



Workshop de Pesquisa
em Manufatura

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA



Workshop de Pesquisa
em Manufatura

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA



EDITORA
OMNIS SCIENTIA

Editora Omnis Scientia

ANAIS DO V WORKSHOP DE PESQUISA EM MANUFATURA

Volume 1

1ª Edição

TRIUNFO – PE

2021

PROMOÇÃO:

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEMec/UFSCar)

Apresentadores (as):

Adailton Gomes Pereira

Alana Carla Miranda Araújo

Bruna Oliveira da Silva

Bruno Alexandre Roque

Caique de Castro Gonçalves

Cassiano da Silva Tavares

Cristie Luis Kugelmeier

Gustavo Roberto dos Santos

Henrique A. C. Durello

Hugo Emanuel de Andrade Costa

Jonatan Augusto da Silva

Leones Contini Junior

Marco Gabriel Lorenzoni

Matheus Luis Manfredo

Paulo De Tarso Durigan

Rafael Fernando Teixeira

Talia Gibim

Tony Emerson Marim.

Participantes do painel:

Carlos Eiji Hirata Ventura

Danielle Cristina Camilo Magalhães

Rodrigo da Silva (“PPGEMec: Presente e futuro”).

Palestrante:

Yayue Pan - University of Illinois Chicago (“Field-assisted Photopolymerization-based Additive Manufacturing for Productions of Multi-Functional Materials and Devices”)

Comitê científico:

Alexandre Tácito Malavolta

Carlos Eiji Hirata Ventura

Danielle Cristina Camilo Magalhães

Flávio Yukio Watanabe

Marcos Roberto Monteiro

Rodrigo da Silva

Sérgio Henrique Evangelista.

Comissão organizadora:

Adailton Gomes Pereira

Armando Ítalo Sette Antonialli

Bruna Oliveira da Silva

Edson Bruno Lara Rosa

Sidney Bruce Shiki.

Imagem de Capa

Freepik

Edição de Arte

Vileide Vitória Larangeira Amorim

Revisão

Os autores



Este trabalho está licenciado com uma Licença Creative Commons – Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional.

O conteúdo abordado nos artigos, seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)**

W912a Workshop de Pesquisa em Manufatura (5 : 2021)
Anais do [...] / V Workshop de Pesquisa em Manufatura, 10
dezembro 2021. – Triunfo, PE: Omnis Scientia, 2021.
52 p.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN 978-65-88958-78-0

DOI 10.47094/978-65-88958-78-0

1. Engenharia mecânica – Brasil – Congressos. 2. Manufaturas.
I. Título.

CDD 621.7

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

Editora Omnis Scientia

Triunfo – Pernambuco – Brasil

Telefone: +55 (87) 99656-3565

editoraomnisscientia.com.br

contato@editoraomnisscientia.com.br



PREFÁCIO

A exemplo do ensino e da extensão, a pesquisa no âmbito da Engenharia Mecânica apresenta-se bastante ampla e diversificada. A ramificação mais canônica dessa modalidade de engenharia aponta para três áreas fundamentais: Projeto de Sistemas Mecânicos, Ciências Fluidotérmicas e Processos de Fabricação. Outras subdivisões, como Dinâmica e Vibrações, Mecatrônica e Metrologia, flutuam entre as três grandes áreas. Sendo assim, a nucleação e o crescimento do Grupo de Pesquisa em Manufatura Inteligente (GPMI), devidamente registrado no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq e reconhecido pela UFSCar, têm sido salutar no sentido da consolidação do Departamento de Engenharia Mecânica (DEMec) e do curso de graduação em Engenharia Mecânica. Da mesma forma, O GPMI se mostra essencial enquanto alicerce para o recém-criado curso de mestrado acadêmico dentro do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PPGEMec), conferindo-lhe vocação e identidade. Finalmente, a comunicação e a difusão dos resultados obtidos pelo grupo propiciam o alinhamento do mesmo ao lema da UFSCar: excelência acadêmica e compromisso social. O objetivo geral do "V Workshop de Pesquisa em Manufatura" consiste em disseminar os trabalhos em andamento dentro do Grupo de Pesquisa em Manufatura Inteligente (GPMI) e de outros grupos afins à área de Manufatura, promovendo discussões profícuas e de alto nível com o público interno e externo à universidade. Como objetivos específicos, destacam-se a exposição dos estudantes de graduação e pós-graduação a um ambiente de conferência científica sem sair de casa e a oportunidade de contar com convidados com grande potencial de contribuição a essa área do conhecimento. O evento foi realizado ao longo do dia 10 de dezembro de 2021, de forma online, de maneira a viabilizar e fomentar a participação de uma parcela significativa de estudantes.

