

VALIDAÇÃO VIRTUAL DE UM MODELO DINÂMICO DE CORTADOR DE BASE FLUTUANTE PARA COLHEDORA DE FORRAGEM

HENRIQUE L. SILVEIRA², FÁBIO C. COTTINI³, LIDIANE DO A.V. BOAS⁴, RENATO F. PESSA⁵, CARLOS E. S. VOLPATO⁶

¹ Trabalho financiado pela FAPEMIG, processo nº EDT 2237/2003.

² Graduando em Engenharia Agrícola, Bolsista PIBIC CNPq, Universidade Federal de Lavras, hlsilveira@stout.ufla.br.

³ Graduando em Engenharia Agrícola, Bolsista PROBIC FAPEMIG, Universidade Federal de Lavras.

⁴ Graduanda em Engenharia Agrícola, Bolsista PIBIC CNPq, Universidade Federal de Lavras.

⁵ Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Lavras.

⁶ Professor Doutor Adjunto III, Departamento de Engenharia, Universidade Federal de Lavras.

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: O mecanismo de corte basal encontrado nas colhedoras de forragens geralmente é acoplado à estrutura da máquina, impedindo a plataforma de acompanhar o perfil do solo, ignorando sulcos e camalhões, ocasionando assim perdas do produto e comprometimento da sua qualidade. Conseguiu-se contornar este problema modificando o sistema de corte basal, acrescentando um mecanismo articulado de quatro barras. O trabalho teve por objetivo obter uma equação de movimento do mecanismo através do formalismo lagrangiano da dinâmica; utilizou-se o software Matlab 6.1, e validou-se a equação através do programa simulador Working Model 5.0. Para simplificar os cálculos, as barras do mecanismo foram projetadas para terem o comprimento de 1m. Com esses softwares foram obtidos gráficos que permitiram a validação da equação de movimento. Concluiu-se que o método utilizado é válido e o software de protótipos virtuais é uma nova ferramenta que pode ser utilizada no desenvolvimento de novas máquinas.

PALAVRAS-CHAVE: modelagem, formalismo lagrangiano, máquinas agrícolas.

VIRTUAL VALIDATION OF A DYNAMIC MODEL OF FLOTATION BASE CUTTER FOR FORAGE HARVESTER

ABSTRACT: The mechanism of found base cut in the harvester of fodder plants, generally is connected to the structure of the machine, hindering the platform to follow the profile of the ground, ignoring ridges, thus causing losses of the product and to compromise of its quality. The system of base cut was obtained to skirt this problem modifying, adding a articulated mechanism of four bars. The work had for objective to get an equation of motion of the mechanism through the lagrangian formalism of the dynamics; software Matlab 6,1 was used, and was become valid it equation through the simulator program Working Model 5.0. To simplify the calculations, the bars of the mechanism had been projected to have the length of 1m. With these softwares had been gotten graphical that had allowed the validation of the equation of motion. One concluded that the used method is valid and the software of virtual archetypes is a new tool that can be used in the development of new machines.

KEYWORDS: modeling, lagrangian formalism, agricultural machines.

INTRODUÇÃO: A colheita destaca-se entre as etapas do ciclo operacional de uma cultura, por suas dificuldades e altos custos envolvidos. A colheita mecanizada vem aumentando cada vez mais, visto que seu rendimento é muito maior quando comparado ao sistema de corte manual. No entanto,

ocorrem perdas do produto e comprometimento de sua qualidade, através da contaminação dos mesmos com solo e microorganismos, visto que as colhedoras apresentam uma altura de corte constante em todo o decorrer da colheita, ignorando sulcos e camalhões. Uma das formas de resolver esse problema seria o desenvolvimento de um mecanismo articulado de quatro barras adaptado ao sistema de corte, que permita à plataforma acompanhar o perfil do solo. Pode-se fazer uso de técnicas computacionais e simulações virtuais para desenvolver modelos de sistemas mecânicos e conseqüentemente obter grande redução de tempo e custo de projeto. São vários os métodos utilizados para obter as equações dos sistemas mecânicos; no entanto poucos modelos têm sido desenvolvidos a partir do formalismo lagrangiano, que é um processo bastante simples e rápido quando comparado a outros métodos. MURCIA (1998) e VOLPATO (2001), por exemplo, utilizaram o método de Newton-Euler. Utilizou-se o formalismo lagrangiano para obter a equação de movimento do mecanismo de quatro barras. As equações de movimento permitem otimizar sistemas mecânicos, podendo ser validadas através da simulação virtual.

