

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
DISCIPLINA: LABORATÓRIO DE SISTEMAS MICROPROCESSADOS - TURMA A
1º SEMESTRE 2020
GIANLUCAS DOS SANTOS LOPES 18/0041991

Sensor de pulso cardíaco e módulo bluetooth HC-05

1. Objetivo:

O projeto consiste em utilizar um sensor de pulso e frequência cardíaca [1] para medir a frequência cardíaca e exibir em um celular utilizando o módulo Bluetooth HC-05. Além disso, utilizou-se um buzzer [3] para fazer um beep quando um pulso for detectado e também o lcd [4] como uma segunda opção para mostrar a frequência calculada.

Para poder observar a forma de onda dos pulsos cardíacos, os dados do sensor foram enviados para um programa de computador com capacidade de plotar gráficos.

O projeto foi implementado utilizando-se uma MSP430F5529.

2. Implementação e dificuldades:

O buzzer funciona de maneira simples, possui três entradas que foram conectadas nos pinos GND, 3.3V e P8.1. Para funcionar basta alternar a sua entrada entre 1 e 0 com frequência.

Para o lcd foram utilizadas as bibliotecas desenvolvidas durante o semestre que funcionam com comunicação I2C.

O módulo Bluetooth foi utilizado para enviar o BPM (batidas por minuto) calculadas pelo MSP para um terminal bluetooth de um celular android. Sua implementação também foi simples, bastando configurar a interface UART USCI-A0 com um baudrate de 9600 Hz.

A maior dificuldade do projeto encontra-se no sensor, que é extremamente sensível a movimentos e apresenta dificuldades em ler o pulso, caso não seja colocado no dedo de uma maneira ideal, onde não faça muita pressão, mas também não fique muito distante. Esses problemas parecem acontecer devido aos componentes usados na construção dos diferentes modelos de sensor [5] e, infelizmente, os dois sensores encontrados eram das versões de construção inferior.

O sensor cardíaco funciona enviando sinais de tensão que variam de 0 a 3.3V, de acordo com a leitura feita. Esses sinais analógicos são convertidos pelo AD do MSP a uma taxa de 500 Hz, para serem tratados.

