

## AQUISIÇÃO E GESTÃO DE SINAL DE ELETROCARDIOGRAMA

Tiago André Monteiro Vieira  
Departamento de Física - DEFI  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Porto, Portugal  
[1131198@isep.ipp.pt](mailto:1131198@isep.ipp.pt)

João Ferreira Trindade Mendes Godinho  
Departamento de Física - DEFI  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Porto, Portugal  
[1141150@isep.ipp.pt](mailto:1141150@isep.ipp.pt)

Maria Jorge Alves Lopes da Silva  
Departamento de Física - DEFI  
Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Porto, Portugal  
[1131291@isep.ipp.pt](mailto:1131291@isep.ipp.pt)

### Resumo

Este artigo tem como foco primário a construção e o posterior funcionamento de um eletrocardiograma que permita a aquisição de um sinal ECG, a sua integração numa base de dados com registo de pacientes e a análise da frequência cardíaca. Este artigo encontra-se dividido em 3 temas, a definição de eletrocardiograma, o seu funcionamento e métodos utilizados para a sua construção. Vai ser abordado e aprofundado o conceito teórico e prático de um eletrocardiograma.

### Introdução

O objetivo primário do coração é bombear o sangue para todo o organismo. Para isso, o coração apresenta uma sequência rítmica de eventos elétricos e mecânicos, denominado de ciclo cardíaco. A atividade elétrica, registada num eletrocardiograma (ECG), da início à atividade mecânica do coração (contração e relaxamento das aurículas e dos ventrículos). Quando as cavidades do coração contraem, bombeiam o sangue para a secção seguinte do sistema cardiovascular. Este projeto será focado no funcionamento do eletrocardiograma e de tudo aquilo que ele nos pode fornecer para deteção de doenças (...).

Durante o ciclo cardíaco, a atividade elétrica dos ventrículos é representada pelo complexo QRS do ECG, precedendo o evento mecânico da contração muscular dos ventrículos (sístole ventricular). Dentro dos valores normais, a sístole inicia-se ao mesmo tempo do pico da **onda R** e termina no final da **onda T**. A onda, que representa a repolarização dos ventrículos, ocorre durante o período de tempo em que os ventrículos se encontram em sístole. A diástole ventricular, período de relaxamento dos músculos ventriculares, inicia-se no final da sístole e termina no pico da onda R. Cada ciclo cardíaco contém um período de sístole ventricular, imediatamente seguido por um período de diástole ventricular. A duração de um ciclo cardíaco, ou batimento cardíaco, pode ser avaliado a partir do tempo entre sucessivas ondas (Figura 1). No ciclo do ECG, a atividade

elétrica precede e inicia a atividade mecânica.

A contração dos ventrículos (sístole ventricular) bombeia um volume de sangue para as artérias (volume de ejeção). A partir do ventrículo esquerdo, o sangue é conduzido para a aorta e desta para todo o organismo. Cada secção do sistema cardiovascular facilita o fluxo sanguíneo para a secção seguinte. A aorta e as outras artérias possuem paredes musculares que expandem suavemente para acomodar o volume de sangue bombeado durante a sístole, seguido de uma retração elástica durante a diástole que contribui para manter uma circulação sanguínea adequada por todo o sistema vascular. A pressão arterial durante todo o ciclo cardíaco é a principal força responsável pelo fluxo sanguíneo.

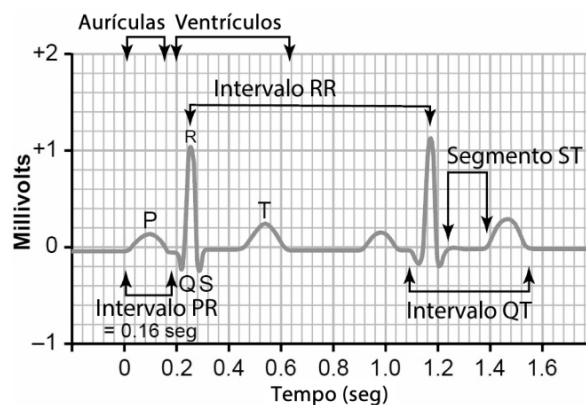


Figura 1: Onda representativa de um eletrocardiograma

A ação dos ventrículos origina também uma onda de pressão que é transmitida pelas paredes das artérias. A pressão aumenta com a sístole e diminui com a diástole. A rigidez das paredes dos vasos facilita a transmissão da onda de pressão, pelo que uma maior rigidez está associada a uma maior velocidade de transmissão da onda, assim como a um esforço do miocárdio aumentado para bombear o mesmo volume de sangue.

