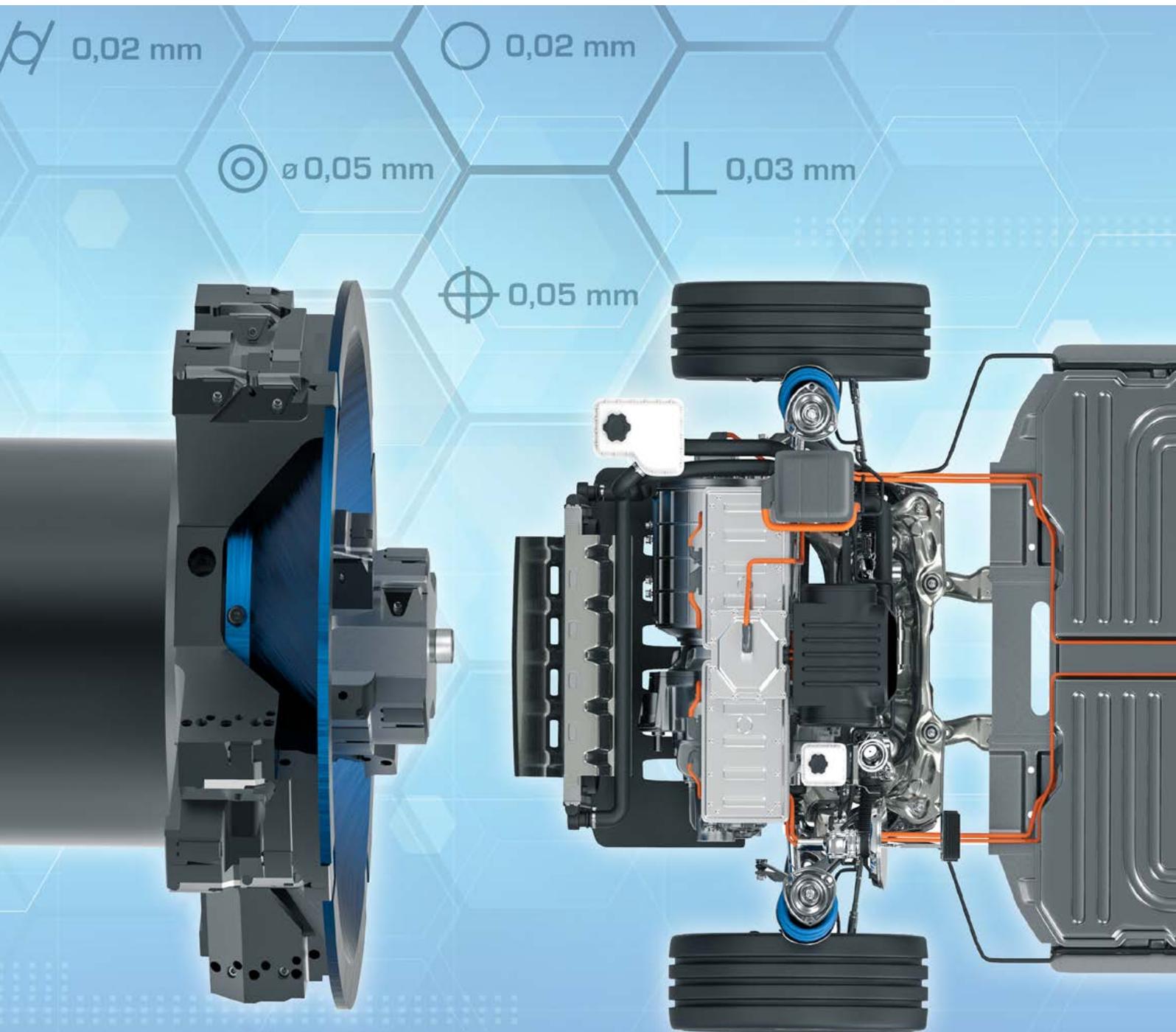




Su socio tecnológico para el mecanizado económico  
**MOVILIDAD ELÉCTRICA**



# Mercados y sectores

Gracias a su cercana y estrecha colaboración con los clientes, MAPAL conoce y comprende casi todos los procedimientos y aplicaciones en la fabricación por mecanizado. Las soluciones de MAPAL se aplican en campos de sectores muy diversos.

Para los desafíos de la industria automotriz y la producción a gran escala en la que se basa, MAPAL desarrolla desde siempre innovaciones que se utilizan con éxito tanto en el chasis como en la zona del tren motriz y en la electromovilidad de todos los fabricantes de renombre y sus proveedores. Gracias a las soluciones con procesos seguros, MAPAL también es un socio acreditado para la industria aeronáutica y sienta bases y tendencias en la técnica de la fabricación y el mecanizado. Asimismo, también dispone de un amplio catálogo de productos para el campo de especialización más reciente: el sector de moldes y troqueles.





**Alemania**  
Central del grupo empresarial

**Cerca del cliente en todo el mundo**

El diálogo estrecho con los clientes y, por tanto, la detección temprana de los requisitos tecnológicos y los enfoques para las innovaciones son pilares fundamentales de la política empresarial de MAPAL. Por eso MAPAL cuenta con representación directa en 25 países en forma de sucursales de producción y distribución. De este modo, las distancias son cortas y es posible mantener contactos personales y colaboraciones a largo plazo.

Además de los principales centros de producción en Alemania, las instalaciones locales de producción garantizan plazos más breves para suministrar en los mercados más importantes del mundo a nivel estratégico. Son responsables de la fabricación de productos seleccionados, así como del reacondicionamiento, las reparaciones y las renovaciones de pedidos para el mercado local.

Además de las sucursales propias, los productos de MAPAL están disponibles en otros 19 países mediante representantes de distribución.



**N.º 1**

Líder tecnológico en el procesamiento por mecanizado de componentes cúbicos.

Sucursales con producción, distribución y servicio técnico en

**25** países.

Inversiones anuales en investigación y desarrollo por valor del

**6%** de la facturación.

Más de

**450**

asesores técnicos en campo.

Más de

**300**

aprendices en todo el mundo.

**Nuestro mayor activo: Más de**

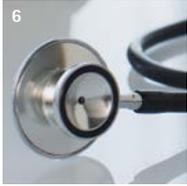
**5000**

trabajadores en todo el mundo.

Sectores de MAPAL








- 1 Electromovilidad
- 2 Automotriz
- 3 Aeroespacial
- 4 Construcción de máquinas
- 5 Producción energética
- 6 Tecnología médica
- 7 Moldes y troqueles
- 8 Construcción naval
- 9 Transporte ferroviario

# Movilidad eléctrica: soluciones de herramientas para cada concepto

## La movilidad se transforma: el objetivo es un futuro con neutralidad de CO2

Para la industria automotriz, esto implica desarrollar sistemas de propulsión alternativos. El planteamiento básico es cambiar los motores de combustión por una propulsión eléctrica, pero esta evolución no se materializa de la noche a la mañana. Por eso se siguen desarrollando componentes para la propulsión convencional y aumenta el uso de vehículos con sistemas híbridos. No obstante, tarde o temprano los vehículos completamente eléctricos serán mayoría en las carreteras.

Como proveedor de herramientas de mecanizado para la industria automotriz, MAPAL lleva tiempo integrando este tema en la orientación estratégica de la empresa. Y su competencia en el mecanizado del grupo motopropulsor convencional se transfiere a los componentes mecanizados de los vehículos de propulsión eléctrica.



# CONTENIDO

## Introducción

---

Nuevos sistemas y componentes para la movilidad eléctrica	6
---	---

## Accionamientos eléctricos

---

Requisitos y proceso de mecanizado	8
Requisitos de mecanizado y características de los distintos tipos de carcasas	10
Soluciones de mecanizado para las carcasas de motores eléctricos	
Orificio del estator	12 - 16
Orificios de cojinete y posición, superficies de junta y apoyo	18

## Equipos secundarios eléctricos

---

Soluciones de mecanizado para compresores de espiral	20
--	----

## Suministro energético

---

Soluciones de mecanizado para la caja de la batería y la electrónica de potencia	22
--	----