SUMÁRIO

INFLUÊNCIA DA SENSIBILIDADE DE PARÂMETROS DOS MODELOS DE AVRAMI NAS CINÉTICAS DE RECRISTALIZAÇÃO SOBRE O TAMANHO DE GRÃO EM UM PROCESSO DE LAMINAÇÃO A QUENTE DE LIGA DE AÇO SAE 4140.....	10
SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA EXTRUSÃO EM CANAL ANGULAR COM TORÇÃO (ECA-T): INFLUÊNCIA DA GEOMETRIA NA DEFORMAÇÃO.....	13
OTIMIZAÇÃO TOPOLÓGICA APLICADA NO CONTEXTO DE PRÓTESES HUMANAS.....	15
PROCESSO DE DOBRAMENTO A FRIO DE CHAPAS FINAS METÁLICAS: ANÁLISES POR ELEMENTOS FINITOS, EXPERIMENTOS E MODELO MATEMÁTICO PARA COMPENSAÇÃO DO RETORNO ELÁSTICO.....	17
FORÇAS NA ESTAMPAGEM INCREMENTAL DE CHAPA FINA METÁLICA POR MEIO DE EXPERIMENTOS E ANÁLISES POR ELEMENTOS FINITOS.....	19
MODELAGEM DE CURVAS DE FLUXO PLÁSTICO DE UM AÇO BIFÁSICO UTILIZANDO INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	22
APLICAÇÃO DA TECNOLOGIA DE MACHINE LEARNING PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PEÇAS IMPRESSAS EM 3D.....	24
ESTUDO DA PREVISIBILIDADE DO ERRO DE TRANSMISSÃO DE ENGRENAGENS DE DENTES RETOS PARA PROJETO DE MODIFICAÇÕES DE MICROGEOMETRIA.....	26
CONTRIBUIÇÃO DO PRÉ-AQUECIMENTO DO SUBSTRATO NA PREVENÇÃO DE TRINCAS EM REVESTIMENTOS GERADOS POR LASER CLADDING.....	28
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE CORTE SOBRE O ESTADO DE SUPERFÍCIE NO TORNEAMENTO DA LIGA TI-6AL-4V ELI.....	30
INFLUÊNCIA DO TAMANHO DO GRÃO DO REBOLO NA QUALIDADE SUPERFICIAL DO INSERTO DE CORTE DE METAL DURO RETIFICADO.....	36
INVESTIGAÇÃO DOS MECANISMOS DE REMOÇÃO DE MATERIAL NA RETIFICAÇÃO DE INSERTOS DE CORTE.....	38
SHUNT PIEZOELÉTRICO PARA CONTROLE PASSIVO DE CHATTER NO PROCESSO DE TORNEAMENTO DE LIGAS DE TITÂNIO.....	40
AVALIAÇÃO DE TEXTURAS INDUZIDAS POR VIBRAÇÃO NO TORNEAMENTO DURO DE UM AÇO FERRAMENTA.....	42
INVESTIGAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO CONTROLE TÉRMICO ATIVO SOBRE A RESISTÊNCIA MECÂNICA E QUALIDADE SUPERFICIAL DE PEÇAS IMPRESSAS PELA TÉCNICA FPM.....	44

