

SISTEMA DE EXCITAÇÃO DE UM LVDT PARA CONCEPÇÃO DE UM DENDRÔMETRO ELETRÔNICO VOLTADO A APLICAÇÕES DE FITOMOTORAMENTO

WELDER SIENA ¹, ANDERSON MIGUEL LENZ ², ESTOR GNOATTO ³, YURI FERRUZZI ⁴, ALBERTO NOBORU MYIADAIRA ⁵

¹Mestrando, Universidade Federal do Paraná – Curitiba Pr, (41) 3271-7100, e-mail weldersiena@gmail.com

²Mestrando, UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Cascavel Pr, andersomm25@gmail.com

³Doutor, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail gnoatto@utfpr.edu.br

⁴Mestre, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail yuri@utfpr.edu.br Mestre,

⁵Doutorando, UTFPR - Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Medianeira Pr, e-mail alberto.noboru@gmail.com

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014

27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil.

RESUMO: Atualmente vários estudos vêm sendo realizados para desenvolver um sistema de controle instrumental capaz de demonstrar parâmetros de desenvolvimento. A análise destes parâmetros caracteriza o fitomonitoramento de culturas, o qual baseia-se na análise de temperatura folhar, taxa de fluxo de seiva, desenvolvimento de fruto e variação de caule. Sob a verificação de variação caule, sistemas dendrométricos baseado em transdutores como o LVDT (Linear Variable Differential Transformer) são aplicados para monitorar as taxas de variações diárias do caule da planta. Este sistema de medição é instalado nos caules de culturas agrícolas para monitorar o estado de estresse da cultura através da taxa de variação de caule e também o monitoramento efetuado pelo sistema dendrométrico serve para efetuar o controle de irrigação. Contudo o trabalho proposto se fundamenta no desenvolvimento de um circuito de excitação de um LVDT, o qual caracteriza-se como sensor base na construção de um sistema dendrométrico. Os resultados demonstram a qualidade intrínseca no sistema de excitação desenvolvido, garantindo a estímulo do LVDT conforme o deslocamento do núcleo com baixos níveis de ruídos residuais.

PALAVRAS-CHAVE: Dendrometros, Sistema de excitação, Fitomonitoramento, LVDT,.

EXCITATION SYSTEM OF A LVDT FOR DESIGNING AN ELECTRONIC DENDROMETER ORIENTED APPLICATIONS THE FITOMOTORAMENTO

ABSTRACT: *Currently many studies are being conducted to develop a instrumental control system able to demonstrate parameters of development. The analysis of these parameters characterizes phytomonitoring's crops, which is based on the analysis of leaf temperature, rate of flow of sap, fruit development and growth of stem. Under the verification stem variation dendrometric systems based on transducers as the LVDT (Linear Variable Differential Transformer) are applied to monitor the rates of daily variations of the stem. This measuring system is installed in the stems of agricultural crops to monitor the state of stress of culture through the variation rate of the stem and also monitoring performed by dendrometric system serves to make the irrigation control. However, the proposed work is founded on the development of a excitation circuit of an LVDT, which is characterized by as a sensor basis in construction of dendrometric system. Results show the intrinsic quality of the excitation system developed by ensuring the stimulus according to the LVDT core displacement with low levels of residual noise.*

KEYWORDS: *Dendrometers, Excitation system, Fitomonitoramento, LVDT.*

INTRODUÇÃO: O desenvolvimento de uma planta é regulado por vários fatores, sendo estes endógenos e exógenos, como, variações climáticas, genótipo e outros fenômenos que intervêm na formação de uma dada cultura agrícola ORTUÑO (2010). A verificação evolutiva de uma planta através da condição hídrica é um dos índices mais utilizados no processo de avaliação de desenvolvimento, devido à importância do estado hídrico da planta, o qual é responsável por muitos processos fisiológicos e de produtividade. GOLDHAMMER (2003).

Como forma de mensurar a condição hídrica atualmente vem sendo implementada a filosofia de fitomonitoração, processo esse, que utiliza de uma metodologia racional de transdutores para extração de características altamente representativas do desenvolvimento de uma planta TON (1997). Dentro do processo de fitomonitoração um dos índices analíticos de desenvolvimento de culturas é designado de flutuação no diâmetro do caule. O TDF (*Trunk Diameter Flutuations*), o qual se trata de uma avaliação realizada sobre a máxima variação diária no caule e a mínima variação diária no caule. Através dessa metodologia é possível determinar diferentes parâmetros evolutivos de uma planta NORTES (2005).