Quando a onda de pressão é transmitida para a periferia, promove a existência de pulso, por aumento do volume de sangue. Os tecidos e os órgãos alteram o seu volume de sangue através da dilatação ou constrição dos vasos sanguíneos durante cada ciclo cardíaco. As alterações no volume sanguíneo dos órgãos podem resultar da ação do sistema nervoso autónomo no sistema cardiovascular, de fatores ambientais e da atividade metabólica do órgão, entre outras variáveis.

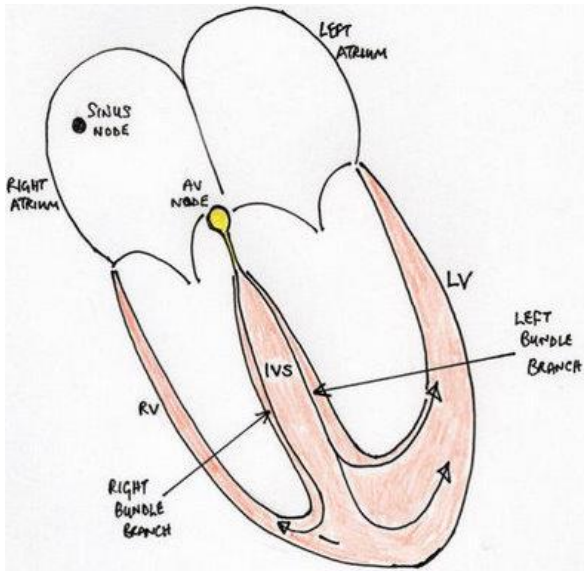


Figura 2: Eletrofisiologia do coração

O fluxo sanguíneo é mais lento que a transmissão da onda de pressão. A aorta é a zona do corpo que apresenta um fluxo sanguíneo mais rápido sendo a onda de pressão pode ser ainda mais rápida. Um maior fluxo sanguíneo origina sinais elétricos de grande amplitude.

O fluxo de iões (Sódio e Potássio) através da membrana das células excitáveis induz a geração de correntes elétricas que são transportadas pelos nossos fluidos até à superfície do corpo [2]. A colocação de receptores (eléctrodos) sensíveis na pele permite obter um sinal bioeléctrico que traduz essa actividade eléctrica. Esse eléctrodos podem variar em número e ser colocados de forma distinta dependendo dos métodos adoptados [3]. Por exemplo, podem ser colocados 3 eléctrodos (antebraço direito + antebraço esquerdo + perna esquerda) – Figura 1.

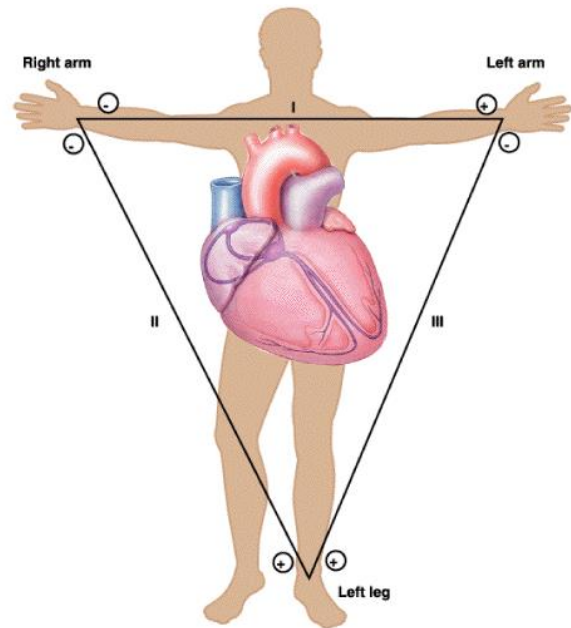


Figura 3: Esquema de colocação dos eléctrodos para aquisição do sinal

## Resultados da Experimentação

O sinal obtido neste projeto corresponde ao resultado da diferença de potencial entre os dois eléctrodos dos braços, relativamente ao eléctrodo de referência na perna, massa. O sinal após ser adquirido no paciente, é amplificado e filtrado num circuito eléctrico.

