

INVESTIGAÇÃO NUMÉRICA DO CONTROLE PASSIVO DE CHATTER NO TORNEAMENTO DE LIGAS TI-6AL-4V A PARTIR DO DISPOSITIVO SHUNT-PIEZOELÉTRICO

Adailton Gomes Pereira

José Vitor Scanavini Chiaradia

Armando Ítalo Sette Antonialli

Sidney Bruce Shiki

UFSCar – Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos, SP, 13565-05, Brasil
adailton.goh@gmail.com, jvs.chiaradia@gmail.com, antonialli@ufscar.br, bruce@ufscar.br

Resumo. Vibrações chatter são um dos principais fenômenos que impedem o aumento da produtividade em processo de usinagem. Esse tipo de vibração surge devido a interação da ferramenta de corte e a superfície ondulada da peça a ser usinada. Esse trabalho tem o objetivo de investigar numericamente a efetividade do dispositivo shunt-piezoelétrico para mitigar chatter no processo de torneamento de ligas de titânio. Para isso foram realizadas simulações dos processos de corte dessas ligas com o dispositivo shunt-piezoelétrico acoplado no porta-ferramenta e feitas comparações com o processo sem o dispositivo, assim como, será investigado os efeitos de variações nos parâmetros do circuito shunt resistivo-indutivo. São analisadas as funções de resposta em frequências dos sistemas e gerados os diagramas de lóbulos de estabilidade. Verificou-se a possibilidade de melhorar a produtividade do processo pois o dispositivo reduz as vibrações geradas e consegue aumentar os limites de estabilidade do processo. Além disso, observou-se que pequenas variações nos parâmetros do circuito elétrico podem acarretar em desempenho próximo dos valores ótimos e ao reduzir o valor da indutância houve um aumento do limite de estabilidade do processo.

Palavras chave: Chatter. Shunt-piezoelétrico. Controle passivo de vibrações. Ligas de titânio.

1. INTRODUÇÃO

O chatter é um tipo de vibração auto-excitada que surge devido a interação entre a ferramenta de corte e a peça a ser usinada. Uma das principais consequências desse efeito é o aparecimento de ondulações superficiais geradas durante o processo, além de, reduzir o tempo de vida útil da ferramenta de corte, e diminuir a produtividade do processo (Quintana e Ciurana, 2011). Em vista disso essas vibrações auto-excitadas são indesejadas, com grande dificuldade de serem controladas levando o sistema à instabilidade. As vibrações chatter mais comuns são causadas pelo efeito regenerativo da superfície ondulada da peça a ser trabalhada (Siddhpura e Paurobally, 2012), causando variação na força de corte e afetando a remoção de cavaco. Essa irregularidade do cavaco resulta em vibrações que excitam os modos de vibração da estrutura máquina-ferramenta.

De modo a obter um processo mais estável pode-se utilizar de técnicas de controle passivo de vibrações, as quais têm o propósito de aumentar o amortecimento do sistema e assim dissipar as vibrações geradas durante o processo de usinagem (Munoa, *et al.* 2016). Uma das técnicas de controle passivo de vibrações bastante utilizada em processo de usinagem reside na utilização de materiais piezoelétricos acoplados a um circuito elétrico para dissipação de energia mecânica, conhecido como shunt-piezoelétrico. Diversos trabalhos disponíveis na literatura, Silva, *et al.* (2015), Venter, *et al.* (2016), Yigit, *et al.* (2017), Tang, *et al.* (2019), entre outros, demonstraram a capacidade dessa técnicas em mitigar chatter em processos de usinagem e obter peças com um melhor acabamento superficial.

Em se tratando de controle de chatter na usinagem de titânio, existe um impacto especialmente significativo sobre a qualidade superficial, a acurácia dimensional e a vida da ferramenta. Ligas de titânio têm sido usadas em diferentes áreas da engenharia mecânica, como instrumentação, setor aeroespacial e aplicações biomédicas. Sua elevada resistência mecânica e reduzida condutividade térmica impactam significativamente sobre sua usinabilidade, o que demanda a utilização de condições de lubrificação e refrigeração aprimoradas (Pimenov, *et al.* 2021).