MATERIAL E MÉTODOS: Para o desenvolvimento deste trabalho usou-se a ferramenta computacional Matlab 6.1 para obter a equação diferencial do mecanismo de quatro barras e os dados para a obtenção de gráficos. Comparou-se esses dados aos gerados pela simulação virtual do mecanismo, realizada através do simulador Working Model 5.0. A equação de movimento do mecanismo de quatro barras pode ser obtida pelo método lagrangiano da dinâmica. Este método é eficaz para obter equações de movimento, uma vez que a abordagem se dá através do balanço de energias, diferentemente das usuais análises de forças (internas e externas) encontradas, por exemplo, nos métodos de Newton-Euler. Fazendo uso da equação de Lagrange (1), método este bastante utilizado especialmente quando as forças internas e as reações não são de interesse, obteve-se a equação que governa o movimento do mecanismo(2).

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta} = 0 \dots\dots\dots(1)$$

Onde:

L = T-V (Lagrangiana);

T = Energia cinética total do mecanismo;

V = Energia potencial total do mecanismo;

θ = Coordenada generalizada

$$\ddot{\theta} = 5 / 145024 * \cos(\theta) * (648643 * \sqrt{2 - 2 * \text{sen}(\theta)} - 94000) * (\sqrt{2 - 2 * \text{sen}(\theta)})^{-1} \dots\dots\dots(2)$$

Onde:

$\ddot{\theta}$ = aceleração do ângulo θ

Para escrever a equação de movimento do mecanismo utilizando o método de Lagrange, determina-se para cada barra do mecanismo as respectivas expressões das energias cinéticas e potencial do sistema mecânico, construindo a lagrangiana. A lagrangiana é então inserida na equação (1) e procede-se aos cálculos utilizando-se o software Matlab 6.1. Os parâmetros do sistema são: massa, comprimento das barras e constante elástica da mola. O algoritmo usado para solucionar a equação diferencial (2) foi construído baseado no método de Verlet. Para efeito de simplificação desenvolveu-se um mecanismo de quatro barras (figura 1) onde suas barras têm o mesmo comprimento. Com ele foi possível obter a equação de movimento e validá-la.

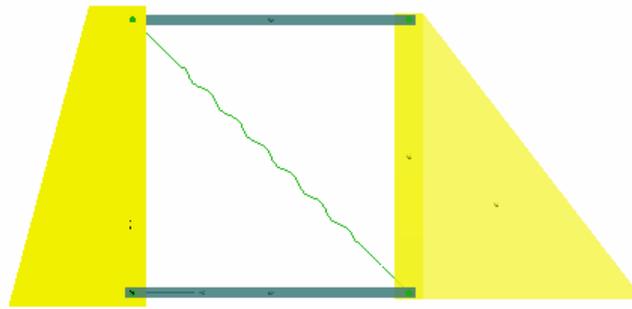


Figura 1: Mecanismo de quatro barras

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A figura 2 fornece os resultados obtidos a partir da simulação no software Working Model, tido como real; a figura 3 apresenta a análise comparativa da curva numérica e a simulada. Através dessa análise pode-se notar que as curvas numérica e real são praticamente iguais, o que nos permite validar a equação de movimento obtida com o uso do Matlab.

