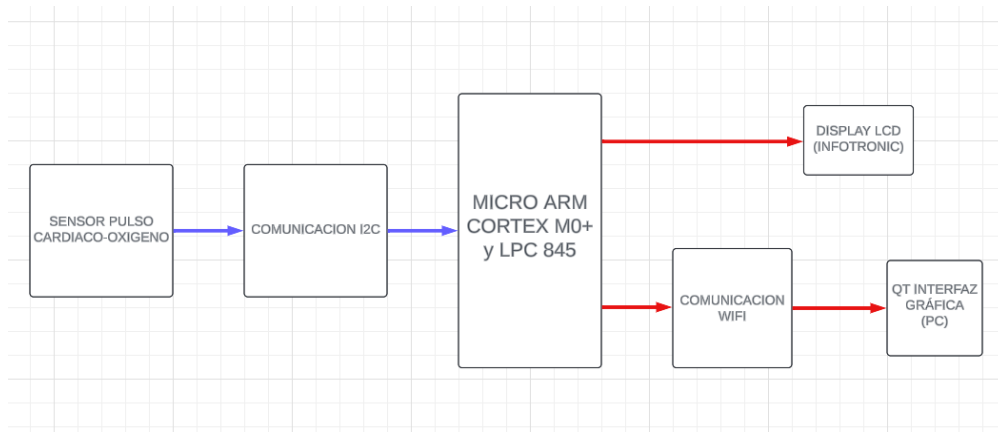
2. Introducción

Buscamos introducirnos en la electromedicina y estudiar cómo se mide el pulso cardíaco y la oxigenación en sangre a partir de usar un sensor digital y cuáles son los significados de estos datos en la salud cardiovascular de un individuo, en principio en reposo. Aquí se combinan conocimientos de Asys y de programación para lograr un dispositivo adaptable a las necesidades específicas del Grupo de Investigación y Desarrollo en Bioingeniería (GIBIO) dentro de sus protocolos de valoración cardiovascular en UTN.BA. Para corroborar el funcionamiento, buscamos comparar las mediciones de nuestro dispositivo realizado con otro ya en el mercado del mismo tipo con además el uso de valores de referencia actualmente tabulados.

2.1. Objetivos

- Estudio y aplicación sobre conocimientos del stick LPC845.
- Incorporar y afianzar mejor la teoría de C++, POO, Sistemas Embebidos y ASYS.
- Unir los conceptos de aplicación con los conceptos del microprocesador.
- Aprender a utilizar el protocolo I2C para obtener información leída por el sensor y poder enviarla al micro para visualizar datos.
- Aprender a utilizar protocolo TCP/IP para establecer comunicación WIFI y así adquirir conocimientos del IOT (Internet of Things).

2.2. Diagrama en bloques



Herramientas y equipos:

- Sensor pulso cardíaco y saturación de oxígeno MAX30102
- Módulo WIFI ESP8266
- Micro LPC845
- Display LCD 16x2
- Adaptador de comunicación serie-USB
- Cables para la comunicación
- Fuente de alimentación
- PC o Notebook para interfaz gráfica de QT

Alcance del proyecto:

- Comunicación entre LPC y PC: carga de programas por USB e intercambio de datos del sensor hacia PC por módulo WIFI protocolo TCP/IP
- Comunicación entre LPC y Max30102: Protocolo I2C
- Sensores: Max30102 – Oxigenación y pulso cardíaco
- Módulos de comunicación: Esp8266 – WIFI
- Salida: Display LCD 16x2 en placa Infotronic y pantalla PC con interfaz gráfica QT

3. Descripción detallada de cada bloque

Sensor Pulso Cardíaco-Oxígeno: Este sensor sería el MAX30102, el cual funciona con protocolo de comunicación I2C. Funcionaría como esclavo-transmisor hacia el LPC.

Comunicación I2C: El bloque I2C es un puerto y protocolo de comunicación serial para poder relacionar el sensor con el micro. Se diferencian dos elementos básicos, un maestro (LPC como receptor) y un esclavo (MAX30102 como transmisor). El bus consiste de dos líneas llamadas Serial Data (SDA) y Serial Clock (SCL).

Microprocesador ARM Cortex M0+ en LPC 845: Esto representa el microprocesador principal a utilizar a partir del stick del LPC845.

Infotronic y usuario: Contienen al Display LCD para mostrar los datos resultantes de las mediciones.

PC y QT Interfaz Gráfica: Refiere a la aplicación asociada a la interfaz gráfica para mostrar gráficas y los datos de las mediciones realizadas.

Comunicación USB: Es un medio de comunicación serial de datos entre la PC y el LPC programable para realizar la carga de código y control de todos los elementos con código en una IDE.

Comunicación WIFI: Es un medio de comunicación por protocolo TCP/IP para el envío y recepción de datos entre el micro y la PC.