## Micromovilidad eléctrica

---

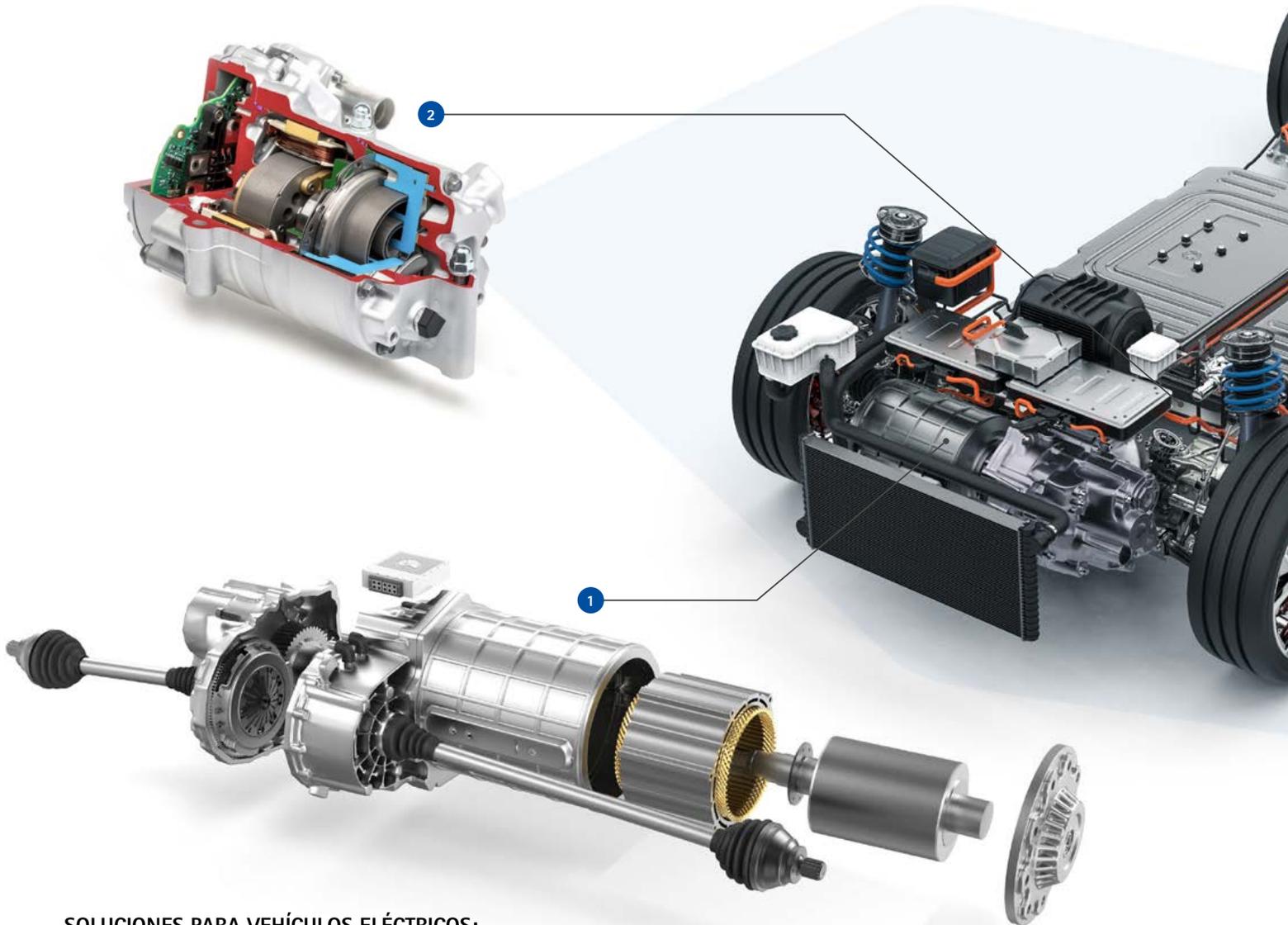
Soluciones de mecanizado para carcasas de motores pequeñas	24
--	----

## Ingeniería

---

MAPAL como socio tecnológico	26
------------------------------	----

# Nuevos sistemas y componentes para la movilidad eléctrica



## SOLUCIONES PARA VEHÍCULOS ELÉCTRICOS:

1

### Accionamientos eléctricos (Híbridos y completamente eléctricos)

**Máxima precisión con grandes diámetros**  
En los vehículos con propulsión eléctrica se utilizan distintas carcasas para motores eléctricos. Se puede diferenciar básicamente entre tres tipos constructivos. MAPAL presenta innovadoras soluciones de herramientas para las tareas de mecanizado de los tipos de carcasas.

» Más a partir de la página 8

2

### Equipos secundarios eléctricos (Gestión térmica)

**Formas espirales con tolerancias en el rango de  $\mu\text{m}$**   
La electrificación de los vehículos no solo afecta a la propulsión y al almacenamiento de energía, sino también a algunos equipos secundarios. Un ejemplo de ello es el compresor de refrigerante eléctrico (compresor de espiral).

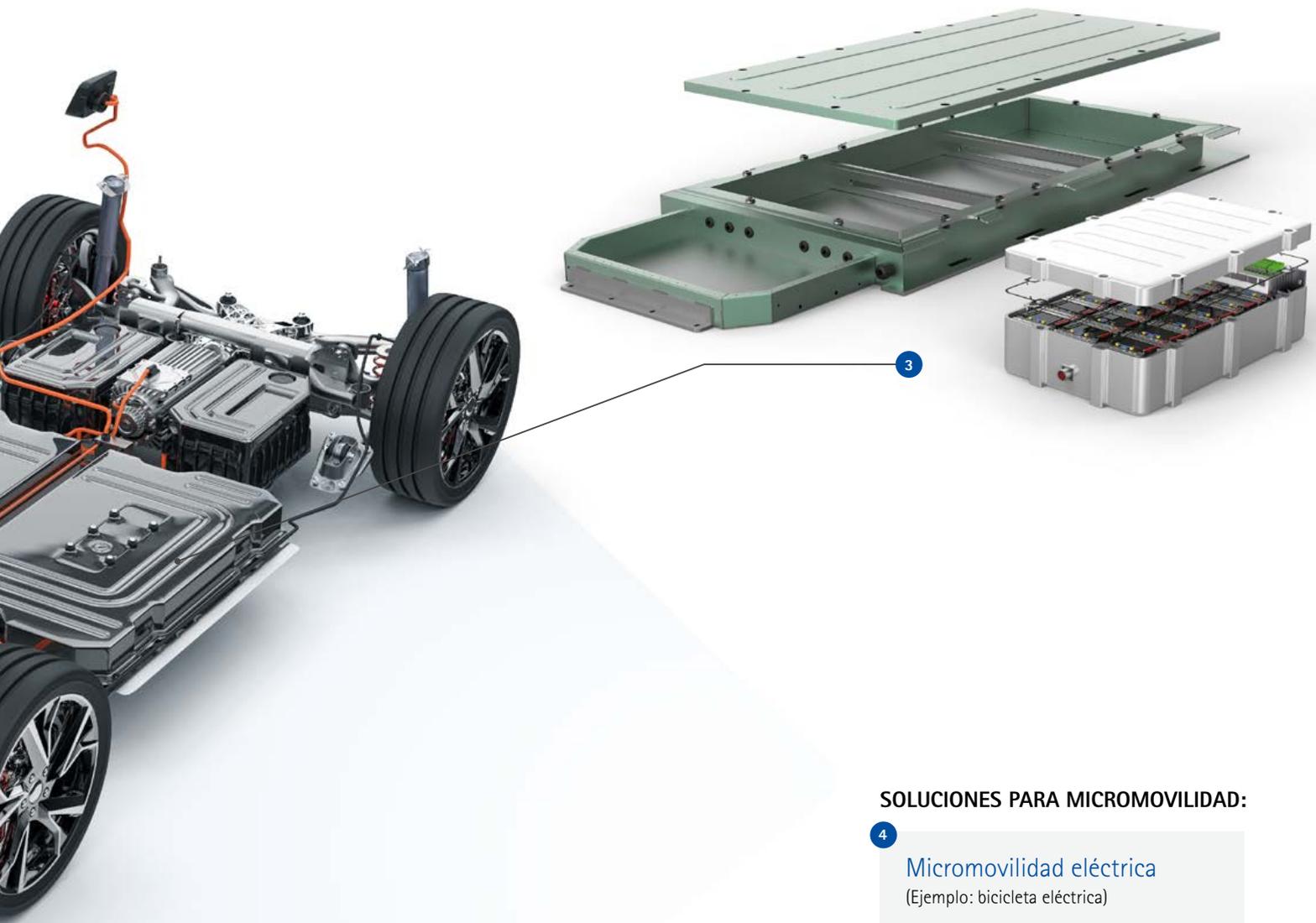
» Más a partir de la página 20

3

### Suministro energético (Almacenamiento, control, carga)

**Mecanizado sin vibraciones de carcasas complejas y de paredes finas**  
MAPAL ofrece las herramientas correspondientes con una estrategia de mecanizado óptima para las distintas variantes de cajas de baterías y electrónicas de potencia. El amplio portfolio de herramientas incluye herramientas completas en metal duro y PCD.

» Más a partir de la página 22



**SOLUCIONES PARA MICROMOVILIDAD:**

4

**Micromovilidad eléctrica**

(Ejemplo: bicicleta eléctrica)

**Máxima precisión también a pequeña escala**

Las carcasas de paredes muy finas en aluminio o magnesio se deben fabricar con estrechas tolerancias en cuanto a forma, funcionamiento y posición. La elevada precisión garantiza una comodidad notable de los accionamientos de bicicletas eléctricas.

