

## **ESTUDO DA VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM CÍRCUITO PHASE LOCKED LOOP PARA MEDIÇÃO DE BIOIMPEDÂNCIA**

Lucas Utech Borgonha<sup>1</sup>; Pedro Bertemes Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Acadêmico(a) do Curso de Engenharia Elétrica CCT - bolsista PROBIC/UDESC.

<sup>2</sup> Orientador, Departamento de Engenharia Elétrica CCT – pedro.bertemes@udesc.br

Palavras-chave: Bioimpedância. Circuitos *Phase Locked Loop*. Medição de ângulo de fase.

A medição da impedância de um tecido, ou bioimpedância, é um procedimento não invasivo, de baixo custo e portátil para se determinar a composição de tecidos vivos, realizar diagnósticos básicos e monitorar o desenvolvimento de doenças crônicas. A impedância elétrica é uma grandeza complexa definida pela magnitude e ângulo de fase. A bioimpedância é composta por uma resistência  $R$  e uma reatância  $X_c$ , onde a primeira é definida pela porcentagem de água do tecido e a segunda é definida pela capacitância das membranas celulares. A medição da bioimpedância, por sua vez, deve determinar a magnitude e o ângulo de fase da impedância do tecido em uma determinada variação de frequência. O objetivo deste trabalho é verificar a viabilidade da utilização de um circuito *Phase Locked Loop* – PLL para medição do ângulo de fase da bioimpedância.

Circuitos PLL (sigla em inglês para *Phase Locked Loop*) são servossistemas capazes de controlar a fase do sinal de saída de modo que a diferença entre essa e a do sinal de entrada se reduza ao mínimo. Os circuitos PLL possuem quatro blocos principais conectados em série; são eles o detector de fase, o filtro de *loop* e o oscilador controlado por tensão. Como o sinal de saída do detector de fase é proporcional à diferença de fase entre o sinal do oscilador controlado por tensão e do sinal de entrada, a hipótese de medição do ângulo de fase da bioimpedância utilizando um circuito PLL foi levantada.

Para medição da bioimpedância de um tecido, considerou-se a excitação com um sinal senoidal de corrente e a medição do sinal de tensão resultante. É importante lembrar que, como a bioimpedância é assumida como sendo linear, o sinal de tensão lido será senoidal, porém com magnitude e fase diferentes do sinal de corrente injetado.

De início, foi realizada uma extensa revisão bibliográfica sobre os circuitos PLL, onde foi possível verificar a existência de quatro grandes famílias que são definidas por diversos autores devido à grande variedade construtiva desses circuitos. Essas quatro famílias são: PLL analógico, PLL digital, PLL todo digital e o PLL de software. Ainda, percebeu-se que os sistemas PLL são largamente utilizados em diversos circuitos, desde moduladores e demoduladores até a geração de sinais de *clock* para circuitos digitais.

Percebeu-se que o PLL analógico é a única família que trabalha com sinais senoidais, logo o estudo foi direcionado para o PLL analógico. Devido às propriedades de tal circuito, concluiu-se que um circuito PLL analógico pode ser utilizado para a medição do ângulo de fase do sinal de bioimpedância.