



Complementos de Fabricação Mecânica

PMR 3301

Profa. Izabel Machado

machadoi@usp.br



Sensores

Sensor é um dispositivo que tem a função de detectar e responder a algum estímulo. Os principais tipos de sensores são elétricos, acústicos, ópticos, de temperatura, magnético (indutivos) e pressão.

Ele envia o sinal para que outro dispositivo ou sistema atue.

<https://www.youtube.com/watch?v=Xx94b1UGSeI>

<https://www.youtube.com/watch?v=PvtKKnmkXME>



- ❖ Sensor é um dispositivo que permite a conversão de energia de uma forma em outra.
- ❖ Um sensor ajuda a detetar quaisquer mudanças na quantidade física como pressão, força ou quantidade elétrica como corrente ou qualquer outra forma de energia.
- ❖ O sensor é primeira etapa em um sistema que permite medidas ou aquisição de sinais.
- ❖ Ele é sensível à grandeza de interesse e insensível às outras e não influencia a propriedade a ser medida.

<https://www.youtube.com/watch?v=PvtKKnmkXME>



Sensores

Há sensores por todas as partes e nos deparamos com automação em todas as atividades. A automação inclui ligar luzes e ventiladores por meio de telefones celulares, controlar a TV por meio de aplicativos móveis, ajustar a temperatura ambiente, detectores de fumaça etc. Tudo isso é feito com a ajuda de sensores.

Qualquer produto baseado em sistema embarcado possui sensores embutidos. Os sensores desempenham um papel muito importante no monitoramento para fins de saúde.

<https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-sensors-applications.html>



https://www.academia.edu/19516445/DIFFERENT_TYPES_OF_SENSOR_USED_IN_THE_INDUSTRY

<https://pdfs.semanticscholar.org/4687/c20d0fa4ca0b599da1f8a7bc7d32b2cf8227.pdf>



Sensores

Classificação de Sensores Sensores ativos e passivos:

Sensores ativos: Sensores ativos são o tipo de sensores que produzem sinal de saída com a ajuda de fonte de excitação externa. As próprias propriedades físicas do sensor variam em relação ao efeito externo aplicado. Portanto, também são chamados de Sensores Autogerados. Exemplos: LVDT e medidor de tensão.

Sensores passivos: Os sensores passivos são o tipo de sensor que produz o sinal de saída sem a ajuda de uma fonte de excitação externa. Eles não precisam de nenhum estímulo ou voltagem extra. Exemplo: Termopar, que gera um valor de tensão correspondente ao calor aplicado. Não requer nenhuma fonte de alimentação externa.

<https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-sensors-applications.html>



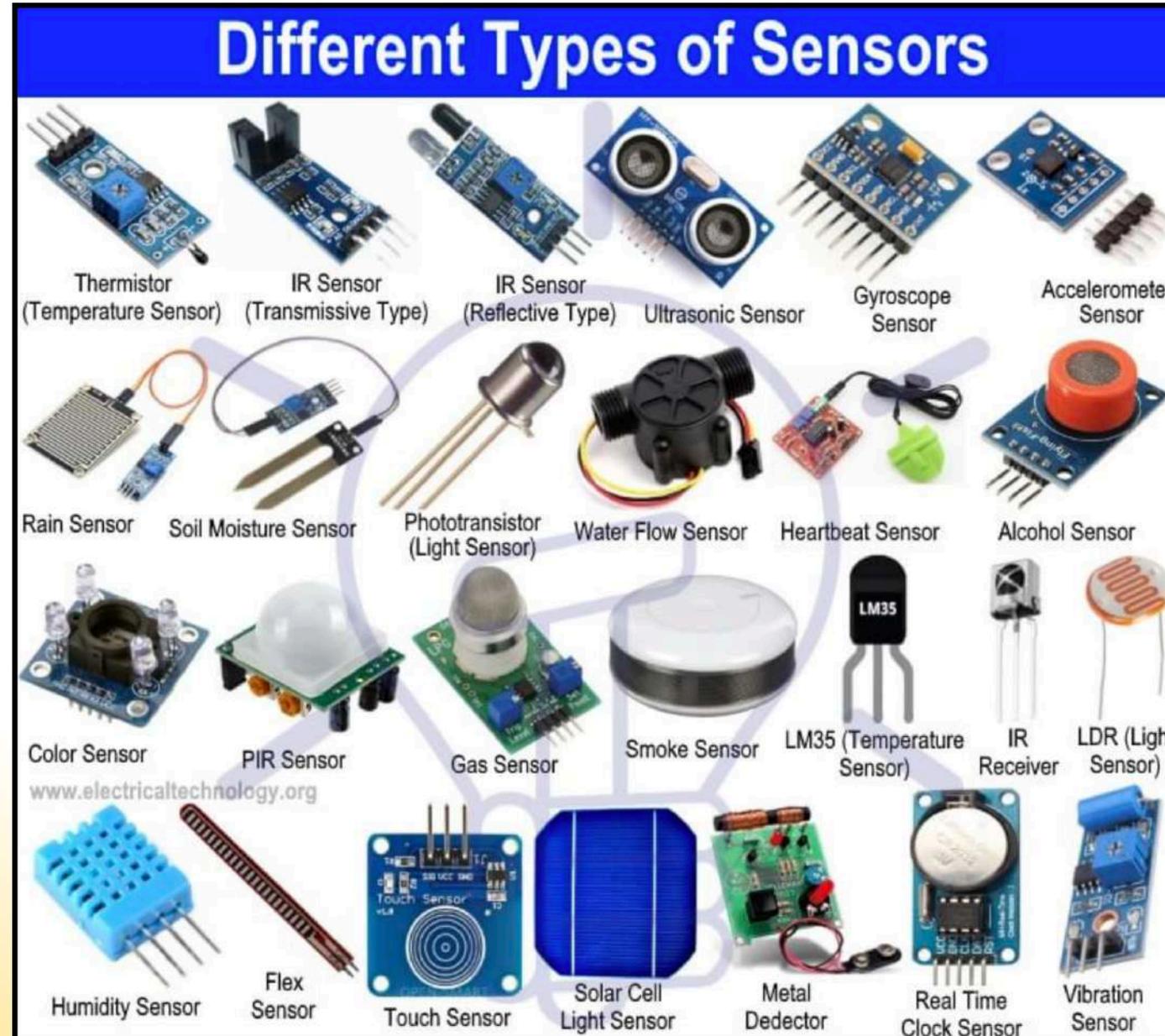
Tipos de sensores estão listados.

- Sensor infravermelho
- Sensores de temperatura: termopar
- Sensor de proximidade
- Sensor ultrasônico
- Acelerômetros
- Sensor de pressão
- Sensor de efeito Hall
- Célula de carga
- Sensor de luz
- Sensor de Cor
- Sensor de toque
- Sensor de inclinação
- Detetor de movimento PIR
- sensor de vibração
- Detector de metal,
- sensor de fluxo de água
- batimento cardíaco
- Sensor de fluxo e nível
- Sensor de fumaça, nevoeiro, gás, etanol e álcool
- Sensor de umidade, umidade do solo e chuva

<https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-sensors-applications.html>



Sensores



<https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-sensors-applications.html>



Aplicações de Sensores Analógicos :

descontinuidades em metais, compostos, plásticos, cerâmicas e para detecção de nível de água.

O sensor analógico produz um sinal contínuo em relação ao tempo com saída analógica é denominado sensores analógicos.

A saída analógica gerada é proporcional à medida ou à entrada fornecida ao sistema. Geralmente, a tensão analógica na faixa de 0 a 5 V ou corrente é produzida como a saída.

Os vários parâmetros como temperatura, estresse, pressão, deslocamento, etc. são exemplos de sinais contínuos.

Exemplos: acelerômetros, sensores de velocidade, sensores de pressão, sensores de luz, sensores de temperatura.



Sensores de temperatura e termopar

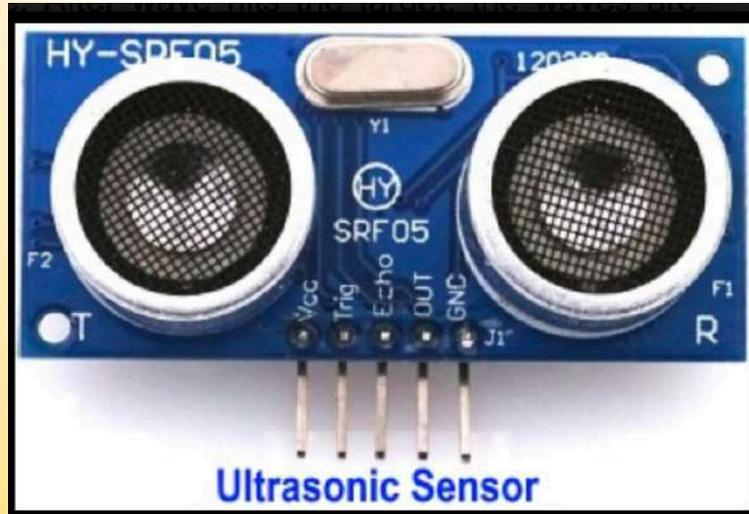
O sensor analógico produz sinais que variam continuamente com o tempo. O valor de saída do sensor será muito pequeno na faixa de microvolts ou milivolts. Devido a isso, os circuitos de condicionamento de sinal são necessários para a amplificação. Os conversores analógico para digital (ADC) são usados para converter o sinal analógico obtido em um valor digital. O sensor de temperatura detecta a temperatura e mede as mudanças na temperatura. Outros tipos de sensores de temperatura são termopares, termistores, dispositivos resistivos de temperatura (RTD).





Sensor ultrassônico

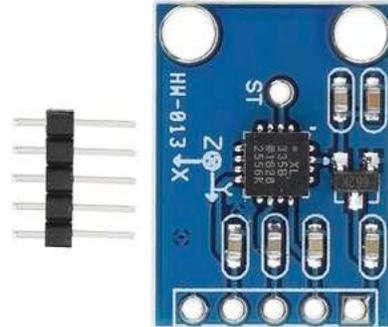
Sensores ultrassônicos são usados para medir a distância ou o tempo de viagem usando ondas ultrassônicas. Uma fonte será usada para emitir ondas ultrassônicas. Depois que a onda atinge o alvo, as ondas são refletidas e o detetor coleta o sinal. O tempo de viagem entre a onda transmitida e a onda refletida é medido usando o sensor ultrassônico. Sensores ópticos usam dois elementos diferentes para transmissor e receptor. Considerando que o sensor ultrassônico usa um único elemento para transmissão e recepção.



