

# **Retificadoras CNC Geradoras e de Perfil LCS 200 até 500**

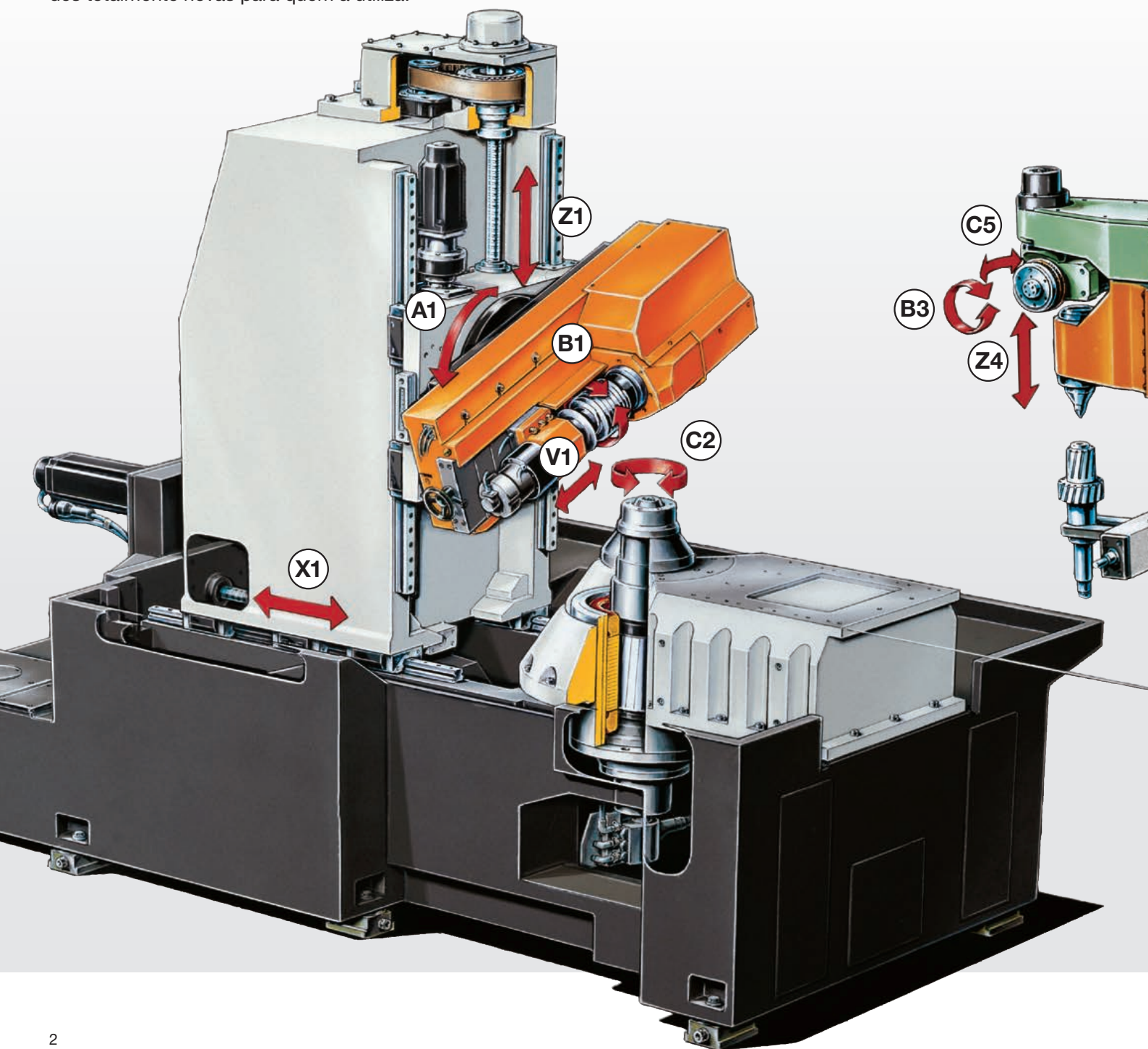


# **LIEBHERR**

# As retificadoras CNC combinadas geradoras e de perfil LCS 200 até 500

A nova série LCS oferece um sistema para a retífica de acabamento de engrenagens endurecidas, que se caracteriza pela produtividade e versatilidade.

Podem agora ser utilizados dois métodos em uma única máquina: O LCS "Combi". Retifica os perfis com rebolos dressáveis ou rebolos CBN. A fabricação de engrenagens com rebolos ou discos dressáveis é uma tecnologia bem sucedida e consagrada há muitos anos. Hoje em dia, com a utilização das ferramentas de alumina sinterizada (óxido de alumínio,  $Al_2O_3$ ) de dressagem, ela atingiu um notável nível de desempenho. Por comparação, o método CBN se destaca por sua elevada constância de retificação durante toda a vida do rebole. Com sua excepcional vida útil de até 200 horas de produção, ele oferece uma vantagem decisiva para os altos volumes de produção. A série LCS da Liebherr utiliza ilimitadamente as duas tecnologias, abrindo possibilidades totalmente novas para quem a utiliza.



O alto volume de produção da indústria automotiva é extremamente exigente. Os equipamentos de produção precisam operar sem nenhuma falha e serem altamente produtivos em condições operacionais de três turnos, tolerantes com o operador e em termos de manutenção e confiáveis ao longo de todo o ciclo da vida útil do equipamento. As máquinas de fabricação de engrenagens da Liebherr são internacionalmente famosas por essas qualidades. Sua tecnologia moderna e inovadora estabelece o padrão de sucesso na fabricação de transmissões: alta produtividade ao menor custo por peça fabricada.

### **A estratégia da plataforma: Relação ideal entre preço e rendimento**

A ampla gama de tamanhos das máquinas oferece sempre o modelo mais adequado para cada aplicação. A base da nossa série de máquinas LCS é a plataforma das máquinas de fresamento e fabricação de engrenagens da Liebherr. A sinergia com o sistema modular de componentes oferece ao usuário os equipamentos mais eficientes em termos de custo.

### **Retífica de perfil ou geração?**

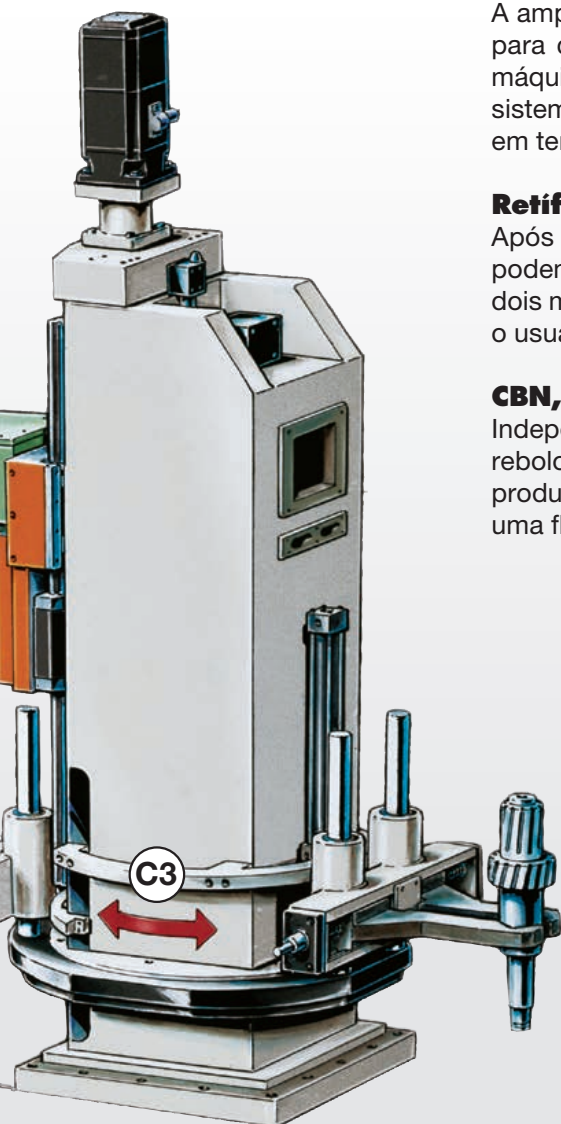
Após muitos anos de experiência com a retífica de perfil e por geração com CBN, podemos hoje otimizar cada aplicação, combinando as vantagens características dos dois métodos. Este conceito universal inaugura possibilidades novas e diferentes para o usuário.

