
VII SEB

Monitor de pulso cardíaco utilizando Arduino

Adilmar Coelho Dantas

Universidade Federal de
Uberlândia – Nutec LAB 1X05
adilmarcoelho@hotmail.com

Hermes Gustavo Fernandes**Neri**

Universidade Federal de
Uberlândia – Nutec LAB 1X05
hermesneri@hotmail.com

Eduardo Kojy Takahashi

Universidade Federal de
Uberlândia – Nutec LAB 1X05
ektakahashi@gmail.com

Resumo

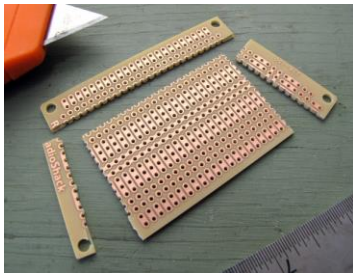
Este projeto demonstra uma técnica para medir a pulsação cardíaca através do fluxo sanguíneo, captada através do dedo do paciente durante o bombeamento de sangue pelo coração.

Palavras chaves

Monitor de pulso cardíaco, Arduino, Biomédica.

Passo a passo para montagem do sistema

Cortar uma PCI: Corte uma placa de circuito impresso perfurada (PCI) com uma lâmina de serra no tamanho de 7cm x 5 cm.



Base para o dedo: Escolha entre um pedaço de tubo PVC ou um adaptador de torneira e faça dois furos alinhados na direção axial, para encaixe dos sensores.



Introdução

Este projeto demonstra uma técnica para medir a pulsação cardíaca através do fluxo sanguíneo, captada através do dedo do paciente durante o bombeamento de sangue pelo coração. O circuito é relativamente simples e econômico, bastante similar a alguns utilizados recentemente para medir a pulsação cardíaca. O grande diferencial está na comunicação Arduino [1], que permite que estes dados sejam tratados e até demonstrados graficamente para os usuários. Em adultos, o coração normal bate cerca de 60 a 100 vezes por minuto [2] durante condição de repouso e o sistema desenvolvido permite analisar e monitorar estes batimentos em tempo real auxiliando na detecção de anormalidades. Os circuitos aqui desenvolvidos são bastante simples, mas similares aos modernos aparelhos disponíveis atualmente, porém com a vantagem de utilizar materiais simples e de baixo custo. Uma desvantagem, por se tratar de um sistema simples que não utiliza microcontroladores e amplificadores de sinal, é uma perda na acurácia da coleta dos dados devido à presença de ruídos de fundo.

Circuito

O circuito é constituído de um LED infravermelho, que transmite um sinal *IR (Infrared)*, fazendo com que uma fração do sinal atravesse a ponta do dedo do paciente e a outra seja refletida pelas células sanguíneas presentes no mesmo. O sinal refletido é captado por um fotodiodo. A fração do sinal refletido aumenta com o aumento do volume de sangue bombeado pela pulsação e essa variação detectada pelo fotodiodo, por ser muito pequena, necessita de um amplificador físico ou de um software que realize a amplificação do sinal. Optamos pela segunda opção. Na figura 1 está apresentada a ilustração do funcionamento do

dispositivo e, na figura 2, o esquema do seu circuito elétrico.

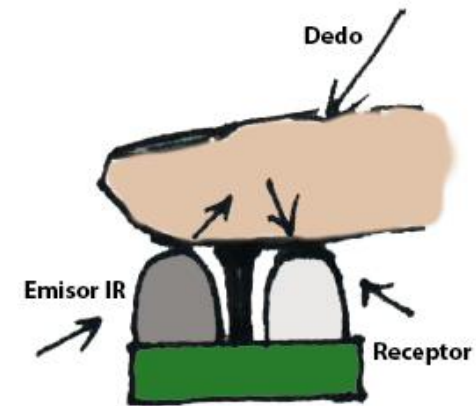


Figura 1 Representação do Sistema Pulse Sensor

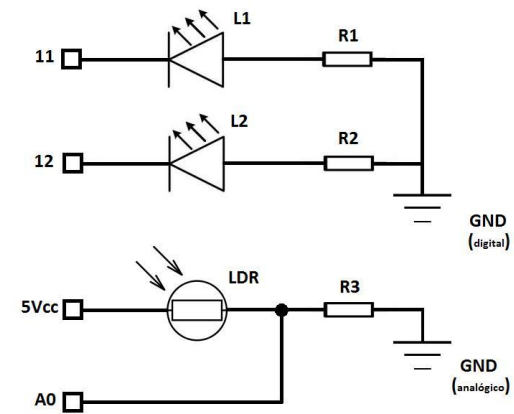
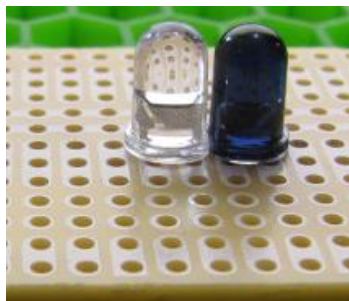
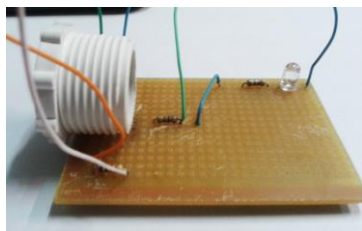


Figura 2 Circuito elétrico

Soldar os pares emissor / receptor: Siga o circuito cuidadosamente, e lembre-se de dobrar os terminais antes de soldar.



