

# Microprocessadores e Microcontroladores

## PC4: Eletrocardiógrafo

Bruno Alves Ferreira Camargos  
Programa de Engenharia Eletrônica  
Faculdade Gama – Universidade de Brasília  
15/0120117  
E-mail: bruno.ferreiras@gmail.com

Gabriel de Matos Souza  
Programa de Engenharia Eletrônica  
Faculdade Gama – Universidade de Brasília  
15/0126204  
E-mail: gabriel.matos.s@gmail.com

**Resumo**—Este é um projeto de um eletrocardiograma a ser feito com o auxílio de uma placa Msp430 com os conhecimentos adquiridos na disciplina microcontroladores e microcomputadores na Universidade de Brasília.

**Palavras chave**—Msp, ECG, Eletrocardiograma ;

### I. INTRODUÇÃO

O eletrocardiograma (ECG), é um exame que utiliza eletrodos em contato com a pele para avaliar a atividade elétrica do coração. Essa atividade é possível ser notada através da variação na quantidade de íons de sódio dentro e fora das células musculares cardíacas e o seu resultado é registrado em gráficos detectando o ritmo do coração e o número de batimentos por minuto (Eletrocardiograma (ECG): o que é, para que serve e como é feito o exame, Redação CR).

Esse exame é capaz de identificar algumas avarias na saúde das pessoas (no caso atletas) como arritmias, infartos do miocárdio, distúrbios na condução elétrica do órgão, problemas nas válvulas do coração, entre outros.

Também pode ser indicado para exames preventivos para verificar a saúde do coração quando o paciente apresenta outras condições, como pressão alta, colesterol alto, diabetes, histórico familiar de doença cardíaca precoce.

Existem três diferentes tipos de eletrocardiograma, todos têm a mesma finalidade e são capazes de atingir o mesmo fim. A principal diferença entre cada tipo são as formas como cada um é feito.

#### a) ECG padrão (repouso ou de superfície)

Os eletrodos são conectados em partes específicas do corpo, como peitos, braços e pernas. Nos braços e pernas os eletrodos são fixados por braceletes e no tórax por uma espécie de ventosa de borracha.

#### b) ECG de esforço (teste ergométrico)

Nesse tipo de eletrocardiograma o teste é realizado enquanto o paciente executa algum tipo de exercício físico, geralmente em esteira ou na bicicleta.

#### c) Holter (monitorização de ECG ambulatorial)

Nesse tipo de exame um dispositivo registra a atividade cardíaca do paciente durante 24 horas.

### II. JUSTIFICATIVA

Tendo como objetivo a otimização do treino de um atleta, o presente projeto vem como uma melhoria na forma como os mesmos são avaliados quanto ao seu treinamento. Desta forma, o projeto utilizando um eletrocardiograma, irá determinar como a pessoa se comporta quando submetida a atividades físicas, assim sendo, a partir da análise dos dados gerados, um personal trainer poderá analisar de forma geral e verificar os esforços os quais o atleta poderá submeter-se.

A ideia deste projeto nasceu tendo em vista que alterações nos batimentos cardíacos estão ligados diretamente com atividades físicas e o grupo havia pensado em criar um projeto relacionado a exames de ECG, utilizando a MSP430. Portanto, como a medição de batimentos cardíacos está ligada as atividades físicas, o projeto fora proposto.

### III. OBJETIVOS

O presente projeto tem como finalidade a construção de um aparelho de eletrocardiograma o qual irá monitorar um atleta em determinada atividade física exercida, de forma que com um conhecimento prévio sobre seus limites, o indivíduo terá o acompanhamento demonstrado pelo aparelho, o qual irá gerar dados os quais serão analisados pelo profissional responsável pelo treino do mesmo, desta forma a partir da análise dos dados poderá ser construído um treino o mais ideal possível para o atleta, inclusive poderão ser determinados novos limites de treino, os quais poderão mudar com a evolução do atleta. Desta forma o atleta estará protegendo a sua saúde, bem como otimizando sua atividade.