O baixo módulo de elasticidade das ligas de titânio, em comparação com aços de resistência mecânica similar, por exemplo, implica em grandes variações da espessura do cavaco e intensa variação da força de usinagem, particularmente agravada por ocasião da formação de cavacos serrilhados decorrentes da baixa condutividade térmica desses materiais (Antonialli, *et al.* 2010).

Uma alternativa para minimizar a baixa produtividade das operações envolvendo usinagem de titânio é o controle de vibrações auto-excitadas características do chatter regenerativo, que permite a utilização de parâmetros mais robustos e, portanto, maior taxa de remoção de material, apesar das baixas velocidades de corte necessárias para prolongar a vida útil da ferramenta (Taylor, *et al.* 2010).

Portanto, o presente trabalho propõe analisar de forma numérica a utilização do dispositivo *shunt*-piezoeletrico para controle de *chatter* no processo de torneamento de ligas de titânio do tipo Ti-6Al-4V. Serão realizadas simulações para entender e investigar sua eficiência em reduzir tais vibrações e aumentar os limites de estabilidade durante o processo, permitindo, assim, melhorar o acabamento superficial das peças usinadas e aumentar a produtividade.

2. METODOLOGIA

Nessa seção são apresentados a modelagem dinâmica necessária para entender o efeito do *chatter* regenerativo, qual a medida adotada para mitigar essas vibrações e o diagrama de lóbulos de estabilidade (SLD), método utilizado para saber os limites de estabilidade durante o processo.

2.1. Modelagem dinâmica para estudo de *chatter* regenerativo

Para analisar as vibrações no processo de torneamento é utilizado um modelo matemático de um grau de liberdade com uma ferramenta de corte flexível e uma peça de trabalho relativamente rígida, como demonstrado na Fig. 1:

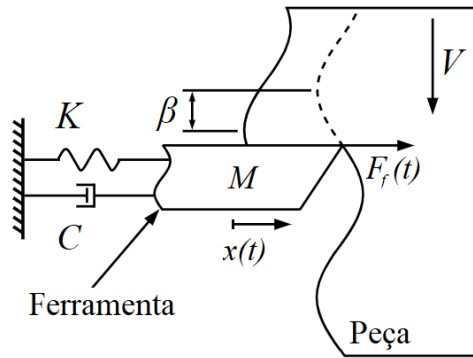


Figura 1. Sistema regenerativo (Adaptado de Siddpura e Paurobally, 2012)

no qual, m , k e c são massa, rigidez e coeficiente de amortecimento, respectivamente, V é o sentido da velocidade da peça, $F_f(t)$ a força de avanço, $x(t)$ o descolamento e β a diferença de fase entre a ondulação anterior e a atual. Com isso podemos obter a equação do movimento para o sistema em análise.

$$m\ddot{x}(t) + c\dot{x}(t) + kx(t) = f(t) \quad (1)$$

Ao desenvolver a Eq. (1), após transferi-la para o domínio de Laplace, é possível obtermos a função de transferência (FT) para o sistema de um grau de liberdade na sua forma geral.

$$\frac{X}{F}(s) = \frac{\frac{1}{k}}{\frac{s^2}{\omega_n^2} + \frac{2\zeta}{\omega_n}s + 1} \quad (2)$$

Na qual, ω_n é frequência natural do sistema, ζ é a razão de amortecimento do sistema e k a rigidez.

Agora, como demonstrado por Altintas (2012), considerando as forças apenas na direção de avanço do corte e a variação da espessura do cavaco:

$$F_f(t) = K_f a h(s) = K_f a [h_0 + y(t-T) - y(t)] \quad (3)$$

na qual, K_f é a pressão específica de corte na direção de avanço, a profundidade de usinagem e $[h_0 + y(t-T) - y(t)]$ a espessura de corte variável do cavaco devido as vibrações no atual momento (t) e uma revolução anterior (T), é possível obter sua FT, como a Eq. (2), e calcular a função de resposta em frequência (FRF) do sistema. A qual pode ser fragmentada em partes real $G(\omega)$ e parte imaginária $H(\omega)$. Desse modo, utilizando apenas os valores negativos da parte real é possível determinar a profundidade de usinagem limite (a_{lim}), a qual possibilita determinar o limite entre as zonas de estabilidade e instabilidade necessário para gerar o diagrama de lóbulos de instabilidade (SLD, do inglês *stability lobe diagram*).

$$a_{lim} = \frac{-1}{2K_f G(\omega)} \quad (4)$$

Com isso, é possível visualizar as zonas de estabilidade livres de *chatter* e instabilidade, onde surge *chatter*, e quais parâmetros selecionar para que seja evitada o surgimento dessas vibrações. A figura a seguir apresenta um diagrama de lóbulos de estabilidade mostrando o comportamento do processo em função da rotação da peça e da profundidade de usinagem.