4. Descripción del hardware

Se mencionan a continuación las descripciones relevantes respecto al hardware utilizado en el proyecto. Esto implica características técnicas y explicación simplificada del funcionamiento de los dispositivos a utilizar.

4.1. Descripción

A continuación, introducimos las descripciones de módulos de hardware a usar por fuera del LPC845 y la placa de INFOTRONIC.

Módulo MAX30102: Sensor de frecuencia cardíaca y concentración de oxígeno en sangre que funciona mediante un método de fotodisolución. Este sensor utiliza fotodetectores y elementos ópticos para medir cómo la sangre se comporta frente a la luz en función de su grado de saturación de oxígeno. El sensor mide la oxihemoglobina (HbO₂) y la hemoglobina (Hb) de la sangre arterial mediante una fuente de luz con una longitud de onda específica emitida por un diodo. Además, posee un led rojo, un led infrarrojo, un fotodetector, óptica especializada, filtro de luz ambiental entre 50 y 60Hz, y un conversor ADC delta sigma de 16 bits permitiendo hasta 1000 muestras por segundo.

A la salida obtenemos una señal de fotopletimosgráfica, una señal cuyo valor refiere a la frecuencia cardíaca y una señal cuyo valor se asocia a la saturación de oxígeno en sangre (SPO₂).

Para funcionar, se necesita de dos tensiones: 1,8V para alimentar el circuito interno y un voltaje entre 3,3V y 5V para los leds rojo e infrarrojo. El módulo incluye ambos reguladores de voltaje en placa, por lo que solo se necesita una fuente de 5V para la alimentación. El MAX30102 tiene un consumo de corriente mínimo, lo que lo hace ideal para aplicaciones portátiles, como equipos de monitoreo médico, asistentes de estado físico y wearables en general (smartwatch).

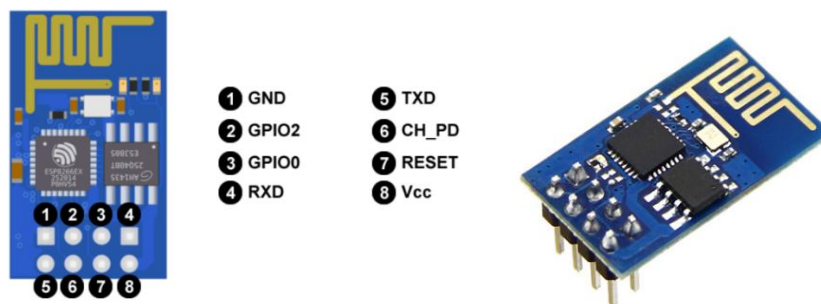
Algunos datos adicionales:

- Longitud máxima de onda LED: 660nm / 880nm
- Corriente típica de trabajo: 60mA



- Potencia máxima: 0,3W
- Tipo de detección: Reflexión de luz
- Protocolo de comunicación: I2C
- Dimensiones: 21 mm x 15mm

Módulo ESP8266: Es un dispositivo que permite la comunicación WIFI entre el hardware principal y la red o internet. En nuestro caso, la idea es utilizarlo para enviar datos hacia la PC. Es un aparato de bajo consumo, por lo que es ideal para armar dispositivos portátiles y del IOT. El ESP8266 es un microcontrolador, pero lo podemos utilizar a través de un módulo circuital para facilitarnos la programación del mismo. Es destacable saber que la tensión de alimentación es entre 3V y 3,6V aunque podría admitir hasta 5V en los puertos GPIO.



En cuanto a la conectividad, vemos que:

- Soporta IPv4 y los protocolos TCP/UDP/HTTP/FTP
- No soporta HTTPS en un principio. Si lo hace mediante software, tanto en cliente como servidor TLS1.2
- Tiene 17 puertos GPIO, pero solo se pueden usar 9 o 10. El GPIO16 es especial ya que está conectado al RTC (Real Time Clock)
- Pueden ser configurados con resistencia Pull-up o Pull-down
- Soporta los principales buses de comunicación (SPI, I2C, UART)

Por el lado del consumo, dependerá de diferentes factores, como los modos de trabajo, los protocolos, la calidad de la señal WIFI y, sobre todo, de si enviamos o recibimos información. La corriente consumida oscila entre los 0,5µA cuando el dispositivo está apagado y los 170mA cuando transmitimos señal.