### **CBN, alumina sinterizada de dressagem ou uma combinação?**

Independentemente da tecnologia de dressagem, o usuário pode escolher entre usar rebolos CBN ou de alumina sinterizada. Os rebolos CBN garantem alta constância na produção, durante uma longa vida útil, ao passo que a alumina sinterizada oferece uma flexibilidade adicional. Os dois métodos também podem ser combinados.

### **Perfeição na manutenção: para disponibilidade máxima**

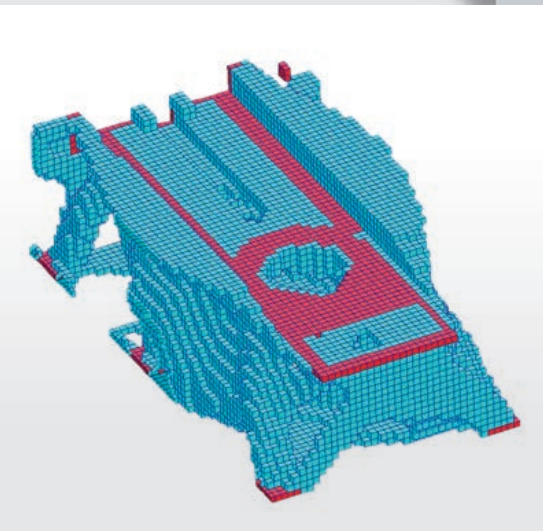
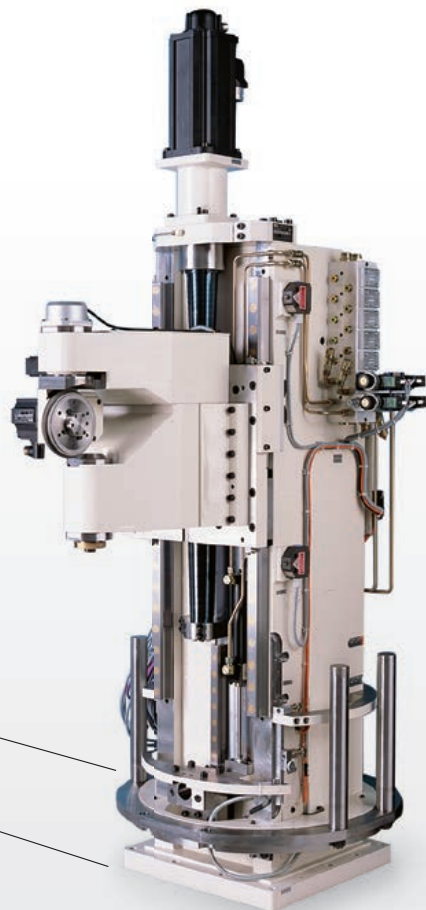
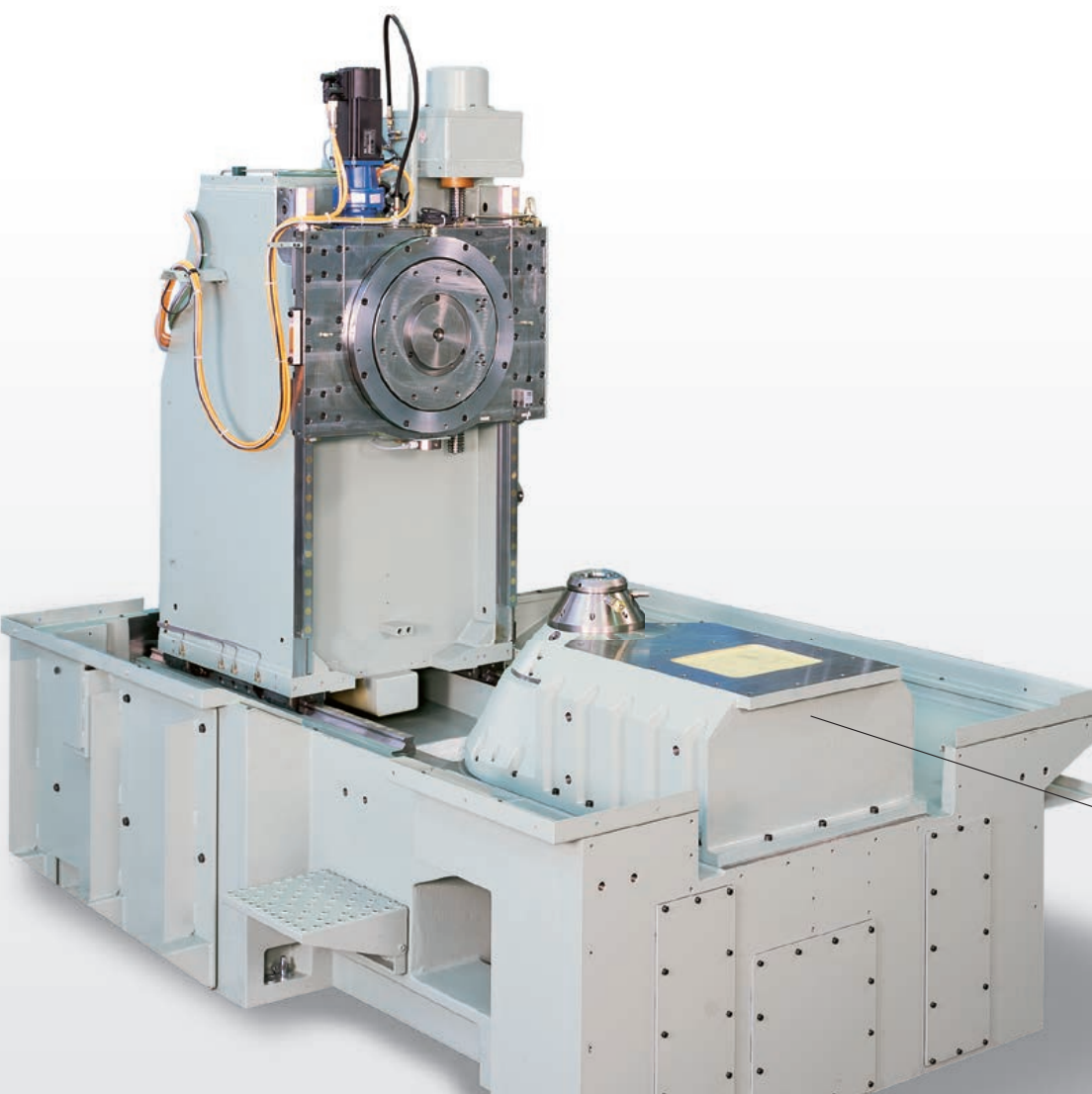
Componentes de controle facilmente acessíveis, longos intervalos de manutenção (MTBF) e breves intervalos de reparo (MTTR). O projeto bem elaborado, acoplado à manutenção ideal (princípios C&M), reduzem o tempo de paralisação das máquinas para a manutenção rotineira, aumentando a produtividade e baixando o custo ao longo da vida útil.



