

ANÁLISE DOS TEMPOS DE PRÉ-AJUSTAGEM DE FERRAMENTAS DE CORTE VIA INTERNET

Msc. Ivan Correr

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: ivancorrer@yahoo.com.br

Prof. Dr. Milton Vieira Junior

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: mvieira@unimep.br

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: atsimon@unimep.br

Ronaldo de Oliveira Martin

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: romartin@unimep.br

Taiana Almeida Ferreira dos Santos

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: tasantosa@unimep.br

***Resumo.** Dada a necessidade de se aumentar cada vez mais a eficiência dos processos de manufatura, um grande esforço vem sendo alocado na melhoria e otimização dos tempos de preparação de máquinas-ferramenta. Estes tempos representam uma parcela significativa do tempo total de produção de uma empresa, principalmente pela tendência da empresa possuir uma linha diversificada de produtos, com pequenos e médios lotes de produção. Devido a estes fatores, os tempos de preparação das máquinas têm forte influência na eficiência de uma empresa e na formação dos custos das peças produzidas pela mesma. Atualmente, estão disponíveis no mercado sistemas e/ou equipamentos de pré-ajustagem de ferramentas (presetters) que possibilitem reduzir o tempo da operação de pré-ajustagem de ferramentas e, conseqüentemente, o custo do processo. Entretanto, este tipo de tecnologia ainda não se difundiu para a grande maioria das empresas do parque industrial brasileiro, devido, segundo autores, a fatores relacionados à falta de conhecimento por parte das empresas sobre as vantagens oferecidas e principalmente pelo custo destes sistemas. Portanto o presente artigo propõe uma ferramenta de análise do processo de pré-ajustagem de ferramentas, disponível em modo eletrônico (internet), que possibilite aos empresários, através de dados provenientes dos processos de pré-ajustagens de ferramentas realizados pela empresa, simular, analisar e comparar o impacto da utilização, ou não, deste tipo de sistema pela empresa.*

Palavras-chave: presetters, pré-ajustagem de ferramentas, ferramentas de apoio a tomada de decisão,

1. INTRODUÇÃO

Os longos tempos de *setup*, ainda são uma realidade em muitas empresas de usinagem, em especial nas empresas brasileiras. O *setup* é uma das atividades que não agrega valor ao produto, e necessita ser reduzindo o quanto possível (CHANESKI⁽¹⁾).

De acordo com Hanson⁽²⁾, o foco principal de uma empresa de usinagem é manter a máquina-ferramenta “removendo” cavaco continuamente, mas certamente é impossível alcançar este objetivo em sua plenitude, entretanto, com o uso de técnicas, métodos e equipamentos que possibilitem a redução dos tempos de *setups*, tendem a reduzir o tempo improdutivo do processo de usinagem.

Uma das técnicas que pode ser utilizada para redução do tempo de *setup* em máquinas CNCs, é o uso de *presettters* para otimizar a operação de pré-ajustagem de ferramentas, tendo em vista que este tipo de operação é ainda realizada manualmente pela grande maioria das empresas, o que demanda um alto tempo de máquina parada.

A Tabela 1, apresenta a comparação de um processo de usinagem utilizando pré-ajustagem de ferramentas com sistemas *presetter*, com uma empresa que realiza esta operação manualmente na própria máquina.

Tabela 1 - Redução de tempo de preparação em centro de usinagem através da pré-ajustagem de ferramentas

Operação	Ferramenta pré-ajustada	Ferramenta NÃO pré-ajustada
Colocar a ferramenta no magazine	20 s	20 s
Mover até a superfície da peça, calcular a correção, mover a ferramenta de volta para a posição anterior.	----	120 s
Entrar com a correção da ferramenta	30 s	30 s
Executar a usinagem	Igual	Igual
Verificar dimensão	----	30 s
Tempo necessário para preparação de uma ferramenta	50 s	30 s
Redução de tempo através da pré-ajustagem	160 s (2,66 min)	

Fonte: ZOLLER & DAVIS TOOL, 2000 apud SIMON⁽³⁾

Atualmente, estão disponíveis no mercado vários sistemas para pré-ajustagem de ferramentas, divididos em dois grupos principais: *Externos* (Figura 1a), que permitem executar o ajuste das ferramentas previamente e fora da máquina de maneira rápida e precisa e os dados podem ser transferidos automaticamente ao comando da (SIMON⁽³⁾); e *Internos* (Figura 1b), que realizam a medição das ferramentas automaticamente dentro da máquina e também são utilizados para detectar desgaste e quebra de ferramentas em processo.



