

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

CURSO DE ENGENHARIA CONTROLE E AUTOMAÇÃO

SERGIO MURILO DUARTE SILVA JUNIOR

Relatório 3: Sensores Inteligentes

RELATÓRIO DO PROJETO 3 DE SENSORES INTELIGENTES

CURITIBA

2021

SERGIO MURILO DUARTE SILVA JUNIOR

Relatório 3: Sensores Inteligentes

Relatório do projeto 3 da disciplina de Sensores Inteligentes da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial
para obtenção da aprovação na disciplina Sensores Inteligentes
no curso de Engenharia de Controle e Automação
Prof. Dr. Marco Jose Da Silva

CURITIBA

2021

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	4
DESENVOLVIMENTO: MONTAGEM.....	4,5
DESENVOLVIMENTO: FUNCIONAMENTO.....	6,7,8
DESENVOLVIMENTO, CONV. PARA MEDIDOR DE BATIMENTOS.....	9
DESENVOLVIMENTO, RESULTADOS PARA O MEDIDOR DE BATIMENTOS.....	9
CONCLUSÕES.....	10

1 INTRODUÇÃO

O relatório aqui apresentado tem como objetivo a apresentação dos resultados, montagem, observações, dentre outros aspectos solicitados; decorrentes da aplicação das instruções contidas para o relatório 3 da disciplina de Sensores Inteligentes.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 MONTAGEM

Foi realizada a montagem de acordo com o que consta no diagrama do circuito, mas foram feitas algumas modificações no circuito por questões de disponibilidade dos materiais: Em vez do resistor de 5000Ω na entrada do sensor, foi utilizado um resistor de 6800Ω ; nos filtros ativos de passa-baixa foram utilizados dois capacitores de $0,47\ \mu\text{F}$ em série, conjunto que se aproxima razoavelmente dos 100nF ; as alterações possuem implicações nas frequências de corte mas não são significativas para a obtenção dos resultados. Foram utilizadas duas protoboard's: Em que a menor continha o circuito para o funcionamento do sensor sem filtros e o primeiro filtro RC e a maior continha o restante dos filtros; também foi utilizado a plataforma Arduino UNO, juntamente com um cabo de comunicação do arduino para um notebook contendo o Arduino IDE.

Abaixo temos as imagens do hardware e a configuração de montagem:

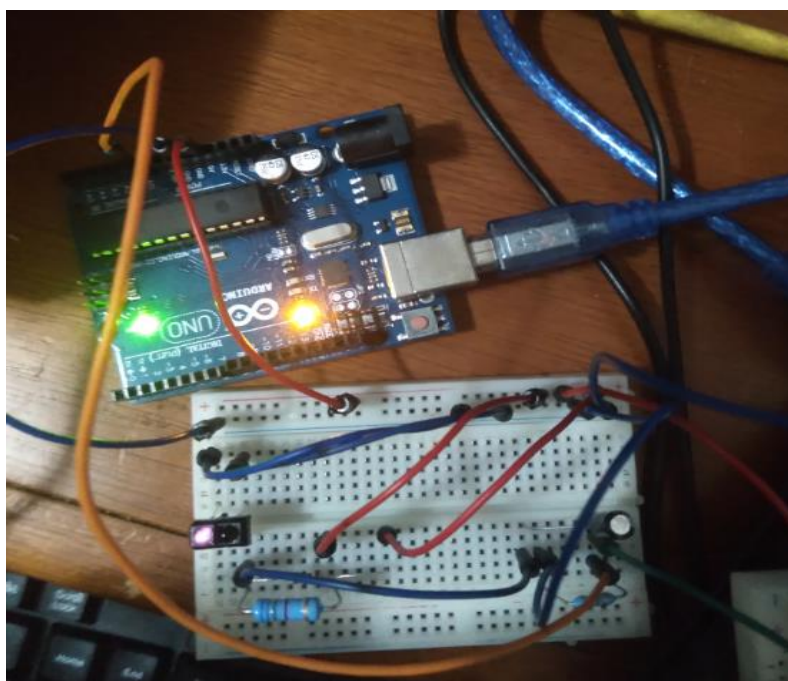


Figura 1 – Hardware do sistema na protoboard menor (circuito do sensor e primeiro filtro)