**>> Más a partir de la página 24**



# Accionamientos eléctricos

Los fabricantes de automóviles y los proveedores se enfrentan a nuevos retos para los componentes de los motores eléctricos. El ejemplo de la carcasa de un motor eléctrico demuestra su magnitud: En comparación con una caja de cambios, esta se debe fabricar con un margen de tolerancia considerablemente más estrecho, ya que la precisión ejerce una gran influencia en la efectividad del motor.

Además, la carcasa del motor eléctrico tiene unas paredes considerablemente más finas que una caja de cambios debido a su estructura especial, por ejemplo por los canales de refrigeración integrados. En algunas de estas carcasas además se han insertado casquillos de cojinetes de materiales de acero. Las placas de protección especiales de la herramienta sirven para que las virutas de acero no entren en contacto con las superficies de aluminio y las dañen durante el mecanizado.

## Tolerancias requeridas

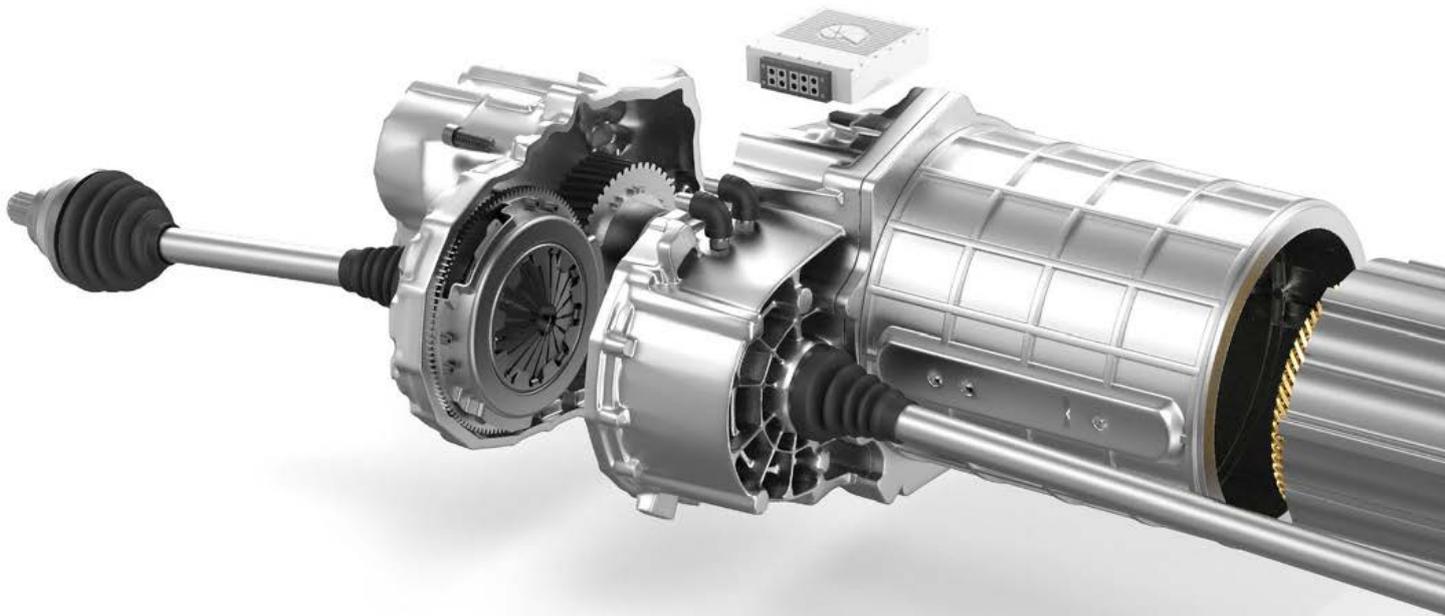
 0,02 mm

  $\varnothing$  0,05 mm

 0,05 mm

 0,02 mm

 0,03 mm



## SOLUCIONES PARA...

### ... herramientas de alta productividad para la producción a gran escala

MAPAL se encarga de la proyección de piezas de trabajo completas e implementa un proceso seguro para la producción a gran escala. Esto permite al cliente centrarse en su competencia principal de forma rápida, flexible y transparente.

### ... herramientas con peso optimizado para la fabricación en serie con HSK-A63

Si se siguen utilizando las máquinas disponibles, se ahorran tiempo y costes. MAPAL apoya a sus clientes con los conocimientos necesarios para el reequipamiento con procesos seguros para la fabricación en serie adaptada a las necesidades individuales.

### ...soluciones de herramientas flexibles y económicas para la producción a pequeña escala

Las soluciones de herramientas ajustables posibilitan un mecanizado flexible, algo especialmente relevante para la fabricación a pequeña escala y de prototipos, debido a la variabilidad de los requisitos. Para ello, MAPAL ofrece soluciones de herramientas sencillas, flexibles y económicas, adaptadas de forma óptima a todos los requisitos.

## Procedimiento básico para el mecanizado de carcasas de motores eléctricos

El proceso de mecanizado y las herramientas se diseñan de forma individual en función de la situación de eliminación de material, el parque de máquinas y la configuración de fijación. De este modo, las fuerzas de corte que actúan sobre el componente se mantienen en los niveles más bajos posibles. Para el dimensionamiento de las herramientas, en la mayoría de los casos es decisiva la potencia de la máquina de mecanizado, además de los requisitos del componente.

### El mecanizado del orificio del estator se subdivide en tres pasos:

Para el premecanizado, primero hay que seleccionar una herramienta de retaladrado. Este concepto permite velocidades de corte y alimentación elevadas para una retirada de material rápida y económica.

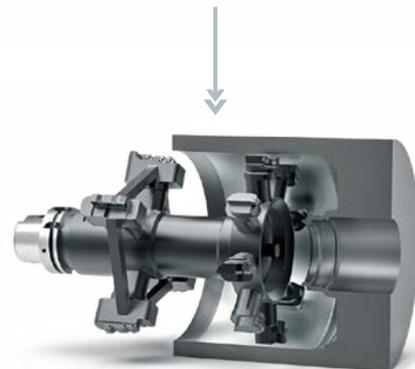
En el caso del mecanizado semiterminado, se premecaniza el laborioso trazado del contorno de la carcasa del motor eléctrico de modo que durante el mecanizado fino final se pueda fabricar el contorno completo con chaflanes y transiciones radiales con la calidad exigida.

En el último paso, se mecaniza el orificio del estator de forma precisa con una tolerancia de unos pocos  $\mu\text{m}$ , con una herramienta de taladrado fino y con placas de corte y guías de apoyo de ajuste fino.

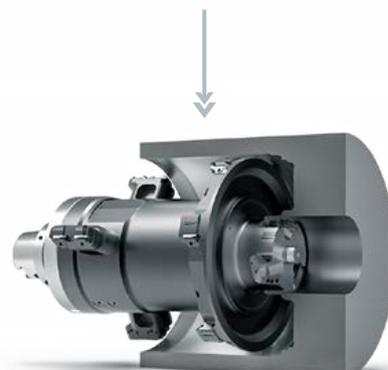
En comparación con el mecanizado final del orificio, así se pueden lograr tiempos principales considerablemente más breves (véase la tabla siguiente).



1. Premecanizado



2. Mecanizado semiterminado



3. Mecanizado fino



Conceptos	Secuencia de trabajo	Z	$\phi$ [mm]	n [1/mm]	$f_z$ [mm/Z]	$v_f$ [mm/min]	$a_p$ [mm]	$t_H$ [mm]	Comparación de tiempos principales
Mecanizado final del agujero	Desbaste	1	219,0	600	0,2	120	1,7	1,67	5 min
	Acabado	1	220,0	600	0,1	60	0,5	3,33	
Retaladrado y taladrado fino	Retaladrado	4	215,7	1476	0,2	1180	máx. 7,0	0,17	0,48 min
	Semiterminado	8	219,7	1083	0,3	2600	2,0	0,08	
	Acabado	4	220,0	1083	0,2	866	0,15	0,23	

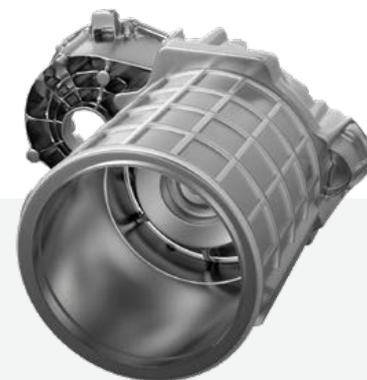
Valores determinados en el ejemplo concreto de un componente para comparar las posibilidades de mecanizado

# Requisitos de mecanizado y características de los distintos tipos de carcasas

## Carcasa de motor eléctrico muy integrada

### Descripción:

Carcasa compleja muy integrada con alojamiento para estator, alojamiento para transmisión y conexión para la electrónica de potencia. La elevada integración funcional ahorra costes de montaje. Estructura compacta. Carcasa de colada compleja.