Fonte: IDC⁽⁴⁾



Fonte: Blum⁽⁵⁾

a) b)
Figura 1. a) Presetter externo; b) Presetter interno

Entretanto, estes equipamentos ainda não estão sendo utilizados em larga escala pelas empresas de usinagem no Parque Industrial Brasileiro.

Fullone⁽⁶⁾ e Aronson⁽⁷⁾, acreditam que sistemas de *presetting* ainda não foram usados em seu total potencial por duas razões: Falta de conhecimento por parte das empresas sobre as vantagens oferecidas e, principalmente, pelo custo destes sistemas.

A falta de conhecimento é um obstáculo que dificulta algumas empresas a fazer os sistemas de *presetting* “serem aceitos”. Muitos empresários, acreditam que sistemas de *presetting* só são efetivos e possibilitam retorno do investimento para empresas que possuem processos de usinagem com lotes diversificados, o qual requerem repetitivas pré-ajustagens de ferramentas (HANSON⁽²⁾; FULLONE⁽⁶⁾).

Este conhecimento parcial dos benefícios propiciados pela implantação desta tecnologia nas empresas ficou evidenciado em uma pesquisa exploratória realizada por Vieira⁽⁸⁾ com um grupo de 15 empresas das cidades de Santa Bárbara d’Oeste e Piracicaba –SP. Destas, 8 conheciam este tipo de tecnologia, 5 não conheciam, e apenas 2 utilizavam estes sistemas. Entretanto, pôde ser identificado que todas as empresas pesquisadas tinham dificuldades em analisar os benefícios propiciados pela tecnologia, especialmente em relação ao custo/benefício.

1.2. Internet

A internet há algum tempo tem mudado a vida das pessoas em todo o mundo, sendo que uma das principais características da mesma é a efetiva eliminação das distâncias para a troca de informação (FERREIRA⁽⁹⁾).

Em relação a sua utilização em um ambiente industrial, a Internet já tem dado uma grande contribuição à manufatura, pois permite que haja uma interligação entre diferentes departamentos de uma mesma empresa visando a troca de informações para a realização do ciclo total de desenvolvimento do produto (ÁLVARES⁽¹⁰⁾).

Uma outra contribuição da Internet para a manufatura é a disponibilização de softwares de apoio a tomada de decisão para as empresas. Andriolli⁽¹¹⁾, apresentou uma metodologia para a fabricação de peças a distância; Álvares⁽¹²⁾ propôs um sistema de telemanufatura baseado na *web* orientado ao processo de oxicorte; Ferreira⁽⁹⁾ desenvolveu programas para internet visando à determinação do tamanho de lote ótimo e balanceamento de linha; Álvares⁽¹⁰⁾ apresentou as vantagens do uso da internet no auxílio da telemanufatura.

1.3. Objetivo

Portanto, através do panorama apresentado o presente artigo propõe uma ferramenta de análise do processo de pré-ajustagem de ferramentas, disponível em modo eletrônico (internet), que possibilite aos empresários, através de dados provenientes dos processos de pré-ajustagens de ferramentas realizados pela empresa, simular, analisar e comparar o impacto da utilização, ou não, deste tipo de sistema pela empresa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentadas as etapas para o desenvolvimento da proposta, divididas em formulação do questionário, equacionamento e desenvolvimento do programa com acesso via internet.