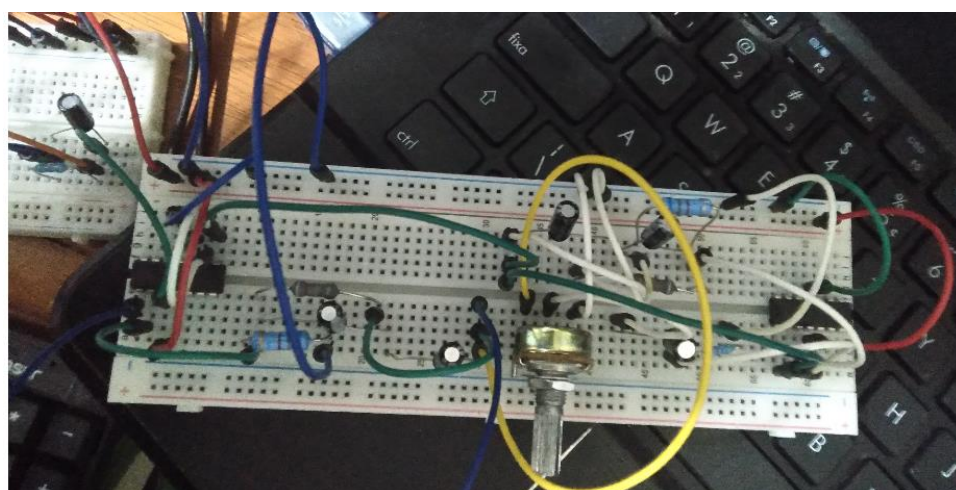


Figura 2 – Hardware do sistema na protoboard maior

2.2 FUNCIONAMENTO

O circuito pode ser repensado como um conjunto de cinco subcircuitos interligados: Sendo um deles o circuito próprio do sensor, que já emite um sinal que possui importância para esse estudo e quatro filtros encarregados de “tratar” esse primeiro sinal de forma que possamos tratá-lo computacionalmente à fim de obter a informação que desejamos mais facilmente. Primeiramente, obtemos a seguinte forma de onda ao usar a entrada analógica A0 do Arduino na entrada do fototransistor, simultaneamente ao posicionamento do dedo indicador à alguns milímetros do sensor:

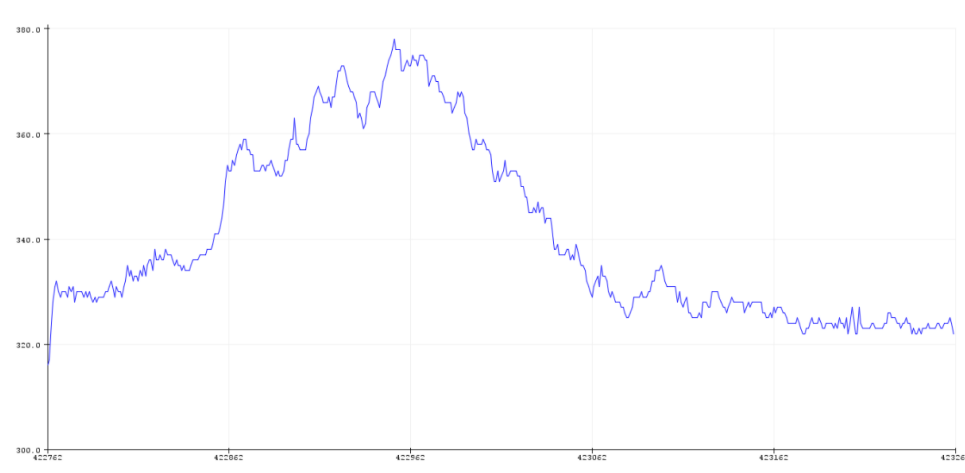


Figura 3 – Sinal obtido na saída do sensor, sem filtragem.