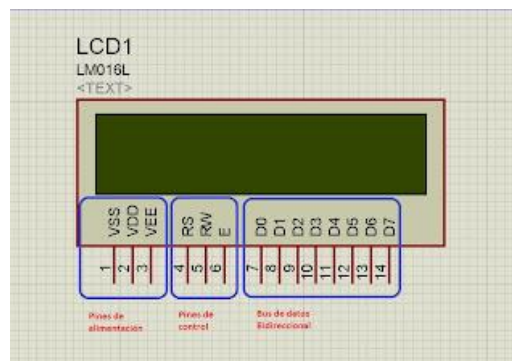
Tiene 3 modos de operación:

- Active mode, que implica transmisión y recepción de datos.
- Sleep mode, donde solo el RTC está activo para mantener la sincronización. Se queda en modo alerta de los posibles eventos que le hagan despertar. Mantiene en memoria los datos de conexión y así no hace falta volver a establecer la conexión con la WIFI. Consume alrededor de 0,6mA hasta 1mA.
- Deep sleep, donde el RTC está encendido, pero no operativo. Debe pasar por el modo dormido antes de despertar y entrar en active mode.

En este estado es como si estuviera apagado y todos los datos que no estén almacenados se pierden. Consume alrededor de 20 μ A.

Display LCD 16x2: Es una pantalla que funciona modificando la cantidad de luz que pasa a través de cristales líquidos. Estos están entre dos capas de vidrio, cada una cubierta por un patrón de pistas conductoras. Cuando se aplica una tensión a uno de estos patrones, los cristales líquidos se orientan de manera que permiten o bloquean la luz, dependiendo de la polaridad de la tensión aplicada.

Esta pantalla de cristal líquido se usa para visualización de información de una forma gráfica, mediante caracteres, símbolos o pequeños dibujos dependiendo del modelo. Está gobernado por un microcontrolador el cual dirige todo su funcionamiento. Que sea de 16x2 quiere decir que dispone de 2 filas de 16 caracteres cada una. Los píxeles de cada símbolo o carácter varían en función de cada modelo.



El conexionado lo podemos dividir en los pines de alimentación, pines de control y pines del bus de datos bidireccional. Además, tenemos pines de ánodo de led backlight y cátodo de led backlight.

- **Pines de alimentación**

Vss: GND

Vdd: 5V

Vee: corresponde al pin de contraste, se puede regular con un potenciómetro de 10K conectado a Vdd

- **Pines de control**

RS: corresponde al pin de selección de registro de control de datos (0) o registro de datos (1). El pin RS funciona paralelamente a los pines del bus de datos. Cuando RS es 0, el dato presente en el bus pertenece a un registro de control/instrucción, y cuando RS es 1, el dato presente en el bus pertenece a un registro de datos o un carácter.

RW: corresponde al pin de escritura (0) o de lectura (1). Permite escribir un dato en la pantalla o leer un dato desde la pantalla.

E: corresponde al pin de habilitación. Si E está en 0, el LCD no está activado para recibir datos, pero si E está en 1, éste se encuentra activo y podemos escribir o leer desde el LCD.

- **Pines de bus de datos**

El bus de datos bidireccional comprende desde los pines D0 a D7. Para realizar la comunicación con el LCD, podemos hacerlo utilizando los ocho bits del bus de datos (D0 a D7), o empleando los cuatro bits más significativos (D4 a D7).

También podemos definir tres zonas de memoria importantes:

La memoria DDRAM (Data Display Ram), que corresponde a una zona de memoria donde se almacenan los caracteres que se van a representar en pantalla.

La memoria CGROM, que es una memoria interna donde se almacena una tabla con los caracteres que podemos visualizar en el LCD.

La memoria CGRAM (Character Generator Ram), donde se pueden almacenar nuestros propios caracteres.

4.2. **Link a hojas de datos ya relevadas**

- MAX30102:

<https://www.analog.com/media/en/technical-documentation/data-sheets/max30102.pdf>

- ESP8266:

https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/0a-esp8266ex_datasheet_en.pdf

- LCD DISPLAY 16x2:

<https://www.sparkfun.com/datasheets/LCD/HD44780.pdf>

5. **Descripción de la aplicación desarrollada en la PC**

La aplicación que desarrollaremos permitirá la visualización y administración del estado del sistema. Se conectará con los demás módulos mediante WIFI, y la interfaz permitirá observar la información que obtienen los distintos sensores (frecuencia cardíaca y concentración de oxígeno en sangre), además de distintos gráficos para ayudar a la comprensión de la información brindada.

6. **Conclusiones**

En este proyecto buscamos desarrollar código que permita, por un lado, la configuración y puesta en marcha de los tres módulos mencionados en la descripción del hardware, considerando las zonas de memoria necesarias, así como los protocolos de conexión entre el micro y estos dispositivos. El micro que definiremos como el cerebro de nuestro proyecto será el ARM Cortex M0+, que

está en el LPC845. Por otro lado, buscaremos programar una aplicación principal que nos permita visualizar todos los datos de interés en la pantalla de una PC a partir de una interfaz gráfica en QT. Esta pretende visualizar datos numéricos y algunos gráficos con los que el usuario pueda interactuar de forma muy simple.