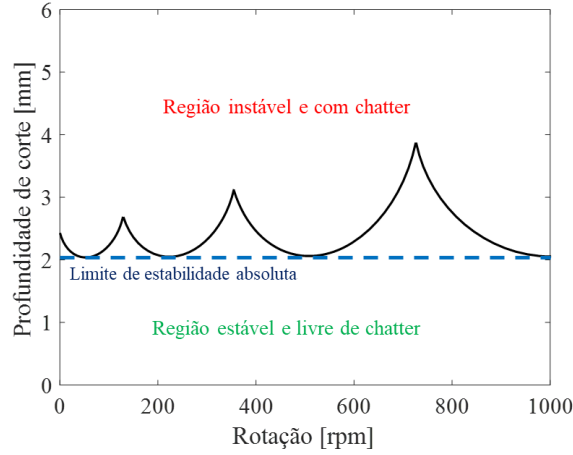


Figura 2. Diagrama de lóbulos de estabilidade

2.2. Dispositivo piezoelétrico para controle passivo de *chatter*

Hagood e von Flotow (1990) demonstraram que ao utilizar circuitos elétricos acoplados a um material piezoelétrico era possível reduzir as vibrações geradas em uma estrutura e aumentar o amortecimento do sistema. Esse dispositivo funciona essencialmente convertendo energia mecânica em elétrica através do material piezoelétrico. Um circuito resistivo-indutivo ligado ao mesmo denominado *shunt* é responsável por maximizar a dissipação de energia vibratória da estrutura. O circuito ligado ao material forma um circuito RLC devido a capacitância interna do material piezoelétrico.

Quando acoplado o dispositivo *shunt*-piezoelétrico a uma estrutura para controle passivo de vibrações, vemos que o mesmo atua de forma similar a um absorvedor dinâmico de vibrações (Viana e Steffen Jr, 2006). Ao mesmo tempo que reduz a amplitude das vibrações para determinadas frequências de excitação, o mesmo faz com que a frequência de ressonância do sistema seja dividida em duas, mas com amplitudes menores.

A impedância do circuito RLC (*shunt*-piezoelétrico ressonante) pode ser determinada pela Eq. (5) no domínio de Laplace s , onde, L é a indutância, C_{PZT} é a capacitância do piezoelétrico, R é a resistência e k_{ij}^2 é coeficiente de acoplamento eletromecânico:

$$\bar{Z}_{ij}^{RSP}(s) = I - k_{ij}^2 \left(\frac{I}{LC_{PZT}s^2 + RC_{PZT}s + I} \right) \quad (5)$$

Levando em consideração que o sistema é adotado como apenas um grau de liberdade, como mencionado anteriormente, temos a Eq. (6) que representa a função de transferência que relaciona deslocamento e força do *shunt*-piezoelétrico acoplado a uma estrutura.

$$\frac{x}{F}(\gamma) = \left(\frac{I}{K + K_{ij}^E} \right) \left(\frac{(\delta^2 + \gamma^2) + \delta^2 \zeta \gamma}{(I + \gamma)(\delta^2 + \gamma^2 + \delta^2 \zeta \gamma) + K_{ij}^2(\gamma^2 + \delta^2 \zeta \gamma)} \right) \quad (6)$$

No qual, δ é razão de sintonização adimensional, ζ é a razão de amortecimento, K e K_{ij}^E são rigidez do sistema e piezoelétrico, respectivamente, K_{ij}^2 é o coeficiente de acoplamento eletromecânico generalizado e γ é a frequência adimensional.

Portanto, com a função de transferência apresentada, Eq. (6), é determinada a parte real da FRF do conjunto *shunt*-piezoelétrico e o sistema, e assim, utilizada para calcular a profundidade de usinagem limite, Eq. (4), que será usada para criar o diagrama de lóbulos de estabilidade.