<https://www.electricaltechnology.org/2018/11/types-of-sensors-and-their-applications.html>



Analógico



Digital



Acelerômetro

O acelerômetro é um tipo de sensor usado para detectar mudanças na posição, velocidade e vibração por meio da detecção de movimento. Pode ser do tipo analógico ou digital. No acelerômetro analógico, dependendo do volume de aceleração aplicado ao acelerômetro, um sinal de tensão analógico contínuo é produzido.



Sensor de efeito Hall funciona pelo princípio do efeito magnético é denominado sensor de efeito Hall. O campo magnético é a entrada e o sinal elétrico é a saída. O campo magnético externo é aplicado para ativar o sensor de efeito Hall.

Todos os ímãs têm duas características importantes: densidade de fluxo e polaridade. A densidade do fluxo magnético está sempre presente ao redor do objeto. Portanto, a saída do sensor de efeito Hall será função da densidade do fluxo.

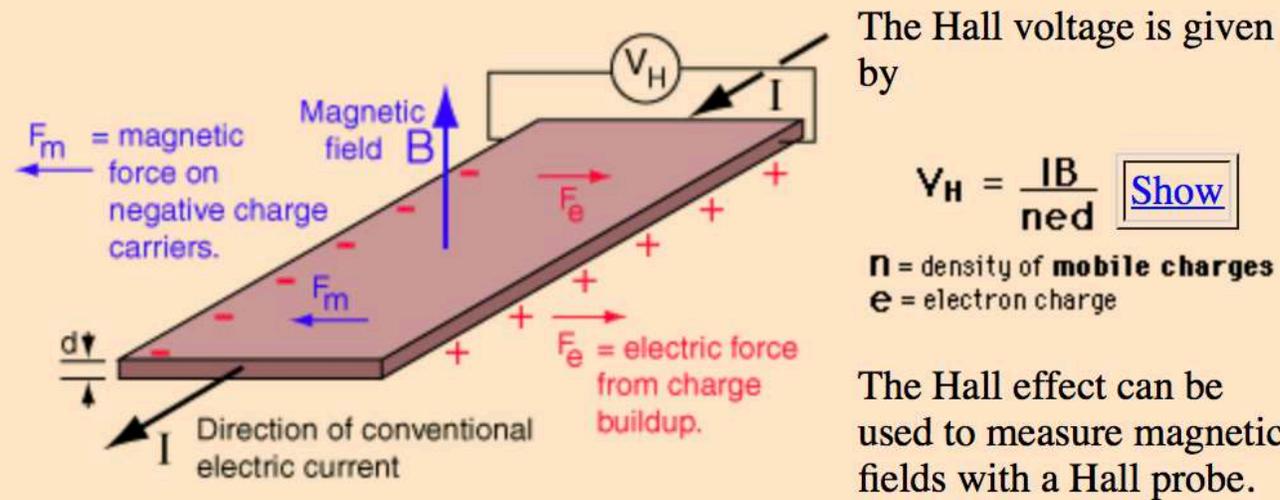
Aplicações: Um dos principais usos dos sensores magnéticos é em sistemas automotivos para detecção de posição, distância e velocidade. Por exemplo, a posição angular do virabrequim para o ângulo de disparo das velas de ignição, a posição dos assentos do carro e dos cintos de segurança para o controle do airbag ou detecção de velocidade da roda para o sistema de travagem antibloqueio (ABS). Sensores de efeito Hall são usados para detecção de posição GPS, detecção de velocidade, para controlar o motor.



If an [electric current](#) flows through a conductor in a [magnetic field](#), the magnetic field exerts a [transverse force](#) on the moving [charge carriers](#) which tends to push them to one side of the conductor. This is most evident in a thin flat conductor as illustrated. A buildup of charge at the sides of the conductors will balance this magnetic influence, producing a measurable voltage between the two sides of the conductor. The presence of this measurable transverse voltage is called the Hall effect after E. H. Hall who discovered it in 1879.

Note that the direction of the current I in the diagram is that of [conventional current](#), so that the motion of electrons is in the opposite direction. That further confuses all the "[right-hand rule](#)" manipulations you have to go through to get the direction of the forces.

<https://ef.engr.utk.edu/hyperphysics/hbase/magnetic/Hall.html>



[Hall probe for magnetic field measurement](#)



Célula de carga

A célula de carga é usada para medir o peso. A entrada é a força ou pressão e a saída é o valor da tensão elétrica. A célula de carga mede o peso do objeto por método indireto. Existem alguns tipos de células de carga, nomeadamente célula de carga de feixe, célula de carga de ponto único e célula de carga de compressão. Célula de carga de feixe: usada em aplicações industriais, como máquinas, pesagem de tanques, equipamentos médicos



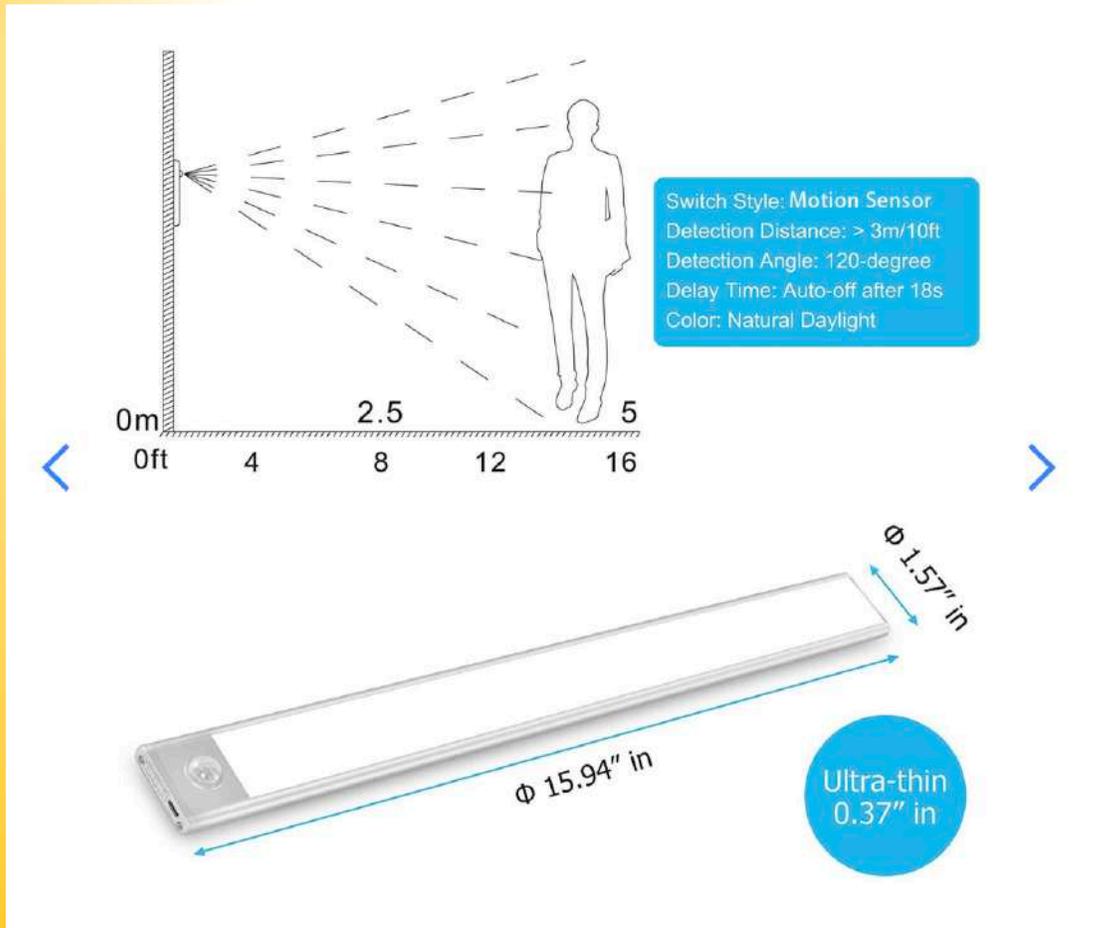


Sensores Digitais

Quando os dados são convertidos e transmitidos digitalmente, são chamados de sensores digitais. Os sensores digitais são os que produzem sinais de saída discretos. Os sinais discretos serão não contínuos com o tempo e podem ser representados em “bits” para transmissão serial e em “bytes” para transmissão paralela. A quantidade medida será representada em formato digital. A saída digital pode ser na forma de Lógica 1 ou lógica 0 (LIGADA ou DESLIGADA). Um sensor digital consiste em sensor, cabo e um transmissor. O sinal medido é convertido em um sinal digital dentro do próprio sensor, sem qualquer componente externo. Cabos são usados para transmissão de longa distância.



Sensor de luz LED digital ou detector óptico usado para produzir um sinal digital para medir a velocidade do eixo giratório. Um disco é preso ao eixo giratório. O eixo rotativo possui ranhuras transparentes em sua circunferência. Quando o eixo gira em uma velocidade, o disco também gira com ele. O sensor passa por cada slot no eixo, que produz um pulso de saída como lógico 1 ou lógico 0.

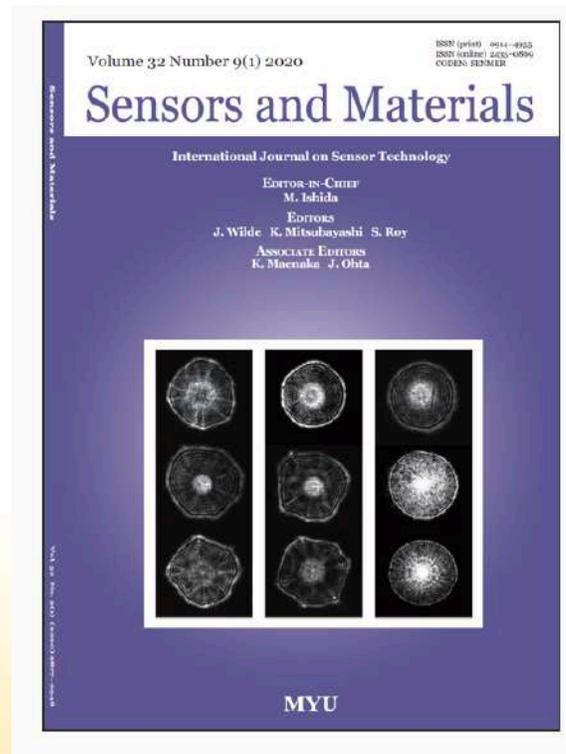




Sensores e Materiais

<http://www.las.inpe.br>

<http://www.cdtm.br/materiais-e-minerais/novos-materiais-para-sensores-de-radiacao>