- X1 - Eixo radial coluna principal
- V1 - Eixo tangencial do rebolo
- Z1 - Eixo de deslocamento axial
- B1 - Eixo de rotação rebolova
- C2 - Movimento rotativo da mesa
- A1 - Eixo basculante do cabeçote
- Z4 - Eixo de deslocamento vertical do cabeçote fixo
- C3 - Eixo do carregador automático rotativo
- B3 - Eixo dressador rotativo
- C5 - Eixo de correção do ângulo dressador



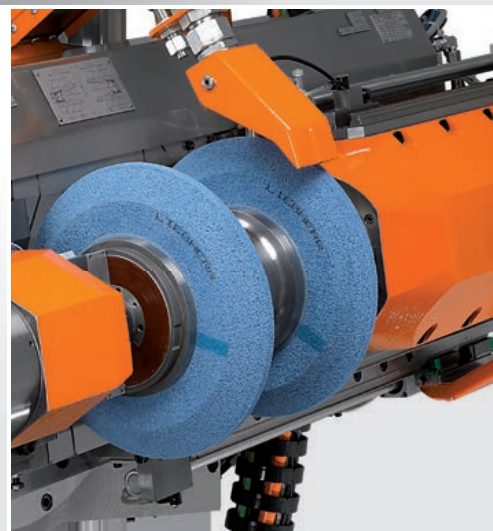
# A estratégia da plataforma: Relação ideal custo-benefício



Base da máquina



Veio diretamente acionado



Cabeçote de esmeril

### **Desenho da máquina**

O desenho das novas máquinas LCS é baseado na comprovada plataforma de fresamento e fabricação de engrenagens das máquinas Liebherr. As guias de roletes dos eixos lineares e o acionamento direto dos veios da ferramenta e da peça com sua característica isentam de folgas, garantem a precisão máxima da retificação.

### **Base da máquina**

O desenho totalmente simétrico da estrutura da máquina, com sistema integrado de circulação do refrigerante na base da máquina, permite a distribuição uniforme da temperatura, visando manter a estabilidade térmica. Isso é essencial para a alta qualidade das peças usinadas e para a confiabilidade do processo. A rigidez da base da máquina foi otimizada visando o processo de retífica, utilizando-se a Análise dos Elementos Finitos. É possível conseguir elevados valores de aceleração nos eixos lineares, sem influenciar a estabilidade dinâmica do sistema.

### **Mesa com acionamento direto**

A mesa de trabalho com acionamento direto combina altas velocidades de até 800 rpm, à uma precisão de localização extremamente elevada. Sua alta dinâmica reduz o tempo improdutivo para a retífica dos perfis, permitindo grandes movimentos rotacionais da mesa sem perda de tempo, e.g. na “estratégia de indexação aleatória”.

### **Fuso principal**

Um fuso com motorização integrada, altamente dinâmico com a velocidade máxima de 12.000 rpm (20.000 rpm) aciona o reboło I. Isso permite velocidades de corte de mais de 100 m/s.

### **Cabeçote do eixo principal**

O cabeçote principal I, com rolamento principal e rolamento de apoio, permite a utilização de rebolos com até 210 mm de comprimento, visando uma vida útil mais longa. É utilizada uma unidade de dressagem NC integrada, para perfilar rebolos de dressagem. São possíveis correções do ângulo de pressão, para correções visando a retífica isenta de deflexão das engrenagens helicoidais, bem como a dressagem da forma dos rebolos.

### **Carregador giratório**

O carregador giratório com motores CNC é extremamente flexível, reduzindo ainda mais o tempo de preparação e substituição das ferramentas. Está disponível uma variedade de sistemas porta-ferramentas modulares. As interfaces padronizadas para a transferência de peças simplificam a integração em sistemas de produção interligados.





# Retífica de perfil ou por geração?

## A combinação desbaste/acabamento

A disposição “clássica” das ferramentas CBN é a combinação de um worm desbaste e outro de acabamento. Atinge-se altas velocidades de remoção de metal e uma notável exatidão de usinagem, com margens de sobre-metal de até 0,18 mm por flanco.

## Vida útil máxima dos reboles

O sistema de worm “Mono”, com faixa de troca máxima, oferece uma vida útil máxima do rebole. É utilizado principalmente em módulos pequenos de até 2,5 mm e margens de avanço de até 0,10 mm por flanco. Com ferramentas de dressagem, a faixa pode ser ampliada até o módulo 5.





**Uma interface:  
Uma variedade de ferramentas**

Todos os eixos porta-rebolos têm uma interface comum com cone de troca rápida dos rolamentos principal e de apoio, evitando-se porta-ferramentas não sustentados. Estão disponíveis diferentes conceitos, visando à universalidade e o rendimento máximo.

**Vantagem NC adicional quanto  
à qualidade e ao rendimento**

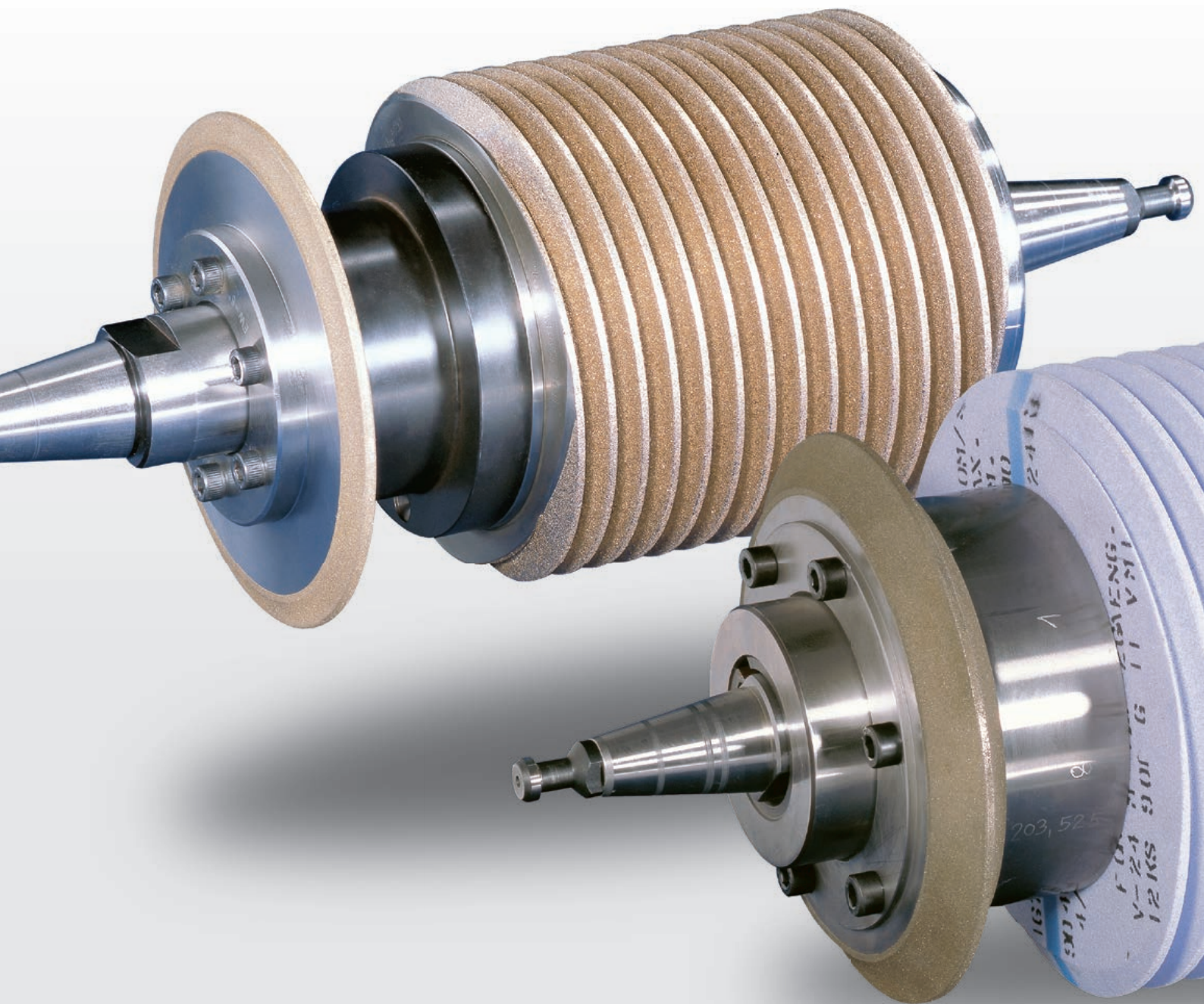
O bico do refrigerante com controle NC e alta pressão de limpeza opcional garante a utilização eficiente do rebolo, sem risco de queima. A operação de dressagem também permite correções de fHa controladas por NC.