### CARACTERÍSTICAS

- Estator colocado directamente dentro de la carcasa o sobre soporte de estator/recubrimiento de refrigeración
- Orificio de estator con niveles y superficies planas como superficies funcionales
- Un orificio de cojinete del rotor integrado en la carcasa de forma coaxial respecto al orificio del estator
- Posicionamiento de la segunda tapa de cojinete sobre los pasadores o las superficies de ajuste; el segundo orificio de cojinete debe ser coaxial
- Orificios de cojinetes de los niveles de transmisión integrados en la carcasa; se requiere alta concentricidad y precisión de posicionamiento
- Canales de refrigeración integrados parcialmente en la carcasa
- Carcasa compleja de aluminio

### REQUISITOS DE MECANIZADO

- Trazado laborioso de contornos con varios niveles de diámetro (→ elevadas fuerzas de corte y gran volumen de mecanizado)
- Mecanizado mixto (→ separación/evacuación de virutas)
- Cortes interrumpidos (→ contacto, circuito de refrigeración)
- Chaflanes de introducción planos de 15°-30° (→ Formación de viruta continua y altas fuerzas radiales)

## Carcasa de motor eléctrico con forma de olla

### Descripción:

Para reducir la complejidad, en especial para realizar una estructura más sencilla del recubrimiento de refrigeración, se utilizan carcasas o soportes de estator en forma de olla o de campana.



### CARACTERÍSTICAS

- Como carcasa intermedia para la integración de todo el sistema
- Orificio de estator con niveles y superficies planas como superficies funcionales
- Un orificio de cojinete del rotor integrado en la carcasa de forma coaxial respecto al orificio del estator
- Posicionamiento sobre superficies de ajuste en la superficie exterior
- Canales de refrigeración como nervios en el lado exterior
- Paredes finas, propenso a la vibración
- Tensión problemática

### REQUISITOS DE MECANIZADO

- Componente de paredes extremadamente finas (→  $a_p$  corresponde al grosor de pared)
- Los nervios de refrigeración exteriores se deben mecanizar
- Forma de olla o campana (→ favorece las vibraciones, los sistemas especiales de fijación y los amortiguadores de vibración)
- Chaflanes de introducción planos de 15°-30° (→ formación de viruta continua y elevadas fuerzas radiales)

## Carcasa de motor eléctrico con forma tubular



### Descripción:

La forma constructiva más sencilla en las carcasas de motores es la forma tubular. La longitud de la carcasa, y por tanto de la máquina eléctrica, pueden variar de forma relativamente sencilla para las distintas potencias. Por eso aumenta el esfuerzo de montaje debido a la baja integración funcional.

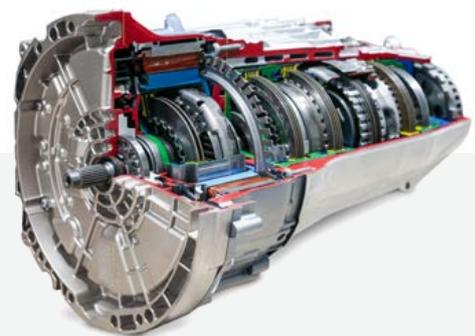
### CARACTERÍSTICAS

- No hay orificio de cojinete del rotor integrado en la carcasa
- Dos tapas de cojinete para el alojamiento del rotor
- Posicionamiento de las dos tapas de cojinete sobre las superficies de ajuste para la coaxialidad de las posiciones de cojinete
- Menor complejidad
- Prácticamente con rotación simétrica
- Paredes finas, propenso a la vibración
- Tensión problemática

### REQUISITOS DE MECANIZADO

- Componentes más estables, principalmente con estructura de refrigeración interior
- También son posibles perfiles de extrusión (AlSi1 → virutas continuas)
- Sin bridas tensoras (→ sistemas de fijación especiales)
- Parcialmente con ajustes a ambos lados en tolerancia IT6

## Carcasa de transmisión híbrida y carcasa intermedia/módulo híbrido



### Descripción:

Integración de la máquina eléctrica en la arquitectura existente de la transmisión mediante módulo híbrido o carcasa intermedia en forma laminar. Las estructuras de espacio neutro también se realizan con carcasas parcialmente con forma de olla como pieza de inserción.

### CARACTERÍSTICAS

#### Módulo híbrido/carcasa intermedia

- Principalmente alojamiento del estator
- En caso de forma laminar sin cojinete del rotor
- En caso de forma de olla, un rodamiento de rotor integrado

#### Carcasa de transmisión híbrida

- Relación extrema de longitud-diámetro
- Paredes finas, propenso a la vibración
- Trazado de contornos laborioso
- Corte interrumpido

### REQUISITOS DE MECANIZADO

#### Carcasa de transmisión híbrida

- Tolerancia IT6
- Elevados requisitos de coaxialidad y medidas escalonadas
- Peso máximo y movimiento basculante limitados

# Soluciones para carcasas de motores eléctricos

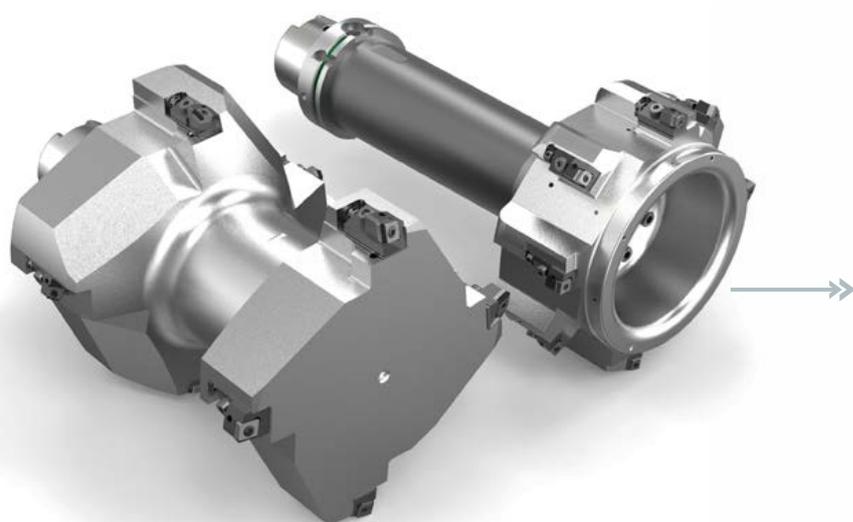
## Solución en serie con HSK-100

### Muy productiva para grandes diámetros

- Proceso en tres fases (premecanizado, mecanizado semiterminado y mecanizado fino)
- Gran diámetro de mecanizado de > 220 mm
- Máximo rendimiento y precisión
- Proceso ideal para grandes números de piezas y tiempos de ciclo breves

#### 1. Premecanizado

Desbastado eficiente con elevadas profundidades de corte

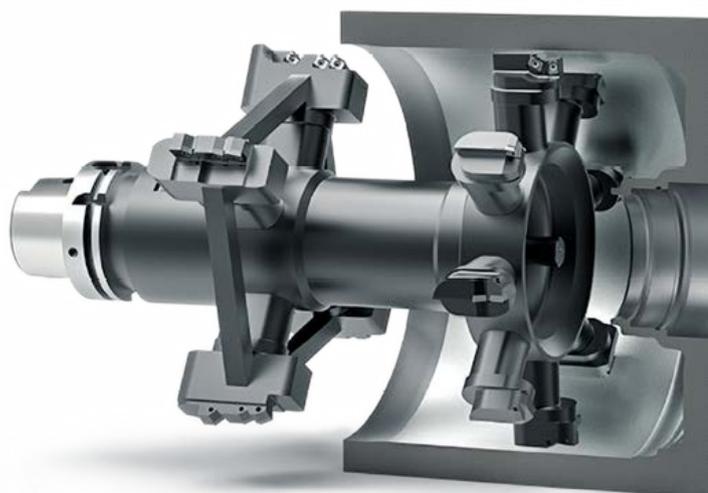


#### HERRAMIENTA DE RETALADRADO ISO CON ESTRUCTURA DE ALUMINIO

- $\varnothing$  250 / 258 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- Cartucho ISO
- Ejecución en uno o varios niveles
- Peso: máx. 21 kg

#### 2. Mecanizado semiterminado

Indicación de contorno para la aproximación al contorno final

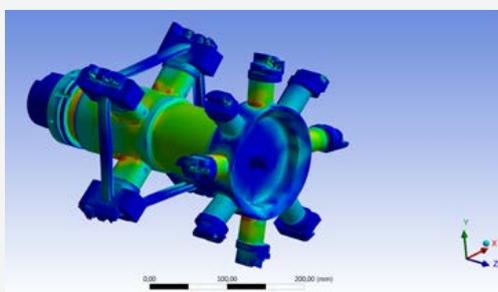


#### HERRAMIENTA DE RETALADRADO DE PRECISIÓN

- $\varnothing$  272 / 278 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- Ejecución como diseño soldado o con cuerpo básico de aluminio
- Peso: máx. 17,3 kg