Entretanto, para que seja possível mensurar essas variações de caule, sistemas dendrométricos são utilizados. Estes sistemas empregam o princípio do sensor LVDT (Linear Variable Differential Transformer), pois o transdutor diferencial variável linear é um sensor que converte um deslocamento linear ou de posição de um referencial mecânico nulo, num sinal elétrico proporcional contendo fase (direção) e as informações de amplitude (distância), seu princípio de funcionamento, baseia-se nas características de autoindutância. Por se tratar de um sensor indutivo, o LVDT opera sob sinal senoidal de alta frequência 1 KHz (Kilo-Hertz) e 20 KHz (Kilo-Hertz), o que acarreta na necessidade da utilização de circuitos eletrônicos ressonadores.

Os circuitos osciladores ou ressonadores segundo SOBRINHO (1992) são circuitos que possuem a propriedade de fornecer um sinal alternado, a partir de um sinal de tensão contínua. Desse modo, este trabalho vem demonstrar o desenvolvimento de um sistema ressonador que atende à condição de baixo ruído para sensores do tipo LVDT, proporcionando a excitação do sensor e sua utilização em processos de fitomonitoramento.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi conduzido em área do Departamento de Tecnologia em Eletromecânica, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Medianeira, onde foi desenvolvido o circuito oscilador de excitação do LVDT. O circuito de excitação foi desenvolvido sobre osciladores por desvio ou inversão de fases, o diagrama eletrônico desse oscilador pode ser visualizado na figura 1. Este tipo de oscilador apresenta como característica uma ampla aplicação em sistemas com faixa de frequência que varia de alguns Hertz a centenas de Kilo-Hertz. A escolha desse tipo de oscilador ocorreu devido a ampla faixa de frequência de trabalho, pois como característica o sensor LVDT necessita de sinais entre 1KHz e 20KHz e também devido a relativa facilidade construtiva quando comparado aos demais osciladores existentes.

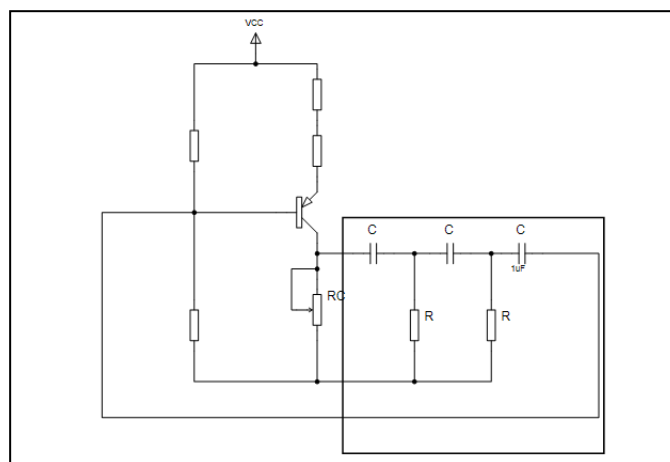


Figura 1. Modelo de circuito oscilador por desvio de fase

O diagrama apresentado na figura 1 refere-se a modelagem de um oscilador RC por desvio de fase. O circuito destacado pela figura geométrica no diagrama refere-se a malha de realimentação, a qual é formada por redes RC (resistivo-capacitivo), estas redes RC tem a função de fornecer a frequência de oscilação. SOBRINHO (1992). A determinação da frequência ressonante ocorre através da equação 1 demonstrada a seguir.

$$F_o = \frac{1}{2\pi RC\sqrt{6}}$$

Em que:

Fo = frequência de oscilação requerida

R = valor da resistência

C = valor da capacitância

Através da equação apresentada, calcula-se o valor da frequência de oscilação onde se atribui valor da frequência a ser utilizada e da resistência, obtendo assim o valor da capacitância a ser implementada. A frequência escolhida no LVDT foi determinada mediante análise do comportamento do sensor quando aplicado um sinal numa determinada frequência. A análise em questão foi desenvolvida acoplado o LVDT a um gerador de sinais e a um osciloscópio, sob o gerador de sinais era efetuado a frequência do sinal e com osciloscópio era avaliado a qualidade do sinal. Através do procedimento apresentado verificou-se que o valor de frequência, deveria ser 10KHz, sendo este sinal responsável por uma qualidade representativa na resposta do sensor. Após determinação da frequência foi escolhido um resistor de 4,7Ω (ohms), tendo estes parâmetros definidos, os dados foram inseridos na equação obtendo um valor de capacitância próximo a 1µf (microfarad).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Apesar de o circuito ser baseado na modelagem exposta na figura 1, esta necessitou sofrer algumas alterações, pois o diagrama demonstrado utiliza de oscilador RC por inversão de fase sob a configuração de um circuito de lógica positiva, pois o transistor utilizado na modelagem é de característica PNP (Positivo-Negativo-Positivo). A alteração executada foi devido ao circuito desenvolvido na alimentação do LVDT ser de lógica negativa, onde se utilizou de um oscilador RC por inversão de fase com transistor do tipo NPN (Negativo-Positivo-Negativo), desse modo o circuito utilizado para efetuar a excitação do LVDT apresentou as seguintes características, as quais podem ser visualizadas na figura 2.

