

Prynce Ignácio Serpa Seitenfus, Diógenes dos Santos Machado, Alexandre Dolganov

<sup>1</sup>Faculdade de Engenharia, PUCRS, <sup>2</sup>Toth Desenvolvimento Tecnológico, PUCRS

### Resumo

#### Introdução

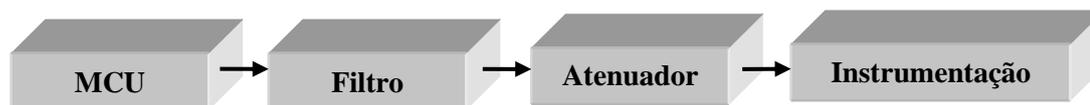
No processo de fabricação de produtos médicos, os simuladores são essenciais e o interesse na criação de um simulador está em realizar execução de testes de validação final de produto, auxiliar no processo de validação de projeto e atender situações específicas que surgem ao longo do desenvolvimento.

O eletrocardiograma (ECG) é um dos principais sinais fisiológicos para monitoramento de um paciente, então foi proposto um método para a geração deste sinal elétrico.

#### Metodologia

Para geração do sinal elétrico foi utilizado pulsos modulados que através de um filtro passa-baixa gera o sinal desejado. A amplitude do sinal de ECG está em uma ordem diferente do sinal gerado logo foi necessário utilizar um atenuador para deixar sua característica o mais próximo da realidade.

Segue abaixo diagrama em blocos:

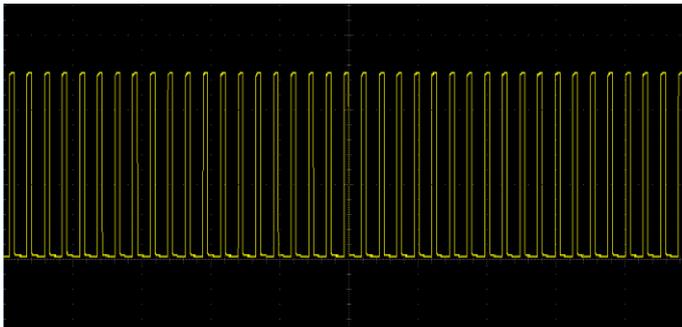


**Figura 1** – Diagrama em blocos

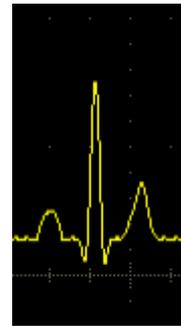
1. **MCU** – Geração da técnica de modulação por duração de pulso (PDM);
2. **Filtro** – Responsável por filtrar o sinal;
3. **Instrumentação** – Circuito para distribuição dos potenciais;
4. **Atenuador** – Redução de amplitude do sinal;

Para geração da forma de onda do eletrocardiograma foram utilizadas 100 amostras, cada amostra possui uma largura de pulso. O período entre cada pulso do PDM é igual a  $252\mu\text{s}$  e a cada 10ms é enviado um novo valor. Cada amostra possui uma determinada largura de pulso quanto maior o valor da amostra maior será a duração de pulso.

Abaixo segue o valor da primeira amostra da onda do eletrocardiograma em uma janela de 10ms e as 100 amostras em uma janela de 1s:

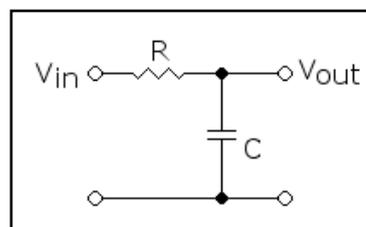


**Figura 3** – Largura de pulso da primeira amostra



**Figura 4** – Sinal elétrico gerado

Foi empregado um filtro eletrônico passa-baixas utilizando um circuito RC, calculado para uma frequência de corte superior a 3 Hz. O circuito RC foi aplicado na saída do PDM conforme mostra figura abaixo:



**Figura 5** – Filtro RC

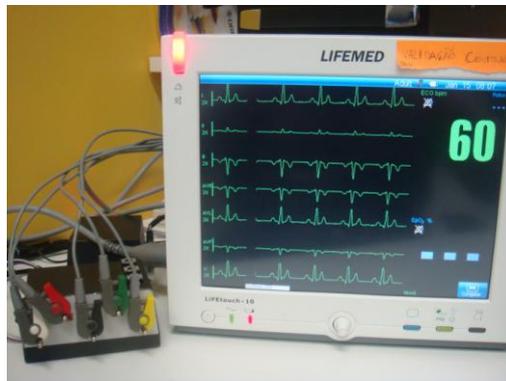
No estágio do atenuador foi utilizado um buffer para isolar do estágio filtro e um divisor de tensão. Para determinar o divisor de tensão foi necessário analisar a amplitude do

signal. O sinal após o filtro possuía uma amplitude máxima de 3,5V, logo foi necessário um divisor de tensão de 3.500 vezes para gerar o sinal de 1 mV.

O circuito de instrumentação gerencia os potenciais LA, LL, RL, RA e C1 de um paciente. É obtido através desses potenciais as derivações I, II, III, aVR, aVL, aVF e V1.

## Resultados

Através do monitor de sinais vitais Lifetouch10 foi possível avaliar o sinal elétrico simulando o eletrocardiograma de um paciente após o circuito de instrumentação. Segue abaixo as 7 derivações geradas pelo simulador de ECG:



**Figura 6** – Derivações geradas pelo simulador

## Conclusão

Utilizando uma tabela de dados e gerenciando o controlador podemos aplicar formas de onda desejada para um processo de desenvolvimento específico, sendo assim as análises de validação de produto podem se tornar mais rápidas e acessíveis.

## Referências

ALEXANDRE, Charles K, **Fundamentos de circuitos elétricos**. – 3ª Ed - São Paulo: McGraw-Hill, 2008.

HAYKIN, Simon, **Sistemas de comunicação: analógicos e digitais**. – 4ª Ed – Porto Alegre: Bookman, 2004.

PEREIRA, Fábio, **Microcontroladores PIC - Técnicas Avançadas**. – 6ª Ed - São Paulo: Érica, 2002.