#### Diseño individual de la herramienta para requisitos específicos

- Simulación de los componentes de la fuerza de mecanizado
- Cálculo del peso y del momento de vuelco
- Cálculo por método de elementos finitos (FEM) de las frecuencias propias del sistema y de la elasticidad bajo carga de torsión/fuerza axial
- Cálculo de la distribución de refrigerante y del caudal volumétrico





### 3.1 Mecanizado fino

#### Innovaciones para la máxima precisión

#### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN EN ESTRUCTURA LIGERA DE ACERO CON PLACA DE PROTECCIÓN PARA EL MECANIZADO MIXTO DEL ORIFICIO DEL COJINETE

- $\varnothing$  70 / 156 / 250 / 260 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD para carcasas de aluminio
- $A = 362 \text{ mm} \mid z = 2+4$
- Placas de corte de cermet para el mecanizado de casquillos de cojinete de acero
- Con ajuste fino y temperatura estable
- Tecnología de guías de apoyo
- Peso: máx. 21 kg

#### En detalle:

Con ayuda de un nivel de guía de virutas especial, el suministro de refrigerante correspondiente y las cavidades para virutas abiertas, las virutas de acero se evacúan hacia delante de forma segura. Por el contrario, las virutas de aluminio se evacúan hacia atrás mediante un lavado a contracorriente de diseño propio. Para garantizar además que las virutas de acero no accedan a la zona de aluminio, la herramienta está equipada con una placa de protección que garantiza que las virutas de acero permanezcan en la zona delantera.

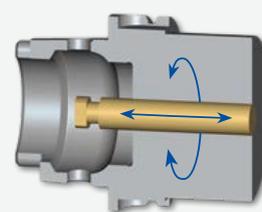
### 3.2 Mecanizado fino

#### Mecanizado flexible del contorno interno

#### HERRAMIENTA ACCIONADA PARA SISTEMAS DE EJE U

- $\varnothing$  80 / 220 mm
- Apto para el mecanizado de variantes de carcasa
- Para la compensación del desgaste de la cuchilla
- Peso: máx. 23 kg

#### En detalle:



#### EJE U (de rotación/traslación)

Las correderas móviles se mueven mediante el eje U (barra de tracción o de giro) de la máquina de mecanizado, se controlan mediante el control de la máquina y se ajustan mediante el control CN de la máquina. Se trata de un eje CN completamente integrado que se puede usar para el mecanizado de contornos.

# Soluciones para carcasas de motores eléctricos

## Solución de serie con HSK-63

### Para diámetros medianos y pequeños

- Se requieren herramientas especialmente ligeras
- Se recomienda un diámetro del orificio del estator de < 220 mm
- Herramientas adaptadas a una oferta de menor potencia y espacio
- También es apta para reequipamiento de máquinas e instalaciones existentes

#### 1. Premecanizado

Flexible para distintos diámetros



#### FRESADORA HELICOIDAL CON PLACAS DE CORTE REVERSIBLES ISO

- Placas de corte reversibles con recubrimiento ISO de metal duro o placas de corte con recubrimiento de PCD
- Fuerzas de corte reducidas
- Producto estándar
- Extensión HSK para distintas profundidades de mecanizado

#### 2. Mecanizado semiterminado

Indicación de contorno para la aproximación al contorno final

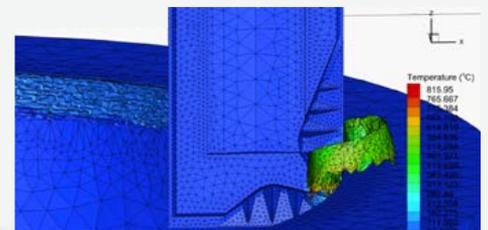


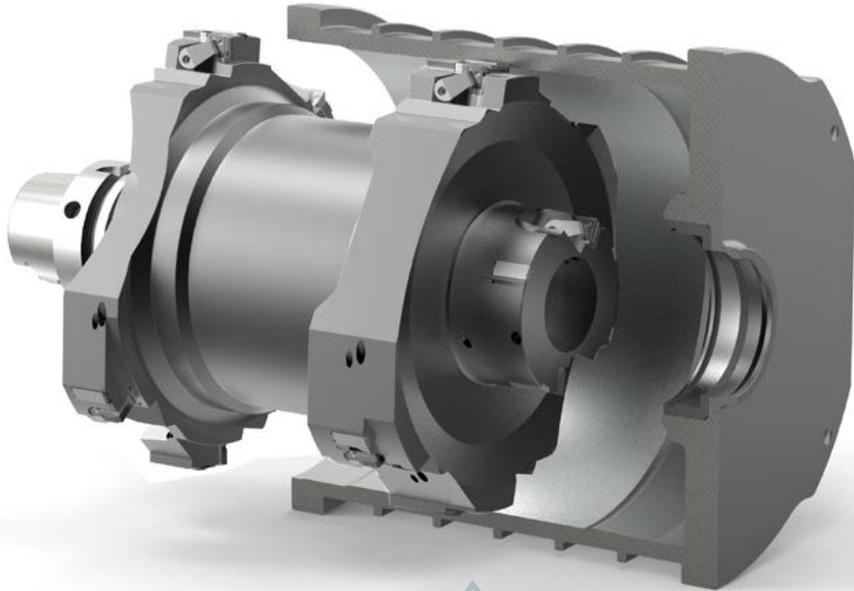
#### HERRAMIENTA DE RETALADRADO DE PRECISIÓN

- $\varnothing$  182 / 185 mm
- Cartucho ISO
- Placas de corte ISO con recubrimiento de PCD
- Cuerpo básico de aluminio
- Peso: máx. 9,5 kg

### Seguridad del proceso mediante el control de virutas: niveles de guía de virutas para el mecanizado fino de aleaciones de AISi

A fin de garantizar una rotura de virutas definida al retaladrar y escariar con PCD de aluminio con bajo contenido de silicio, MAPAL ha desarrollado un nuevo rompevirutas. Su topología especial desarrollada con ayuda de simulaciones en 3D proporciona una rotura de viruta definida y, por tanto, virutas cortas. También se garantiza una rotura de viruta y una forma de viruta definidas en caso de avance reducido y bajo arranque de material. Así se garantizan la máxima potencia y seguridad del proceso.





### 3.1 Mecanizado fino

#### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN EN ESTRUCTURA LIGERA DE ACERO

- $\varnothing$  70 / 176 / 185 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- A = 198 mm | z = 2+4+2
- Placas de corte de cermet para el mecanizado de casquillos de cojinete de acero
- Con ajuste fino y temperatura estable
- Tecnología de guías de apoyo con sistema EA
- Peso: máx. 11,5 kg



### 3.2 Mecanizado fino

#### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN EN ACERO ULTRALIGERO

- $\varnothing$  219 / 222 / 225 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- A = 257 mm | z = 2+4+2
- Con ajuste fino y temperatura estable
- Tecnología de guías de apoyo
- Peso: máx. 8,5 kg



# Soluciones para carcasas de motores eléctricos

## Construcción de prototipos, producción piloto y a pequeña escala Soluciones de herramientas sencillas, flexibles y económicas

- Mecanizado en máquinas existentes
- Herramientas estándar o herramientas especiales sencillas
- Soluciones con concesiones → máquina pequeña, herramienta grande
- El tiempo de ciclo no es lo importante
- Se quiere una gran flexibilidad
- Uso universal
- En función de los contornos

### 1. Premecanizado

Flexible para distintos diámetros



#### FRESADORA HELICOIDAL CON PLACAS DE CORTE REVERSIBLES ISO

- Placas de corte reversibles con recubrimiento ISO de metal duro o placas de corte con recubrimiento de PCD
- Fuerzas de corte reducidas
- Producto estándar
- Extensión HSK para distintas profundidades de mecanizado

### 2. Mecanizado semiterminado

Indicación de contorno para la aproximación al contorno final



#### HERRAMIENTA DE RETALADRADO CON PLACAS DE CORTE REVERSIBLES ISO

- $\varnothing$  210 mm
- Forma de herramienta adaptada al cambiador del cargador
- Placas de corte reversibles con recubrimiento ISO de metal duro o placas de corte con recubrimiento de PCD
- Peso: máx. 3,5 kg

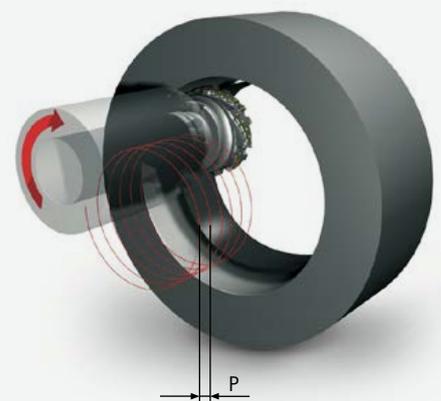
### Fresadoras helicoidales: penetración oblicua en forma de espiral

La penetración oblicua en forma de espiral es una alternativa al retaladrado. Para ello, se realiza un movimiento en forma de círculo con un avance axial homogéneo. Debido al mayor recorrido de mecanizado, el tiempo de mecanizado es mayor que para el retaladrado. Para ello, las fuerzas de corte incidentes son considerablemente menores, por lo que también es posible mecanizar el orificio del estator en máquinas con

par bajo y potencia baja. Además, usar una fresadora helicoidal permite el premeconizado con distintos diámetros.

