



Instituto Politécnico, Nova Friburgo
August 30th - September 3rd, 2004

Paper CRE04-PF30

Simulação de Forças no Fresamento Frontal a partir de Dados de Torneamento e Modelos Matemáticos

Felipe T. B. Macedo¹, Helton C. Bertol², Cristian Mangoni³, Rolf B. Schroeter⁴

Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de Mecânica de Precisão

Universidade Federal de Santa Catarina, Caixa Postal – 476- EMC

Campus Universitário, Trindade, Florianópolis, SC. CEP: 88.040-970

¹felipe@Imp.ufsc.br, ²helton@Imp.ufsc.br, ³cristian@Imp.ufsc.br, ⁴rolf@Imp.ufsc.br

O fresamento frontal é um processo de fabricação em que a geração das superfícies usinadas é proporcionada pelos gumes principal e secundário no topo da ferramenta. O conhecimento das forças originadas neste processo é de grande relevância no que concerne à determinação dos parâmetros de corte, ao esclarecimento dos mecanismos de desgaste e à previsão da amplitude de vibrações, que são fatores decisivos na eficiência da usinagem de componentes [1,2].

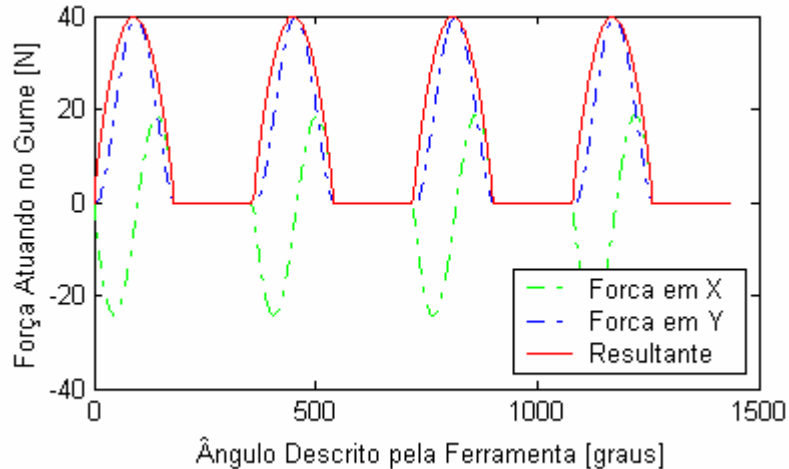
A maneira comumente usada para avaliar tais solicitações é a forma empírica. Esta consiste na realização de ensaios experimentais com a máquina-ferramenta em questão, e com isso a obtenção de um banco de dados, que deve ser consultado na medida em que novos procedimentos de fabricação são efetuados. Por outro lado, não existe a possibilidade de prever com boa confiabilidade o comportamento das forças em situações que fogem muito dos testes anteriormente realizados [1,2].

Este trabalho visa, portanto, através da utilização de modelos matemáticos aplicados em um algoritmo computacional, suprir esta falha apresentada pela forma empírica. Os dois modelos utilizados são o de Kienzle e o de Altintas [1]. Estes modelos trabalhando conjuntamente e, fazendo uso de constantes extraídas de bancos de dados já existentes, são capazes através de um programa computacional de fornecer os valores das forças decorrentes da execução do fresamento frontal, as quais proporcionam por meio da sua soma vetorial a resultante atuante sobre a peça durante tal processo de fabricação.

O modelo de Kienzle relaciona a largura e a espessura de corte com o respectivo valor de força no processo ($F_c = k_c \times h \times b$) [4]. Este modelo é tradicionalmente utilizado em torneamento, pelo fato de que a espessura de cavaco e a profundidade de corte são constantes. Como no fresamento o processo de corte é essencialmente igual ao torneamento, com a diferença de que há a variação na espessura de cavaco em função do ângulo de engajamento, uma base de dados obtida no torneamento pode teoricamente ser utilizada para a simulação no fresamento, se em ambos os processos forem utilizados os mesmos parâmetros de corte, materiais de ferramenta e peça.

Dessa forma, com base nas constantes extraídas de ensaios de torneamento, o programa fornece a variação das forças geradas pela usinagem no decorrer do processo de fresamento em função da variação da espessura de corte calculada pelo modelo de Altintas ($h(\phi) = f_z \text{sen}(\phi)$) [3].

Por outro lado, em função de que normalmente uma fresa tem dois ou mais dentes, e de que cada um destes vai exercer uma força sobre a peça quando estiver efetuando sobre a mesma o procedimento de corte, essas solicitações devem ser somadas para que a resultante sobre o componente usinado seja obtida. Um exemplo de comportamento de solicitações durante o processo de corte pode ser verificado na figura a seguir.



Para este caso específico, tem-se uma ferramenta de um dente que executa o processo de fresamento frontal sobre a peça, avançando na direção do eixo y. É fato notório ainda, neste caso, que a ferramenta efetua quatro rotações em torno do seu eixo de rotação durante o processo de usinagem. As forças de corte e de avanço são portanto somadas vetorialmente gerando a resultante sobre a peça e, a seguir, a resultante é decomposta nos eixos x e y. Pode-se inferir que, no caso de fresas com mais de um dente, a lógica de cálculo de forças é a mesma, devendo-se apenas executar a soma vetorial das forças concernentes a cada dente sobre o componente usinado.

REFERÊNCIAS

- [1] KÖNIG, W., KLOCKE, F. **Fertigungsverfahren: Drehen, Fräsen, Böhren. 4. ed.** Düsseldorf: VDI-Verlag, 1997.
- [2] KÖNIG, W., KLOCKE, F. **Tecnologia da Usinagem com Ferramentas de Corte de Geometria Definida – parte 1.** Traduzido e adaptado por Rolf Bertrand Schroeter e Walter Lindolfo Weingaertner do livro “Fertigungsverfahren – Drehen, Bohren, Fräsen”. 1997.)
- [3] ALTINTAS Y., SPENCE A. End Milling Force Algorithms for CAD Sytems, *Annals of the CIRP*, [S.l.], v. 40, n. 1, 1991.
- [4] STEMMER, G. E. **Ferramentas de Corte.** Florianópolis: UFSC, 1989. (Série didática).