2.3. Descrição das simulações numéricas efetuadas

Inicialmente foi simulado o processo de torneamento de liga de titânio com e sem o *shunt*-piezoelétrico, com o intuito de analisar o efeito do dispositivo sobre o processo. Primeiro foram comparadas as FRFs nas duas situações para sabermos sua efetividade em mitigar as vibrações do processo e os SLDs para identificar se houve aumento significativo no limite de estabilidade do processo.

Para isso algumas considerações foram feitas para essas simulações. O comportamento do porta-ferramenta é adotado como de uma viga engastada, como demonstrado na Fig. 1, de modo que o comportamento desta estrutura é representado por parâmetros equivalentes de massa e rigidez, $0,0862 \text{ kg}$ e $7,4761 \times 10^5 \text{ N/m}$ respectivamente, formando um sistema simples com um grau de liberdade. A pressão específica de corte (K_f) usada, 1700 MPa , é específica para a liga de titânio Ti-6Al-4V (Sandvik Coromant, 2011). O porta-ferramenta utilizado possui dimensões $12,5 \times 25 \times 150 \text{ mm}$ e seu formato simplificado para o de uma viga retangular simples, o material de sua composição é o aço. O piezoelétrico utilizado o PZT-5A com capacitância (C_{PZT}) de $6,9 \text{ nF}$, que é uma das cerâmicas piezoelétricas utilizadas (Venter, *et al.* 2016).

Além disso, foram realizadas variações nos parâmetros do circuito elétrico: indutância (L) e resistência (R), para saber qual o efeito dessas condições no diagrama de lóbulos de estabilidade. O *software* utilizado para realizar essas simulações foi o MATLAB R2019b devidamente registrado.

3. RESULTADOS

3.1. Simulação dos efeitos da inclusão do controle passivo na estabilidade do processo

Primeiramente foram simulados os processos de torneamento tendo o porta-ferramenta nas condições sem e com o *shunt*-piezoelétrico acoplado. Na Figura 3, que apresenta as respostas do sistema simulado à uma entrada da função impulso, pode-se observar que com o *shunt*-piezo o sistema atinge o regime estacionário mais rápido que a condição sem *shunt*-piezo. Isso é devido ao amortecimento adicionado no sistema quando utilizado o dispositivo fazendo com que as vibrações sejam reduzidas mais rapidamente.

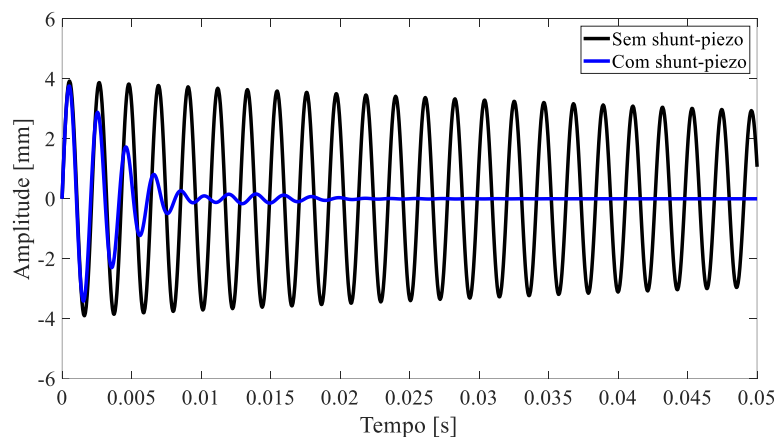


Figura 3. Resposta à função impulso

A Figura 4 apresenta as respostas em amplitude com relação à frequência dos sistemas e fica bastante evidente a redução da amplitude das vibrações principalmente na frequência de ressonância do sistema, ponto mais crítico. Essa redução ocorre devido aos parâmetros ótimos do circuito elétrico, pois, são determinados com o intuito de reduzir tais vibrações. É possível observar, que a resposta com o *shunt*-piezo apresenta dois picos de ressonância, isso é devido ao dispositivo acoplado no porta-ferramenta adicionar mais um grau de liberdade ao sistema, como a corrente passando pelo circuito de dissipação. É importante mencionar que esse enorme pico na condição sem o *shunt*-piezo é pelo o mesmo ser simulado com uma razão de amortecimento muito baixa ($\zeta=0,002$).