#### Pendiente (P):

La pendiente (P) se corresponde con la tasa de eliminación de material axial por vuelta. Esta depende de la pieza de trabajo, la longitud de la herramienta, el material y la máquina.





### 3. Mecanizado fino

Con herramientas especiales sencillas

#### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN CON GUÍAS DE APOYO

- $\varnothing$  210 mm
- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- Con ajuste fino
- Guías de apoyo de PCD
- Forma de herramienta adaptada al cambiador del cargador
- Peso: máx. 5,5 kg



### Premecanizado y mecanizado fino

Alternativa con herramientas estándar

#### MODULBORE: GRAN FLEXIBILIDAD PARA EL RETALADRADO Y EL TALADRADO DE PRECISIÓN

- Sistema para trabajos previos y finos
- Estructura modular
- Programa estándar a partir de  $\varnothing$  87 mm – 1000 mm
- Cartucho de taladrado de precisión ajustable en el rango de  $\mu$ m
- Manejo sencillo

Cabezales de retaladrado con módulo puente y cartucho ISO



Cabezales de taladrado de precisión con módulo puente y cartucho de taladrado de precisión

#### En detalle:

Los cabezales de taladrado fino con módulo puente y cartucho de taladrado de precisión permiten una gran flexibilidad en la producción a pequeña escala. En los módulos puente hay carros que están equipados con cartuchos de taladrado de precisión ajustables. Un carro opuesto sirve para compensar el desequilibrio.

# Soluciones para carcasas de motores eléctricos

## Orificios de cojinete y posición Con la máxima concentricidad y circularidad

Para el funcionamiento y la efectividad del motor eléctrico es muy importante que haya un espacio constante entre el rotor y el estator. Para ello es decisiva la circularidad y la forma cilíndrica del asiento del cojinete, además de la coaxialidad del orificio del cojinete y el estator. Para cumplir los elevados requisitos de coaxialidad, resulta muy ventajoso aplicar el mecanizado del asiento del cojinete en una configuración de fijación (mecanizado con retirada). En la ejecución como carcasa tubular o con forma de olla, hay al menos una posición de cojinete en una tapa de cojinete separada que se posiciona encima de los orificios de posición o las superficies de ajuste de la carcasa del motor eléctrico.



### 1. Premecanizado

#### Retaladrado de orificios de cojinete y posición



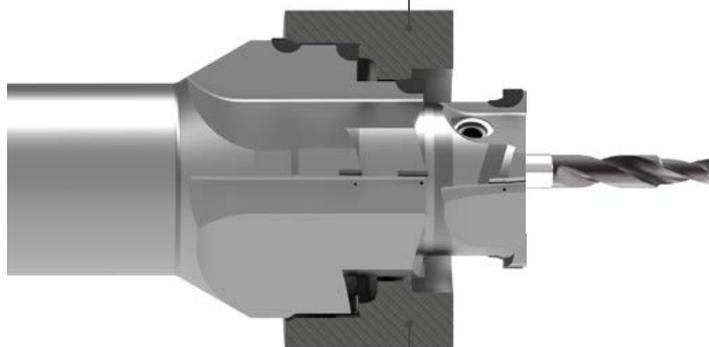
#### HERRAMIENTAS DE RETALADRADO ISO

- Herramienta de retaladrado en varios niveles con broca escalonada completa en metal duro
- Placas de corte ISO con recubrimiento de PCD

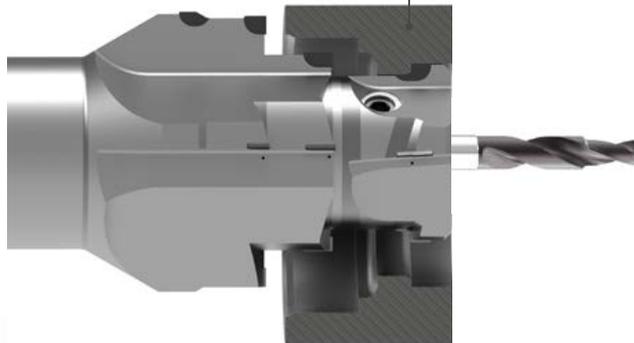
#### HERRAMIENTA DE TALADRADO Y FRESADO DE PCD

- Herramienta de taladrado y fresado de varios niveles con broca escalonada completa en metal duro
- Retaladrado y fresado circular con una herramienta
- Cuchillas de PCD soldadas

#### Mecanizado de retaladrado



#### Fresado circular



## 2. Mecanizado fino

### FRESADORA CIRCULAR ISO DE VARIOS NIVELES CON NIVEL DE RETALADRADO INTEGRADO

- Retaladrado del orificio de cojinete
- Mecanizado fino de superficies planas y cavidad radial



### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN CON SISTEMA WP

- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- Ajustable
- Guías de apoyo
- Mecanizado con retirada integrado



### HERRAMIENTA DE RETALADRADO DE PRECISIÓN

- Herramienta combinada de varios niveles con broca escalonada soldada
- Mecanizado fino del orificio del cojinete y de posición
- Cuchillas de PCD soldadas



### HERRAMIENTA DE TALADRADO DE PRECISIÓN CON SISTEMA WP

- Placas de corte con recubrimiento de PCD
- Ajustable
- Guías de apoyo
- Mecanizado con retirada integrado

### Superficies de junta y apoyo



### FRESADORA PLANA CON FRESAS DE PCD

- Creación de perfiles de superficie definidos para superficies de junta y apoyo (por ejemplo estructuras con cortes cruzados)
- Acabado de la superficie  $R_z < 1$



### FRESADORA PLANA MONOLÍTICA CON FRESAS DE PCD

- Las proyecciones largas permiten el mecanizado de puntos de difícil acceso

### Mecanizado exterior del orificio de cojinete



### ESCARIADOR EXTERIOR CON SISTEMA EA

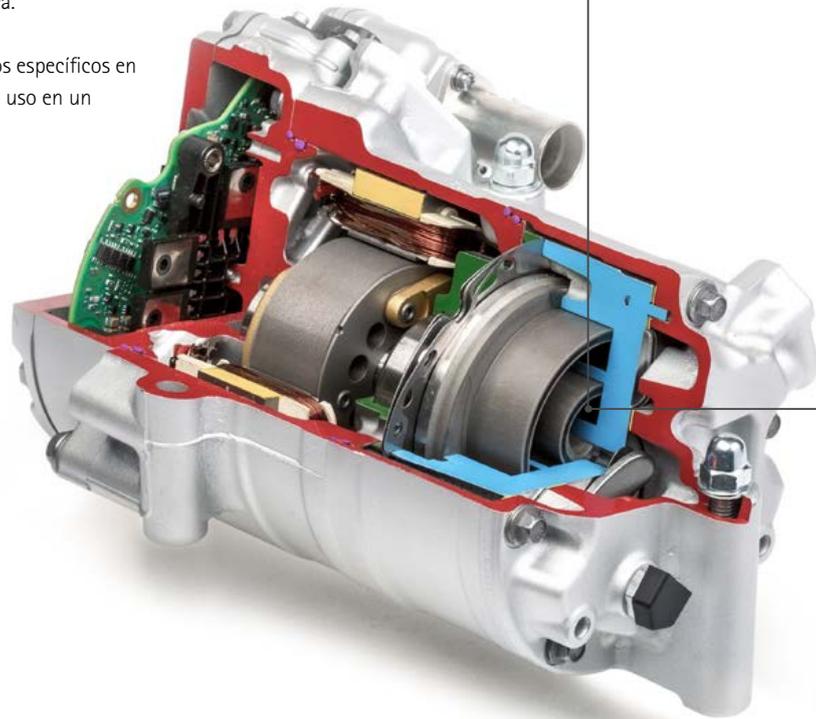
- Mecanizado exterior del orificio de cojinete

# Equipos secundarios eléctricos

Como consecuencia de la electrificación en la industria automotriz, los componentes eléctricos cada vez asumen más tareas, incluso en la propulsión de los motores de combustión. Mediante la electrificación de los equipos secundarios, dichos componentes pueden adaptar su funcionamiento a las necesidades y la carga, contribuyendo así a reducir el consumo energético. Se caracterizan por su elevada fiabilidad y sus bajas emisiones de ruido, así como por su excelente eficiencia energética.

Un ejemplo de ello es el compresor de espiral que se utiliza como compresor eléctrico de refrigerante en la gestión térmica.