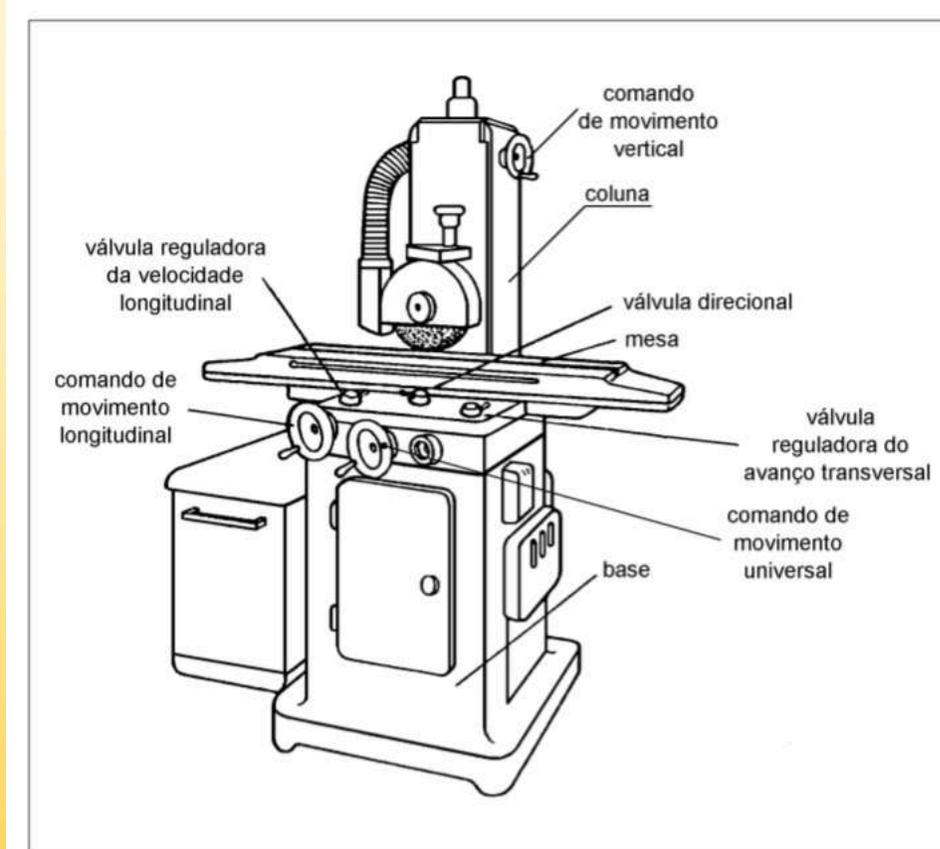


Real-time Grinding Wheel Condition Monitoring Using

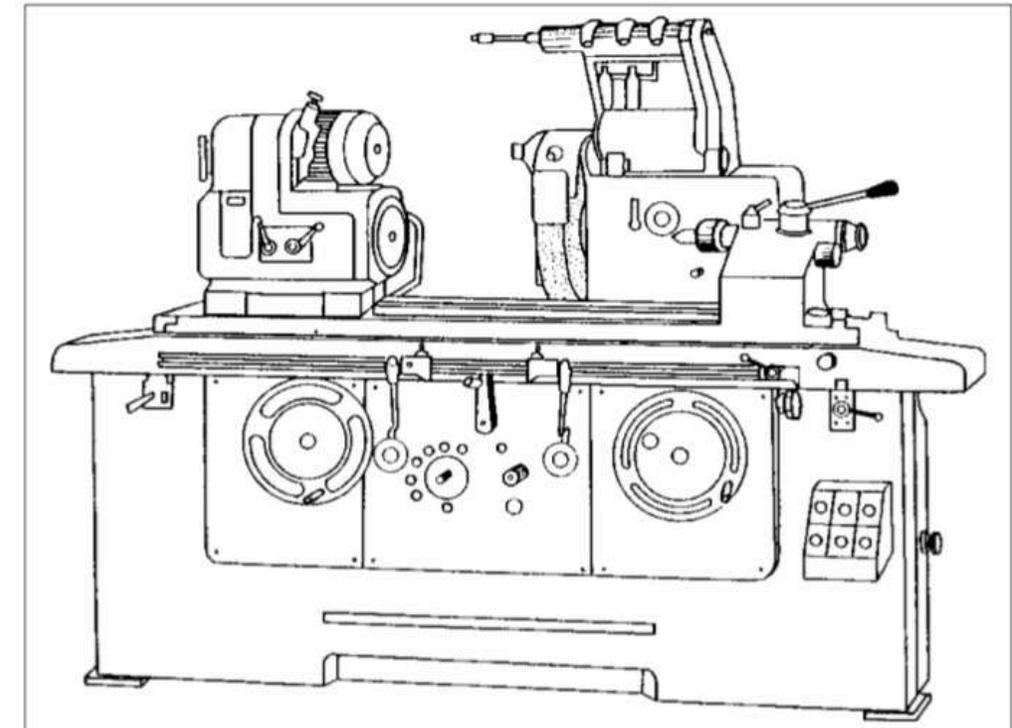
Linear Imaging Sensor . Procedia Manufacturing 49 (2020) 139–143

E. Taewan Lee, Zhaoyan, Fan Burak Sencer, E. Taewan Lee Zhaoyan Fan, Burak Sencer

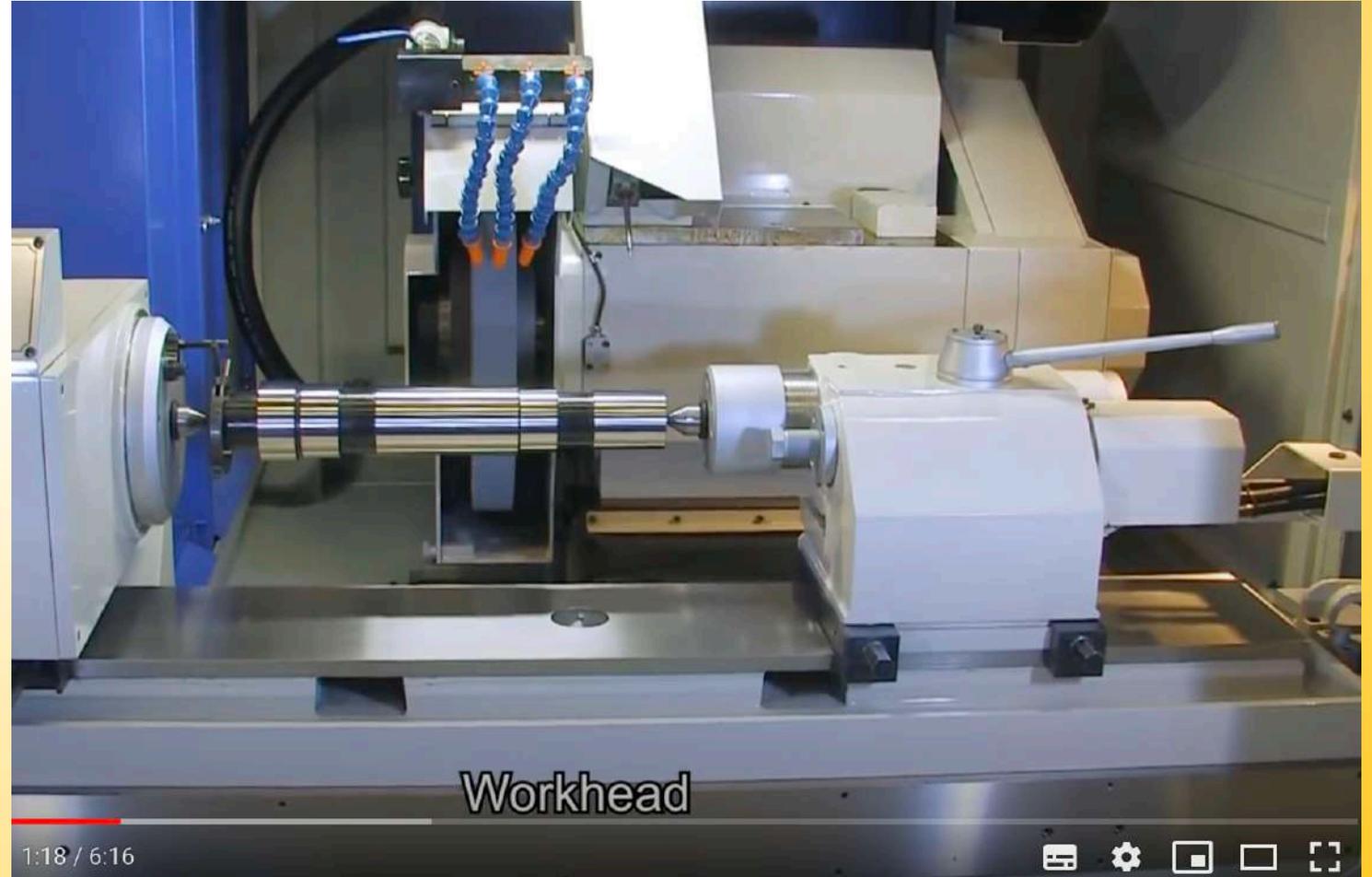
10.1016/j.promfg.2020.07.009



retificadora plana tangencial



retificadora cilíndrica universal





<https://www.youtube.com/watch?v=NHqMc4zXph8>





Real-time Grinding Wheel Condition Monitoring Using

Linear Imaging Sensor . Procedia Manufacturing 49 (2020) 139–143

E. Taewan Lee, Zhaoyan, Fan Burak Sencer, E. Taewan Lee Zhaoyan Fan, Burak Sencer

10.1016/j.promfg.2020.07.009

Quando o rebolo na retifica está chegando no final de vida, a eficiência de corte cai muito. A força de atrito aumenta , aumentando a vibração e temperatura na zone de corte, priorando o acabamento superficial

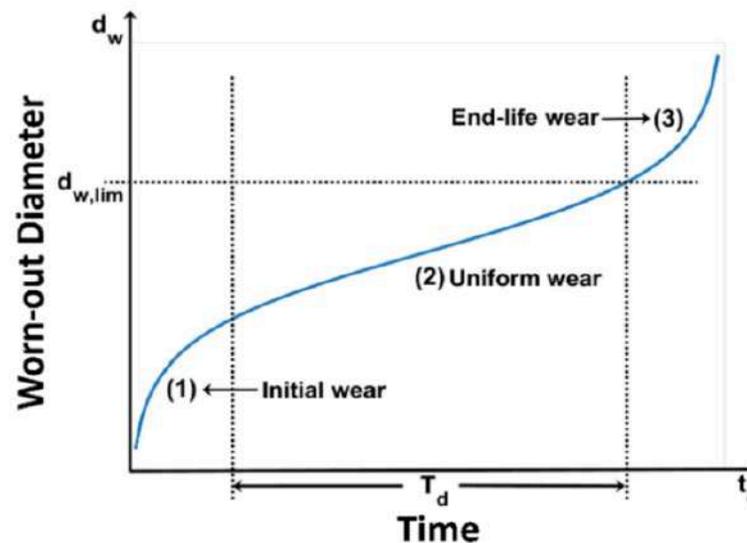


Figure 1. Tool wear during a grind wheel life

O trabalho se propõe a apresentar uma nova abordagem para monitorar o estado de saúde do rebolo por amostragem de imagens lineares unidimensionais ao longo do rebolo, com base no consumo de que as imagens 1D são afetadas pelas condições da superfície do rebolo, ou seja, desgaste do rebolo e tempo de vida atual.