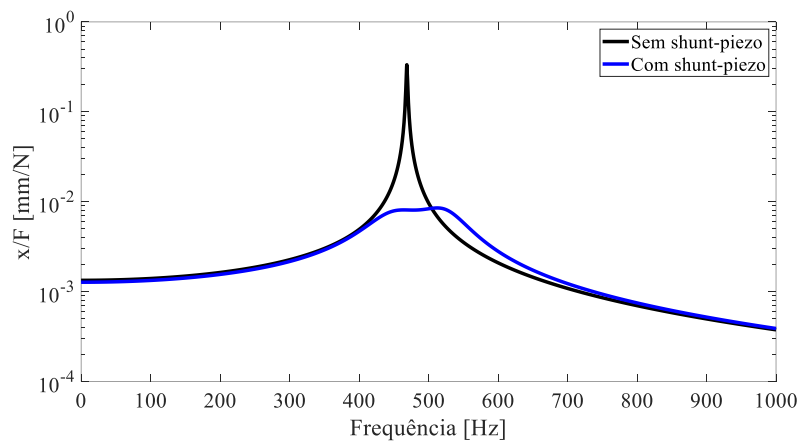


Figura 4. Relação de amplitude da FRF do porta-ferramenta sem o com *shunt*-piezoelétrico

Na Figura 5, temos a representação dos diagramas de lóbulos de estabilidade nas duas condições e pode-se notar o aumento do limite de estabilidade absoluta quando utilizado o dispositivo *shunt*-piezoelétrico. Como foi observado que na Fig. 4 ocorreu a redução nas amplitudes das vibrações, tem-se então um sistema mais estável e um processo de usinagem capaz de utilizar parâmetros de corte mais robustos. Indo de um limite de estabilidade absoluta de aproximadamente 0,00176 mm para 0,0515 mm nas condições sem e com *shunt*-piezoelétrico, respectivamente.

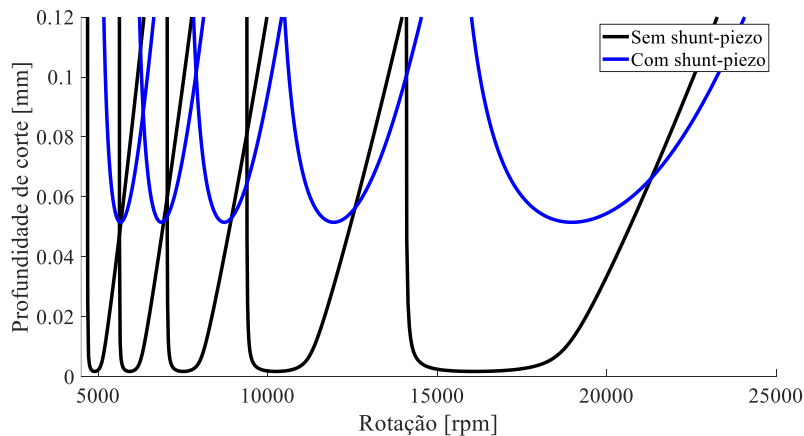


Figura 5. SLD nas condições sem e com *shunt*-piezoelétrico

3.2. Estudo do efeito da variação de parâmetros do circuito

Para entender como a variação dos parâmetros do circuito elétrico tem efeito sobre a atuação do dispositivo *shunt*-piezoelétrico, os valores de resistência e indutância foram variados tendo como referência os valores ótimos determinados pelas equações apresentadas por Viana e Steffen Jr (2006). O valor de resistência ótimo é de 14,6 k Ω e foi variada em 10, 12, 15 e 18 k Ω , sendo eles escolhidos por serem valores comerciais. A indutância ótima é 15,9 H e variada em 14, 15, 17 e 18 H, sendo eles determinados aleatoriamente devido ao fato de não possuir valores comerciais dessa magnitude.