2.1. Formulação do questionário

Segundo Tagliacarne⁽¹³⁾ e Trochim⁽¹⁴⁾, grande parte da autenticidade de uma pesquisa depende da eficiência do questionário desenvolvido, sendo assim, sua elaboração deve ser feita de uma maneira criteriosa, clara e delimitada para evitar que as perguntas sejam ambíguas dando resultados muito diversos em relação ao objetivo real esperado.

A seguir serão apresentadas as questões inseridas no questionário *on-line*, formuladas por Vieira⁽⁸⁾:

1) Quantas máquinas CNC a empresa possui?

1.1 Centro de usinagem 1.2. Tornos 1.3. Fresadoras 1.4. Mandriladoras

2) Quantas ferramentas são necessárias, em média, para usinar uma peça típica em?

2.1 Centro de usinagem 2.2. Tornos 2.3. Fresadoras 2.4. Mandriladoras

- 3) Quantas pré-ajustagens de ferramentas são feitas em média por turnos de trabalho nos.?
 3.1 Centro de usinagem 3.2. Tornos 3.3. Fresadoras 3.4. Mandriladoras
- 4) A pré-ajustagem das ferramentas é realizada na.....
 4.1. Máquina, com pré-ajustagem manual 4.2. Máquina com pré-ajustagem automática 4.3. Sala de pré-ajustagem
- 5) Quantos aparelhos de *presetters* (pré-ajustagem) a empresa possui?
 5.1. Interno 5.2. Externo 5.3. Nenhum dos tipos
- 6) Se nenhum, ou o número de *presetters* não são compatíveis com o número de máquinas existentes em seu chão de fábrica, porque?
 6.1. Custo muito alto 6.2. Não conhece 6.3. Difícil acesso 6.4. Falta informação

2.2. Formulação das equações

Segundo Agostinho⁽¹⁵⁾, o índice de utilização (I_u) de uma máquina ou equipamento define o percentual de tempo realmente trabalhado ou tempo efetivamente disponível para o trabalho (T_l) que é dado pela diferença entre o tempo disponível (T_d) e o tempo improdutivo (T_i), considerando-se (r) máquinas em estudo. (Equação 1)

$$I_u = \frac{\sum_{i=1}^r T_{di} - \sum_{i=1}^r T_{li}}{\sum_{i=1}^r T_{di}} \quad \text{ou} \quad I_u = 1 - \frac{\sum_{i=1}^r T_{li}}{\sum_{i=1}^r T_{di}} \quad (1)$$

Para a atividade de suporte de pré-ajustagem de ferramentas, a análise é feita na situação em que a atividade é executada na máquina com usinagem experimental e/ou manual. Durante a execução dessa operação a máquina não está produzindo cavaco. A técnica utilizada como referência para análise é a execução dessa atividade com apoio de um aparelho de pré-ajustagem de ferramenta (*presetter*). Nesta condição parte do tempo de preparação é transformado em preparação externa, aumentando a disponibilidade da máquina para operação.

Segundo Simon⁽³⁾ o índice de utilização de máquinas-ferramenta CNC é dada pela seguinte equação (Equação 2):

$$I_{uf} = 1 - \frac{\sum_{i=1}^y T_{lfi}}{\sum_{i=1}^y T_{dfi}} \quad (2)$$

Onde, T_{lfi} é o tempo improdutivo decorrente da pré-ajustagem de ferramenta para uma máquina (i); T_{dfi} é o tempo total disponível de uma máquina (i); e y é a quantidade de máquinas em estudo.