ATUALIZAÇÃO DE MÁQUINAS-FERRAMENTA ANTIGAS ATRAVÉS DE INSTRUMENTAÇÃO DE BAIXO CUSTO: UM ESTUDO SOBRE O EFEITO DO MONITORAMENTO DO PROCESSO DE TORNEAMENTO NA QUALIDADE SUPERFICIAL.....	46
AVALIAÇÃO MICROESTRUTURAL DO AÇO INOXIDÁVEL LEAN DUPLEX 2404 APÓS SIMULAÇÕES DE CICLOS TÉRMICOS DE ZONAS TERMICAMENTE AFETADAS REALIZADAS POR GLEEBLE.....	48
AVALIAÇÃO DA INFLUÊNCIA DO ACABAMENTO SUPERFICIAL NA RESISTÊNCIA À CORROSÃO DO AÇO 1020 EM BIODIESEL E SUAS MISTURAS COM ÓLEO DIESEL.....	50

ESTUDO DA PREVISIBILIDADE DO ERRO DE TRANSMISSÃO DE ENGRENAGENS DE DENTES RETOS PARA PROJETO DE MODIFICAÇÕES DE MICROGEOMETRIA

Matheus Luis Manfredo

Flávio Yukio Watanabe

Universidade Federal de São Carlos - UFSCar, São Carlos - SP, Brasil
matheusmanfredo@gmail.com; fywatanabe@ufscar.br

Resumo: *Projetos de transmissões de engrenagens para aplicações em redutores e multiplicadores envolvem cálculos de esforços, reações e deformações, além de fatores de segurança. Variáveis de macrogeometria - módulo, número de dentes, ângulo de pressão etc. - são determinantes no desempenho da transmissão. Modificações de microgeometria no perfil e/ou no flanco dos dentes das engrenagens são projetadas, por exemplo, para distribuir uniformemente a carga de contato e diminuir excitações vibracionais. O presente trabalho tem como objetivo a investigação de modificações de perfil de dente de engrenagens cilíndricas de dentes retos e avaliar a influência no ruído e vibrações da transmissão. A excitação em engrenamentos será avaliada pela modelagem para previsão do erro de transmissão, este associado como uma das principais fontes de excitação em transmissões. Espera-se influir na redução da geração de ruído e vibrações por meio da modelagem que deverá contar com a influência da rigidez do engrenamento, carga e deformações de contato, e assim avaliar a efetividade na redução do erro de transmissão para diferentes modificações de microgeometria, buscando identificar as mais adequadas para a aplicação em transmissões de dentes retos, além de propor uma ferramenta para o aprimoramento em cálculos e simulações de transmissões engrenadas.*

Palavras-chaves: *redutores, engrenamento, erro de transmissão, ruído, vibração.*

1. INTRODUÇÃO

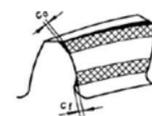
O projeto de transmissões de engrenagens para aplicações em redutores e multiplicadores de velocidade envolvem cálculos de esforços, reações e deformações, bem como os fatores de segurança para diferentes solicitações e aplicações. Parte do projeto envolve as variáveis relacionadas com a macrogeometria do engrenamento, tais como, módulo, número de dentes, ângulo de pressão e ângulo de hélice, e que são determinantes no desempenho de uma transmissão.

Modificações de microgeometria em engrenagens são propostas após a obtenção da macrogeometria. Essas modificações visam distribuir mais uniformemente a carga durante o contato, evitar choques durante o engrenamento, diminuir excitações vibracionais em uma transmissão, dentre outros propósitos, e podem ser realizadas no perfil e/ou ao longo do flanco de dentes (Linke; Börner e Heß, 2016).

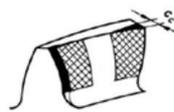
A obtenção de características de microgeometria envolve principalmente o processo de retificação dos flancos dos dentes de engrenagem. A Figura 1 ilustra algumas das principais modificações de microgeometria aplicadas em engrenagens.

O presente estudo tem como objetivo principal a investigação de modificações de perfil (evolvente) de dente de uma engrenagem cilíndrica de dentes retos e observar a influência na redução ou amplificação de ruído e vibrações na transmissão.

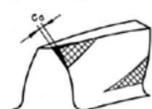
Engrenamentos de dentes retos são, em geral, mais susceptíveis a efeitos de ruído e vibrações quando comparados com engrenagens helicoidais, sendo por isso escolhidas como objeto de estudo no trabalho.