Na Figura 6a fica mais visível a atuação do *shunt*-piezoelétrico como um absorvedor dinâmico no sistema. Podemos observar que mesmo utilizando uma resistência um pouco maior que o valor ótimo, 15 k Ω , é possível obter um desempenho próximo ao apresentado pelo de valor ótimo na redução das amplitudes de vibrações. E também que, quanto menor o valor em relação ao ótimo fica mais evidente a divisão da frequência de ressonância e na medida que o valor entre elas aumenta a amplitude dos picos aumenta.

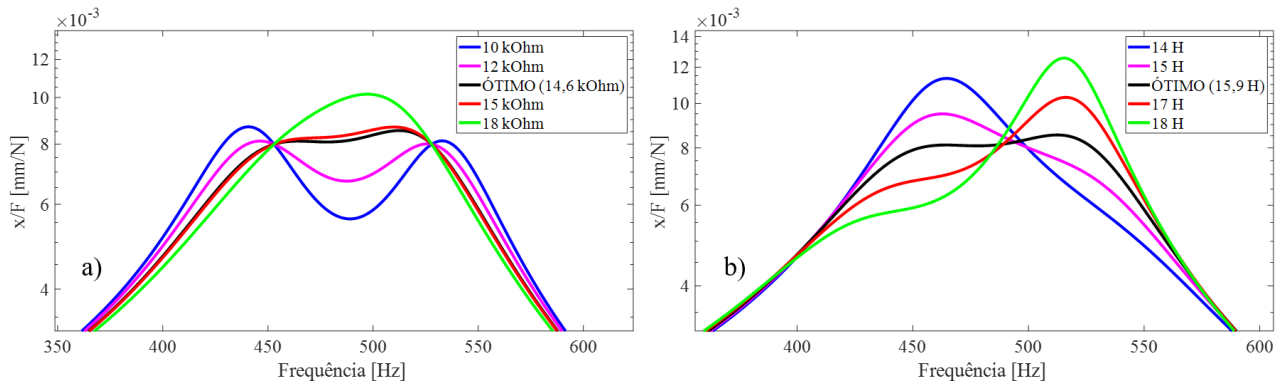


Figura 6. Estudo paramétrico da FRF do sistema. a) FRF variando a resistência elétrica; b) FRF variando a indutância elétrica

Ao variar apenas o valor de indutância, Fig. 6b, vemos que o *shunt*-piezoeletrico passa a atuar apenas sobre uma das frequências de ressonância, chegando até quase que eliminar completamente uma delas. No entanto, na medida que uma delas diminui a outra aumenta sua amplitude.

Analisando agora os diagramas de lóbulos de estabilidade quando variado a resistência, vemos que os valores 12 e 15 $k\Omega$ apresentam desempenho próximo ao do valor ótimo. Aqui temos o mesmo comportamento demonstrado na Fig. 6a para a resistência de 15 $k\Omega$, apresentando desempenho próximo ao do valor ótimo. Entretanto, quando utilizado valores muito acima ou muito abaixo do ótimo, 10 e 18 $k\Omega$, o limite de estabilidade absoluta começa a diminuir para ambos os casos.

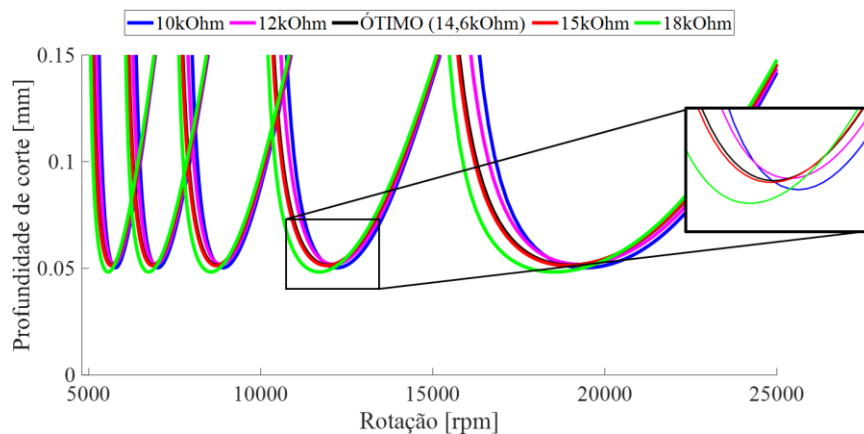


Figura 7. SDs na condição variando a resistência

Nas condições onde temos a variação da indutância vemos que, ao reduzir seu valor em relação ao ótimo pode-se obter desempenho com maiores limites de estabilidade absoluta. Em contrapartida, como mostrado na Fig. 6b, na medida que reduz a indutância a amplitude da frequência de ressonância também aumenta, assim como, as frequências próximas a ela.