Como ejemplo se presentan tres mecanizados específicos en un compresor de espiral de aluminio para su uso en un vehículo eléctrico.



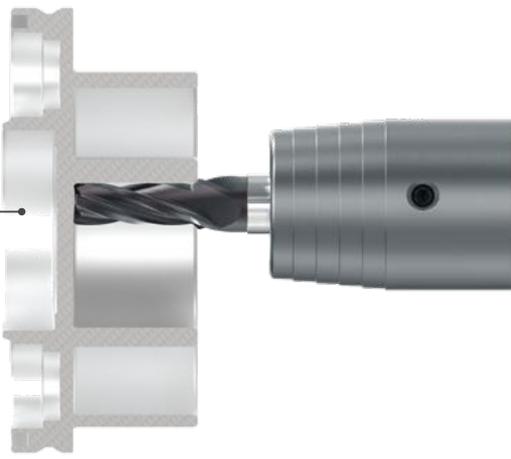
## CARACTERÍSTICAS

- Piezas esenciales Orbit y Fixed Scroll
- La precisión de la geometría y el alojamiento es decisiva
- Posicionamiento exacto de las espirales entre sí

## REQUISITOS DE MECANIZADO

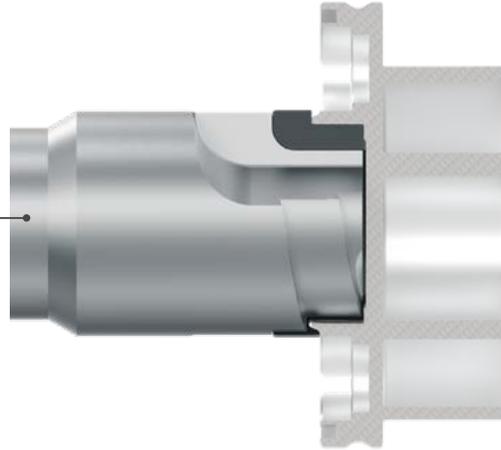
- Elevada precisión de forma de las espirales ( $\leq 20 \mu\text{m}$ )
- Alta perpendicularidad de los flancos respecto a la superficie base ( $\leq 20 \mu\text{m}$ )
- Paralelismo y planicidad de  $\leq 10 \mu\text{m}$
- Aspereza superficial ( $R_z$ ) en el rango de una cifra
- Combinación perfecta de máquina y herramienta





### 1 FORMAS ESPIRALES DE GRAN PRECISIÓN

- Premecanizado y mecanizado fino con fresas completas en metal duro
- Las cuchillas muy afiladas garantizan una gran precisión dimensional



### 2 ORIFICIO DE COJINETE EXACTO

- Premecanizado mediante fresado circular con fresas de PCD de tres cuchillas
- Mecanizado fino con herramienta de retaladrado de PCD de dos cuchillas con dos niveles y distribución de corte para reducir las fuerzas de corte



### 3 HUECOS PARA JUNTAS

- Premecanizado y mecanizado fino de los huecos con herramientas de retaladrado de PCD con dos cuchillas
- La herramienta de combinación permite adicionalmente el mecanizado de los orificios de conexión
- La distribución del corte reduce las fuerzas de corte y permite una formación óptima de virutas



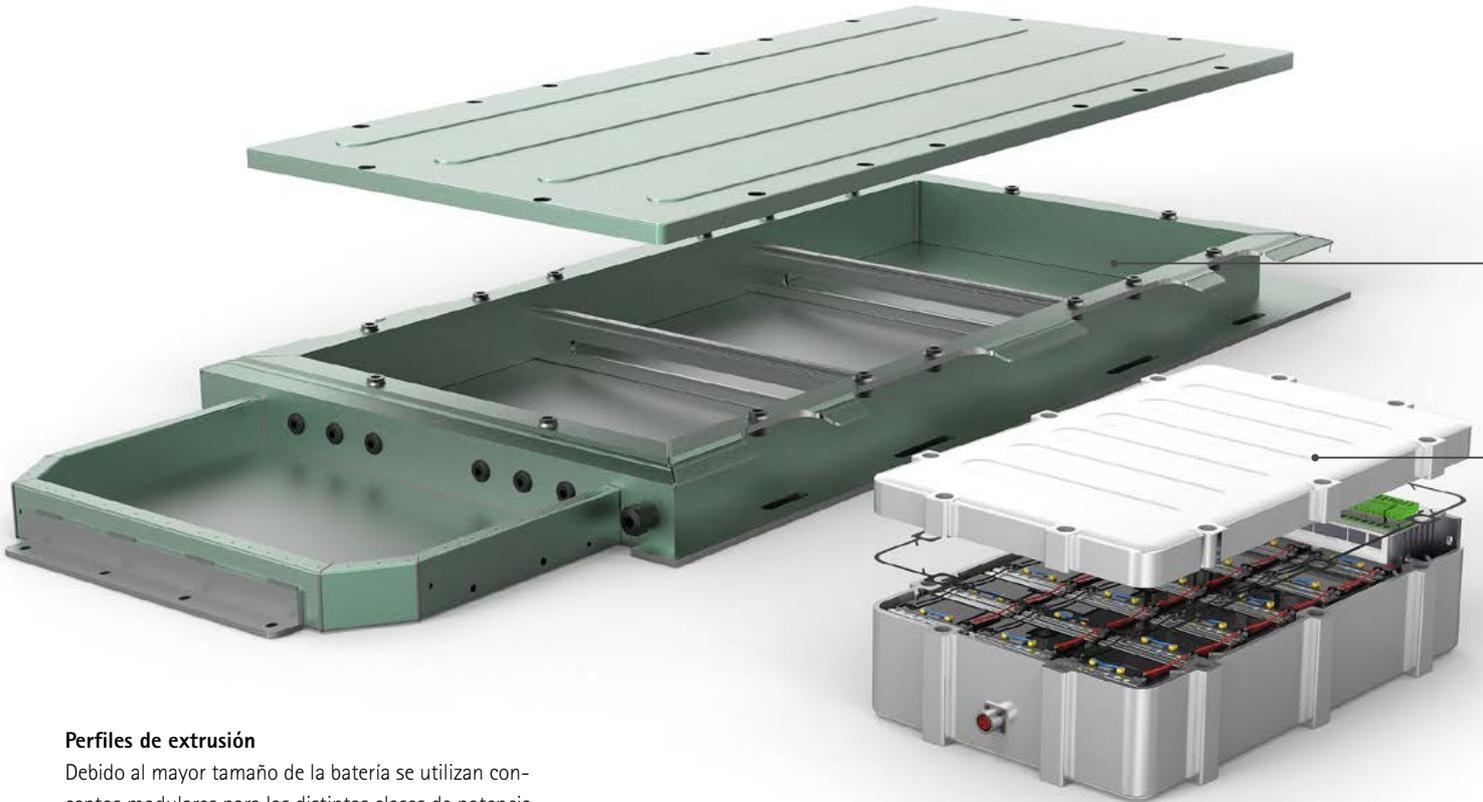
MAPAL cubre el proceso completo para el mecanizado de compresores de espiral de un solo proveedor.

# Carcasas para el suministro energético

Se utilizan distintas carcasas para proteger los componentes electrónicos, como por ejemplo el sistema de batería o la electrónica de potencia, frente a influencias ambientales externas y para la fijación de componentes en el interior, a fin de garantizar su funcionamiento óptimo durante el accionamiento del vehículo. Los requisitos para la carcasa dependen del sistema electrónico y del concepto de accionamiento. Actualmente se emplean distintos materiales y procesos de fabricación.

## CARACTERÍSTICAS

- Componentes inestables de paredes finas (propensos a vibraciones)
- Estructura de cubeta fundida o de bastidor con perfil hueco
- Parcialmente en aluminio con bajo contenido de silicio
- Gran superficie (2 x 3 m)
- Principalmente operaciones de taladrado y fresado, y roscas
- Requisitos de precisión y superficie para pasajes de cables y conexiones de refrigeración



### Perfiles de extrusión

Debido al mayor tamaño de la batería se utilizan conceptos modulares para las distintas clases de potencia y alcances. Para ello, se sueldan perfiles de extrusión de aluminio a una carcasa.

### REQUISITOS DE MECANIZADO

- Material fino con varias capas
- **Taladrado:** Vibraciones y formación de rebabas. Formación de anillos en la herramienta
  - El fresado helicoidal/taladrado orbital evita la formación de rebabas y anillos
- **Fresado:** El material fino tiende a soportar vibraciones de elevación
  - Menos vibraciones debido a una geometría de cuchilla optimizada

### Carcasa de fundición a presión

Para el alojamiento de la electrónica de potencia o de sistemas de batería más pequeños para vehículos híbridos se usan principalmente carcasas de fundición a presión de aluminio. Las estructuras de carcasa complejas se realizan con canales de refrigeración integrados.