Soldar os resistores e cabos de acordo com o circuito. Repare que soldamos um LED como descrito no circuito para que ele simule a pulsação cardíaca durante a coleta dos impulsos.



Desenvolvimento

Para o processamento dos sinais foi utilizada a placa Arduino, que é um circuito integrado de baixo custo e *opensource* direcionado ao desenvolvimento de projetos de eletrônica, e a desenvolvedores das mais diversas áreas. A escolha do Arduino ocorreu pela redução nos custos de montagem e pela disposição de uma plataforma de hardware já modelada e reconfigurável via *firmware*, dispensando em muitos casos conhecimentos aprofundados em eletrônica digital e em arquitetura de microcontroladores em relação ao controlador da placa, bastando o conhecimento em algoritmos para fazer uma aplicação [3]. Na figura 3 é apresentado um esquema ilustrativo do primeiro protótipo para testes do circuito desenvolvido em *protoboard* [4].

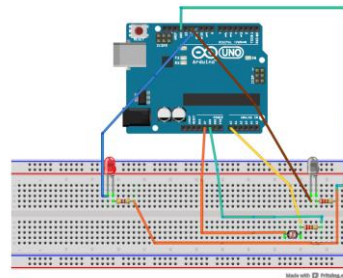


Figura 3 Esquema ilustrativo

Programação – Software

A programação do sistema foi realizada em DSL (*domain specific language*), que é uma linguagem baseada em C, com sintaxe bem similar. A programação consiste em ativar os sensores e realizar a leitura analógica do LDR responsável por captar os valores refletidos pela corrente sanguínea,

consequentemente enviados pelo IR (sensor infravermelho). Além disso, foi inserido um LED para ilustrar visualmente os batimentos cardíacos do paciente. Utilizando linguagens de programação para web, como *PHP* (*Hypertext Preprocessor*) uma linguagem interpretada para aplicações que funcionam do lado servidor e *Jquery* [5], uma biblioteca JavaScript cross-browser desenvolvida para simplificar *scripts* web, foi possível desenvolver um sistema capaz de gerar gráficos em tempo real tanto em *Desktops* quanto em dispositivos móveis. O próximo passo será desenvolver um aplicativo móvel para pessoas com problemas cardiovasculares com a finalidade de alertar o paciente e o médico remotamente através de cada leitura feita pelo paciente, possibilitando, assim, ao médico acompanhar remotamente o estado cardíaco de seu paciente.

Processamento gráfico dos sinais

Os dados adquiridos e tratados pelo Arduino são gravados em uma seção. Para que eles possam ser processados em tempo real graficamente, utilizamos uma biblioteca *OpenSource* (código aberto) para plotagem dos mesmos. A biblioteca roda tanto em ambientes *Desktop*, quanto em aparelhos móveis como demonstra a figura 4 abaixo.

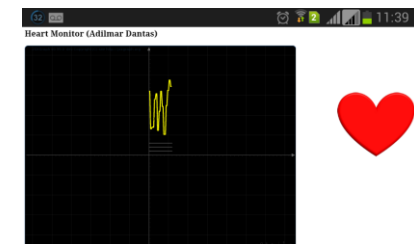


Figura 4 Execução em dispositivos móveis

Programar a placa: Realizar a leitura e programação lógica, para que os dados coletados sejam tratados adequadamente.



O último passo é realizar o tratamento destes dados graficamente: Para realizar esta parte pode se utilizar qualquer plataforma de interesse do desenvolvedor.



A codificação completa você encontra em <https://github.com/Adilmar>

Resultados

Os primeiros resultados obtidos apresentaram ruídos em excesso e mereceram um tratamento computacional e técnico para se obter um gráfico mais legível e passível de se distinguir os picos de fluxo sanguíneo. Posteriormente, foram realizados testes do sistema em nosso próprio laboratório na Universidade Federal de Uberlândia com voluntários que frequentam o mesmo, para chegar à conclusão se o software estava fazendo a leitura correta dos dados. Conforme mencionado anteriormente, a frequência cardíaca em crianças é superior, portanto, decidimos realizar testes em dois grupos de três voluntários, um deles formado por adultos entre 20 e 50 anos de idade e outro com crianças dentre 6 até 12 anos, escolhidos aleatoriamente. Obtivemos os resultados das frequências cardíacas mostrados na tabela abaixo.

Classificação	Maior Frequência Registrada
Adulto	98
Adulto	88
Adulto	79
Criança	108
Criança	110
Criança	102

Conclusões

Este projeto demonstra que com materiais relativamente simples é possível desenvolver aparelhos relevantes para estudos da frequência cardíaca, com uma boa acurácia, além de possibilitar o conhecimento do funcionamento de cada processo dos aparelhos atuais que possuem a mesma função.

Trabalhos futuros

O próximo passo será realizar o sistema embarcado, para que pacientes possam utilizar o aparelho no dia a dia, enviando dados coletados através de rede móveis para o acompanhamento e histórico clínico do mesmo.

Referências

[1] Arduino. Disponível em: <http://playground.arduino.cc/> acessado em 12 de Março de 2014.

[2] Tua Saúde. Disponível em: <http://www.tuasaude.com> acessado em 05 de Março de 2014.

[3] Banz, Massimo. Primeiros passos com Arduino, 2 (2011).

[4] Torres, Gabriel. Eletrônica para autodidatas, Estudantes e técnicos, (2011).

[5] JQuery. Disponível em: <http://jquery.com> acessado em 15 de Março de 2014.