# CBN, alumina sinterizada de dressagem ou uma combinação

## Rebolos CBN

A utilização dos rebolos CBN se caracteriza pela alta estabilidade do processo. As características geométricas do rebolo se mantêm praticamente inalteradas, durante a longa vida útil e entre os novos revestimentos. Os rebolos complexos frequentemente só permitem diâmetros reduzidos. Mais uma vez, os rebolos CBN oferecem uma solução econômica.





### **Ferramentas de alumina sinterizada**

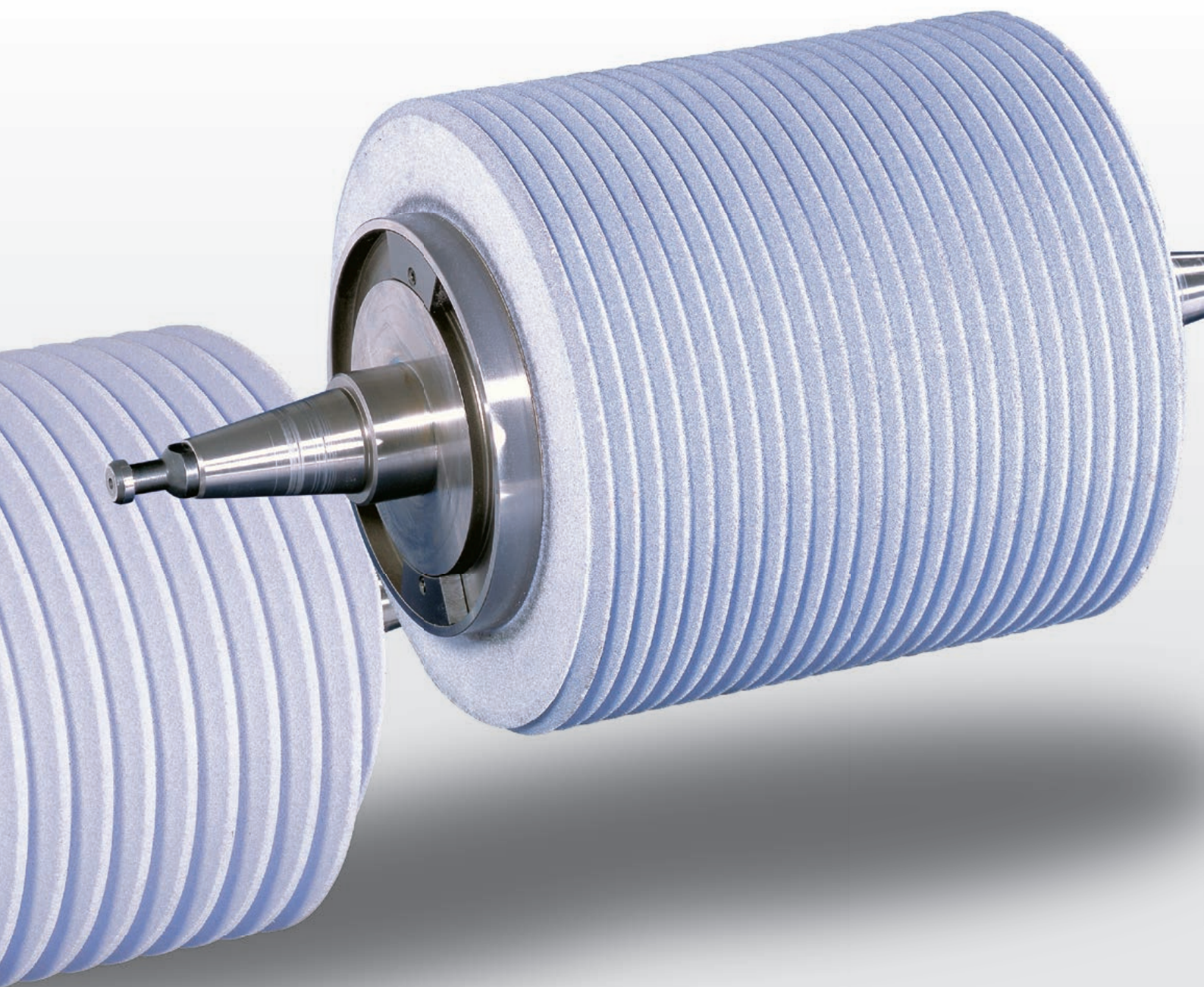
As ferramentas de alumina sinterizada estão se tornando uma alternativa cada vez mais viável às ferramentas CBN revestidas. Elas permitem hoje velocidades de corte de até 60 m/s. Com estas velocidades, pode-se conseguir agora um desempenho de retificação quase idêntico ao das ferramentas CBN. Mesmo com a despesa adicional da dressagem, o custo do rebolo por componente é consideravelmente menor.

### **Dressagem**

A dressagem na máquina garante uma elevada exatidão. Isso resulta em menos ondulação e melhor qualidade do perfil. Com um ângulo de dressagem controlado por NC, o ângulo de pressão pode ser otimizado ou pode ser criada uma torção ao longo do sem-fim (patente da Liebherr).

### **Combinação**

A combinação de rebolos CBN e rebolos de alumina sinterizada pode ser vantajosa. No caso da retificação de engrenagens solidárias, uma solução econômica pode ser a utilização de um rebolo de perfil CBN para a engrenagem menor e um sem-fim de alumina sinterizada para a engrenagem maior.