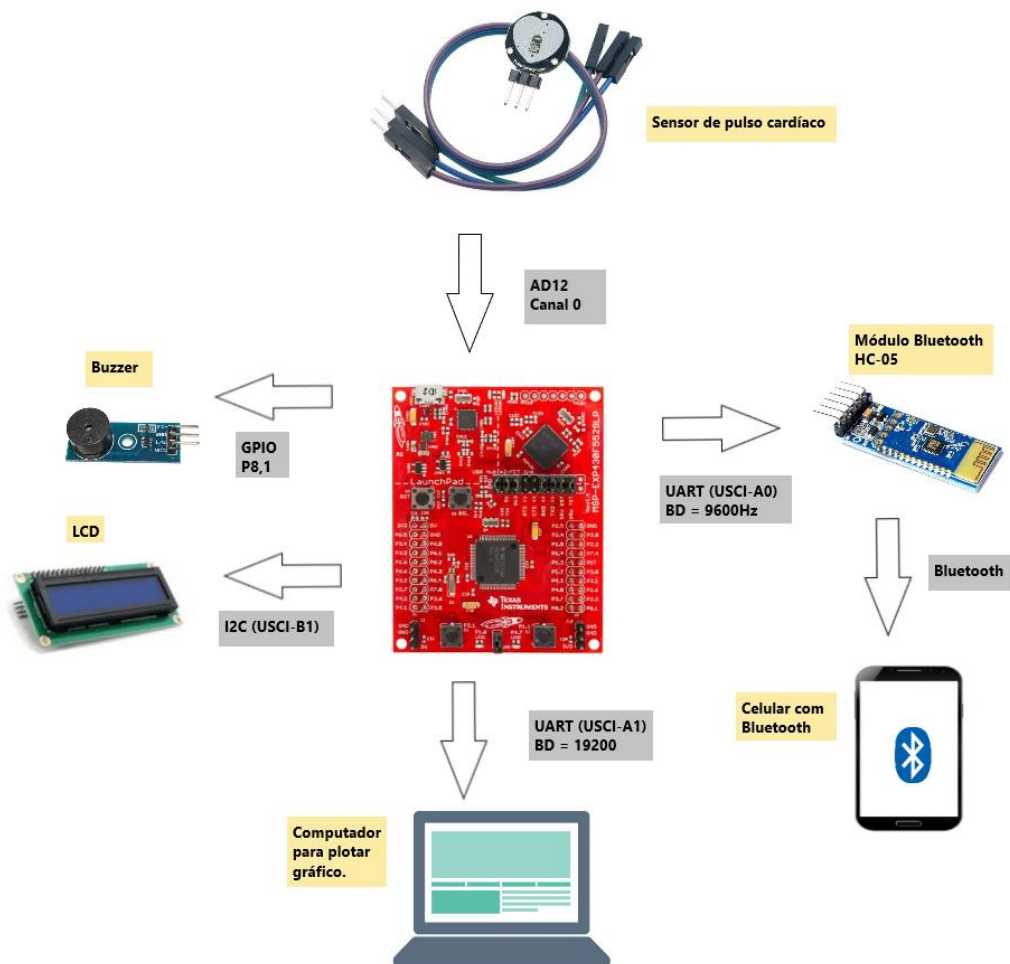
Para calcular a taxa de BPM, é medido o intervalo de tempo entre dois pulsos, que é usado para calcular quantos pulsos (com a duração do intervalo) acontecem em 60 segundos. Para melhorar a precisão do sensor, é feita uma média móvel dos 8 últimos valores de intervalo antes do cálculo do BPM.

A parte de detectar pulsos também foi um pouco trabalhosa visto que diversos ruídos no sinal eram contados como batimentos. Para ajudar a evitar esse tipo de interferência, a fabricante do sensor disponibilizou um exemplo com sugestões para a plataforma Arduino [6], que foi modificado para o projeto no MSP430.

Utilizar um limiar dinâmico para encontrar pulsos no sinal, ignorar sinais com frequência alta demais para o pulso cardíaco de uma pessoa e esperar um certo tempo depois de um batimento antes de contabilizar outro, para evitar ruídos como o Dicrotic Notch [7] são algumas das medidas propostas pelo fabricante do sensor.

A segunda interface UART do MSP430 foi utilizada para enviar as medidas não tratadas para o computador, onde uma aplicação em python [8] foi adaptada para plotar um gráfico dos batimentos com os dados recebidos da interface serial.

3. Diagrama do Projeto:



4. Conclusão:

O projeto funcionou bem nos testes nas condições ideais de funcionamento, porém as limitações do sensor impedem a sua implementação em algum projeto mais prático, como para medir o pulso cardíaco de um atleta durante uma corrida por exemplo.

5. Bibliografia:

- [1] <https://www.huinfinito.com.br/sensores/1366-sensor-de-pulso-e-frequencia-cardiaca-arduino.html>
- [2] <https://www.huinfinito.com.br/modulos/1482-modulo-bluetooth-serial-hc-05-mestreescravo.html>
- [3] <https://www.huinfinito.com.br/arduino/969-modulo-sensor-buzzer-5v.html>
- [4] <https://www.huinfinito.com.br/modulos/1182-display-cristal-liquido-lcd-16x02-azbr-com-modulo-i2c.html>
- [5] Problems using heart beat pulse sensors - https://youtu.be/yhRL_W1WhV0
- [6] <https://pulsesensor.com/pages/pulse-sensor-amped-arduino-v1dot1>
- [7] Dicrotic Notch Definition - www.merriamwebster.com/medical/dicrotic%20notch
- [8] <https://www.thepoorengineer.com/en/arduino-python-plot/#python>