O tempo improdutivo (T_{lfi}) é função do tempo adicional gasto na atividade de pré-ajustagem de uma ferramenta (T_{afi}) quando não se utiliza aparelho de pré-ajustagem, do número de preparações (N_{pafi}) executadas no período em estudo, e do número de ferramentas (N_{fi}) necessárias a cada preparação (para usinar a peça). O tempo adicional (T_{afi}) é obtido a partir de estudos de tempos nos quais se comparam os tempos gastos na atividade de pré-ajustagem de ferramentas utilizando-se a técnica da usinagem experimental, com os gastos utilizando-se aparelho de pré-ajustagem externo de ferramentas. Para efeito de cálculo, sugere-se utilizar os resultados dos estudos de tempo fornecidos pelos fabricantes de aparelhos de pré-ajustagem de ferramentas, para diversos tipos de máquina. Portanto o cálculo do tempo improdutivo da pré-ajustagem de ferramenta para uma máquina (T_{lfi}) é dado pela Equação 3

$$T_{f\bar{i}} = T_{af\bar{i}} \cdot N_{paf\bar{i}} \cdot N_{f\bar{i}} \quad \text{então:} \quad I_f = \sum_{i=1}^y T_{f\bar{i}} = \sum_{i=1}^y T_{af\bar{i}} \cdot N_{paf\bar{i}} \cdot N_{f\bar{i}} \quad (3)$$

O tempo adicional ($T_{af\bar{i}}$) gasto na atividade de pré-ajustagem de uma ferramenta é em função das características específicas de cada máquina e, portanto, varia de um tipo de máquina para outro. O número de preparações ($N_{paf\bar{i}}$) executadas no período varia em função do *mix* e cadência de produção de cada tipo de máquina, e o número de ferramentas ($N_{f\bar{i}}$) necessárias em cada preparação (para executar a peça) varia em função do tipo de peça e de máquina.

Desta forma o tempo improdutivo deve ser expresso em função dos grupos de máquinas em estudo, considerando-se (n) grupos de máquinas constituídos de r, v, ..., w máquinas (Equação 4).

$$I_f = \sum_{i=1}^y T_{f\bar{i}} = r \cdot (T_{af1} \cdot N_{paf1} \cdot N_{f1}) + v \cdot (T_{af2} \cdot N_{paf2} \cdot N_{f2}) + \dots + w \cdot (T_{afn} \cdot N_{pafn} \cdot N_{fn}) \quad (4)$$

Já o tempo total disponível é dado pela soma dos tempos totais disponíveis de cada grupo de máquinas no período em estudo, considerando-se (n) grupos de máquinas constituídos de r, v, ..., w máquinas (Equação 5).

$$\sum_{i=1}^y T_{df\bar{i}} = r \cdot T_{df1} + v \cdot T_{df2} + \dots + w \cdot T_{dfn} \quad \text{ou} \quad \sum_{i=1}^y T_{df\bar{i}} = (r + v + \dots + w) \cdot T_{df} \quad (5)$$

Portanto, substituindo a equação do tempo improdutivo total decorrente da pré-ajustagem (Equação 4) em relação ao tempo total disponível da máquina (Equação 5) na equação do índice de utilização de máquinas CNC (Equação 2), obtém-se a expressão apresentada na Equação 6:

$$I_{uf} = 1 - \frac{[(r \cdot T_{af1} \cdot N_{paf1} \cdot N_{f1}) + (v \cdot T_{af2} \cdot N_{paf2} \cdot N_{f2}) + \dots + (w \cdot T_{afn} \cdot N_{pafn} \cdot N_{fn})]}{(r + v + \dots + w) \cdot T_{df}} \quad (6)$$

2.3. Desenvolvimento do programa

O programa para análise dos tempos de pré-ajustagem de ferramentas de corte, foi desenvolvido utilizando o "Sistema de questionário *on-line*", um recurso disponível no *web-site* da Universidade Metodista de Piracicaba (UNIMEP).

O sistema de questionário *on-line* possui um banco de dados, que armazena todas as informações geradas pelos voluntários (empresas que participam da pesquisa) e aplicam as formulações desejadas para a análise dos resultados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O programa de análise dos tempos de pré-ajustagem de ferramentas de corte via internet, está sendo testado por empresas da cidade de Santa Bárbara d'Oeste e Piracicaba, para validação desta ferramenta de suporte a tomada de decisão, e para que as empresas participantes possam opinar e sugerir melhorias na adequação desta ferramenta aos parâmetros industriais.

