

ADAPTAÇÃO DE ARMA DE FOGO A UM DISPOSITIVO DE QUICK-STOP

Marcio Aurélio Silva, Mauro Paipa, Álisson Rocha Machado, Marcio Bacci Da Silva

O processo de remoção de cavaco envolve o uso de um material de dureza elevada (ferramenta) usinando um material de menor resistência mecânica (peça). Neste processo a deformação mais severa acontece na área da peça que entra em contato com a ferramenta. Esta área é denominada como interface cavaco-ferramenta. Na literatura, esta interface está dividida em duas zonas. A primeira é a zona de aderência (*seizure zone* ou *sticking zone*, da literatura inglesa) que Trent e Wright (2000) descrevem como “íntimo contato”, presente ao longo de uma grande proporção da zona de contato cavaco-ferramenta. Nesta condição acontecem altíssimas deformações no material da peça, que ocorrem com taxas muito elevadas, dentro do corpo do cavaco, numa região denominada de “zona de fluxo”. A segunda é a zona de escorregamento (*sliding zone* da literatura inglesa) que se apresenta na periferia da zona de aderência, onde o contato passa a ser menos intenso devido a uma diminuição nas forças de ligações entre o cavaco e a ferramenta, menores tensões de compressão atuam nesta região, permitindo assim o deslizamento do cavaco exatamente na interface (Machado et al., 2009).

Analisando minuciosamente o processo de formação do cavaco, é possível entender as grandezas que influenciam na energia gasta no corte. Segundo Trent e Wright (2000), “grandes quantidades de energia são necessárias para deformar plasticamente o material a ser removido da peça, nos planos de cisalhamento primário e secundário”. Ferraresi (1981) também realça esta importância, afirmando: ...“para uma explicação científica das diferentes grandezas relacionadas com a usinagem dos metais, tais como desgaste da ferramenta e suas causas, força de corte, aresta postiça de corte, etc., é necessário um estudo detalhado do processo de formação do cavaco”.

Seguindo este contexto, uma técnica muito utilizada para análise do processo de deformação em usinagem é a micrografia da raiz do cavaco. Esta micrografia ilustrará como está acontecendo a deformação, dependendo dos parâmetros de corte. A dificuldade da obtenção desta raiz é a interrupção no corte. Embora existam máquinas de controle numérico computadorizado com movimentos de avanço que superam os 5000 mm/min, esta velocidade é insuficiente quando comparada com a velocidade de formação do cavaco que facilmente supera os 12000 mm/min, nos materiais mais difíceis de usar.

Uma alternativa na obtenção da interrupção no corte em velocidades maiores é o uso de um quick-stop. Este dispositivo tem a finalidade básica de afastar a ferramenta ou a peça em uma velocidade de, pelo menos, duas vezes superior à velocidade de corte do material (Machado et al. 2009). Observa-se na literatura diferentes propostas de QSD (Quick Stop Device), entre eles destacam-se (Hastings, 1957; Ellis et al., 1969; Philip, 1971; Brown, 1976) com QSD de acionamento por explosivos, (Vorm, 1992; Black e James, 1981; Yeo et al., 1976) com QSD de acionamento por impacto de martelo e alguns trabalhos mais recentes, com acionamentos alternativos tais como, etromecânicos (Wang e Tsai, 2006), e meramente mecânicos (Chern, 2005).

O princípio de funcionamento do dispositivo de quick-stop, neste projeto, está baseado no uso de um pino frágil que da sustentação ao porta-ferramenta e suporta as forças de corte sem quebrar. No momento da separação, o pino quebra devido à ação explosiva de uma espoleta disposta em uma arma de fogo acoplada ao dispositivo como apresentado na Fig. 1.

Desse modo a principal justificativa para realização deste trabalho é contribuir com novas investigações e fornecer dados que serão úteis no uso desta técnica.

