

Projeto Final: Monitor Cardíaco Utilizando MSP430, Sensor de Pulso e Módulo Bluetooth

Final Project: Cardiac Monitor Using MSP430, Pulse Sensor and Bluetooth Module

LUIZ FELIPE FOLHA TAVARES

Matrícula: 16/0134846

Resumo

*Obtenção da quantidade de batimentos do coração por minuto (BPM) do usuário através do sensor de pulso, exibição de tal dado em um dispositivo Android, utilizando o protocolo UART e o módulo Bluetooth para realiza a comunicação entre o celular e o microcontrolador. **Palavras-chave:** BPM, Modulo Bluetooth, Conversão A/D, UART, MSP430, Sensor de Pulso*

I. DESCRIÇÃO DO PROJETO

i. Componentes utilizados e diagrama alto nível do projeto

Para a realização do projeto foram utilizados os seguintes componentes:

- MSP430 F5529 Launchpad;
- Sensor de pulso [2];
- Módulo Bluetooth HC-05;
- Celular Android com o aplicativo **Bluetooth Terminal HC-05** instalado. [1]

Ocorrem quatro processos essenciais para o bom funcionamento do projeto: Conversão A/D e amostragem do sensor de pulso; cálculo dos BPM pelo microcontrolador; envio dos dados através do protocolo de comunicação UART (Universal asynchronous receiver/transmitter) em conjunto com o módulo Bluetooth e exibição dos dados recebidos no celular Android.

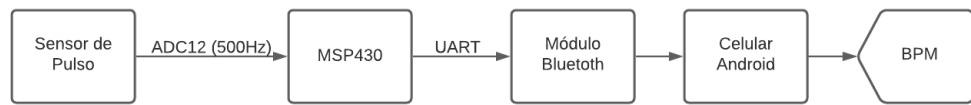


Figura 1: Diagrama alto nível do projeto

ii. Conversão A/D e cálculo dos batimentos por minuto

Através do ADC12 do microcontrolador, é realizada a conversão A/D e a amostragem do sensor de pulso a uma taxa de 500 Hz. A cada loop, é feita uma verificação para obtermos um valor de referência para o valor de pico gerado pelo sensor de pulso. Com o valor de referência obtido, é verificado se houve 5 batimentos através de um contador que é incrementado sempre que há a amostragem de um valor superior ou igual ao valor base. Nas interrupções do timer utilizado no ADC12, um outro contador (denominado "pulseTime" no código) é incrementado a cada amostragem do sensor, assim, é possível se obter um valor preciso a respeito do tempo decorrido. [5] Foi utilizada a equação a seguir (fazendo a média de 5 batimentos) para o cálculo dos batimentos por minuto (BPM):

$$BPM = \frac{5 \cdot 500 \cdot 60}{pulseTime} = \frac{150000}{pulseTime} \quad (1)$$

iii. Exibição dos resultados no celular

Após a realização do cálculo dos BPM, o resultado é enviado pelo módulo Bluetooth através do protocolo UART (*baudrate* de 9600), recebido pelo celular e exibido através do aplicativo Bluetooth Terminal HC-05 que funciona como um monitor serial para o módulo Bluetooth utilizado no projeto. Vale ressaltar que as bibliotecas utilizadas no projeto foram desenvolvidas ao longo do semestre 2020/1 na disciplina teórica Sistemas Microprocessados com o professor Daniel Café, turma A [4], e a utilização correta da função *Sprintf* foi baseada em uma resposta no fórum de dúvidas da Texas Instruments [3].

II. DIFICULDADES ENCONTRADAS

As principais dificuldades encontradas no decorrer do projeto se relacionam com a imprecisão do sensor de pulso, assim como a escassez de conteúdo disponível na internet que direcionassem sua correta utilização com a MSP430. Os valores de taxa de amostragem, *delay* e quantidades de medidas necessárias para a média foram obtidos empiricamente. Com o intuito de verificar quando o sensor está corretamente posicionado, o led vermelho da launchpad alterna de estado com a frequência dos batimentos cardíacos. Além disso, foi verificado que quando posicionado no lóbulo de uma das orelhas, o sensor realiza medidas mais precisas, visto que a variação de fluxo sanguíneo é mais perceptível nessa localidade.

REFERÊNCIAS

- [1] Bluetooth terminal hc-05 download google play: https://play.google.com/store/apps/details?id=project.bluetoothterminalhl=pt_brgl=us.
- [2] Homepage pulse sensor: <https://pulsesensor.com/>.
- [3] Msp low-power microcontrollersmsp low-power microcontroller forum sprintf function in ccs: <https://e2e.ti.com/support/microcontrollers/msp430/f/166/t/485180?sprintf-function-in-ccs>.
- [4] Playlists sistemas microprocessados unb 2020/1 prof. daniel café: <https://www.youtube.com/channel/uczrcldx1r27hobwnx9vqzyq/playlists>.
- [5] Murugavel Raju. Heart-rate and ekg monitor using the msp430fg439. *Texas Instruments*, SLAA280A, 2007.