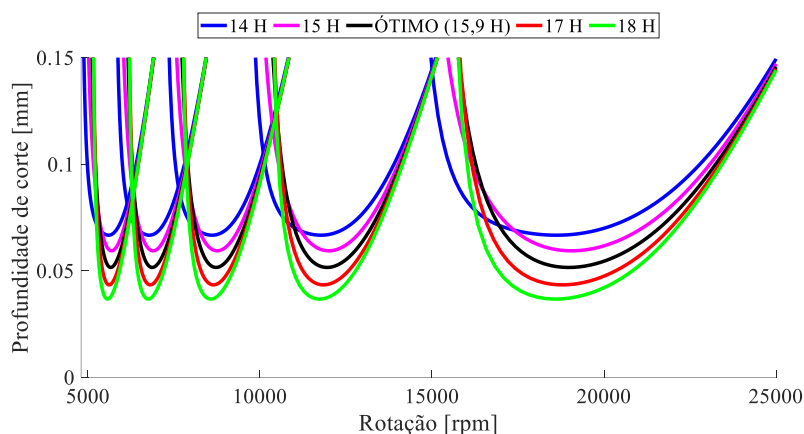


Figura 8. SLDs na condição variando a indutância

4. CONCLUSÕES

Portanto, pode-se concluir que ao utilizar materiais piezoelétricos acoplados a um circuito *shunt* resistivo-indutivo como dispositivo de amortecimento passivo, reduz de forma significativa as vibrações *chatter* geradas durante o processo, assim como, aumenta o limite de estabilidade do processo. Dessa forma, é possível ter um aumento na produtividade devido ao fato de ser poder utilizar parâmetros de cortes mais robustos, profundidade e velocidade de corte, sem que surjam vibrações *chatter*. Além do mais, ao mitigar tais vibrações fica garantido uma ferramenta de corte com uma vida útil maior e peças com acabamento superficial de melhor qualidade.

Ao variar a indutância e resistência do circuito *shunt* foi concluído que, mesmo que haja pequenas variações nos valores, em relação ao ótimo, ainda assim é possível obter um desempenho próximo dos valores ótimos estabelecido na literatura. Entretanto, existe a possibilidade de aumentar os limites de estabilidade mesmo utilizando valores menores que a indutância ótima e mantendo a resistência próxima do valor ótimo. Em contrapartida, têm-se frequência de ressonância com maior amplitude e as frequências próximas a ela também possuem amplitude um pouco maior do que utilizando os valores ótimos, mas obtendo um maior limite de estabilidade do processo. Ainda, vale ressaltar que as simulações aqui realizadas são idealizadas não levando em considerações a sensibilidade do sistema às possíveis modificações, por exemplo o aperto do inserto e ângulo de inclinação do porta-ferramenta, que podem gerar flutuações nos resultados como demonstrado por Venter, *et al.* (2016).

Dessa forma, após todas as simulações realizadas e confirmando a efetividade do *shunt*-piezoelétrico em reduzir *chatter* no torneamento de ligas de titânio, será confeccionado o dispositivo e realizado experimentos operacionais na tentativa de viabilizá-lo para aplicação prática. Como o valor de indutância ótima determinada tem magnitude maior que os componentes encontrados comercialmente, necessita ser construído um indutor sintético para superar esse problema.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao projeto CNPq Universal (processo 432002/2018-9) por parcialmente fomentar este projeto de pesquisa. Os autores agradecem ainda a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) através dos processos 2015/25146-3 e 2018/25135-0 pelo fomento que permitiu a compra das ferramentas computacionais utilizadas neste trabalho.