# Rendimento máximo: Retificação por geração com CBN

## Ciclos curtos

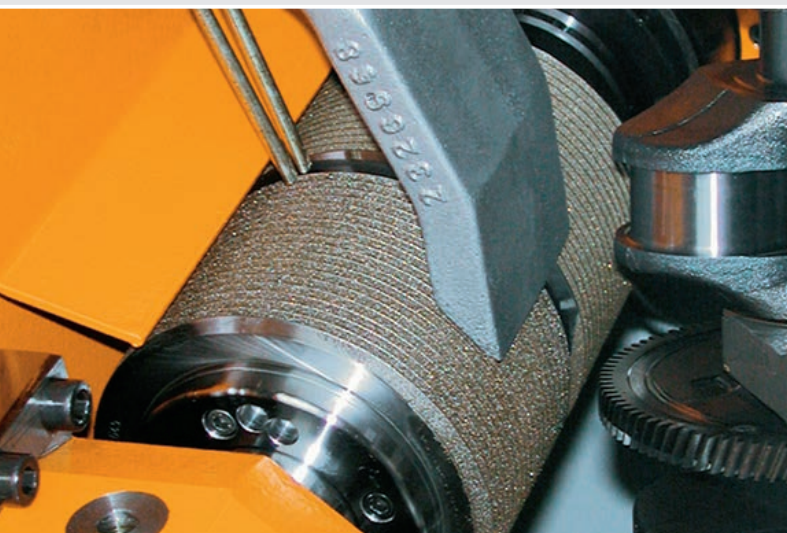
O método de retificação mais eficiente para engrenagens é o geração por CBN. O contínuo contato entre o worm e a engrenagem elimina o tempo improdutivo. O CBN permite velocidades de corte de mais de 70 m/s. As velocidades são conseguidas com um diâmetro menor de reboło de 140 mm e altas velocidades do fuso de até 12.000 rpm, resultando em ciclos muito curtos. A ação geradora leva ao contato de duração extremamente reduzida de menos de 0,003 s entre os cristais do reboło e a peça. Não obstante o alto desempenho de esmerilhamento, o impacto térmico na zona de esmerilhamento é muito reduzido. Isso minimiza o risco de queimaduras.

## Alta precisão

A combinação padrão é um sem-fim de desbaste grosseiro (B251), para uma eliminação de material de até 0,15 mm/flanco, e um sem-fim de acabamento (B91) de alta precisão, para uma eliminação de material de 0,03 mm/flanco. No caso dos módulos menores (<2.5mm), estão disponíveis mono-sem-fins mais longos (B91- B251) com uma faixa de variação ampliada e, consequentemente, uma vida útil mais longa do reboło. O alto rendimento da retificação por geração pode ser adicionalmente aumentado pela utilização de worms de múltiplas entradas.

## Longa vida útil dos rebołos

A retificação por geração CBN é idealmente complementado pela retífica do perfil. Esta tecnologia é notavelmente vantajosa para os rebołos que exigem um diâmetro menor, uma vez que a longa vida útil do reboło CBN garante a confiabilidade máxima do processo. A combinação de um worm de desbaste CBN com um reboło de acabamento CBN atende às exigências tanto de alta produtividade quanto de exatidão. Este arranjo é muito econômico para a usinagem de componentes da transmissão de veículos. Para este tipo de aplicação, o sem-fim de desbaste pode ser projetado com uma faixa de variação ampliada, visando uma vida útil mais longa da ferramenta. Os rebołos de disco CBN também são utilizadas em aplicações especiais como engrenagens internas ou segmentos de caixa de direção.



Desbastamento clássico/acabamento



Esmerilhamento CBN especial de um segmento de caixa de direção



### Componentes complexos: Retífica de perfil com CBN

A longa vida útil do reboło, mesmo com pequeno diâmetro, é a vantagem da retífica do perfil com CBN. A capacidade de alimentação a alta velocidade da máquina resulta em ciclos curtos.

#### Retificação do perfil de engrenagens solidárias veiculares por CBN

Número de dentes	23
Módulo	4,75 mm
Largura da face	47 mm
Material por flanco	0,12 mm
Velocidade de corte	55 m/s
Velocidade de avanço	1,6/4,0 m/min
Tempo de usinagem	2,29 min

### Ideal para engrenagens da transmissão de veículos: retificação CBN por combinação

Retificação por geração por múltiplas entradas e acabamento posterior com reboło de perfil. A combinação eficiente de rendimento, exatidão e proteção contra alterações microestruturais.

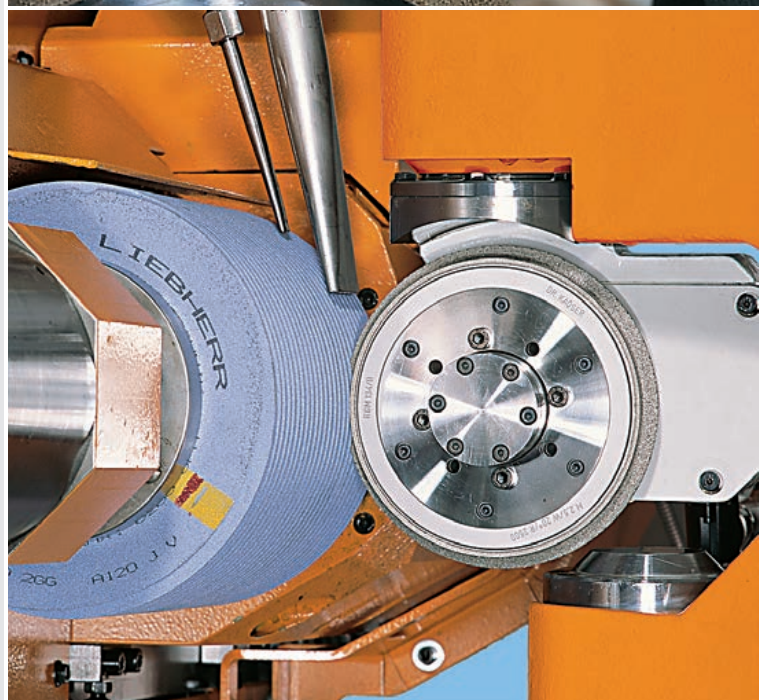
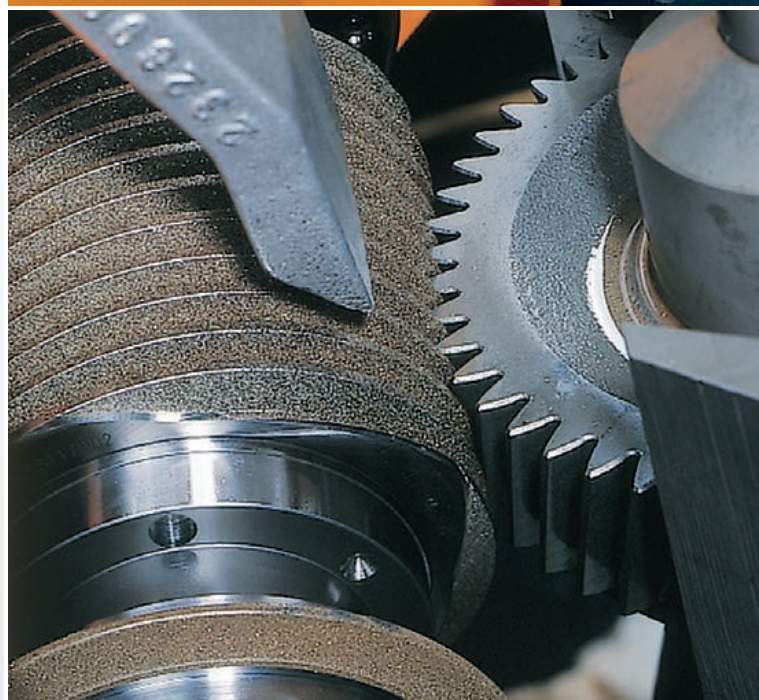
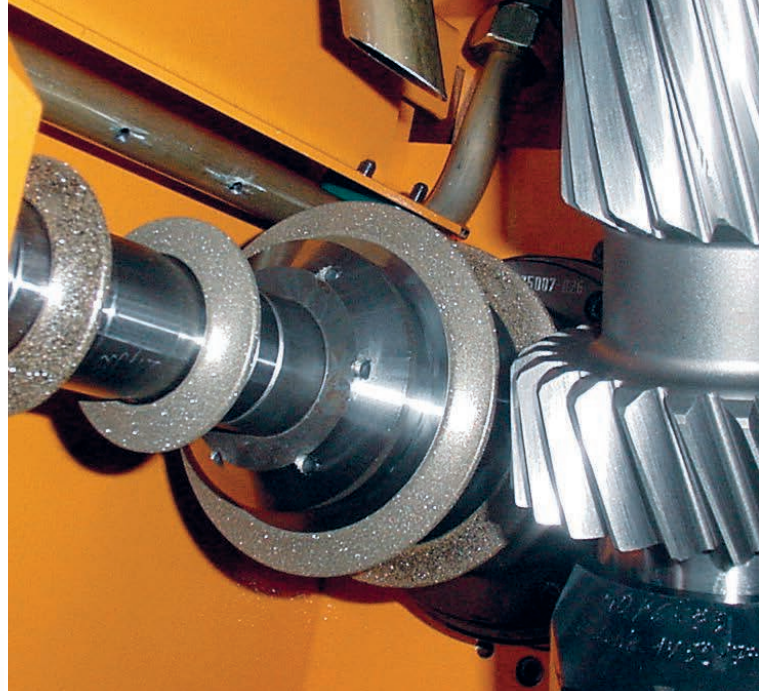
#### Retificação combinado de engrenagens da transmissão de veículos

