Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

O **desgaste** das ferramentas de corte impactam aspectos econômicos do processo

- Usando-se velocidade de corte **baixas**, minimiza-se o **desgaste** das ferramentas
- No entanto, a produção diminui, assim como a **produtividade**
- Usando-se velocidade de corte **altas**, maximiza-se a **produção**
- No entanto, a produtividade pode cair, devido ao **acelerado** desgaste das ferramentas
- Portanto, deve exisitir um valor ótimo de **velocidade de corte que maximize a produção**

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

Um ciclo básico usinagem para um lote de Z peças, tem as seguintes fases:

a) Preparo da máquina-ferramenta para a execução de Z peças;

b) Colocação e fixação da peça para usinagem na máquina-ferramenta (carga);

c) Aproximação ou posicionamento da ferramenta para o início do corte;

d) Corte da peça;

e) Afastamento da ferramenta;

f) Soltura e retirada da peça usinada (descarga);

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

Usam-se os seguintes símbolos para cada parcela durante o ciclo de usinagem:

t_t = Tempo de usinagem de uma peça (fases de *a* a *f*);

t_p = Tempo de preparo da máquina (fase *a*);

t_s = Tempo de carga e de descarga da máquina (fases *b* e *f*);

t_a = Tempo de aproximação e de afastamento da ferramenta (fases *c* e *e*);

t_c = Tempo de corte (fase *d*);

t_{tf} = Tempo de troca de ferramenta;

T = Tempo de vida de uma aresta;

n_t = Número de trocas de aresta na produção do lote de Z peças;

Z_T = Número de peças usinadas com uma aresta de corte no tempo T;

Z = Número total de peças no lote;

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

O tempo de usinagem de uma peça no lote pode ser calculado da seguinte maneira:

$$t_t = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a + t_c + \frac{t_{tf} n_t}{Z} \qquad (10.1)$$

o número de peças usinadas, Zt, deve ser o número inteiro

$$Z_T = \mathrm{int}\left(\frac{T}{t_c}\right) \qquad (10.2)$$

Admitindo-se que ao final do lote haverá uma troca, pode-se escrever que:

$$n_t + 1 = \frac{Z}{Z_T} \qquad (10.3)$$

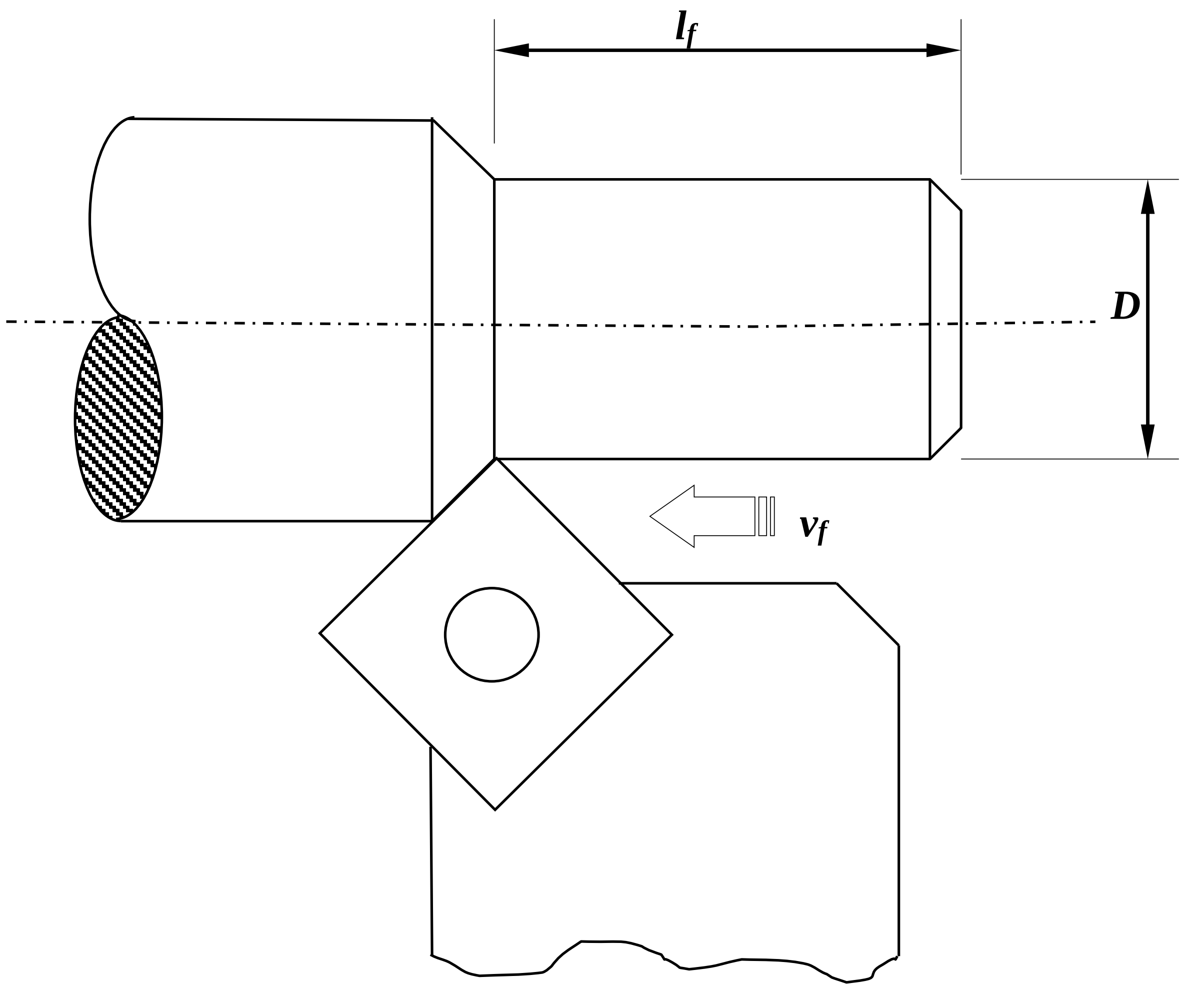
Substituindo-se a equação (10.2) em (10.3) e re-arranjando, tem-se:

$$n_t = Z \cdot \frac{t_c}{T} - 1 \qquad (10.4)$$

Substituindo-se agora (10.4) em (10.1) e re-arranjando, tem-se;

$$t_t = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a + t_c + \left(\frac{t_c}{T} - \frac{1}{Z}\right) t_{tf} \qquad (10.5)$$

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.



$$t_c = \frac{v_f}{l_f}$$

$$v_f = f \cdot n$$

$$n = \frac{v \cdot 1000}{\pi \cdot D}$$

$$t_c = \frac{l_f \cdot \pi \cdot D}{1000 \cdot f \cdot v}$$

$$t_t = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a + \frac{l_f \pi D}{1000 fv} + \frac{t_{tf}}{T} \frac{l_f \pi D}{1000 fv} - \frac{t_{tf}}{Z}$$

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

Pela equação de Taylor $$Tv^{x} = K$$

a qual substituída em (10.10) resulta, após re-arranjo:

$$t_t = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a - \frac{t_{tf}}{Z} + \left(\frac{l_f \pi D}{1000 f}\right) v^{-1} + \left(\frac{t_{ft} l_f \pi D}{1000 K f}\right) v^{x-1} \qquad (10.12)$$

A equação (10.12) pode ser dividida em três parcelas distintas de tempo:

$$t_1 = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a - \frac{t_{tf}}{Z} \qquad (10.13)$$