6. REFERÊNCIAS

- Altintas, Y., 2012. *Manufacturing Automation : Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design*. Cambridge University Press. 2ª Edição.
- Antoniali, A.Í.S., Diniz, A.E. e Pederiva, R., 2010. "Vibration Analysis of Cutting Force in Titanium Alloy Milling." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 50, p. 65–74.
- Hagood, N.W. e von Flotow, A., 1990. "Damping of Structural Vibrations with Piezoelectric Materials and Passive Electrical Networks." *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 146, p. 243–268.
- Munoa, J. et al. 2016. "Chatter Suppression Techniques in Metal Cutting." *CIRP Annals*, Vol. 65: 785–808.
- Pimenov, D.Y. et al., 2021. "Improvement of Machinability of Ti and Its Alloys Using Cooling-Lubrication Techniques: A Review and Future Prospect." *Journal of Materials Research and Technology*, Vol. 11, p. 719–753.
- Quintana, G. e Ciurana, J., 2011. "Chatter in Machining Processes: A Review." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 51, p. 363–376.

- Sandvik Coromant, 2011. *Application Guide Titanium*. <www.sandvik.coromant.com>.
- Siddhpura, M. e Paurobally, R., 2012. "A Review of Chatter Vibration Research in Turning." *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Vol. 61, p. 27–47.
- Silva, M.M., Venter, G.S., Varoto, P.S. e Coelho, R.T., 2015. "Experimental Results on Chatter Reduction in Turning through Embedded Piezoelectric Material and Passive Shunt Circuits." *Mechatronics*, Vol. 29, p. 78–85.
- Tang, B., Akbari, H., Pouya, M. e Pashaki, P.V., 2019. "Application of Piezoelectric Patches for Chatter Suppression in Machining Processes." *Measurement*, Vol. 138, p. 225–231.
- Taylor, C.M., Turner, S. e Sims, N.D., 2010. "Chatter, Process Damping, and Chip Segmentation in Turning: A Signal Processing Approach." *Journal of Sound and Vibration*, Vol. 329, p. 4922–4935.
- Venter, G.S., Silva, L.M.P., Carneiro, M.B. e Silva, M.M., 2016. "Passive and Active Strategies Using Embedded Piezoelectric Layers to Improve the Stability Limit in Turning/Boring Operations." *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, Vol. 89, p. 2789–2801.
- Viana, F.A.C. e Steffen Jr., V., 2006. "Multimodal Vibration Damping through Piezoelectric Patches and Optimal Resonant Shunt Circuits." *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, Vol. 28 p. 293–310.
- Yigit, U., Cigeroglu, E. e Budak, E., 2017. "Chatter Reduction in Boring Process by Using Piezoelectric Shunt Damping with Experimental Verification." *Mechanical Systems and Signal Processing*, Vol. 94, p. 312–321.

7. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.

NUMERICAL INVESTIGATION OF PASSIVE CHATTER CONTROL IN TURNING OF TI-6AL-4V ALLOYS FROM SHUNT-PIEZOELECTRIC DEVICE

Adailton Gomes Pereira

José Vitor Scanavini Chiaradia

Armando Ítalo Sette Antonialli

Sidney Bruce Shiki

UFSCAR – Universidade Federal de São Carlos, Rodovia Washington Luís, km 235, São Carlos, SP, 13565-05, Brasil
adailton.goh@gmail.com, jvs.chiaradia@gmail.com, antonialli@ufscar.br, bruce@ufscar.br

Abstract. Chatter vibrations are one of the main phenomena that prevent the increase in productivity in the machining process. This type of vibration arises due to the interaction of the cutting tool and the wavy surface of the part to be machined. This work aims to numerically investigate the effectiveness of the shunt-piezoelectric device to mitigate chatter in turning process of titanium alloys. For that, simulations of the cutting processes of these alloys were carried out with the shunt-piezoelectric device attached to the tool holder and comparisons were made with the process without the device, as well as the effects of variations in the parameters of the resistive-inductive circuit will be investigated. The frequency response functions of the systems are analyzed and the lobe diagrams of stability are generated. The possibility of improving the productivity of the process was verified because the device reduces the vibrations generated and manages to increase the limits of stability of the process. In addition, it was observed that small variations in the parameters of the electrical circuit can lead to performance close to the optimum values and when reducing the inductance value there was an increase in the process stability limit.

Keywords: chatter, shunt-piezoelectric, passive vibration control, titanium alloys

RESPONSIBILITY NOTICE

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.