Este trabalho contribui para testar experimentalmente a relação, quantificando as correlações entre as características estatísticas extraídas das imagens 1D, (ou seja, desvio padrão, curtose, entropia) e a vida real do rebolo. Os testes apresentados neste artigo baseiam-se em uma versão simplificada de análise estatística, onde uma câmera fotográfica é adotada para capturar imagens 2D da superfície da roda. A imagem 1D do sensor CCD linear é simulada pela extração de uma única linha de pixels da imagem 2D. A técnica proposta foi testada experimentalmente em uma retificadora comercial equipada com rebolo de carbeto de silício.

10.1016/j.promfg.2020.07.009

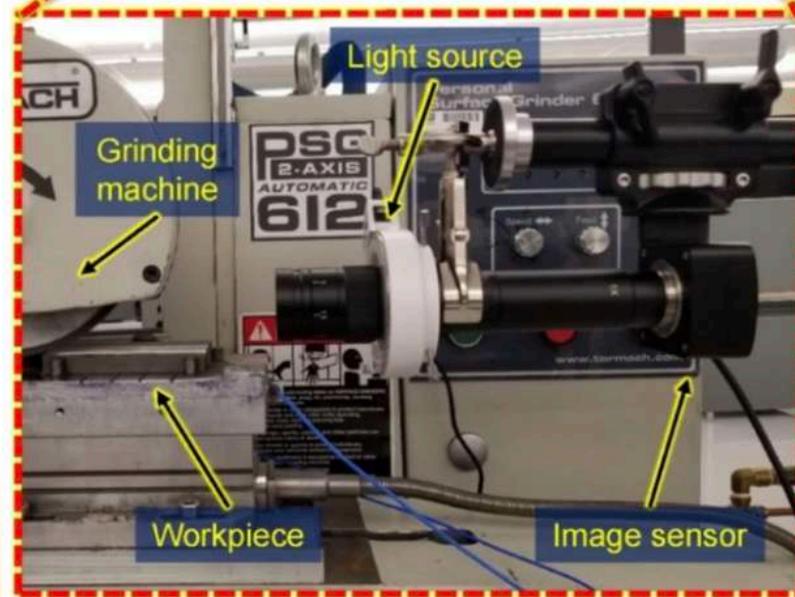
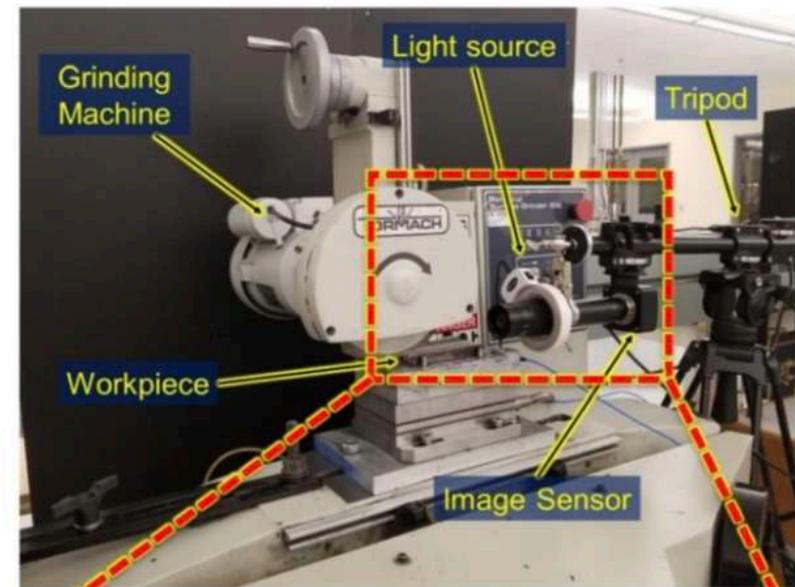


Figure 4. Experimental setup



O sistema projetado é composto por um sensor de imagem linear que escaneia o rebolo e o programa de processamento de dados associado em uma plataforma de computador para extrair os recursos estatísticos e correlacionar os recursos com a estatura da roda por meio de aprendizado de máquina (como mostrado na Figura 2).

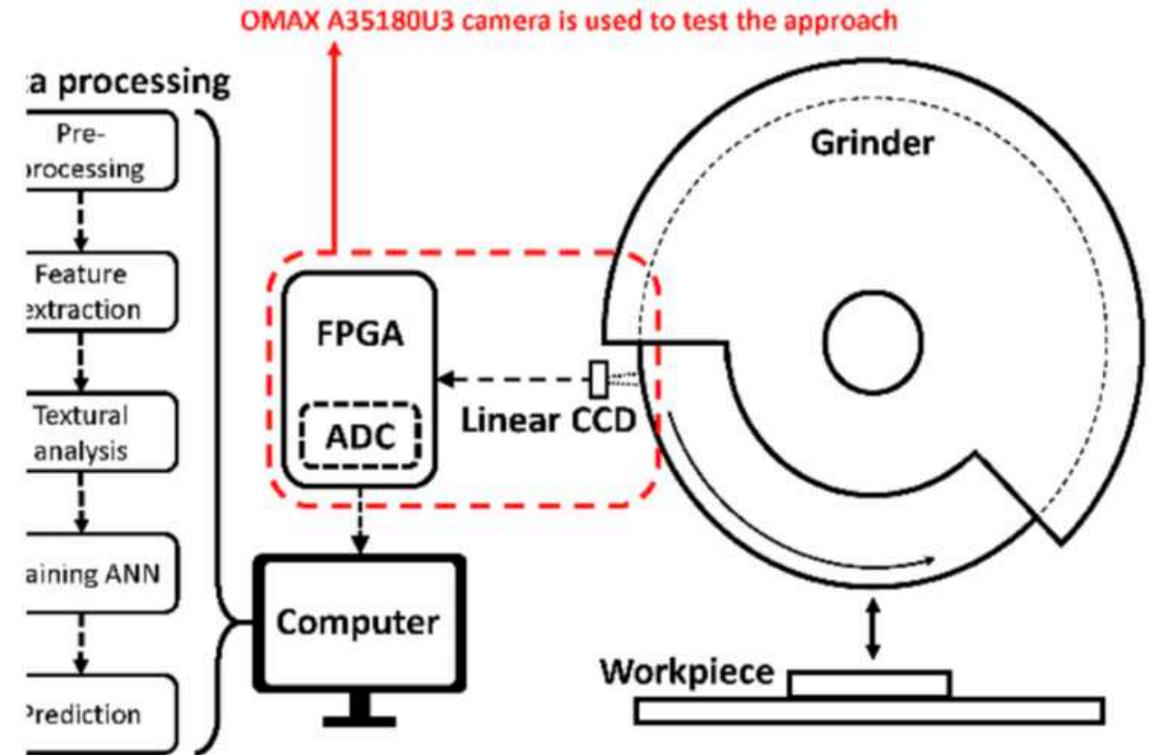


Figure 2. Proposed 1D image sensing system for tool wear monitoring



A fim de testar a abordagem, uma câmera OMEX A35180U3 foi adotada para fazer o papel de sensor CCD para capturar imagens através do rebolo. A câmera gera imagens 2D com uma resolução de 4912 x 3684 pixels. Para simular a saída do sensor CCD definido ao longo da largura da roda, os pixels distribuídos em uma linha das imagens 2D foram extraídos após redimensionar a imagem bruta para uma matriz de 1000 x 1000 pixels, conforme mostrado na Figura 3.

