

SIMULAÇÃO E CONTROLE DE MÁQUINAS-FERRAMENTA

M. R. Medeiros, V. T. Lima e H. B. Lacerda.

Faculdade de Engenharia Mecânica, FEMEC, Universidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila, 2160, Bloco 1M, Uberlândia MG, cep: 38400-089.

Palavras chaves: Modelo, Simulação, Controle Numérico, MATLAB.

RESUMO

O uso de sistemas de manufatura controlados numericamente tem crescido de forma extraordinária nas últimas décadas, devido a suas inegáveis qualidades de produtividade, flexibilidade e precisão. As formas complexas dos produtos modernos e a crescente pressão por maior produtividade, imposta pela globalização da economia mundial, exigem uma grande melhoria no comportamento dinâmico dos sistemas de controle dos movimentos das futuras máquinas-ferramenta. As superfícies complexas geradas por sistemas CAD devem ser transformadas, tão precisamente quanto possíveis, no caminho a ser seguido pela ferramenta. Quanto maiores a descontinuidade deste caminho e a velocidade exigida maiores serão as dificuldades para atender a precisão requerida. Controladores PID comuns atendem uma ou outra destas exigências. Eles ignoram completamente os efeitos dinâmicos resultantes da rápida variação de comandos de referência, tornando-se inadequados para aplicações que envolvem velocidade e precisão.

As variáveis controladas são as posições axiais, que são realimentadas e comparadas com os sinais de referência, que indicam a trajetória desejada. Os sinais de erro resultantes atuam nos motores através dos controladores, que têm o objetivo de minimizar ou eliminar os erros axiais. O mais simples destes controladores é aquele onde o sinal de saída é proporcional ao sinal de erro, chamado controlador P ou proporcional. Entretanto, o uso destes controladores pode resultar em erros de contorno significativos. O termo “erro de contorno” é usado para designar a componente de erro ortogonal a trajetória desejada, ou seja, é o desvio da ferramenta em relação ao contorno programado. É o principal indicador relacionado à qualidade final da peça trabalhada, embora os erros axiais sejam uma especificação de máquinas CNC. Um diagrama de blocos simplificado do sistema de controle usado em uma máquina-ferramenta é mostrado na Figura-1.

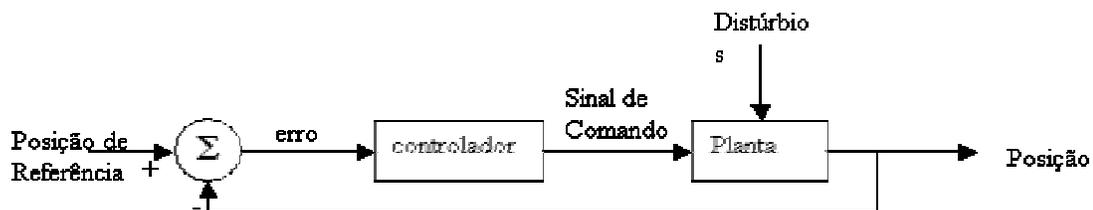


Figura 1 – Diagrama de blocos simplificado do sistema de controle de um eixo de movimento retilíneo de máquinas-ferramenta.

Segundo Koren & Lo (1992), as fontes de erros na usinagem podem ser classificadas em três categorias: deficiências mecânicas da máquina (folgas, não retilinearidade das guias, etc.), efeitos do processo de corte (deflexão da ferramenta por forças de corte, desgaste da ferramenta, temperatura, etc.) e a dinâmica do controlador e do eixo da máquina (motor, caixa de engrenagens, fuso, mesa). O erro dimensional total é uma combinação dos erros destas fontes. As duas primeiras fontes dos erros podem ser reduzidas melhorando a qualidade de fabricação da máquina ou por técnicas de compensação, mas não por técnicas

de controle ativo. A terceira fonte de erros pode ser eliminada ou reduzida melhorando os algoritmos de controle, porém é desprezada por fabricantes de máquinas-ferramenta, mas pode ser a mais importante principalmente em usinagem a alta velocidade.

Nesta pesquisa serão consideradas apenas as fontes de erros causadas pelo controlador, pela dinâmica os eixos da máquina e por distúrbios externos que afetam a variável controlada, que neste caso é a posição relativa entre a peça e a ferramenta. Tais distúrbios são as forças de corte e atrito seco e viscoso.

A redução do erro de contorno pode ser conseguida através de três métodos básicos: aplicando controladores axiais mais sofisticados, usando controladores de alimentação direta ou usando controladores de erros de contorno.

