

# Processamento Digital de Sinais Eletrocardiograma + HIL

Rafael Corsi

16 de março de 2015

## 1 ECG

Eletrocardiograma (ECG ou EKG) é o histórico das atividades elétricas do corpo (coração) amostradas através de eletrodos na superfície do corpo. Esses dados são utilizados para extração de informações uteis na análise clínica do paciente. Intervalo de tempo entre pulsos, suas formas e orientações (Fig. 1) representam fenômenos fisiológicos que ocorrem no coração e nos sistemas nervosos.

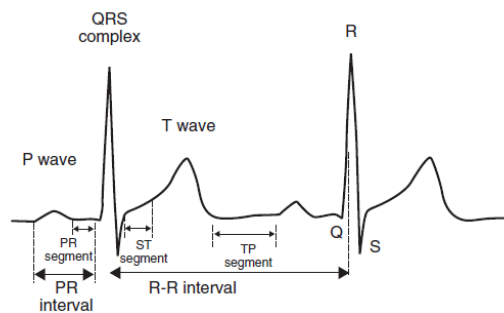


Figura 1: Parâmetros de um ECG

Devido a baixa relação sinal/ruído, interferências de outros sinais (movimentos do paciente, eletrônica entre outros) uma das etapas mais importantes do sistema é a filtragem do sinal.

## 2 HIL

Hardware-in-the loop (HIL) é uma técnica de simulação em tempo real (onde a taxa de amostragem é respeitada) capaz de simular sistemas dinâmicos e suas interfaces externas, simulando assim uma planta real. Muito utilizado para prototipagem de sistemas de controle onde o acesso ao sistema real não é possível (ex. planta nuclear, satélites ...) ou em estágios iniciais do desenvolvimento.

Um HIL pode ser desenvolvido utilizando o software *Simulink* em conjunto com a placa de aquisição DAQ 6251 (*Data Acquisition*) (Elvis).

### 3 Desafio

Projetar uma eletrônica embarcada que colete os dados de um ECG (rodando no HIL), filtre o sinal e detecte a frequência cardíaca do paciente. O Software deve também filtrar o sinal para uma melhor interpretação do exame.

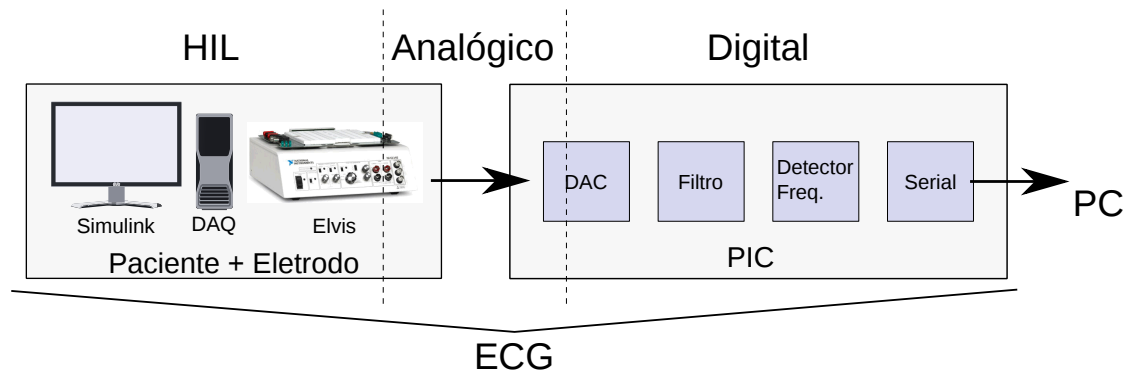


Figura 2: Sistema proposto

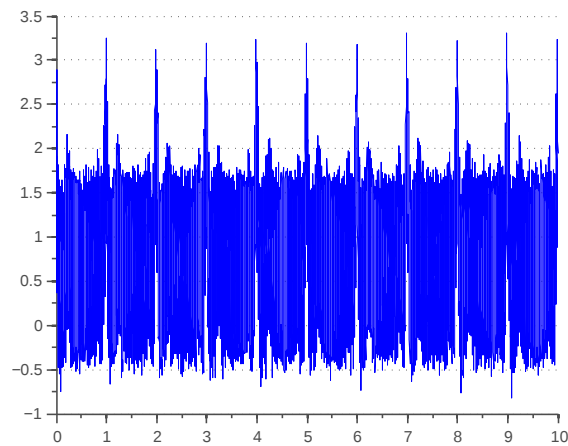


Figura 3: Sinal com ruído

#### 3.1 Arquivos

Os seguintes arquivos são fornecidos:

- **ecg-modelo-hil.mdl** : Modelo do simulink do ECG para HIL;

- A porta utilizada é a *DAC 0*
- **ecg-modelo.mdl** : Modelo no simulink para simulação e com proposta de filtro FIR;
- **ecg-dado.mat** : Workspace do matlab que contém as variáveis utilizadas de inicialização da simulação
- Variáveis importantes:
  - **ecg\_clean** : ECG sem ruído
  - **ecg\_noise** : ECG com ruído
  - **ecg\_iir** : ECG filtrado
  - **Ts** : Taxa de amostragem
- **ecg-main.m** : Script para inicialização e análise do ECG;
- **filtro.c** : Template em *C* para implementação de um filtro FIR;
- **filtro.h** : Parâmetros do filtro.

### 3.2 Etapas Matlab

1. Executar o script principal e verificar a simulação no simulink. (**ecg-main.m**).
2. Gerar dois gráficos temporais, um para o sinal sem ruído (*ecg\_clean*) e outro para o sinal com ruído (*ecg\_noise*)
3. Plotar o espectro dos sinais (Fourier), analisando sua composição.
4. Execute o modelo **ecg-modelo-hil.mdl**, e com a ajuda de um osciloscópio, verifique se o sinal analógico é similar ao plotado anteriormente.
5. Projetar um filtro IIR para o tratarmos o sinal ruidoso; verificar sua eficiência no modelo (**ecg-modelo.mdl**). Utilize nessa etapa a ferramenta do Matlab: *Filter Design & Analysis*
  - Qual a diferença entre FIR e IIR?
  - Pensando já na etapa embarcada, qual o melhor formato de variáveis a trabalhar ? (int, float, ...) e qual o efeito do truncamento na resposta do filtro ? Podemos usar um filtro com ordem muito grande ?
  - Qual o impacto da frequência de amostragem na ordem do filtro ?
6. Implemente o filtro projetado no simulador
  - houve variação significativa na forma do sinal ?
7. Plote os gráficos do sinal filtrado (temporal e frequência)

### 3.3 Etapas Embarcado

1. Coletar os dados analógicos (qual taxa de amostragem ?)
2. Enviar os dados coletados via serial (para debug)
3. Implementar o filtro desenvolvido em 3.2 item ?? (**filtro.c e filtro.h**)
4. Detectar frequência cardíaca e plotar o dado no LCD;
5. Validar o resultado