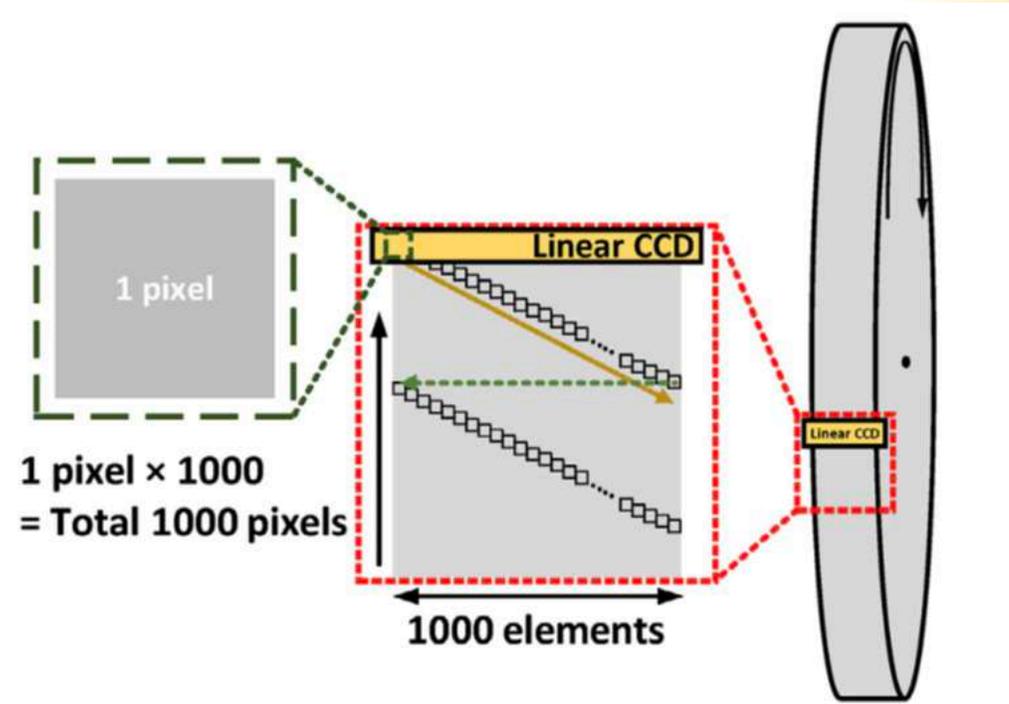


Figure 3. Capturing surface images from the grinding wheel

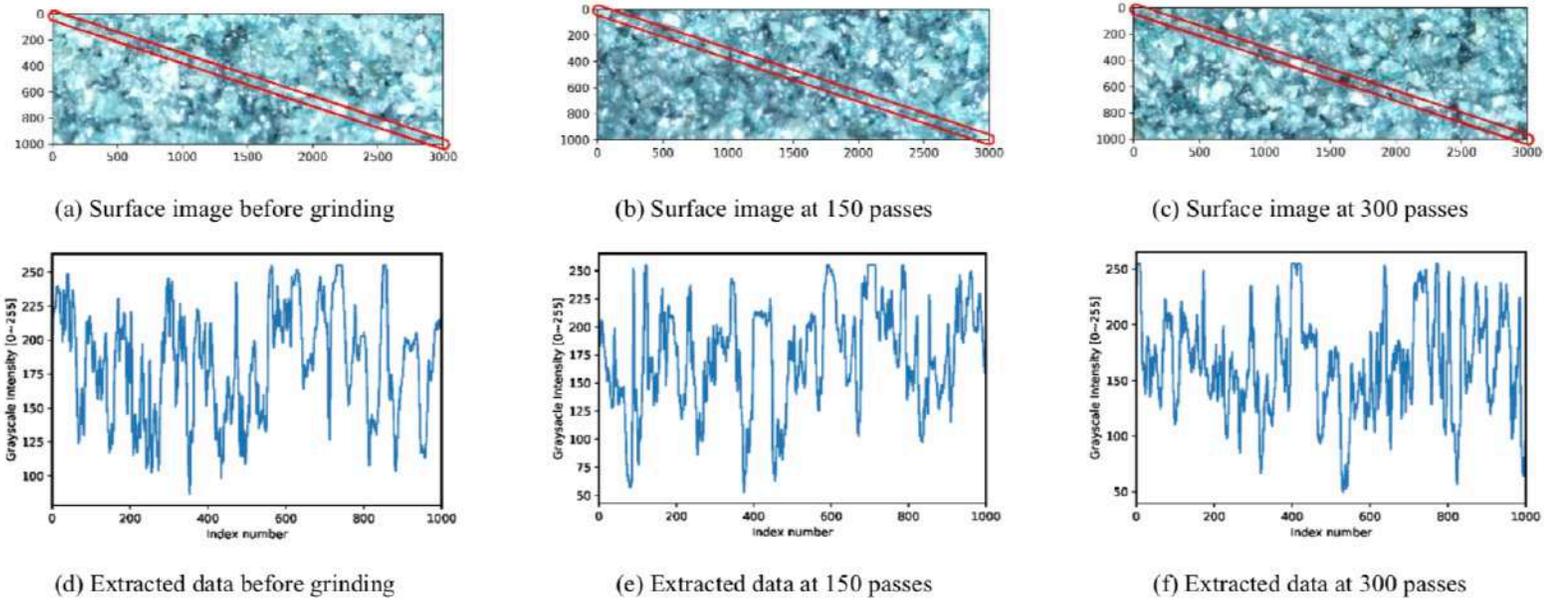


Figure 5. Pre-processing for the feature extraction at before grinding, 150 passes, 300 passes of grinding process

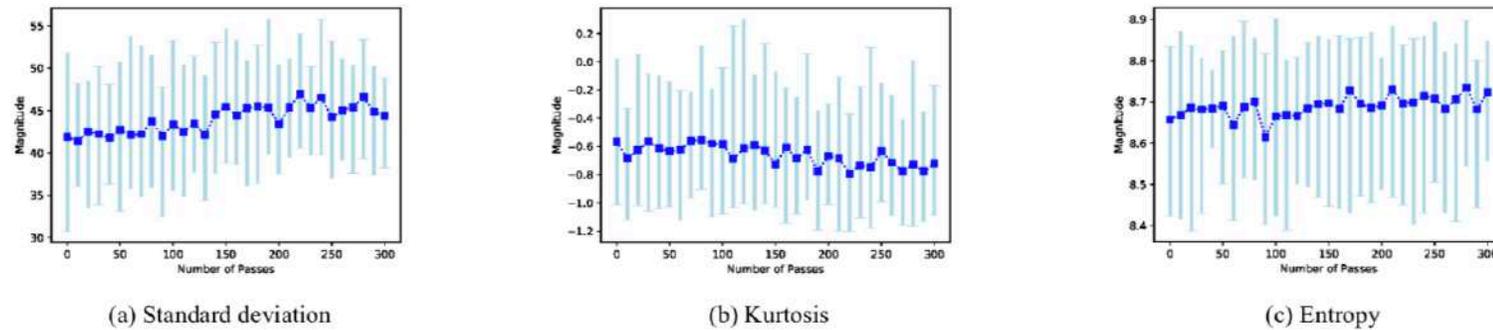


Figure 6. Statistical results for image texture analysis with error-bars



Um modelo de redes neurais foi adotado para correlacionar os recursos extraídos com a vida real da roda que é contada no teste. A abordagem foi testada em uma retificadora comercial com roda de carboneto de silício instalada. Os resultados experimentais demonstraram um erro médio de estimativa inferior a 5%, o que indica o potencial de aplicação do método para monitoramento online do processo de retificação.

Table 1. Estimation results from the ANN model

Estimated results of the wheel life (number of passes)			
True Wheel Life	100	110	180
Estimated Life	104	113	189
Estimation Error of the wheel life (%)			
Estimation Error	4.0	2.7	5.0

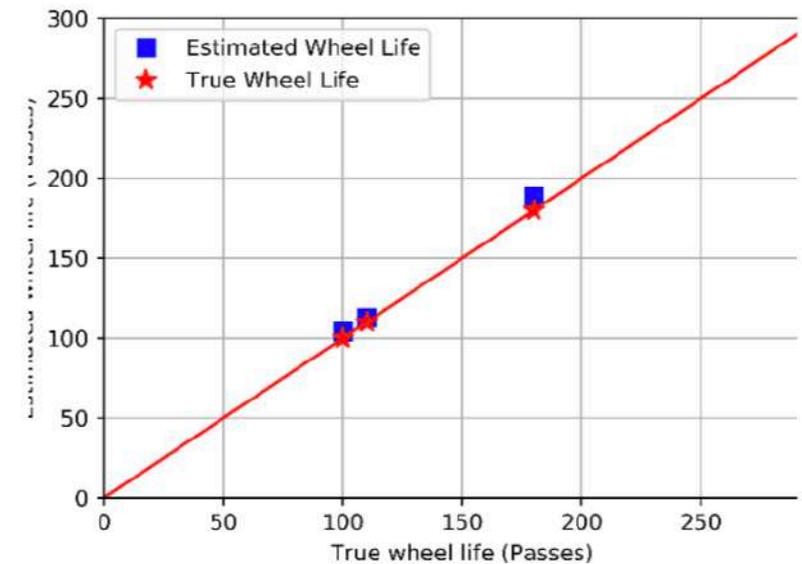


Figure 7. Comparison of the estimated and true wheel life



Comentários

Um modelo de inteligência artificial, utilizando redes neurais, foi contruído com base nas imagens do rebolo.

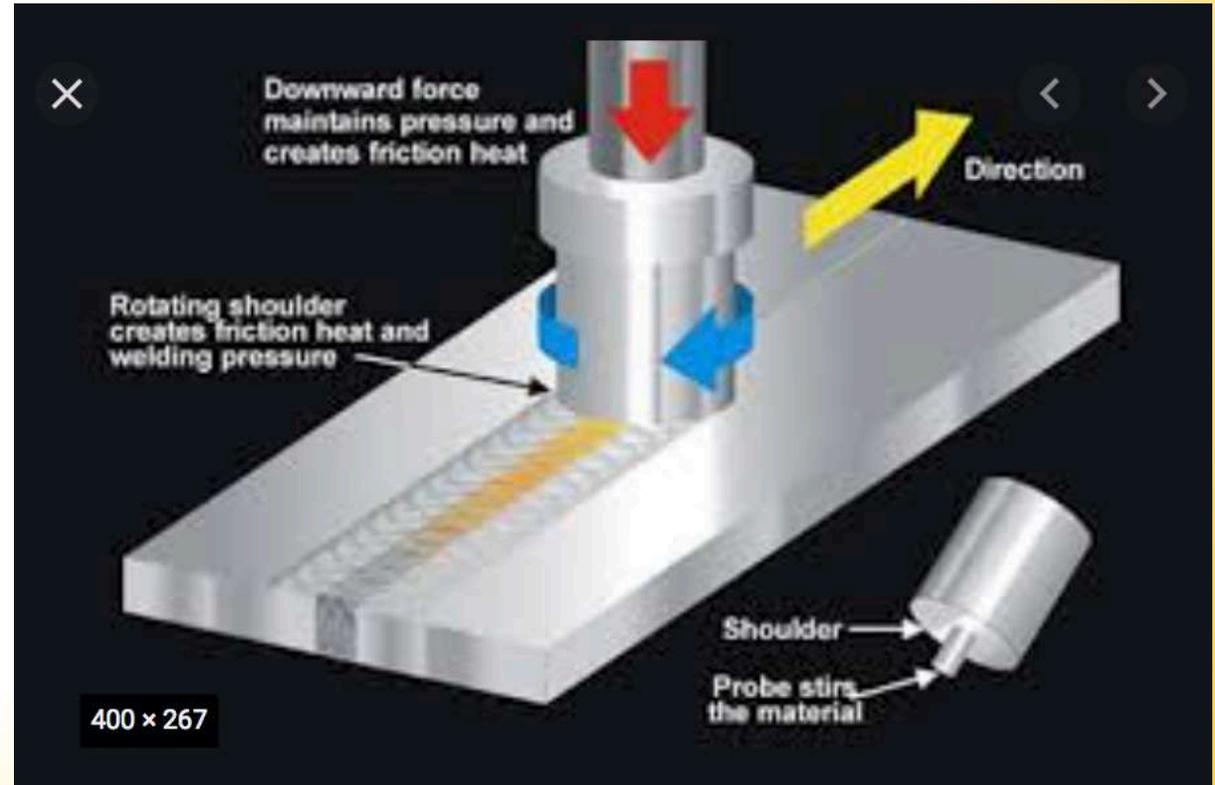
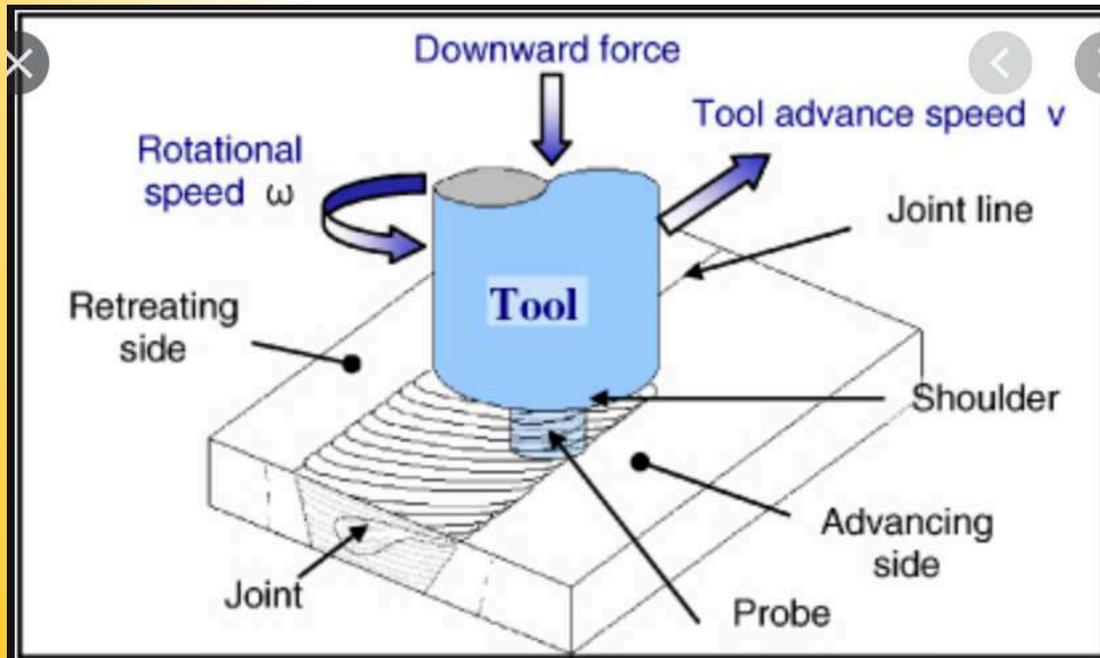
Os dados das imagens podem ser associados com outras informações, acabamento superficial, vibração , ruído, permitem configurar o desgaste do rebolo.