É importante observar que, ignorando-se a componente DC do sinal, obtemos um sinal similar (apesar dos ruídos) ao sinal comum obtido por meio da fotopletiografia, entretanto se faz necessário o uso dos filtros pelas razões já discutidas. O diâmetro foi movido para o nó que contém a “placa negativa” do primeiro capacitor do primeiro filtro (o filtro RC, filtro passa-alta), ou seja, ele obtém o sinal de saída do primeiro estágio do processo de filtragem:

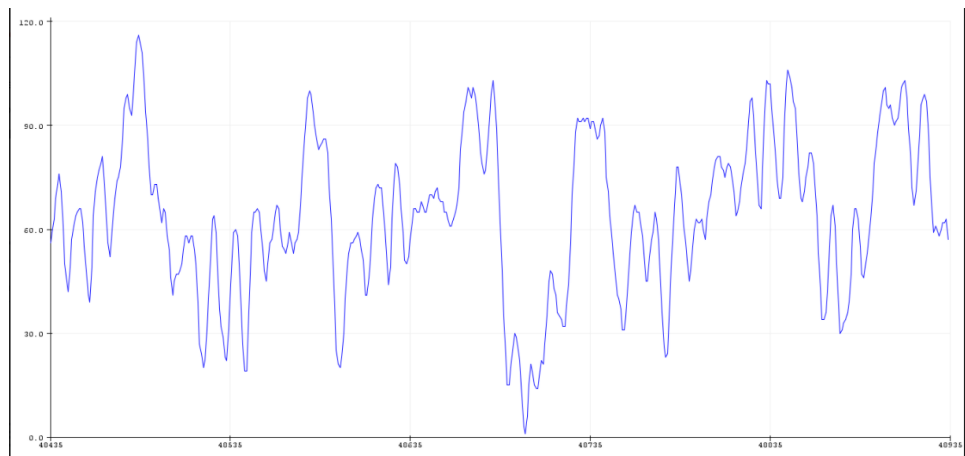


Figura 4 – Sinal obtido na saída do primeiro filtro (o filtro RC, passa-alta passivo).

Esse filtro é capaz de reduzir a componente indesejada DC do sinal (o que é bem perceptível), fazendo com que os períodos que o sinal apresenta altas frequências seja preservado e que as baixas frequências sejam atenuadas, o que justifica o nome “passa-alta”.

Já o segundo estágio, sendo um filtro ativo passa-baixa, é capaz de fazer com que a componente de frequência baixa seja aumentada (devido à presença do amplificador, que é capaz de amplificar esse sinal) e se expresse de maneira mais perceptível. A combinação desses dois filtros é capaz de gerar um sinal similar à onda quadrada, que é muito mais fácil de se tratar computacionalmente.:

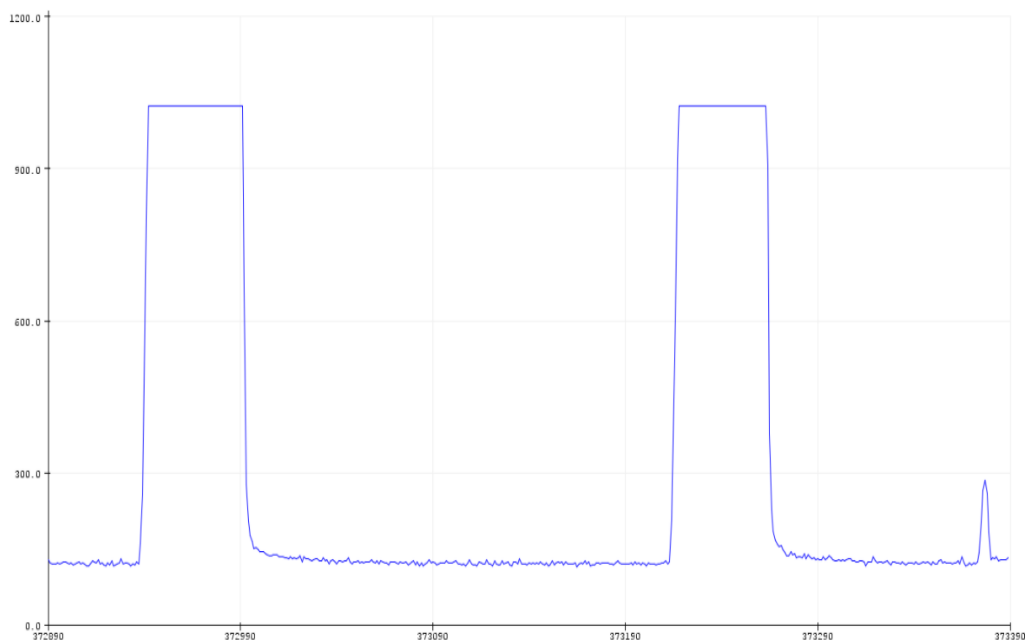


Figura 5 – Sinal obtido na saída do segundo filtro (o passa-baixa ativo).