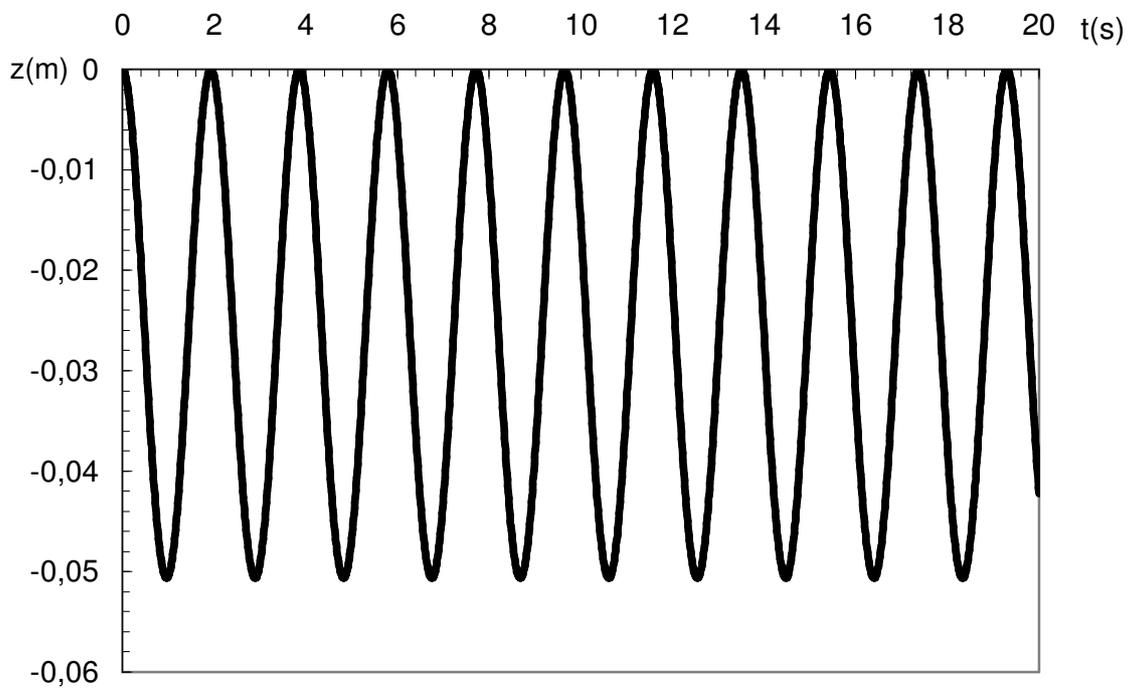


Figura 2: Dados obtidos a partir da simulação no software Working Model

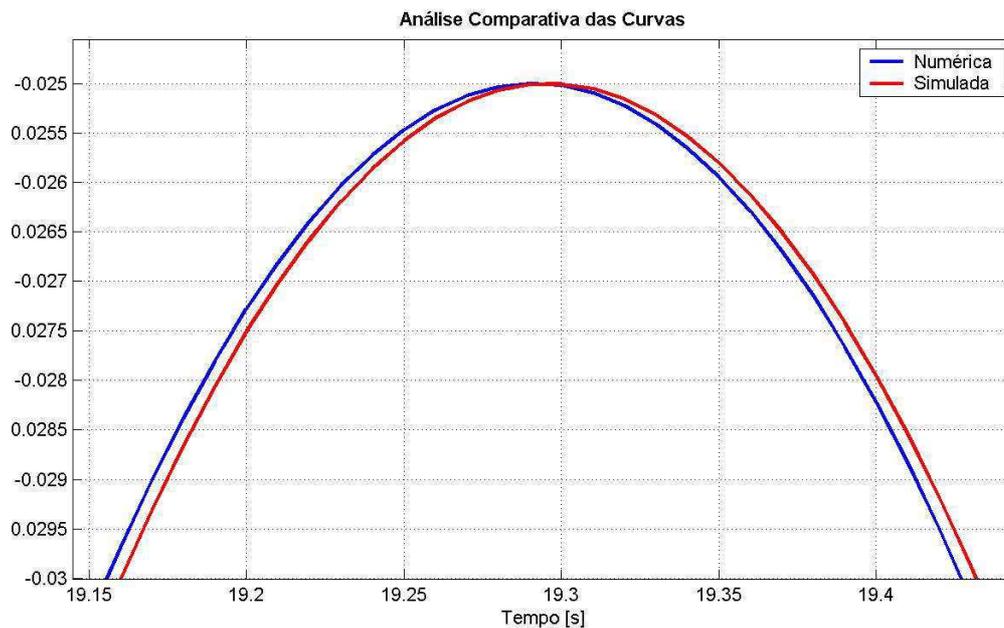


Figura 3: Análise comparativa da curvas simulada e numérica, onde notamos que a diferença é mínima.

CONCLUSÃO: Através dos resultados, obtiveram-se as seguintes conclusões:

- 1) O método de Lagrange é adequado para a determinação da equação de movimento de sistemas mecânicos;
- 2) Em comparação ao método de Newton-Euler o formalismo lagrangiano apresenta-se como sendo bastante simples.
- 3) Por ser um método mais simples, o processo de convergência de cálculos no Matlab 6.1 torna-se mais rápido.
- 4) A utilização do software Working Model para validação do mecanismo foi bastante satisfatória, visto que não houve custos para construção de protótipos e o software oferece todas as simulações reais de funcionamento da máquina no campo.

REFERÊNCIAS:

BRAUNBECK, O. A. Proposta Brasileira de Colheita Mecanizada. In: **Anais do I Seminário Soluções e Novidades na Mecanização da Cana-de-Açúcar**. Ribeirão Preto, março 1999. p. 56 - 60.

LEMONS, N. A. **Mecânica Analítica**. 1. ed. Rio de Janeiro: Livraria da Física, 2004. 388 p.

MURCIA, G.C. **Dimensionamento Otimizado de Mecanismos Articulados para o Seguimento do Perfil do Solo em Processos de Colheita**. FEAGRI/UNICAMP Campinas - São Paulo 1998 102 p. (Tese de Doutorado).

VOLPATO, C. E. S. **Otimização de um Cortador de Base Flutuante para Seguimento do Perfil de Solo em Colhedoras de Cana-de-Açúcar**. FEAGRI/UNICAMP Campinas - São Paulo 2001 185 p. (Tese de Doutorado).