O uso de imagens da mesma região do rebolo permitiu documentar o desgaste e contribuir uma base de dados (reconhecimento de padrões) e com isso obter um algoritmo para a vida do rebolo.



<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.03.004>

FSW - Friction Stir Welding



<https://www.youtube.com/watch?v=aNbQH8XBgxQ>



<https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2020.03.004>

FSW - Friction Stir Welding

Um novo esquema de monitoramento e controle remoto e em tempo real baseado em nuvem foi desenvolvido para um processo de fabricação denominado soldagem por fricção e agitação (FSW) para evitar a ocorrência de defeitos de solda. Este modelo adquire dados de vários sensores associados à máquina FSW e os transmite para a nuvem. Os sinais são analisados e processados na nuvem em tempo real por meio de várias técnicas de processamento de sinais e aprendizado de máquina. O modelo fornece um feedback para a máquina em relação aos parâmetros controlados desejados para obter uma qualidade de solda aprimorada. Este é um exemplo da Indústria 4.0 onde um processo de manufatura pode ser controlado em tempo real de qualquer local.

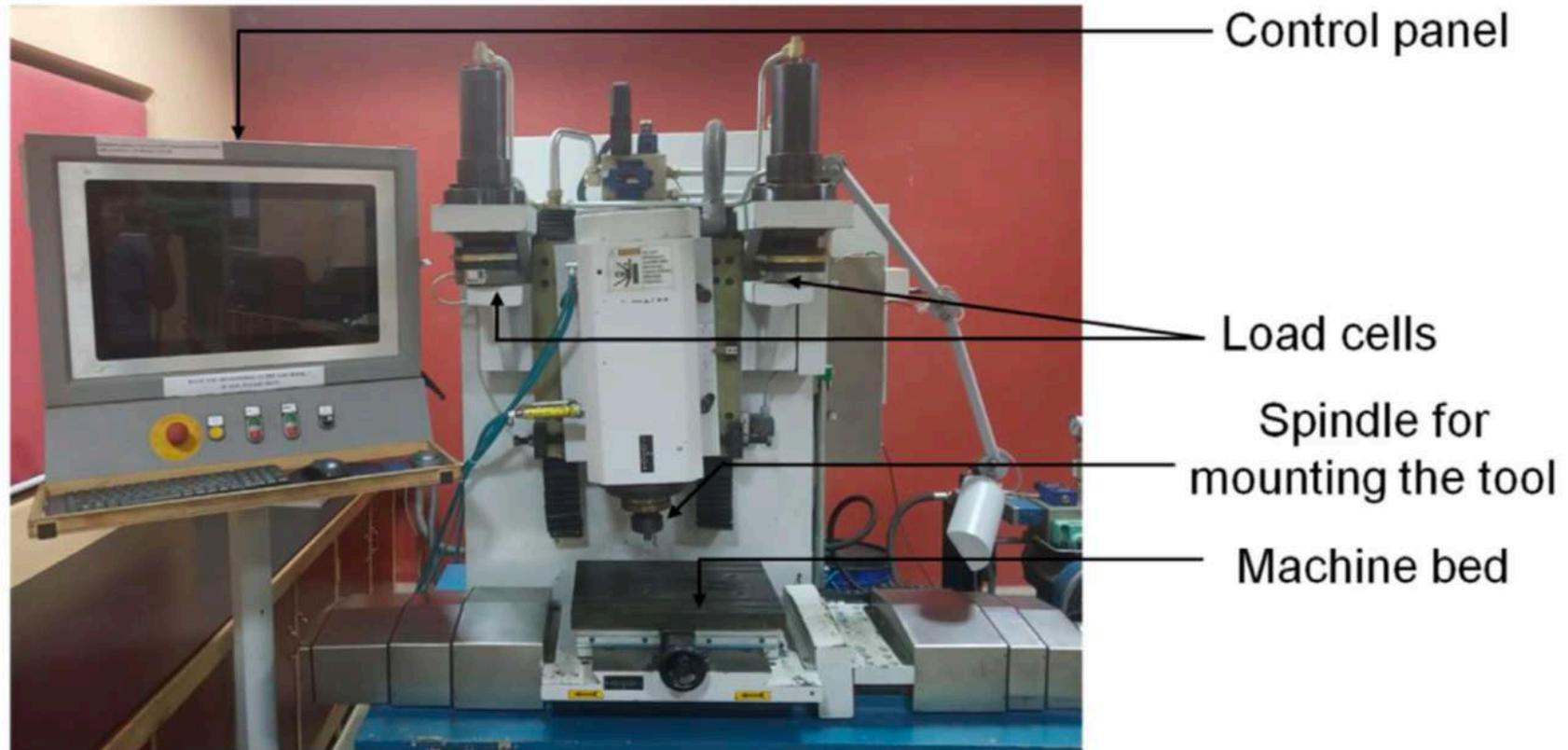


Fig. 1. FSW machine.

D. Mishra et al. / CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 30 (2020) 1–11

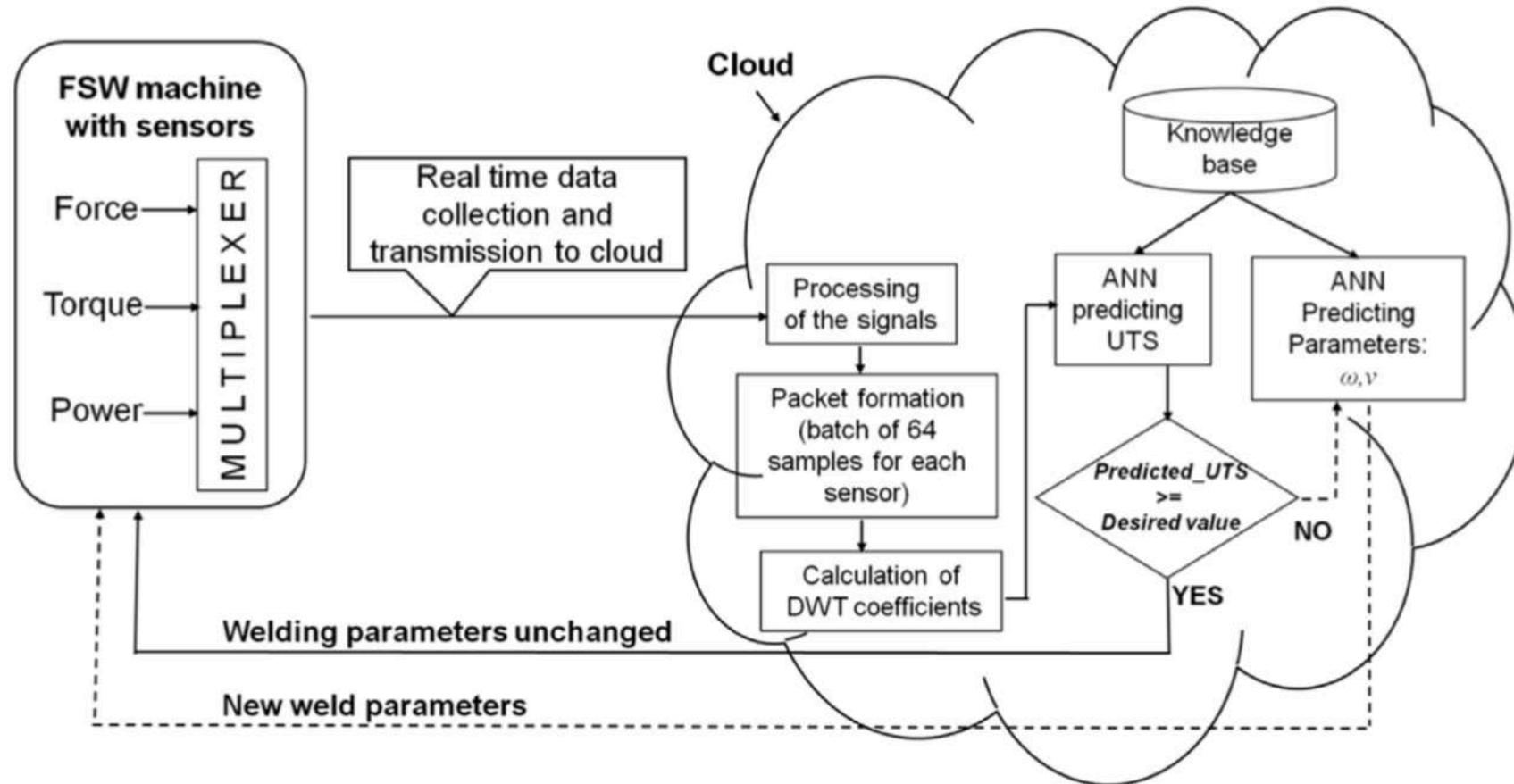


Fig. 3. Diagram of the multi-sensor model.

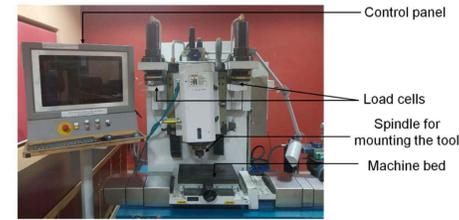


Fig. 1. FSW machine.