### IV. REQUISITOS

Para o funcionamento completo do projeto é requerido que se tenha um conhecimento dentro da área de programação e tecnologias e uma breve interação com microcontroladores, sensores e componentes eletrônicos. Também é de suma importância conhecimento na área de processamento de sinais uma vez que o projeto necessita da aplicação de filtros, sejam eles analógicos ou digitais.

### V. BENEFÍCIOS

O projeto permite um monitoramento e acompanhamento preventivo pessoal a saúde, algo que

geralmente é conquistado através de exames, consultas e afins todas sob a prescrição de um médico.

## VI. PARTE ANALÓGICA

O projeto conta com um chip de captação de dados do ECG (AD8232). O esquemático do chip está disposto na figura 1.

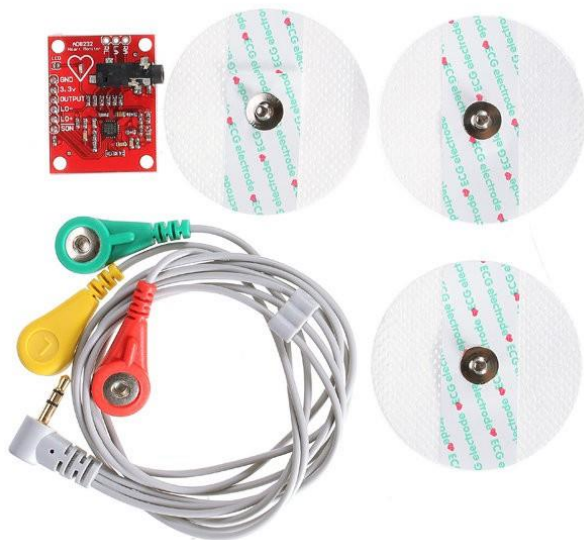


Figura 1 – Chip AD8232 (Fonte: - Electrofun).

O kit acima dispõe de um chip que filtra os sinais captados pelos eletrodos que são dispostos em lugares específicos indicados na figura 2.

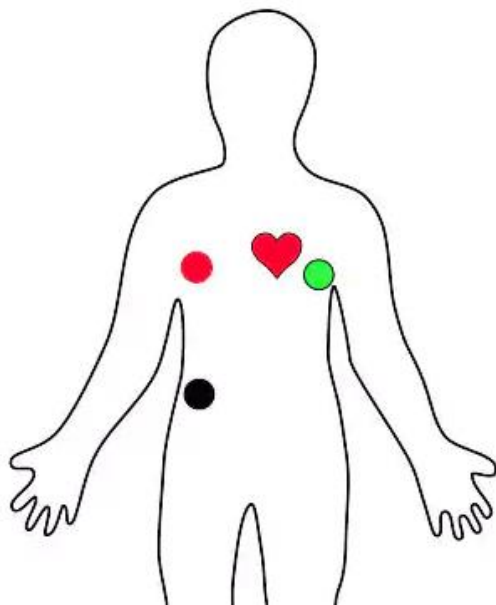


Figura 2 – Disposição dos eletrodos no corpo humano (Fonte: Gearbest).

O chip possui três saídas, sendo elas, duas digitais, e uma analógica, a qual apresenta os dados necessários.

Entretanto, sua saída possui uma tensão de 3.3V, sendo que a MSP430 suporta, ocasionalmente, 2.5V, então será necessária uma divisão de tensão para que haja a conexão.

## VII. PARTE DIGITAL

### • Display LCD

Serve como interface entre o programa e o usuário, primeiramente ele disponibiliza a opção de iniciar o programa. Com o sistema inicializado ele permite pará-lo e também mostra o batimento cardíaco do usuário.

### • Código em C

Analisando o código em anexo é possível perceber primeiramente a descrição do funcionamento do display Lcd tal como a função que determina seu modo de operação.

A função configura adc faz a conversão de sinais analógicos em sinais digitais por meio de aproximação com determinada frequência de amostragem, armazenando-os em ADC10.

O Timer A está definido como trigger, contando até TACCR0, quando este valor ser alcançado, será setado o valor 1 no TimerAOut2, ativando a conversão adc.