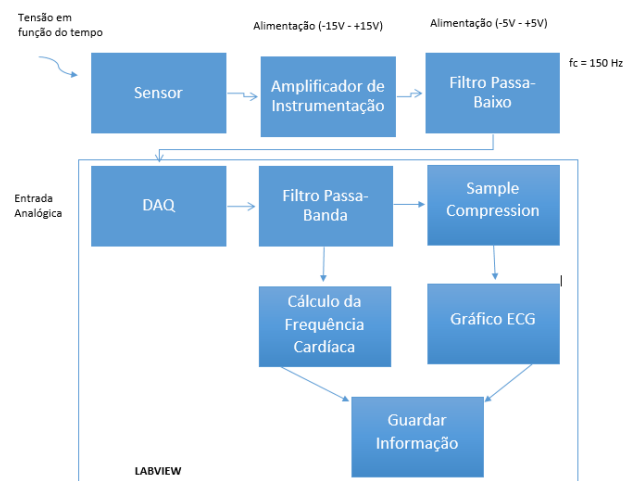


Figura 4: Diagrama de blocos para o circuito eléctrico e Labview.

## Circuito Elétrico

Para se processar o sinal, vamos amplificá-lo e remover o ruído, aplicando filtros.

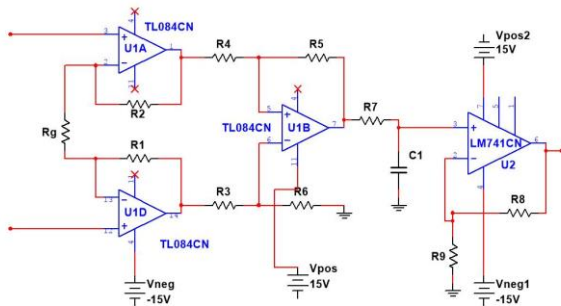


Figura 5: Esquema do circuito elétrico

A primeira parte do circuito, possui um amplificador diferencial, que amplia a diferença entre os dois sinais de entrada com um ganho de 800. A montagem desta primeira parte está dividida em num andar de entrada, formado por dois amplificadores operacionais em montagem não inversora e por um andar de saída, constituído por um amplificador diferencial. Nesta configuração o primeiro andar é responsável pelo ganho.

Um amplificador de instrumentação é composto por um arranjo com outros amplificadores operacionais. Possui uma elevada impedância de entrada e um elevado ganho.

A segunda parte, é composta por um filtro passa-baixo, com uma frequência de corte de 150 Hz.

Um filtro passa-baixo permite a passagem de sinais desde 0 Hz até uma determinada frequência de corte ( $f_c$ ). As frequências superiores à frequência de corte são atenuadas.

## Labview

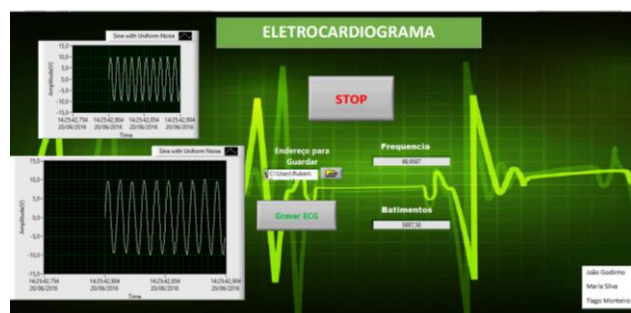


Figura 6: Painel frontal de Labview

Utilizando uma placa de aquisição de dados, os dados obtidos analiticamente são processados e analisados digitalmente no labview. Para melhorar a qualidade do sinal, introduziu-se um filtro passa-banda (com a primeira frequência de corte de 0,05 Hz e a segunda frequência de 150 Hz). Analisou-se a frequência cardíaca em batimentos por minuto, utilizando

para isso, a leitura da frequência do sinal e uma fórmula que converte a frequência em minutos. Para guardar os dados do sinal filtrado e da frequência cardíaca criou-se um bloco que exporta os valores de tensão, tempo e bpm para um ficheiro .txt, em que o endereço de armazenamento é escolhido pelo utilizador.

Colocou-se um sample compression que faz com que o sinal seja comprimido, num fator de redução de 5. Ou seja, condensa o sinal a cada 5 pontos para um único ponto.