Dados de força e o torque são adquiridos usando uma célula de carga pré-instalada na máquina FSW, e o sensor de potência foi conectado externamente e integrado uma interface.

A taxa de aquisição de dados dos sensores de força e torque é de 10 Hz. Para haver sincronização entre as informações adquiridas usando sensores de força, torque e potência, os dados do sensor de potência também foram adquiridos a uma taxa de 10 Hz usando um cartão de aquisição de dados (NI 6211).

Um multiplexador 4: 1 controlado por tempo é criado na GUI com entradas como: valor do marcador, força, torque e dados de potência, e a saída deste multiplexador é conectada como entrada para o bloco de gravação TCP. O marcador é enviado como uma indicação antes da chegada de cada lote de dados. Todo o processo de soldagem foi monitorado remotamente.

D. Mishra et al. / CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology 30 (2020) 1–11



Table 1
Process parameters.

ω (rpm)	600, 800, 1000, 1400, 1800, 2200, and 2600
v (mm/min)	40, 50, 60, 80, 100, 150, and 200

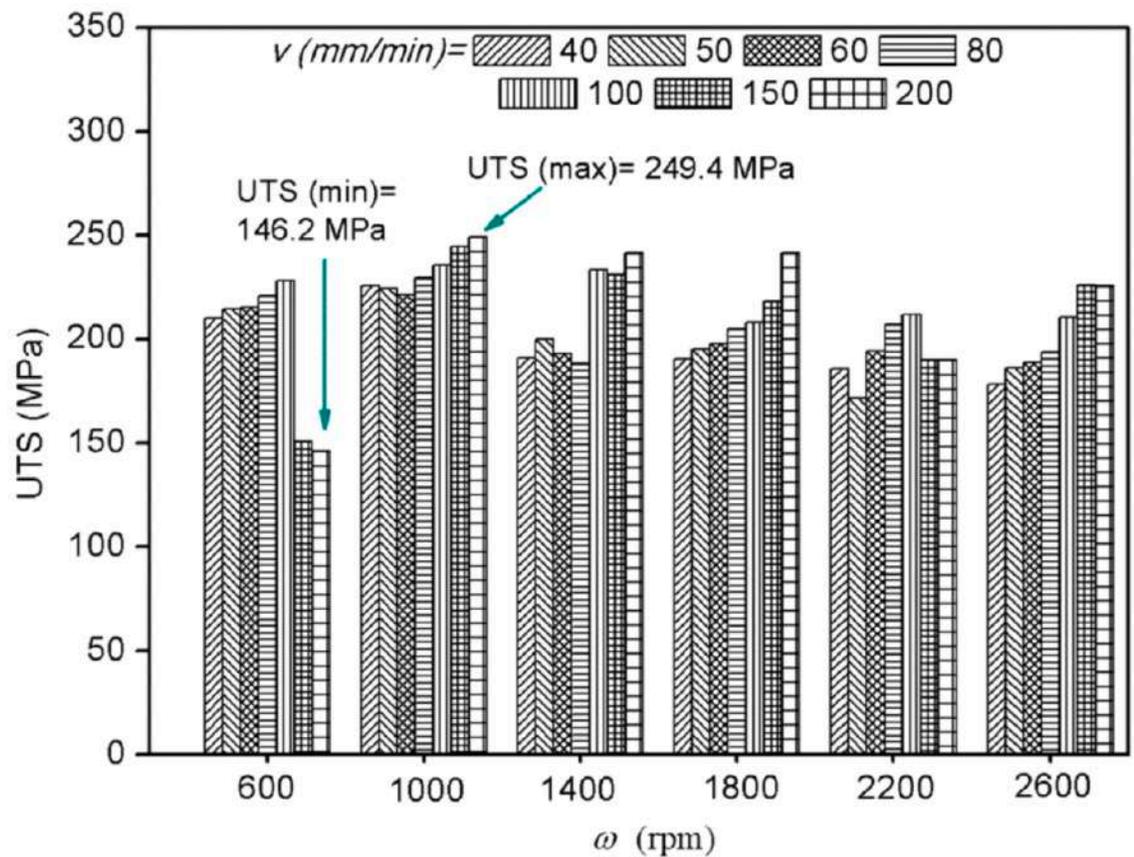


Fig. 2. UTS values of the welds fabricated with opted parametric combinations.

D. Mishra et al. / CIRP
Journal of Manufacturing
Science and Technology 30
(2020) 1–11

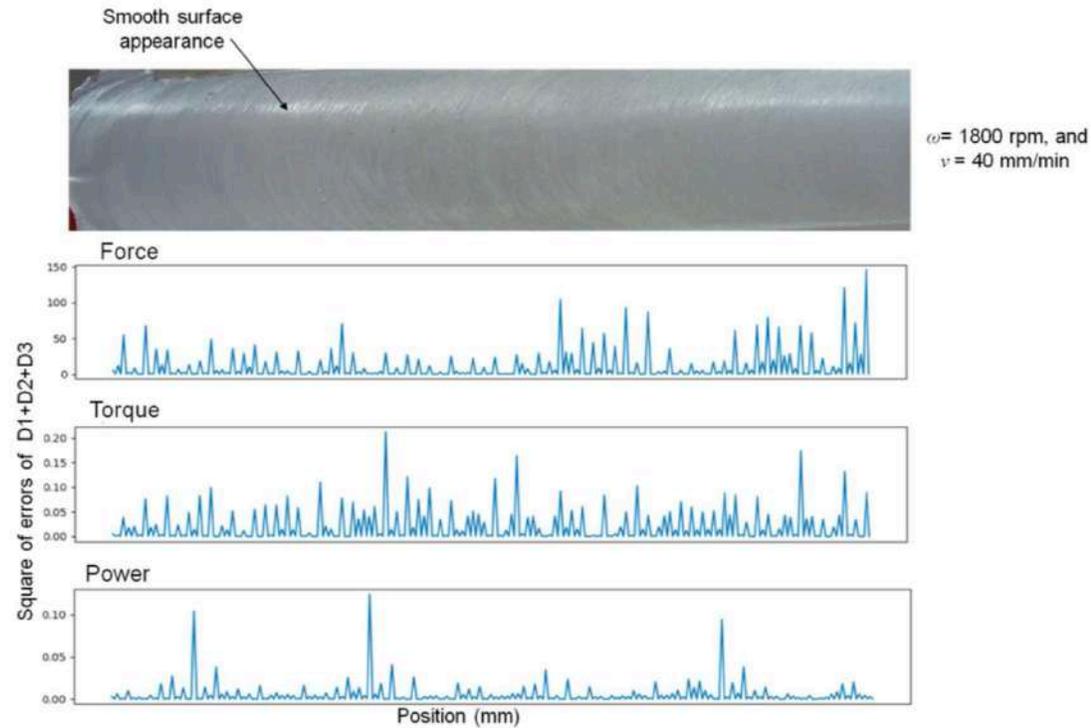


Fig. 6. Plot of detail coefficients extracted from the signals mapped with defect-free weld.

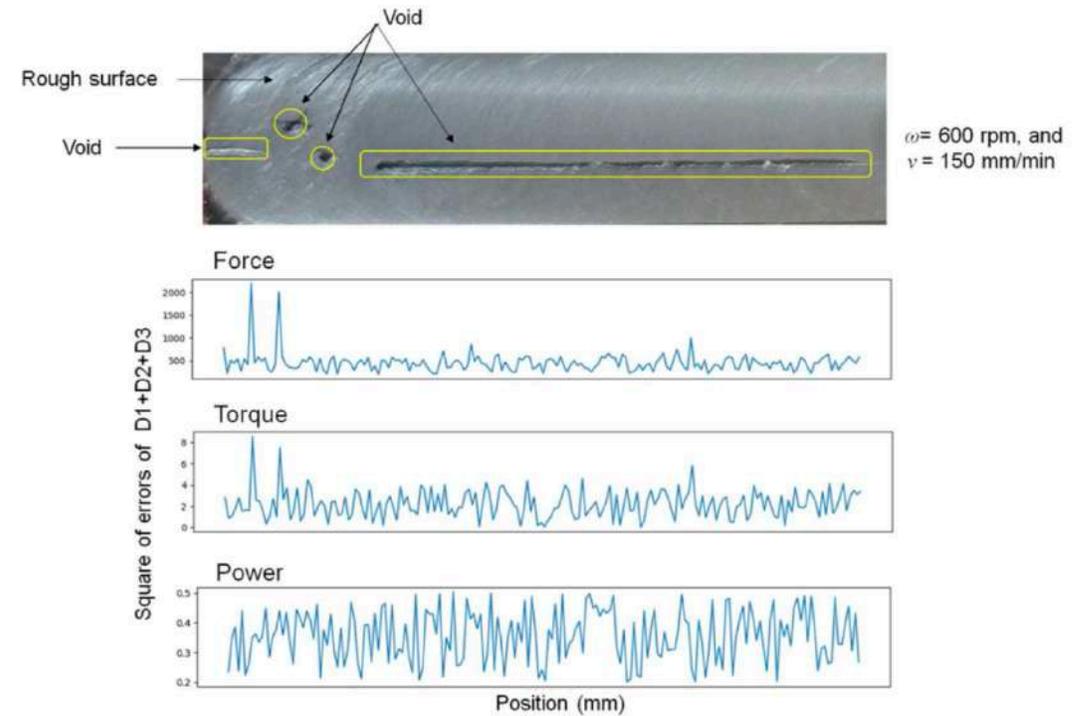


Fig. 5. Plot of detail coefficients extracted from the signals mapped with a defective weld.