Número de dentes	47
Módulo	4,50 mm
Largura da face	65 mm
Material por flanco	0,15 mm
Velocidade de corte	66 m/s
Velocidade de avanço	0,2 mm/WU 3,6 m/min
Tempo de usinagem	2,31 min

### Retificação de engrenagens internas

No caso das engrenagens internas, a retificação de forma CBN é a solução correta. Embora as limitações dimensionais exijam a utilização de rebołos de diâmetro muito pequeno, pode-se conseguir uma excelente vida útil da ferramenta.

O cabeçote de retificação interno está disponível com três tamanhos diferentes de braços. Com o eixo do reboło no centro da rotação orbital, pode-se também retificar engrenagens helicoidais. A velocidade de corte econômica pode ser conseguida com velocidade do fuso de até 20.000 rpm. O tempo da mudança do cabeçote externo para o interno é inferior a 30 min.





# Retificação com alumina sinterizada: Econômico e flexível

## Desempenho de retificação no nível CBN

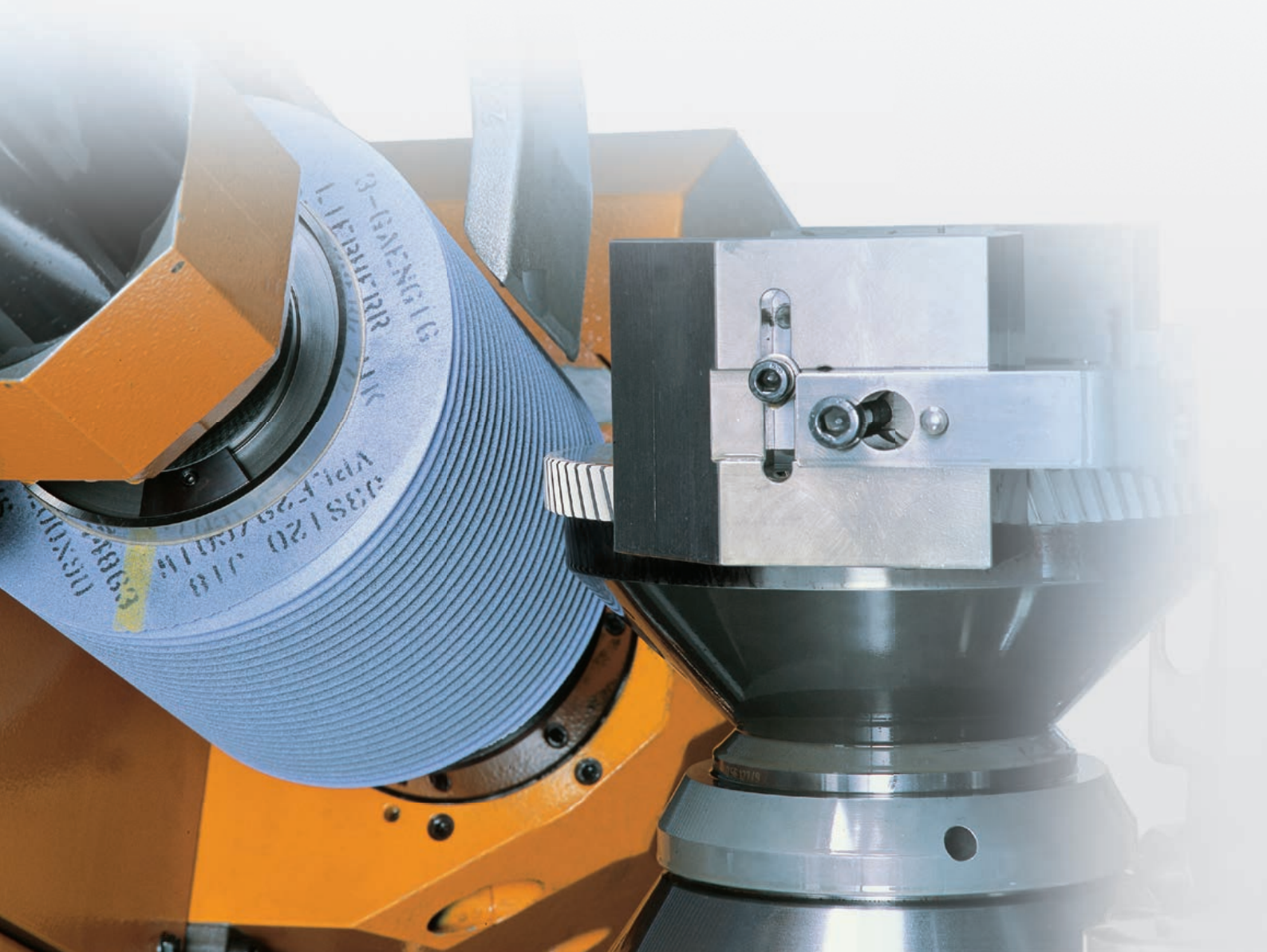
Os rebolos de dressagem têm a vantagem da maior densidade da granulação, em relação às ferramentas galvanicamente revestidas. Isso permite a utilização de velocidades mais elevadas de avanço axial. No entanto, a rigidez das ferramentas de dressagem é consideravelmente menor que a das ferramentas CBN, que têm o núcleo de aço. Consequentemente, é geralmente necessária uma passagem adicional (desbaste - semiacabamento - acabamento). A maior velocidade de avanço permissível compensa isso e se consegue um rendimento semelhante àquele do CBN.

## Mono worm

O comprimento da espiral disponível garante uma longa vida útil dos rebolos worm. Visando isso, o mono worm oferece a melhor solução. O diâmetro ideal é aproximadamente 180 mm e 200 mm de comprimento. Com este diâmetro relativamente pequeno e o longo comprimento do sem-fim, consegue-se tempos de retificação curtos e excelente vida útil dos rebolos

## Longa vida útil dos rebolos

O diâmetro de um worm é 195 mm e pode ser dressado até aproximadamente 160 mm. No caso das engrenagens das transmissões automotivas normais, isso resulta em aproximadamente 100 componentes por ciclo de dressagem e em uma produção total de 10.000 componentes por worm.





### **Econômico: Retificação por geração com alúmina sinterizada**

As altas velocidades dos rebolos e mesa garantem tempos de usinagem reduzidos. Adicionalmente, a dressagem CNC independente dos flancos resulta em elevada exatidão.