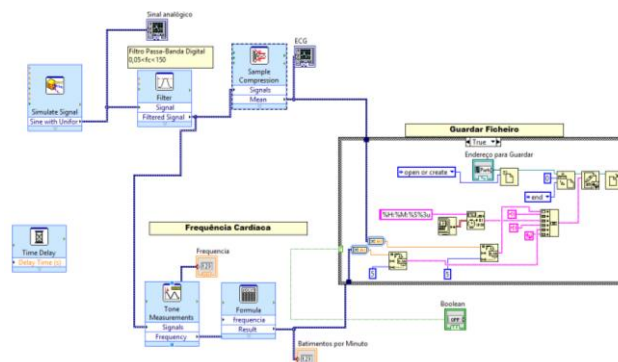


Figura 7: Diagrama de blocos de Labview

Na parte de exportação dos valores para um ficheiro .txt, começa com um conversor dados de onda em valores numéricos, estes são depois convertidos para um formato string com 5 dígitos de precisão. Liga-se isto a um concatenador de strings, juntamente com a informação de tempo. De seguida, liga-se a um write to file, que está ligado também a um open a new file, com endereço escolhido pelo utilizador na hora.

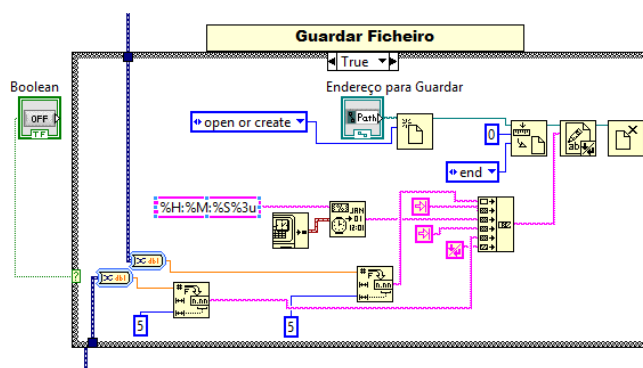


Figura 8: Diagrama de blocos para exportação dos valores para ficheiro .txt

## PHP

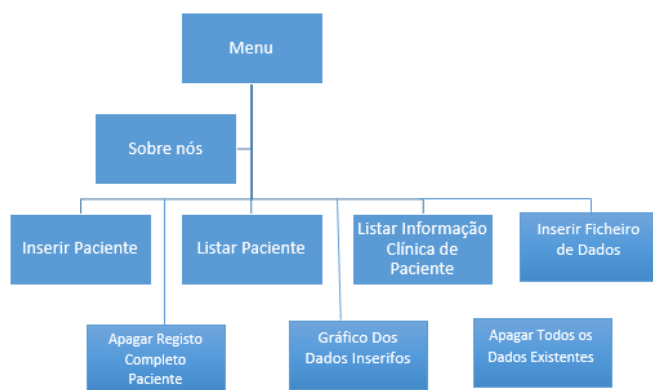


Figura 9: Diagrama de blocos de PHP

Os dados provenientes do labview são analisados em php.

Nome	Morada	Idade	Peso	Atividade Física	Histórico Clínico
Tiago	Marco de Canaveses	22	90	Ligeira	Nada a apresentar

Voltar ao Menu

No menu, o utilizador pode escolher as seguintes opções:

- Inserir Paciente;
- Listar Paciente;
- Listar Informação Detalhada do Paciente;
- Inserir Ficheiro de Dados;
- Gráfico dos Dados Inseridos;
- Apagar Registo Completo do Paciente;
- Apagar Todos os Dados Inseridos;
- Sobre nós.

## Conclusões

Este projecto contempla os objectivos que foram definidos: a aquisição do sinal; condicionamento e filtragem; visualização do sinal em LabView; e manipulação dos valores através do PHP.

Devido às interferências, ao nível da montagem do circuito elétrico, a sensibilidade do ECG foi posta à prova. Ao se utilizar sinais simulados por um gerador de funções, os ruídos foram diminuídos.

Com este projeto, os nossos conhecimentos foram postos à prova tanto a nível de montagem de circuitos como a nível de aquisição e gestão de dados.

## Referências

- [1] P. Guimarães. “Capítulo 10.1– Amplificadores Operacionais”.
- [2] “Capítulo 5. Amplificadores de Instrumentação” in

<http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lang/en/nid/14235>  
[acedido a 10 de Junho de 2016].

- [3] F. Ferreira “Capítulo 2. Amplificadores Operacionais”, in [http://paginas.fe.up.pt/~fff/Homepage/Ficheiros/E1\\_Cap2.pdf](http://paginas.fe.up.pt/~fff/Homepage/Ficheiros/E1_Cap2.pdf) [acedido a de Junho de 2016].