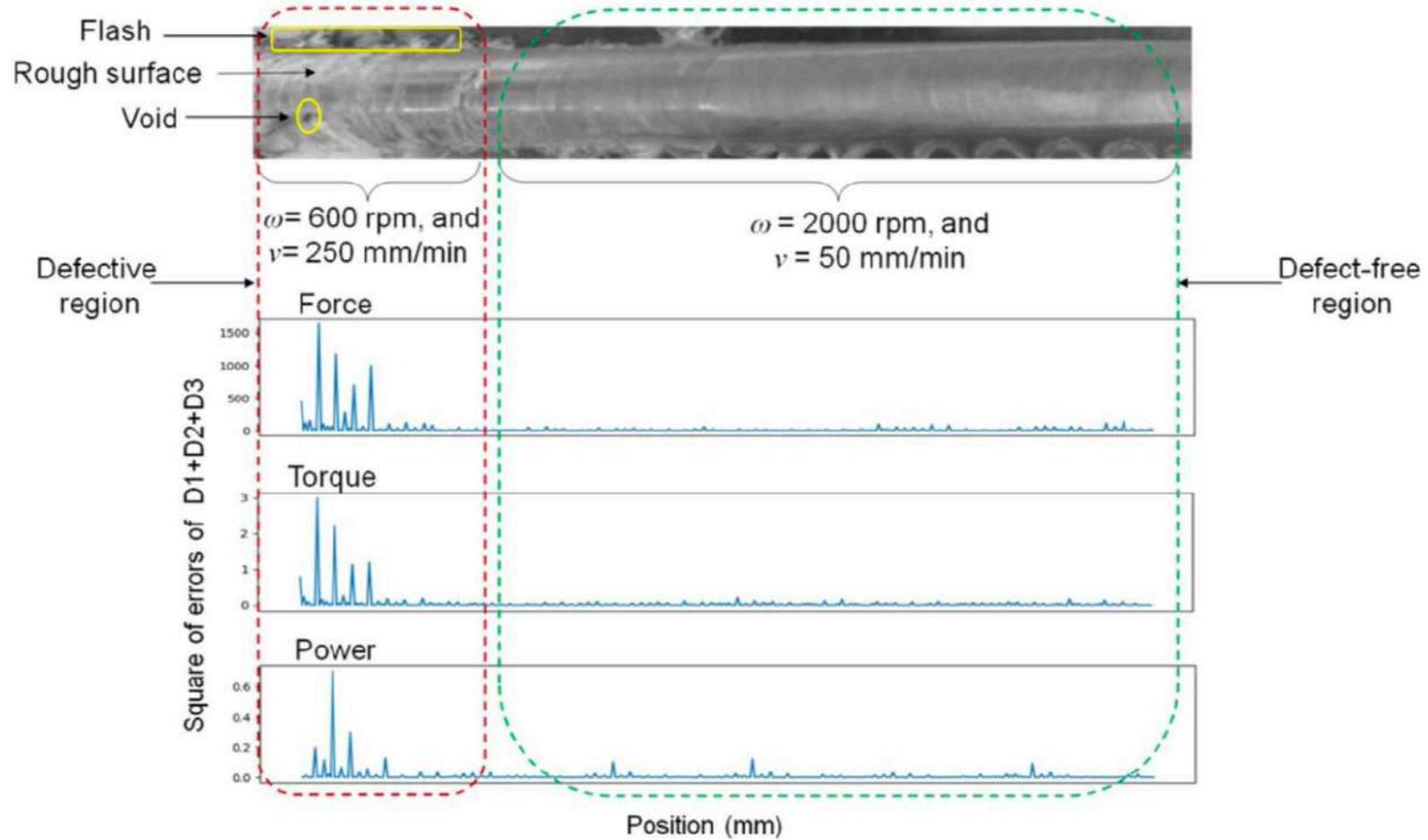


Fig. 4. Plot of detail coefficients extracted from the signals mapped with weld image having defective and defect-free regions.

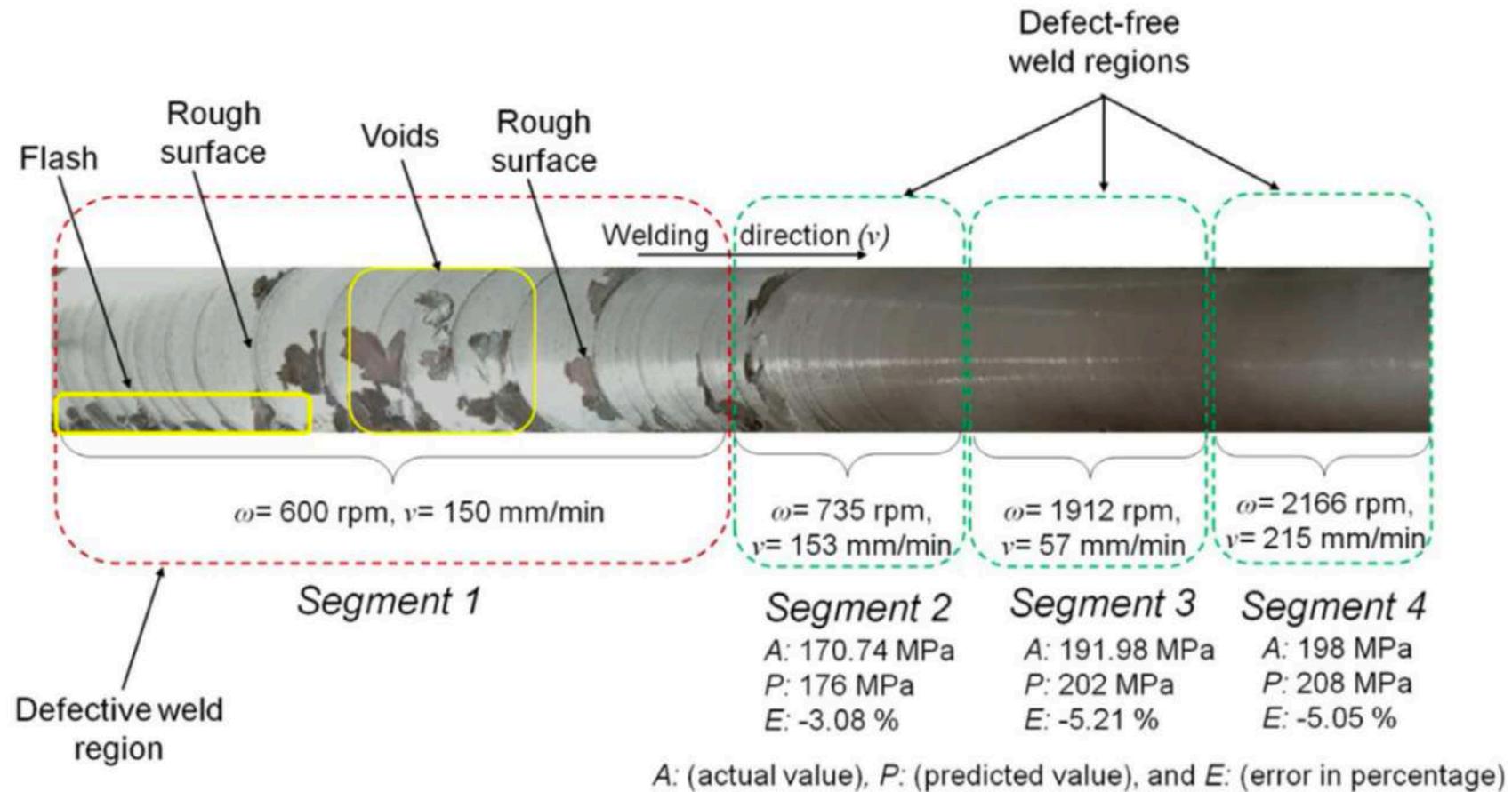


Fig. 11. Real time control of defects during welding with improper parametric combination.

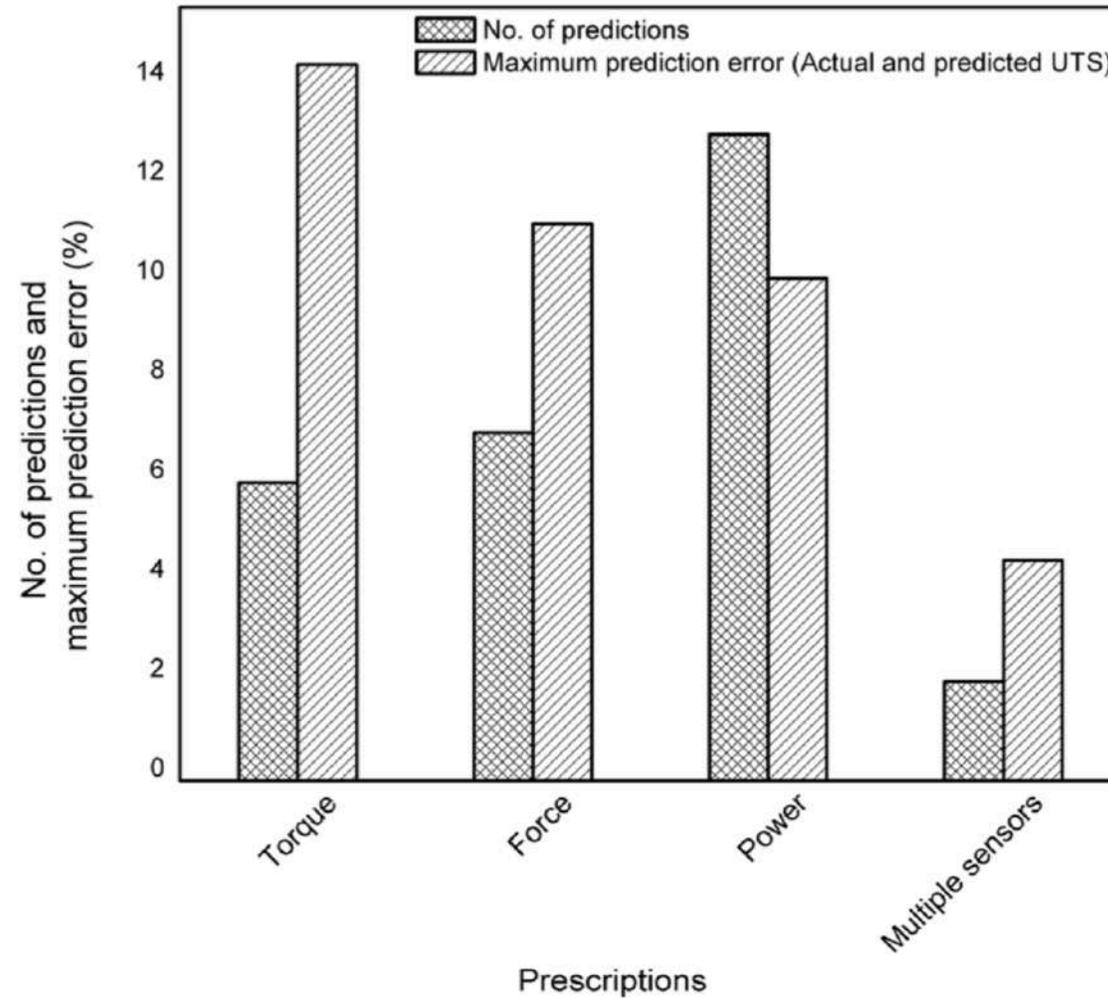


Fig. 15. Effect of multiple sensors over single sensor.



Conclusões

Uma nova técnica para monitoramento e controle remoto e em tempo real do processo FSW usando vários sensores foi apresentada neste artigo.

A técnica envolve computação em nuvem, o que torna o processo de controle mais eficiente, confiável e econômico.

Vários sensores foram utilizados e os resultados foram avaliados de forma única ou em conjunto. No futuro, outros sensores, como temperatura e vibração, podem ser considerados para extrair mais informações para controlar ainda mais o processo de soldagem FSW