#### **Exemplo de engrenagem de transmissão automotiva**

Número de dentes	41
Módulo	2,25 mm
Largura da face	14,5 mm
Material por flanco	0,10 mm
Velocidade de corte	60 m/s
Velocidade de avanço	0,18 mm/WU
Tempo de usinagem	0,35 min

### **Alta flexibilidade:**

#### **Retifica do perfil com alúmina sinterizada**

Os rebolos de alúmina sinterizada são ideais para a fabricação de protótipos e pequenos lotes.

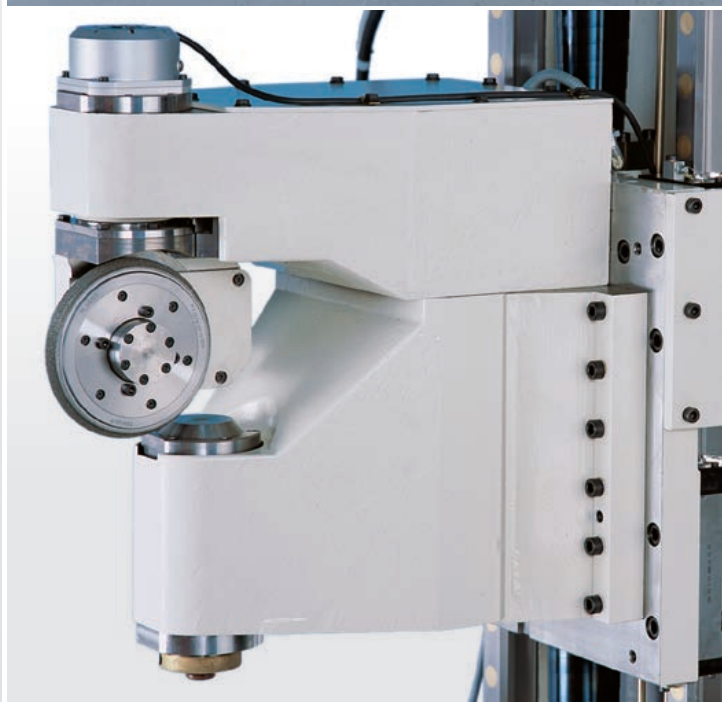
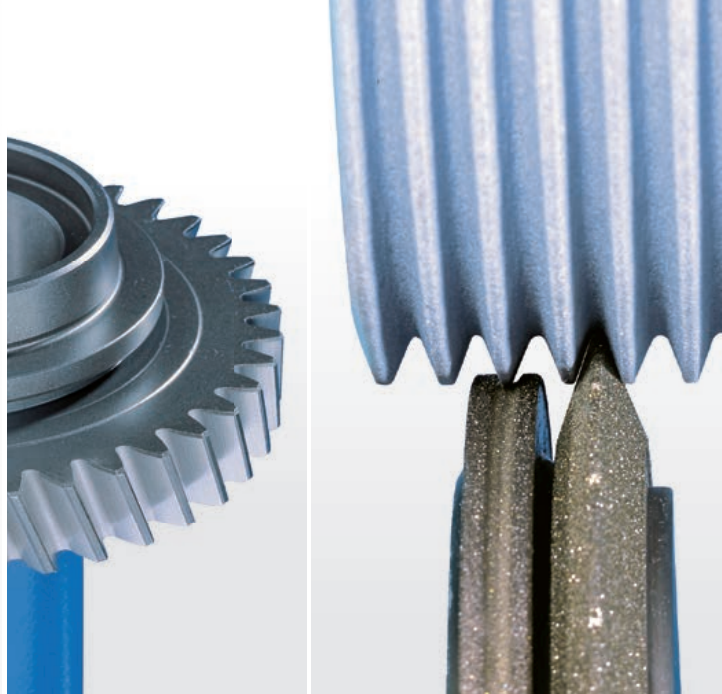
Consegue-se a flexibilidade máxima, uma vez que a formação e o perfil de cada dente podem ser realizados com um único disco diamantado e um e um programa de dressagem NC dos parâmetros.

#### **Exemplo de fabricação de engrenagem planetária**

Número de dentes	30
Módulo	4,60 mm
Largura da face	63 mm
Material por flanco	0,14 mm
Velocidade de corte	60 m/s
Velocidade de avanço	1500/2000 mm/min
Tempo de usinagem	3,40 min

### **Dressagem com alta flexibilidade**

A unidade de dressagem pode ser utilizada tanto com worms quanto rebolos de perfil. Se estiver instalado um eixo NC adicional, será possível modificar o ângulo de pressão do esmerilhamento gerador. Com a velocidade programável e a modificação do sentido de rotação do disco diamantado, pode-se influenciar o acabamento dos flancos direito e esquerdo, reduzindo a possibilidade de queima de retifica. É igualmente possível compensar as influências decorrentes do desgaste do disco diamantado.



# Serviço perfeito Para a disponibilidade máxima

Componentes de controle facilmente acessíveis, longos intervalos antes da manutenção e curtos tempos de reparo: O desenho bem elaborado do equipamento, acoplado ao conceito de manutenção ideal, reduz os períodos de paralisação da máquina para a manutenção de rotina aumentando a produtividade e reduzindo os custos

## **Manutenção amigável já de fábrica**

Um dos notáveis recursos das máquinas de corte de engrenagens da Liebherr é sua tolerância quanto à manutenção: verificações de rotina mais rápidas e longos intervalos antes da manutenção resultam na elevada disponibilidade das máquinas.

- Visando facilitar o acesso, todos os componentes estão montados no exterior da máquina, permitindo a rápida manutenção.
- Os conceitos C+M (confiabilidade e manutensibilidade), utilizados há muitos anos pela Liebherr na fabricação de componentes aeronáuticos, são standard em todas as linhas de produtos.

As grandes montadoras demonstraram que valorizam nossos esforços, com premiações como fornecedor internacional.

## **A tecnologia de acionamento e controle**

O controle baseado em um PC, combinado aos comandos digitais altamente dinâmicos, garante excelente qualidade das engrenagens. A utilização consistente de barramentos padrão e módulos de controle altamente integrados permite um mínimo de fiação.