Já em relação aos três últimos estágios: O terceiro e quarto atuam como redundância aos primeiros, auxiliando no tratamento no sinal. O último estágio da filtragem é útil para reduzir a indutância do sinal, o que é particularmente útil para utilizarmos o ADC do Arduino no próximo item. Todo esse sistema de filtragem produz uma onda que é mais fácil de tratar computacionalmente do que o sinal original, sem perdermos a informação necessária sobre o batimento.

Os sinais foram coletados utilizando a montagem apresentada nas duas primeiras figuras, variando somente a conexão entre um determinado nó e a entrada analógica de forma que possamos coletar o sinal emitido na saída do sensor, depois na saída do primeiro estágio, etc; O código utilizado tanto nesse item foi o “Leitura Analógica.ino.”, upado em conjunto com esse relatório.

2.3 CONVERSÃO PARA MEDIDOR DE BATIMENTOS

Com o hardware do sistema praticamente mantido inalterado, foram feitas modificações em termos de software para transformar esse sistema em um medidor de batimentos por minuto, com base na leitura que o sensor produz ao ser estimulado pela presença de um dedo indicador à alguns poucos milímetros. No item anterior, discutiu-se como a forma de onda se torna muito similar à uma onda quadrada à medida que o sinal é tratado, dessa forma, passamos à utilizar um pino digital do Arduino (em vez do analógico), para que pudéssemos utilizar a função `PulseIn`, que é capaz de retornar o tempo com que sua entrada permanece em um determinado nível lógico antes de comutar; e dessa maneira obtém-se o tempo com que um “quadrado” do sinal está distanciado de outro e é possível calcular a frequência do sistema, podendo-se estimar os batimentos por minuto da pessoa que posiciona o dedo à uma dada distância do sensor. O código utilizado tanto nesse item quanto no próximo item é o arquivo “Batimentos.ino”; upado em conjunto com esse relatório. Uma demonstração do sistema em funcionamento está disponível em: [youtube.com/watch?v=G3tgrkCsvqo](https://www.youtube.com/watch?v=G3tgrkCsvqo).

2.4 RESULTADOS PARA O MEDIDOR DE BATIMENTOS

Com o upload do programa para medição dos batimentos cardíacos para o Arduino, foi possível obter algumas leituras com dois adultos em situações diferentes, conforme é solicitado. É importante constar que o sensor é bastante sensível, de maneira que é necessário manter o dedo bastante estável a uma determinada distância do sensor para obter leituras coerentes; foram obtidas algumas leituras que estavam muito distantes do que foi arbitrado como valor verdadeiro (o bpm que foi obtido por meio de aplicativo de celular), essas leituras foram descartadas. Se houvesse um número muito grande de leituras evidentemente inverossímeis, o processo era reiniciado: tentava-se manter o dedo mais estável e com outra distância do sensor.

Foi solicitado que seja feita a leitura dos batimentos de indivíduos em situações diferentes e tal procedimento juntamente com as leituras foram alocadas na tabela abaixo:

Indivíduo/Condição	bpm
Adulto (24 anos, repouso)	63
Adulto (24, após atividade física)	94
Adulto (61 anos, repouso)	75

As leituras foram obtidos utilizando a média de 10 leituras para cada condição.

3 CONCLUSÕES

Por meio do trabalho aqui apresentado, foi possível o desenvolvimento do sistema medidor de batimentos e a obtenção de resultados satisfatórios. Evidentemente, alguns aspectos fogem do ideal, como a presença de ruídos bastante consideráveis em todo o sistema e os impulsos indesejados gerados no sistema quando o dedo é movimentado ligeiramente ou se não estiver à uma distância ideal do sensor.