A metodologia utilizada neste projeto é a seguinte: (1) Obter um modelo dinâmico de uma fresadora, com eixos de movimento retilíneo X,Y e Z. A flexibilidade de componentes da máquina deve ser considerada; (2) Simular um sistema de controle automático dos movimentos da fresadora virtual, para qualquer tipo de trajetória, inclusive tridimensional; (3) Propor, combinar e modificar técnicas de controle de movimentos, de modo a obter um melhor desempenho no traço de um contorno, reduzindo os desvios em relação à trajetória programada. As modificações devem usar apenas dados disponíveis na prática; (4) Aplicar técnicas de IA, como Redes Neural ou Lógica Difusa para melhorar o desempenho do sistema de controle da máquina; (5) Aplicar técnicas de otimização numérica para otimizar os parâmetros dos controladores.

Desenvolvimento do modelo de um sistema CNC: Uma fresadora é composta por uma mesa (que tem movimentação nas direções X e Y) onde é colocada a peça de trabalho, um eixo Z de movimentação independente de X e Y, a castanha, o fuso de esferas, a caixa de redução de torque e servomotores.

Os motores mais usados os motores de corrente contínua (DC), as máquinas mais modernas utilizam motores AC. Estes motores têm a função de causar um movimento giratório no fuso de esferas que por sua vez transfere este movimento para os fusos de esferas que provocam o movimento de avanço da mesa. Estes motores permitem uma grande taxa de operação de velocidades com o desenvolvimento de um grande torque requerido pelas máquinas-ferramenta.

A velocidade do motor DC é controlada pela introdução de uma voltagem na armadura (rotor) do motor. Tal voltagem produz uma corrente variável na armadura que causa um campo magnético entre o rotor e o estator. O campo magnético produz um torque que é usado para girar o fuso, que transforma o movimento rotativo em deslocamento axial da mesa da máquina.

A Figura 2 mostra o diagrama de blocos da simulação de uma fresadora no programa MATLAB-SIMULINK, utilizando o motor de corrente contínua (DC).

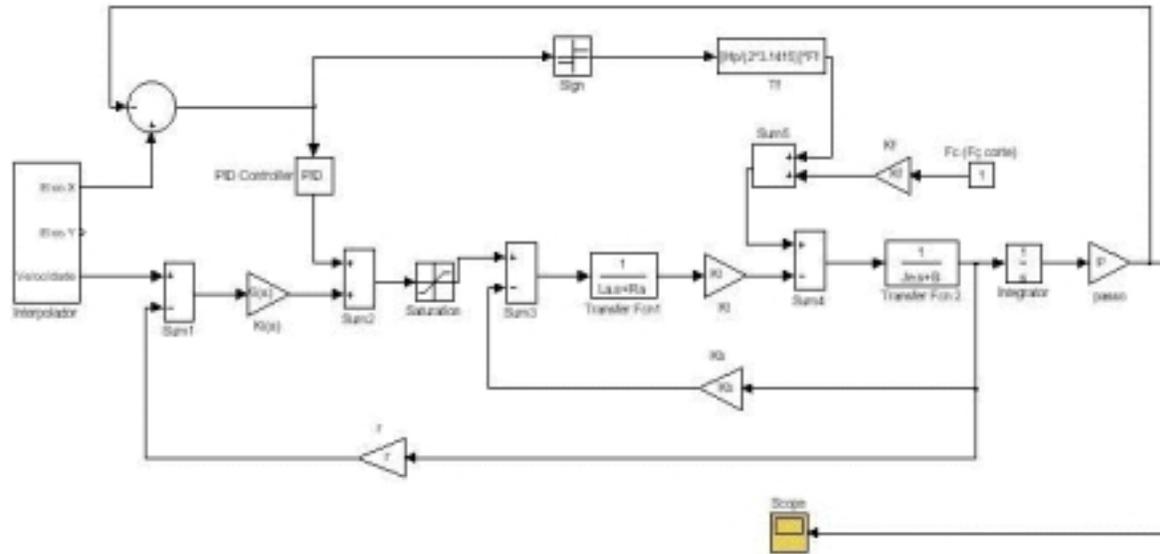


Figura 2- Diagrama de blocos para a simulação do eixo X de uma fresadora

Finalmente conclui-se que com a obtenção do modelo da fresadora poderá ser simulado o funcionamento de uma máquina-ferramenta e assim otimizar as variáveis que constituem o sistema assim como melhorar o seu funcionamento através de métodos numéricos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

Ogata, K. (1990), *Eng de Ctrl. Mod.*, 2ªed., Englewood Cliffs, NJ (USA), Prentice Hall.

Lacerda, H.B. & Belo, E. M.(1998). *A contour error controller for high speed machine tools*, Preprints of the third IFAC International Workshop on Motion control 98, Grenoble, France, 21-23 Sept., p. 13-18.

Lacerda, H.B. & Belo, E. M.; *Application of fuzzy logic on motion control system in machine tools*. DINAME 97 – 7thInternational conference on Dynamic Problems in Mechanics, Angra dos Reis(RJ), Mar 1997.