$$t_2 = \left(\frac{l_f \pi D}{1000 f}\right) v^{-1} \qquad (10.14)$$

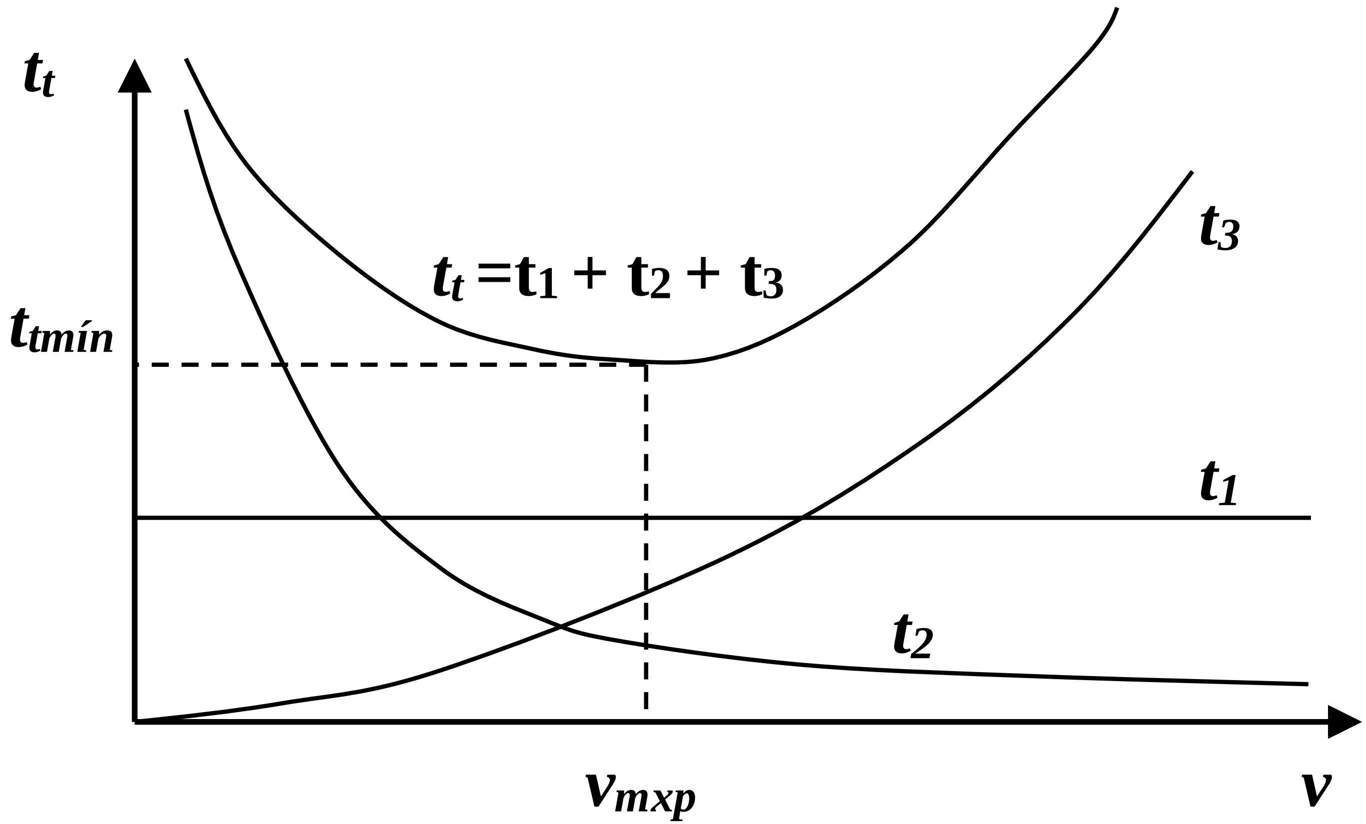
$$t_3 = \left(\frac{t_{tf} l_f \pi D}{1000 K f}\right) v^{x-1} \qquad (10.15$$

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.