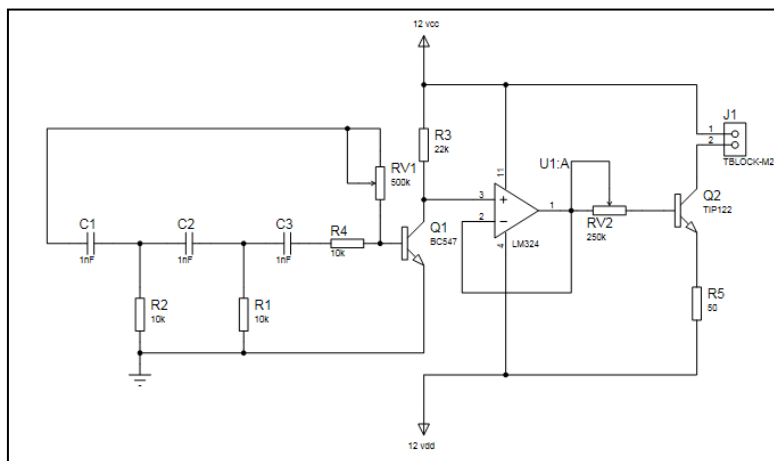


Figura 2. Circuito oscilador desenvolvido para alimentação do sensor LVDT

O circuito apresentado na figura 2 mediante operação resultou numa tensão senoidal de operação com amplitude de 20v e frequência de 9,97 KHz, frequência essa dentro das requisições literárias expostas para operação de um LVDT. Pois segundo SPEZIA (2011) o LVDT apresenta um melhor desempenho de operação mediante frequência de 1KHz a 20 KHz.

Seguindo análise sobre figura 3 observa-se a presença de um elemento denominado J1, o qual se trata do terminal de acoplamento da bobina emissora do LVDT, no caso a bobina central, que receberá a alimentação de um sinal senoidal de alta frequência.

CONCLUSÕES: O circuito oscilador desenvolvido possibilitou a alimentação de um LVDT, pois mediante alimentação senoidal de alta frequência no caso de 9.97Khz e tensão com amplitude igual 20v fornecida pelo circuito, o qual acarretou numa densidade magnética no circuito emissor do LVDT capaz de induzir uma tensão nos enrolamentos secundários ocasionando assim um sinal de saída proporcional ao deslocamento do núcleo. Mediante o LVDT utilizado o sinal de saída apresentou baixa amplitude, sendo necessário a utilização de um amplificador para poder efetuar o tratamento do sinal mensurado. Contudo o circuito demonstrado se mostra hábil na excitação de dispositivos de indutância mútua, como o LVDT, muito utilizado no desenvolvimento de dendrômetros.

REFERÊNCIAS

GOLDHAMER, D.A., Et AL. **Comparison of continuous and discrete plant-based monitoring for detecting tree water deficits and barriers to grower adoption for irrigation management.** Acta Hort. 537, 431–445.

NORTES, P.A. et al. **Comparison of changes in stem diameter and water potential values for detecting water stress in young almond trees.** Agricultural Water Management 77 (2005) 296–307

ORTUÑO, M.F. et al. **Could trunk diameter sensors be used in woody crops for irrigation scheduling. A review of current knowledge and future perspectives.** Agricultural Water Management Journal, 2010

SOBRINHO J.P.F. **Osciladores.** Editora Érica, São Paulo, 1992.

SPEZIA, G. **Automatic Test Bench for Measurement of Magnetic Interference on LVDTs.** IEEE transactions on instrumentation and measurement, vol. 60, no. 5, may 2011

TON, Y. **Phytomonitoring systems.** IV international congress of new agricultural technologies, Puerto Vallarta, México 1997.