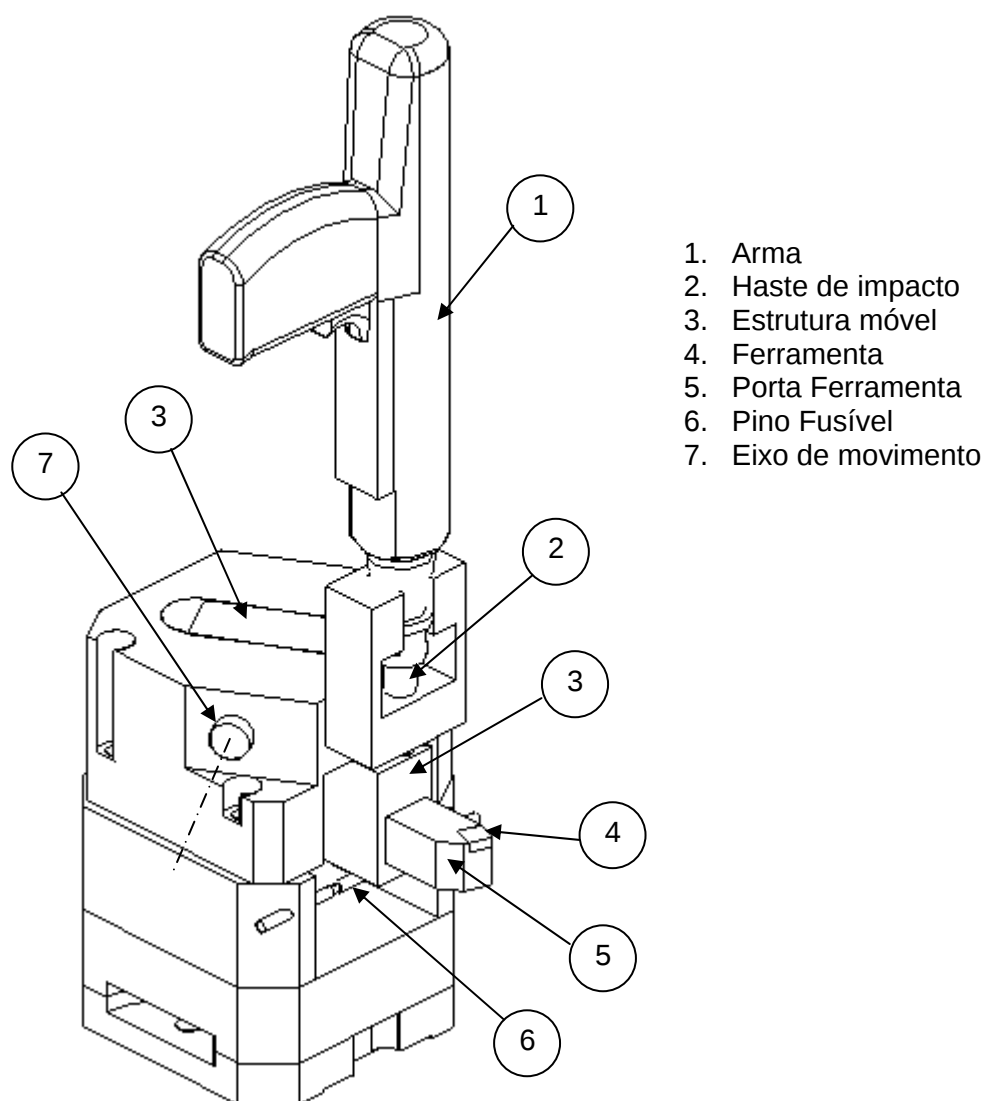


Figura 1. Dispositivo de Quick Stop.

Para medir a velocidade de retração do conjunto, foi disposta uma câmera de alta velocidade numa posição lateral à ferramenta e no fundo da imagem foi posicionada uma escala com divisões de 5 mm². A velocidade foi determinada baseando-se no tempo que a ponta da ferramenta demorou para percorrer uma distância, calculada com base na escala, posicionada na parte anterior da ferramenta, como ilustrado no desenho da Fig 2.

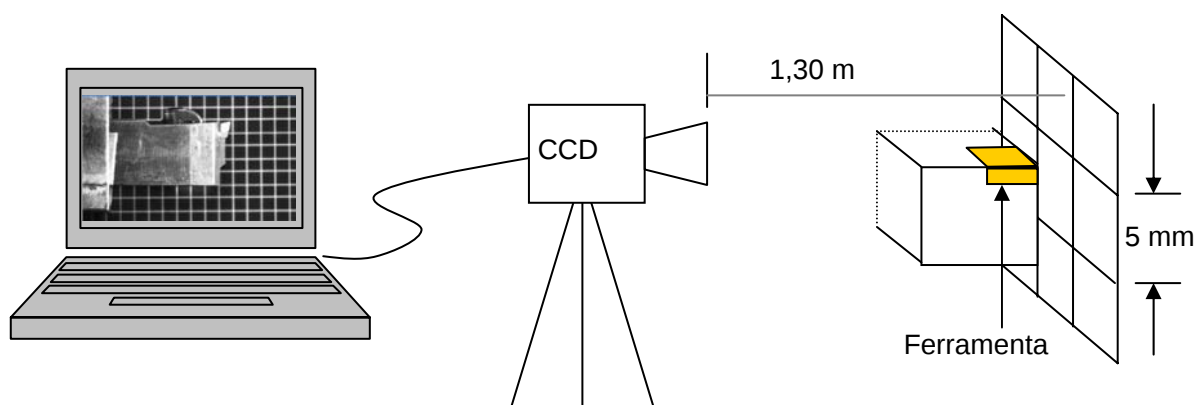


Figura 2. Esquema de montagem para medição de velocidade do QSD.