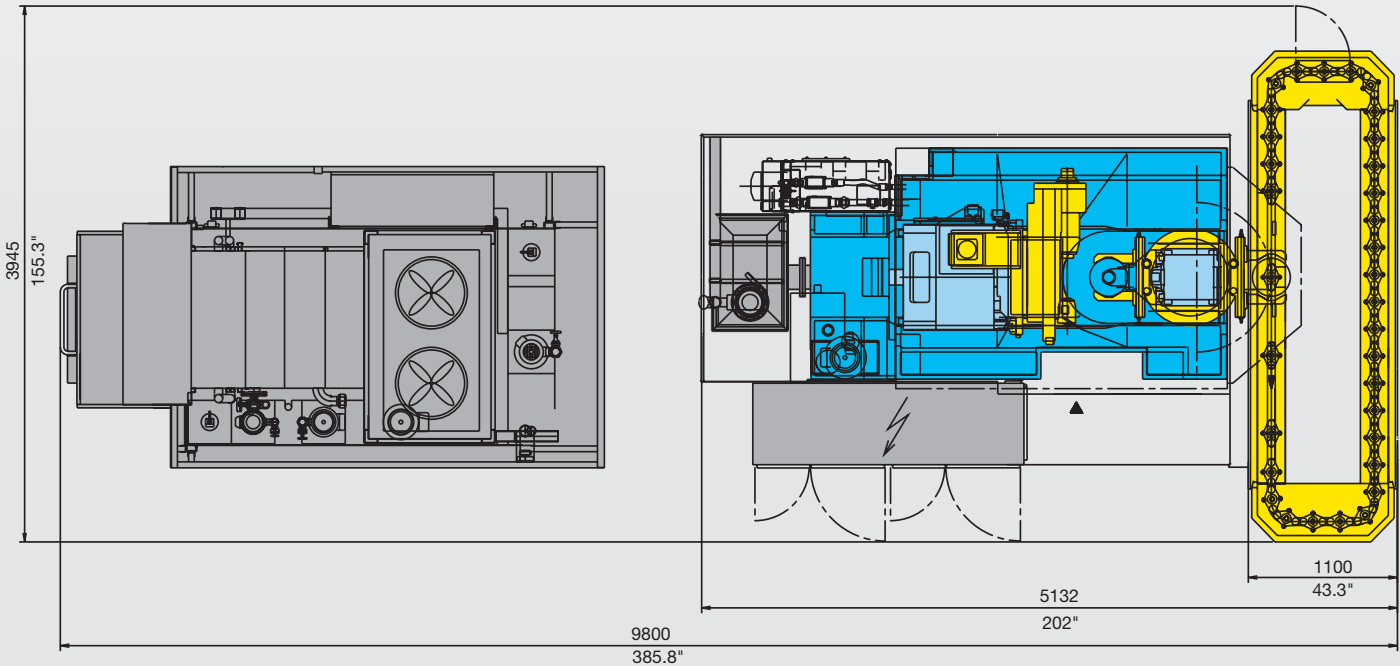
As telas de menu do operador e de programação, especificamente projetadas para a usinagem de engrenagens, permitem a inserção direta dos dados de desenho no controle. Os menus dependentes do contexto e a confirmação da viabilidade em tempo real possibilitam a inserção segura dos dados dos veios e das ferramentas. O entrosamento rápido e automático das peças previamente usinadas é complementado pelos algoritmos de software para compensar a deformação provocada pelo tratamento térmico. Com os dados inseridos diretamente a partir dos diagramas de medição, o controle gera quaisquer correções necessárias.





# Dados Técnicos

		LCS 200	LCS 300	LCS 380	LCS 500
Diâmetro da ferramenta	mm	200	300	380	500
Velocidade da mesa	rpm	2.000	2.000	1.000	1.000
Avanço axial (máx.)	mm	600/1000	600/1000	600/1000	600/1000
Velocidade do avanço axial	mm/min	10.000	10.000	10.000	10.000
Velocidade do avanço radial	mm/min	8.000	8.000	8.000	8.000
Ângulo de giro do cabeçote	Graus	±35 (±45)	±35 (±45)	±35 (±45)	±35 (±45)
Módulo máx.(geração)	mm	8	8	8	8
Módulo máx. (retífica de perfil)	mm	14	14	14	14
Velocidade máx. rebolo	rpm	12.000	12.000	12.000	12.000
Diâmetro máx. da ferramenta CBN (geração)	mm	170	170	170	170
Diâmetro máx. da ferr. CBN (retífica de perfil)	mm	200	200	200	200
Diâmetro max. da ferr. de alumina (geração)	mm	320	320	320	320
Diâmetro max. da ferr. de alumina (retífica de perfil)	mm	320	320	320	320
Comprimento máximo da ferramenta	mm	230	230	230	230
Curso tangencial (máx.)	mm	320	320	320	320
Potência do eixo principal	kW	35	35	35	35
Peso da máquina com contra coluna	aprox. kg	16.000	16.000	16.000	16.000
Carga total conectada	aprox. kVA	35	35	35	35



Layout LC 380

# Máquinas ferramentas e sistemas de automação Liebherr

Com cerca de 60 anos de experiência a Liebherr é um dos principais fabricantes de equipamentos de automação, máquinas CNC e ferramentas de corte de engrenagens. Estes produtos são o resultado de funcionários altamente qualificados e os mais modernos sistemas de produção em cada uma das suas plantas. Os produtos são caracterizados por economia, alta qualidade e confiabilidade, em combinação com um elevado grau de flexibilidade. A Liebherr emprega cerca de 1.200 pessoas no campo de máquinas ferramenta e tecnologia de automação e tem instalações de produção em Kempten e Ettlingen (Alemanha), Collegno (Itália), Saline (Michigan, EUA) e Bangalore (Índia).

## Soluções integradas para máquinas de corte de engrenagens

A gama de máquinas Liebherr no campo de corte de engrenagens inclui máquinas de corte de engrenagens por geração, máquinas de plainar e retífica de geração e perfil, todas conhecidas por seu alto grau de estabilidade e disponibilidade. A Liebherr pode fornecer todas as tecnologias necessárias para a fabricação de engrenagens de alta qualidade e está em constante desenvolvimento dessas tecnologias. É atribuída especial importância para a eficiência e economia de energia.

As máquinas para corte de engrenagem Liebherr são fornecidas aos fabricantes de renome de engrenagens e redutores, bem como anéis eólicos em larga escala em todo o mundo. Elas são aplicadas principalmente nas indústrias automotiva e também cada vez mais na indústria de energia eólica para a fabricação de engrenagens para geradores eólicos.

## Ferramentas de alta qualidade para corte de engrenagens

A Liebherr produz ferramentas de precisão de alta qualidade para a usinagem verde e em duro de engrenagens e todas as máquinas de corte de engrenagens Liebherr são equipadas com essas ferramentas. A linha inclui também ferramentas e produtos da Lorenz que podem ser personalizados para aplicações específicas.

## Sistemas de Automação e movimentação de materiais para uma grande gama de aplicações

Liebherr tem uma vasta gama de produtos para portais lineares, sistemas de movimentação de paletes, sistemas de transporte e integração de robô para projetos em todas as áreas de produção e pode fornecer equipamentos com disponibilidade acima da média de mercado.

**[www.liebherr.com.br](http://www.liebherr.com.br)**



**Liebherr-Verzahntechnik GmbH**  
Werk Ettlingen  
Gear cutting tools  
Hertzstraße 9-15  
76275 Ettlingen, Germany  
☎ +49 (0)7243 708-0  
Fax +49 (0)7243 708-685  
[tools.lvt@liebherr.com](mailto:tools.lvt@liebherr.com)

**Liebherr-Utensili S.r.l.**  
Gear cutting tools  
Via Nazioni Unite 18  
10093 Collegno TO, Italy  
☎ +39 (0)114 248711  
Fax +39 (0)114 559964  
[info.lut@liebherr.com](mailto:info.lut@liebherr.com)

**Liebherr-Gear Technology Inc.**  
Machine tools  
**Liebherr Automation Systems Co.**  
Automation systems  
1465 Woodland Drive  
Saline, MI 48176-1259, USA  
☎ +1 7344 297225  
Fax +1 7344 292294  
[info.lgt@liebherr.com](mailto:info.lgt@liebherr.com)

**Liebherr-Machine Tools India Pvt. Ltd**  
Machine tools  
353/354, 4th Main, 9th Cross, 4th Phase  
Peenya Industrial Area  
Bangalore - 560 058, India  
☎ +91 (0)80 41 273033  
Fax +91 (0)80 41 272625  
[info.mti@liebherr.com](mailto:info.mti@liebherr.com)

## Liebherr Brasil Guindastes e Máquinas Operatrizes Ltda.

Rua Dr. Hans Liebherr, nr. 1 – Vila Bela – CEP 12522-635 – Guaratinguetá, SP  
☎ +55 (12) 31 28-42 42, Fax +55 (12) 31 28-42 43  
[www.liebherr.com.br](http://www.liebherr.com.br), E-Mail: [info.lbr@liebherr.com](mailto:info.lbr@liebherr.com)  
[www.facebook.com/LiebherrConstruction](https://www.facebook.com/LiebherrConstruction)