Modificação de perfil ou "crowning" de perfil na forma de alívio de cabeça, C_a , no pinhão e na coroa ou alívio de cabeça, C_a , e de raiz, C_r , somente no pinhão.



Modificação de flanco na forma alívio de extremidade ou "crowning" de flanco em diferentes formas geométricas; traços parabólicos (ou arco circular) com transições tangenciais são geralmente utilizados.



Modificação 3D (topográfica) combinando correções de perfil e flanco com transições tangenciais; fabricado em retificas controladas numericamente.

Figura 1: Diagramas de modificações de microgeometria (Adaptado de Linke, Börner, Heß, 2016).

O estudo deverá permitir avaliar a influência de parâmetros e quantidade de modificações aplicadas no dentado partindo de um projeto de transmissão já estabelecida em relação às variáveis de macrogeometria.

Para avaliação da excitação, o trabalho irá focar em um modelo para previsão do erro de transmissão, este entendido como uma das principais fontes de excitação em transmissões por engrenagens.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

De acordo com Smith (2003), a fonte de variação de esforços em engrenagens evolventes é uma variação na suavidade da transmissão e é devida à combinação de pequenas variações na forma do dente em relação à evolvente teórica e variações causadas por deflexões elásticas do dente, de forma que a variação no deslocamento entre as engrenagens atua via resposta dinâmica do sistema resultando em variação de esforços e vibração. Nesse contexto, para avaliar os efeitos de excitação de pares de engrenagens, o trabalho irá propor um modelo para cálculo e previsão do erro de transmissão.

Segundo a definição de Welbourn (1979), o erro de transmissão é entendido como a diferença entre a posição real e teórica de uma engrenagem durante o processo de engrenamento, de forma que uma transmissão com diferenças maiores entre essas posições teóricas e reais irá resultar em maiores erros de transmissão.

O erro de transmissão é periódico na frequência de engrenamento e possui relação direta com a amplitude da excitação (vibração) de uma transmissão, sendo este o fator de maior importância na geração de vibrações (Wink, 2002).

O modelo para cálculo do erro de transmissão deverá contar com as influências da rigidez do engrenamento (par engrenado), carga aplicada e deformações no contato e assim propor um modelo analítico-numérica, que considere as referidas variáveis de rigidez, carga e distribuição de carga e, buscando obter uma ferramenta para previsão do cálculo do erro de transmissão em engrenagens de dentes retos.

3. RESULTADOS ESPERADOS

Espera-se influir na redução do ruído e vibrações em transmissões de engrenagens de dentes retos por meio do modelo de previsibilidade do erro de transmissão e identificar quais modificações de microgeometria e suas respectivas quantidades podem mostrar-se mais adequadas e efetivas na redução de excitações.

A expectativa dos proponentes é que o trabalho possa contribuir para o avanço no entendimento do cálculo do erro de transmissão e modificações de microgeometria, buscando a melhoria do projeto de uma transmissão de dentes retos em relação aos efeitos de ruído e vibrações, além de buscar incentivar o aperfeiçoamento de projetos de transmissões.

4. REFERÊNCIAS

- Linke, H.; Börner, J. e Heß, R., 2016. "Cylindrical gears - calculation, materials, manufacturing". *Hanser*. Disponível em: <<https://www.hanser-elibrary.com/doi/abs/10.3139/9781569904909.fm>>
- Smith, J. D., 2003. "Gear noise and vibration". 2nd ed. New York: Marcel Dekker.

Welbourn, D.B., 1979. "Fundamental knowledge of gear noise - a survey". *The Institution of Mechanical Engineers - Noise and Vibration of Engines and Transmissions*, Vol. 117, pp. 9-14.

Wink, C. H., 2002. "Cálculo do erro de transmissão de pares engrenados com modificações na microgeometria dos dentes". *Dissertação (mestrado)* - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Mecânica, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIT/263096>>



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 



editoraomnisscientia@gmail.com 

<https://editoraomnisscientia.com.br/> 

@editora_omnis_scientia 

<https://www.facebook.com/omnis.scientia.9> 

+55 (87) 9656-3565 