O movimento foi avaliado usando duas velocidades de aquisição, 3000 e 5000 frames por segundo. A Tabela 1 apresenta os valores de movimento e tempo na direção de corte.

Tabela 1. Dados deslocamento e tempo.

3000 Frames por segundo			5000 Frames por segundo		
# foto	Tempo [ms]	Deslocamento [mm]	# foto	Tempo [ms]	Deslocamento [mm]
1	0,0	0	1	0,0	0,00
2	0,4	1	2	0,2	0,83
3	0,7	5	3	0,4	3,16
4	1,1	7,5	4	0,6	4,32
5	1,4	10	5	0,8	5,48
6	1,7	12	6	1,0	6,64
7	2,1	14	7	1,2	7,80
8	2,4	16	8	1,4	8,96
9	2,7	18	9	1,6	10,12
10	3,0	20	10	1,8	11,28
11	3,4	22	11	2,0	12,44
12	3,7	24	12	2,2	13,60
13	4,1	26	13	2,4	14,76
14	4,4	28	14	2,6	15,92
15	4,7	30	15	2,8	17,08
16	5,0	32	16	3,0	18,24
17	5,4	34	17	3,2	19,40
18	5,7	36	18	3,4	20,56
19	6,1	38	19	3,6	21,72

Baseando-se nos dados tabelados e observando que a correlação entre tempo e distância é linear, como mostrado nas Eq. 1 e 2, a velocidade do movimento é representada pelo valor do coeficiente angular na equação da reta com unidades de mm/s.

$$\text{3000 frames : } f(x) = 6,2657X + 0,5311 \quad (1)$$

$$\text{5000 frames : } f(x) = 5,9484X + 0,4671 \quad (2)$$

As figuras 3 e 4 mostram a aceleração do movimento num momento inicial e a tendência de velocidade constante ao longo do percurso da ferramenta.

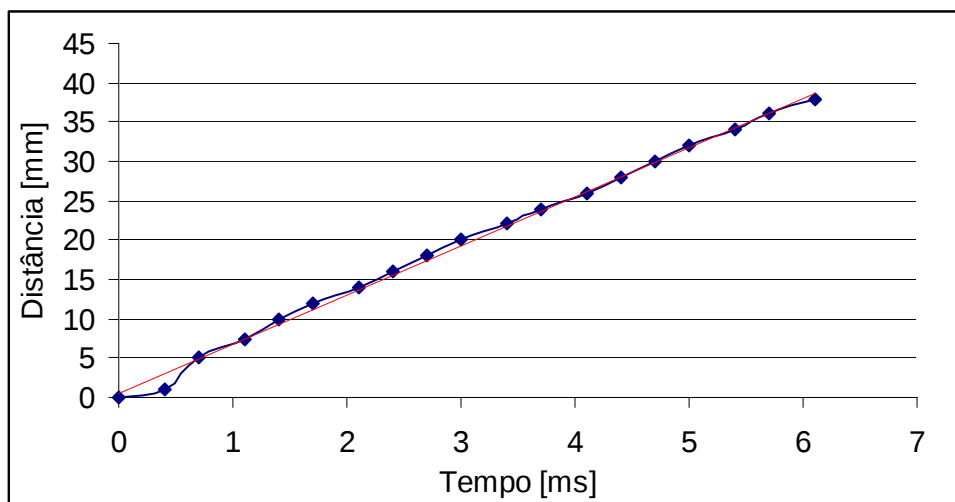


Figura 3. Curva Deslocamento VS Tempo a 3000 frames.