Para a comunicação, O módulo de bluetooth foi utilizado sendo conectado por via UART no modo HC-05. No código, sua função (Init uart) é trabalhada com uma taxa de transmissão. Ainda dentro da área de comunicação, foi utilizada uma função para o envio de dados (send data), que funciona recebendo dezesseis bits, sendo os oito primeiros dígitos do número a ser enviado via bluetooth e os outros oito restantes o resto do número a ser enviado, pois o módulo não transmite mais do que oito bits por vez. Os dados são presos num buffer que são transmitidos ao fim de um laço de while.

As funções Lower byte e Uper byte são máscaras que são aplicadas nos sinais guardados no ADC10. A função Lower byte salva em si o valor do resultado de A AND 255, ou seja, seleciona apenas os oito primeiros dígitos, já a função uper byte desloca os primeiros bits para a direita e capta o restante dos números que ainda não foram enviados

A int main, além de conter os dados de controle da Msp430, inicia o Lcd, chama a função configura adc, chama a função configura timer A, inicia a comunicação UART com a taxa de transmissão de 9600, ativa as interrupções e define o modo de funcionamento como modo de baixo consumo.

A função Interrupt ADC10 é chamada após o ADC10 realizar uma conversão, logo depois é chamada a função lower byte que vai pegar os oito primeiros bits de ADCmain (registrador de 10 bits) e a função uper byte salvará os dois últimos bits restantes, em seguida a função send data é chamada para efetuar o envio tanto do lower byte quanto do uper byte. Um led é utilizado para ficar alternando toda vez que houver uma chamada.

Para a lógica da interrupção do botão é utilizada a função interrupt p1, que fica presa num while enquanto o botão não for solto e após pressionado o ADC10 passa por uma NOT, logo, a conversão para.

Para fins Ilustrativos, os dados captados estão sendo transmitidos para um aplicativo de celular que demonstra serialmente os sinais captados, sendo eles em hexadecimal.

- Código em Python

Analisaremos o código em anexo nomeado como python.py.

Dentre as bibliotecas utilizadas, uma delas (serial) tem como função realizar a comunicação serial do python com o computador.

Mais abaixo no mesmo código, a linha iniciada com “ser” permite abrir uma porta seguindo as configurações disponíveis entre parênteses, como a baudrate, bit serial, 8 bits, paridade.

O primeiro laço try testa se a porta está aberta para poder continuar efetuando o código, caso não esteja, o sistema apresenta erro e para de funcionar.

Considerando o fato da porta estar aberta, o código entra num laço “while” dentro do “if”, salvando na string data dois bytes que foram lidos por “ser.read”. Em seguida ele converte cada byte que é hexadecimal em números inteiros com a função “struct.unpack”, o que acaba se tornando um vetor de duas posições que é salvo em “data1”. Logo após a conversão esse vetor é separado em “uper”, que desloca o bite em 8 posições pegando somente os bits mais significativos, e em “lower”, que recebe os bits menos significativos. Por fim, “dado\_pronto” recebe “uper or lower”, ou seja, soma os dois bites formando a informação novamente.

Futuramente, as funções de “open” e “write”, servirão para abrir e escrever em um arquivo de texto para que sejam plotados em um gráfico.

## VIII. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

- [1] Redação CR. Eletrocardiograma (ECG): o que é, para que serve e como é feito o exame. Disponível em: <<https://minutosaudavel.com.br/eletrocardiograma-ecg-o-que-e-para-que-serve-e-como-e-feito-o-exame/>> Acesso em 03 de abril de 2018.
- [2] Scott. DIY ECG Machine On The Cheap. Disponível em : <<https://www.swharden.com/wp/2009-08-14-diy-ecg-machine-on-the-cheap/>> Acesso em 03 de abril de 2018.
- [3] Eletrocardiograma usando Placa de Som – ECG Caseiro, Nova eletrônica. Disponível em: <<http://blog.novaeletronica.com.br/eletrocardiograma-usando-placa-de-som-ecg-caseiro/>>