

Análise de um Circuito da Perna Direita com Compensação para Melhorar o Desempenho de Sinais Biopotenciais

C. A. S. SOUSA*, F. A. C. AYRES JUNIOR* , M. C. P. FONSECA*

*Universidade Federal do Pará, Belém, Brasil
e-mail: arthursousa1994@gmail.com

Introdução: A rejeição da interferência eletromagnética é um dos principais desafios associados à medição de sinais biopotenciais, uma vez que estes possuem baixa amplitude, quase imperceptíveis na presença dessas interferências. Para reduzir essa interferência em um nível aceitável, o sistema de medição deve ter uma relação de rejeição de modo comum igual ou superior a 100-120 dB (CMRR). Um pequeno desequilíbrio na impedância dos eletrodos pode limitar o CMRR de um amplificador de instrumentação, além de produzir uma alta corrente indesejada. Neste sentido, os sistemas de aquisição de ECG incluem o chamado circuito da perna direita (DRL), reduzindo a tensão em modo comum através de uma malha de realimentação negativa, além de também proteger o paciente [1]. Entretanto, a inserção do DRL pode tornar o sistema instável, forçando ao DRL a ser projetado com um compensador. Neste sentido, alguns autores [2] vêm inserindo nesse sistema algumas técnicas de compensação, objetivando garantir estabilidade no projeto de sistema de medição de biopotenciais. Este artigo propõe discutir melhorias, através de testes práticos e de simulações computacionais, do sistema com e sem essas técnicas de compensação estudadas.

Métodos: Para a análise da resposta do sistema, foi simulado o circuito na plataforma OrCAD para avaliar a saída do sistema, e dados como análise de polos e zeros, estabilidade, resposta em frequência de magnitude e fase foram realizadas em ambiente MATLAB. Após simulado, o circuito foi montado em protoboard. Para o teste do circuito foi utilizado um simulador de sinais biopotenciais GAU/EV da eletrônica Veneta, e depois testes com eletrodos. Para digitalização dos sinais foi utilizado uma plataforma Arduino de 10 bits a uma amostragem de 450Hz, onde pode-se trabalhar em MATLAB os sinais extraídos para avaliação do espectro dos sinais.

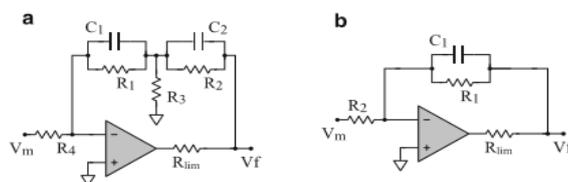


Figura 1: a) Circuito DRL com compensador b) Circuito DRL sem compensador [2]

Resultados: Os resultados das simulações e dos testes práticos foram satisfatórios, chegando a uma resposta bem próxima de [2], sendo notável a atenuação dos ruídos causados pela tensão de modo comum, bem visto nas análises dos espectros de potência dos sinais medidos. Um exemplo está ilustrado na Figura 2 adquirido com o eletrocardiograma montado com o drive da perna direita e o compensador.

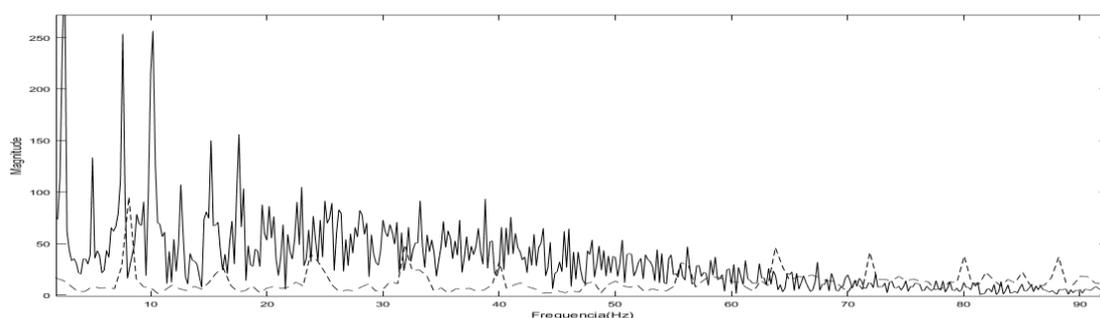


Figura 2: Gráfico contínuo, o espectro do ECG sem compensador, pontilhado, espectro do ECG com compensador.

Conclusão: Após estudo observou-se na prática, que o compensador do drive da perna direita é eficaz na atenuação de tensão de modo comum, o que faz necessário utilizá-lo como forma de redução das interferências eletromagnéticas. Entretanto, ainda há uma série de possibilidades a serem investigadas na tentativa de garantir uma melhor estabilidade ao circuito de medição, como por exemplo, utilizado técnicas de controle tanto clássicas como robusta do circuito da perna direita, garantindo ainda mais estabilidade ao sistema.

Referências:

- [1] B. B. Winter and J. G. Webster. Driven-Right-Leg Circuit Design, IEEE Transactions on Biomedical Engineering February 1983.
- [2] Federico N. Guerrero, Enrique Spinelli. High gain driven right leg circuit for dry electrode systems, Medical Engineering and Physics 39 (2017) 117–122.