A Figura 2 apresenta a interface do questionário *on-line* desenvolvida até o presente momento.

O presente programa dispõe de um cadastro a ser preenchido pelas empresas que tiverem interesse em receber informações (artigos científicos e/ou técnicos), relacionadas à otimização do processo de pré-ajustagem e ferramentas, especialmente na aplicação dos sistemas de *presetting*.

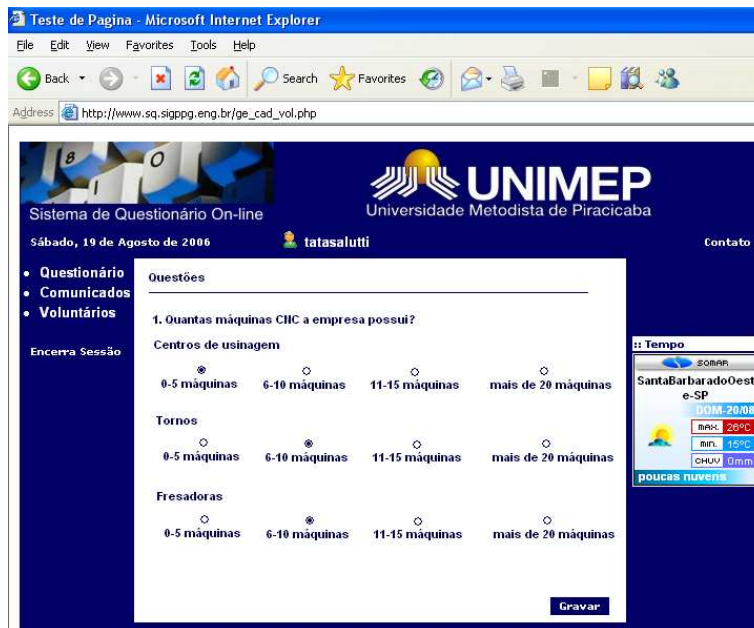


Figura 2 – Interface do questionário *on-line*

O resultado da análise dos tempos de pré-ajustagem de ferramentas de corte, referentes ao tempo improdutivo e índice de utilização da máquina CNC, equacionados anteriormente, serão apresentados automaticamente após o preenchimento do questionário, o que possibilita simular e analisar os processos de usinagem com o uso ou não de sistemas de pré-ajustagem de ferramentas.

4. CONCLUSÃO

A ferramenta de análise dos tempos de pré-ajustagem de ferramentas de corte via internet, está em fase final de desenvolvimento e validação por 10 empresas de usinagem selecionadas para a pesquisa, e espera-se que esta ferramenta de apoio a tomada de decisão possa ser utilizada em breve pelas empresas de usinagem do Parque Industrial Brasileiro para a análise do impacto, do uso ou não da técnica de pré-ajustagem de ferramentas automática, especialmente em relação ao custo-benefício.

5. AGRADECIMENTOS

A CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e ao IFM (Instituto Fábrica do Milênio) pelo apoio prestado durante a pesquisa.

6. REFERÊNCIAS

1. CHANESKI, W.S. Some simple ideas for setup reduction. **Modern Machine Shop**, Cincinnati, v.75, n.1, p.50-52, jun., 2002 .
2. HANSON, K. Ready, Preset, Go – What you need to know before setting tools offline. **Cutting Tool Engineering Magazine**, Northebrook, v.51, n.4, jun., 1999.
3. SIMON, A.T. **Condições de utilização da tecnologia CNC: Um estudo para máquinas-ferramenta de usinagem na indústria brasileira**. 2001. 150p. Dissertação (Mestrado em Produção) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade de Estadual de Campinas, Campinas, 2001.
4. IDC. Cutter Presetter. Disponível em: <<http://www.idcnb.com/QA-system2.asp>>, Acesso em 19 dez. 2005.