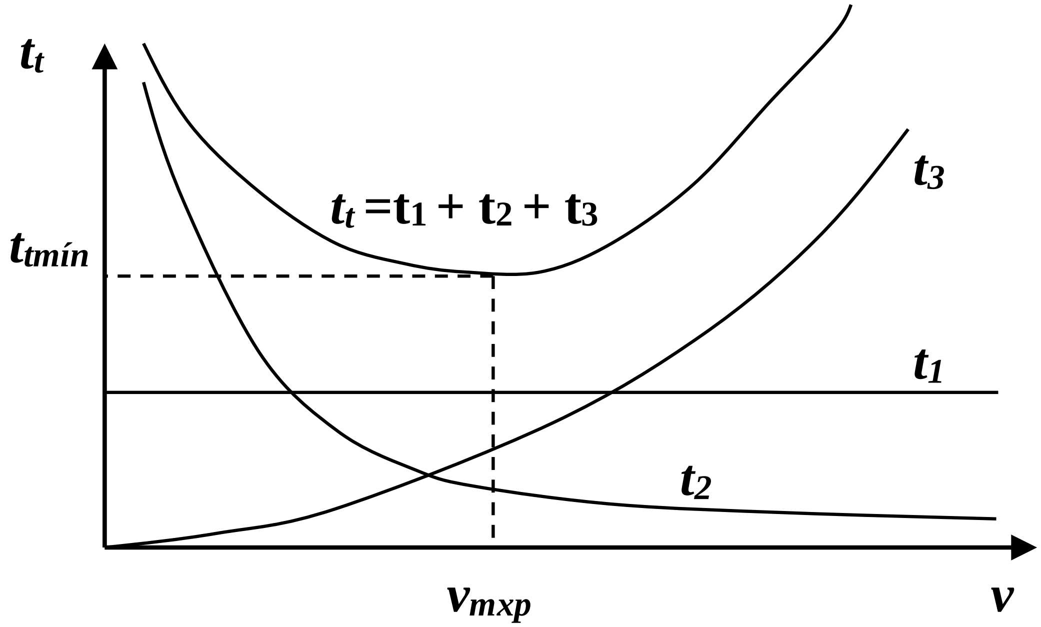
$$t_1 = \frac{t_p}{Z} + t_s + t_a - \frac{t_{tf}}{Z}$$

$$t_2 = \left(\frac{l_f \pi D}{1000 f}\right) v^{-1}$$

$$t_3 = \left(\frac{t_{tf} l_f \pi D}{1000 K f}\right) v^{x-1}$$

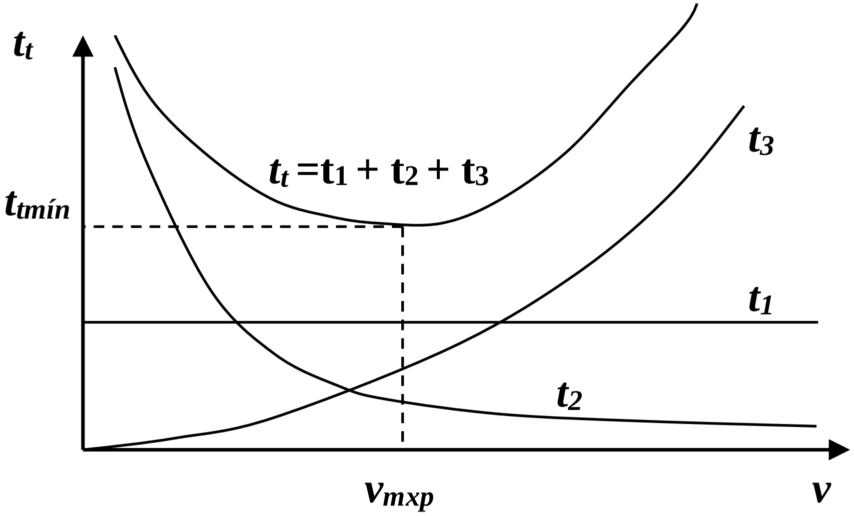


Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.



- O tempo total de usinagem de uma peça é função de ***v*** e ***f***.
- Haveria um mínimo desta função com relação a essas duas variáveis?
- Não há com relação ao avanço (Ferraresi D., 1979).
- Aumento de avanço, ***f***, causa uma diminuição contínua de tempo de corte t_c.
- O avanço deve ser o máximo aceitável, limitado por resistência da peça, qualidade superficial e dimensional.

Aula 11 – VELOCIDADE DE MÁXIMA PROD.



Para encontrar, o ponto de mínimo da Equação (10.12), com relação a ***v***, usa-se então a derivada:

$$\frac{dt_c}{dv} = -\frac{l_f \pi D}{1000 f} v^{-1} + (x-1)\frac{l_f t_{tf} \pi D}{1000 K f} v^{x-2} = 0 \qquad (10.16)$$

resultando em:

$$v_{mxp} = \sqrt[x]{\frac{K}{t_{tf}(x-1)}} \qquad (10.17)$$