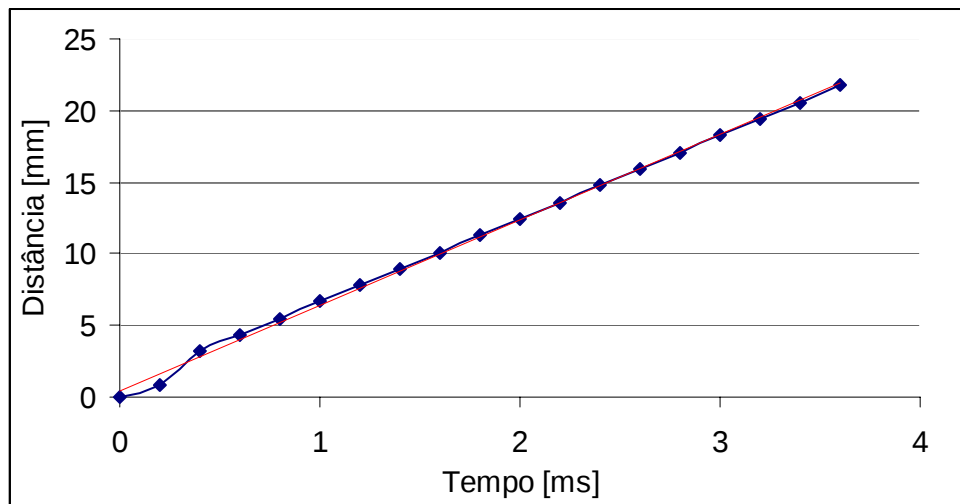


Figura 4. Curva Deslocamento VS Tempo a 5000 frames

Os gráficos das Fig. 3 e 4 permitem analisar o movimento da ferramenta a uma razão de 0,33 milissegundos para 3000 frames e 0,2 milissegundos para 5000 frames. Ambos os gráficos apresentam uma curva de aceleração nos primeiros 0,5 milissegundos, neste intervalo de tempo a ferramenta experimenta o impacto e desloca-se a uma razão de 150 m/min. Nos primeiros 0,4 milissegundos, há um deslocamento de aproximadamente um milímetro, conforme observado na primeira leitura a 3000 frames. Após decorridos os próximos 0,3 milissegundos, o percurso atingido foi de 5 mm e a velocidade chega a 800 m/min. Por último, observa-se no movimento que a velocidade tornou-se constante de 376 m/min até o fim do mesmo.

Incrementando a taxa de aquisição para 5000 frames, foi possível observar a uma razão de 0,2 milissegundos, que o primeiro deslocamento nos revela uma velocidade de 249 m/min, a uma distância de 0,83 mm, posteriormente, a velocidade sobe para 699 m/min a uma distância de 3,6 mm. E finalmente, a velocidade torna-se constante, deslocando-se a uma razão de 348 m/min.

Como conclusão pode-se afirmar que este dispositivo torna-se eficiente para realizar interrupções de corte em torneamento em velocidades de até 300 m/min.

REFERÊNCIAS

BLACK, J.T.; JAMES, C.R., **The hammer QSD - quick stop device for high speed machining and rubbing**, J. Eng. Ind. 103, 1981, Pages 13–21.

BROWN, R.H., **A double shear-pin quick-stop device for very rapid disengagement of a cutting tool**, International Journal of Machine Tool Design and Research. Volume 16, 1976, Pages 115–121.

CHERN, G.L., **Development of a new and simple quick-stop device for the study on chip formation**, International Journal of Machine Tools & Manufacture, Volume 45, 2005, Pages 789–794.

ELLIS, J.; KIRK, R.; BARROW, G., **The development of a quick-stop device for metal cutting research**, International Journal of Machine Tool Design and Research Volume 9, Issue 3, September 1969, Pages 321-339.

FERRARESI, D., **Fundamentos da Usinagem dos Metais**, Vol. 1, ed. Edgard Blücher, São Paulo, 1981, 751p.

HASTINGS W. F. **A new quick-stop device and grid technique for metal cutting research**, Annals CIRP 15, 1957, 109 - 116.

MACHADO, A.R., COELHO, R.T., ABRÃO, A.M, DA SILVA, M.B., **Teoria da Usinagem dos Materiais**, Ed. Edgard Blücher, São Paulo, 2009, 384 p.

PHILIP, P.K., **Study of the performance characteristics of an explosive quick-stop device for freezing cutting action**, International Journal of Machine Tool Design and Research Volume 11, Issue 2, June 1971, Pages 133-144.

TRENT, E. M.; WRIGTH, P, K., 2000 **"Metal Cutting"**, 4a. Ed., Butterworths, England,. 446p.

VORM, T., **Development of a quick-stop device and an analysis of the frozen-chip technique**, International Journal of Machine Tool Design and Research, Volume 16, 1976, Pages 241– 250.

YEO, S.H.; LUI, W.W.; PHUNG, V., **A quick-stop device for orthogonal machining**, Journal of Materials and Process Technologies, Volume 29, 1992, Pages 41–46.

WU, C.L.; WANG, K.S.; TSAI, L.C., **A new electromagnetic quick stop device for metal cutting studies**, International Journal of Advanced Manufacturing Technologies, 2006, Volume 29, Pages 853–859.