5. BLUM. Laser Control. Disponível em: <<http://www.blumnovotest.com/e/products/lasercontrol.html>>, Acesso em 19 dez. 2005.
6. FULLONE, F. Pre-Cutting prep: Pre-Production Setup. **Manufacturing Engineering**, Dearborn, v.128, n.6, p.55-60, jun., 2002.
7. ARONSON, R.B. Presetting: Prelude to Perfection. **Manufacturing Engineering**, Dearborn, vol.124, n.2, p.86-91, fev., 2000.
8. VIEIRA JR., M.; SIMON, A.T.; CORRER, I.; MARTINS, R.O. SANTOS, T.A.F. Estudo do nível de utilização de sistemas de pré-ajustagem de ferramentas de corte em máquinas CNC. In: CONGRESSO USINAGEM, 2006, São Paulo-SP. **Anais...Usinagem 2006**.
9. FERREIRA, J.C.E.; ANDRIOLLI, G.F. Programas para Internet visando a determinação do tamanho de lote ótimo e o balanceamento de linha. **Mundo da Usinagem**. Ed.3, p.27-31, 2003.
10. ÁLVARES, A.J.; FERREIRA, J.C.E.; FERNADEZ, C.A. A internet no auxílio da telemanufatura. **Máquinas e Metais**, São Paulo, ano 40, n.453, p.114-127, out., 2003.
11. ANDRIOLLI, G.F; FERREIRA, J.C.E. Uma Metodologia para a Fabricação de Peças à Distância. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA MECÂNICA, 2001, Uberlândia-MG. **Anais... COBEM 2001**.
12. ÁLVARES, A.J.; FERREIRA, J.C.E.; FERNADEZ, C.A. Um sistema de Telemanufatura Baseado na WEB Orientado ao Processo de Oxicorte.. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2002, Curitiba-PR. **Anais... ENEGEP 2002**.
13. TAGLIACARNE, G. Pesquisa de mercado: técnica e prática. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1989.
14. TROCHIM, W.M.K. **Research methods knowledge base**. 2.ed. Edition. Disponível na Internet em: <<http://trochim.human.cornell.edu/kb/index.htm>> Acesso em 20 Dez. 2005.
15. Agostinho, O.L. Os sistemas devem se adaptar ao desejo dos consumidores. **Máquinas e Metais**, São Paulo, v.27, n.317, p.44-51, 1999.

ANALYSIS OF THE SETUP TIMES IN MACHINE TOOLS WITH THE USE OF INTERNET

Msc. Ivan Correr

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: ivcorrer@unimep.br

Prof. Dr. Milton Vieira Junior

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: mvieira@unimep.br

Prof. Dr. Alexandre Tadeu Simon

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: atsimon@unimep.br

Ronaldo de Oliveira Martin

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: romartin@unimep.br

Taiana Almeida Ferreira dos Santos

Universidade Metodista de Piracicaba – Rod. Santa Bárbara/Iracemápolis, Km 1, 13450-000, Santa Bárbara d'Oeste, SP, Brasil, e-mail: tasantosa@unimep.br

***Abstract.** Given the necessity of if more increasing each time to the efficiency of the manufacture processes, a great effort comes being placed in the improvement and optimization of the setup times in machine-tool. These times represent a significant parcel of the total time of production of a company, mainly for the trend of the company to possess a diversified line of products, with small e average lots of production. By these factors, the times of preparation of the machines have fort influence in the efficiency of a company and the formation of the costs of the parts produced for the same one. Currently, they are available in the market systems and/or equipment of presetters that they make possible to reduce the time this operation and, consequently, the cost of the process. However, this type of technology still was not spread out for the great majority of the companies of the Brazilian Industrial Park, which had, according to authors, the factors related to the lack of knowledge on the part of the companies on the offered advantages and mainly for the cost of these systems. Therefore the present article considers a tool of analysis of the presetter process, available in electronic way (InterNet), that it makes possible the entrepreneurs, through data proceeding from the presetter processes carried through for the company, to simulate, to analyze and to compare the impact of the use, or not, of this type of system for the company.*

***Keywords.** Presetters, Setup times, CNC machine.*