### REQUISITOS DE MECANIZADO

- Fresado de superficies de junta (requisitos parcialmente especiales)
- Taladrado de agujeros lisos para roscar (50 agujeros por componente)
- Fresado de superficies de alojamiento para electrónica y células de batería en caso de proyecciones de herramienta largas



1.1

1.2

1.3

2

**OptiMill-SPM**

Programa estándar para el mecanizado de componentes estructurales de aluminio

- Geometría de cuchilla muy positiva
- Fuerzas de corte reducidas
- Corte con pocas vibraciones

**1.1 OptiMill-SPM-Rough**

- Desbastado con pocas vibraciones y con gran profundidad de corte

**1.2 OptiMill-SPM**

- Ideal para la fabricación de brechas o bolsillos
- Ejecución completa en metal duro o con cuchillas de PCD soldadas

**1.3 OptiMill-SPM-Finish**

- Alisado de gran profundidad en una pasada
- Potente rendimiento con gran arrollamiento

**2 TRITAN-DRILL-ALU**

- Fabricación de orificios lisos para roscar
- Tres cuchillas para las máximas tasas de alimentación
- Máxima precisión de posicionamiento mediante cuchilla transversal con autocentrado



3

4

5

6

**3 FRESADORA DE PCD CON CUCHILLAS DISPUESTAS DE FORMA BIDIRECCIONAL**

- Bajas fuerzas de corte en toda la profundidad de mecanizado

**4 FRESADORA DE PCD CON FORMA ESPIRAL**

- Alisado de estructuras de paredes finas

**5 FRESADORA HELICOIDAL DE PCD**

- Ribeteado con gran profundidad de corte

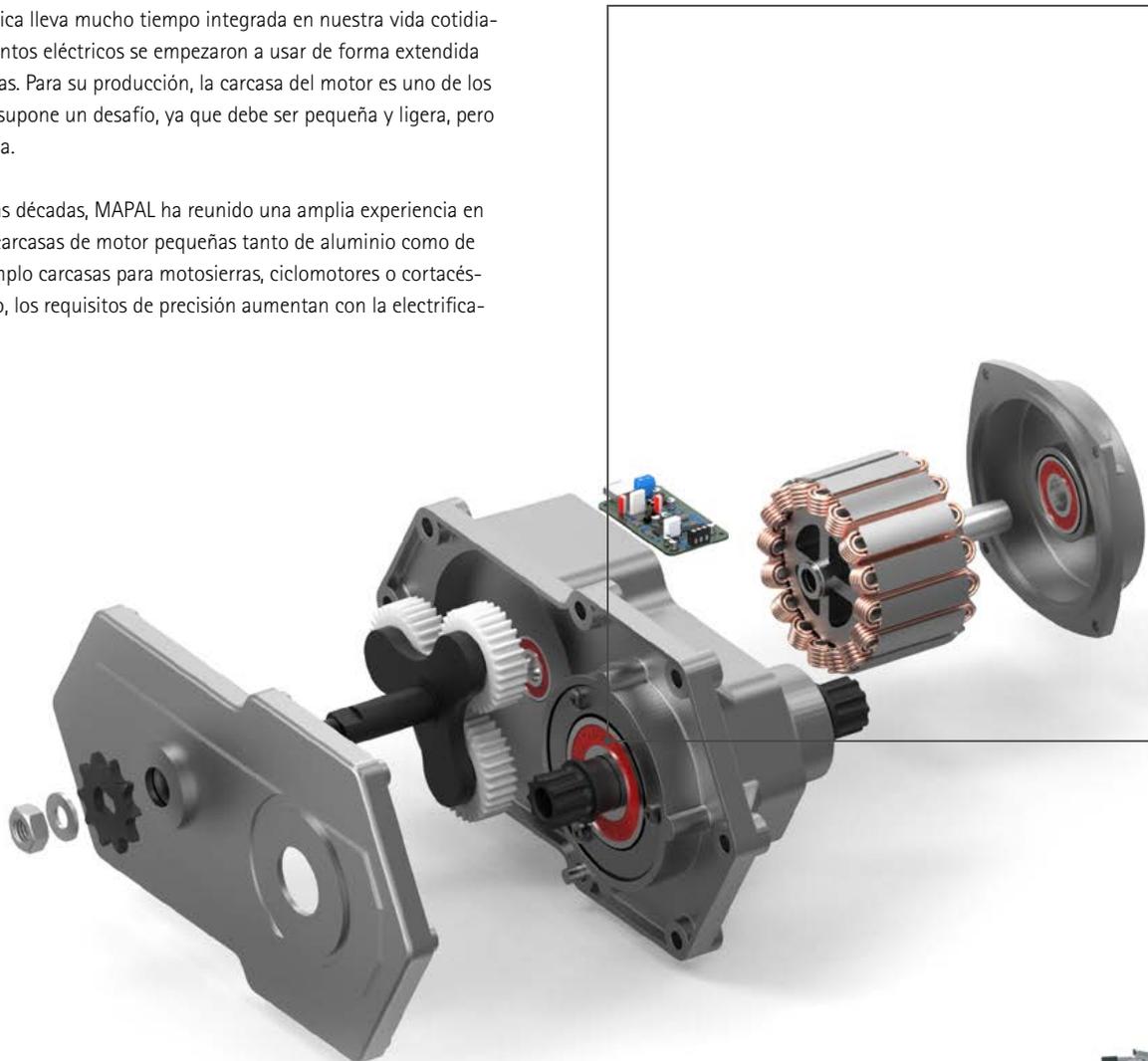
**6 FRESADORA PLANA DE PCD**

- Fresado plano con profundidades de corte de hasta 10 mm
- Creación de perfiles de superficie definidos con superficies de junta y apoyo

# Carcasa de motor pequeña en el ejemplo del accionamiento de una bicicleta eléctrica

La movilidad eléctrica lleva mucho tiempo integrada en nuestra vida cotidiana. Los accionamientos eléctricos se empezaron a usar de forma extendida primero en bicicletas. Para su producción, la carcasa del motor es uno de los componentes que supone un desafío, ya que debe ser pequeña y ligera, pero a la vez muy precisa.

Durante las pasadas décadas, MAPAL ha reunido una amplia experiencia en el mecanizado de carcasas de motor pequeñas tanto de aluminio como de magnesio, por ejemplo carcasas para motosierras, ciclomotores o cortacéspedes. Sin embargo, los requisitos de precisión aumentan con la electrificación.



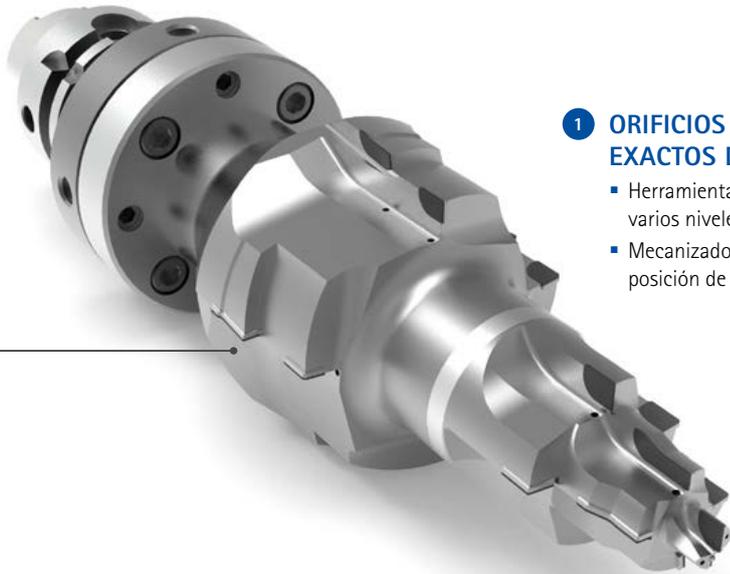
## CARACTERÍSTICAS

- De dos o tres piezas (carcasa y tapa)
- Carcasa de fundición a presión de aluminio o magnesio
- Componentes inestables de paredes finas (propensos a vibraciones)
- Trazados de contorno en varios niveles
- Elevados requisitos geométricos y dimensionales (tolerancias de forma, funcionamiento y posición)

## REQUISITOS DE MECANIZADO

- Circularidad  $< 0,01$  mm
- Tolerancia de diámetro IT7
- Profundidad de rugosidad media  $R_z < 10$   $\mu$ m





### 1 ORIFICIOS DE COJINETE Y POSICIÓN EXACTOS DE UNA SOLA VEZ

- Herramienta de combinación de PCD en varios niveles
- Mecanizado de orificios de cojinete y posición de una sola vez



### 2 TALADRADO Y FRESADO COMBINADOS EN UNA HERRAMIENTA

- Herramienta de taladrado y fresado de PCD en varios niveles
- Paso de taladrado para orificios de cojinete y posición
- Paso de fresado para la fabricación de ranuras de sellado

#### MAPAL ofrece un paquete completo para el mecanizado de carcasas pequeñas de aluminio o magnesio.

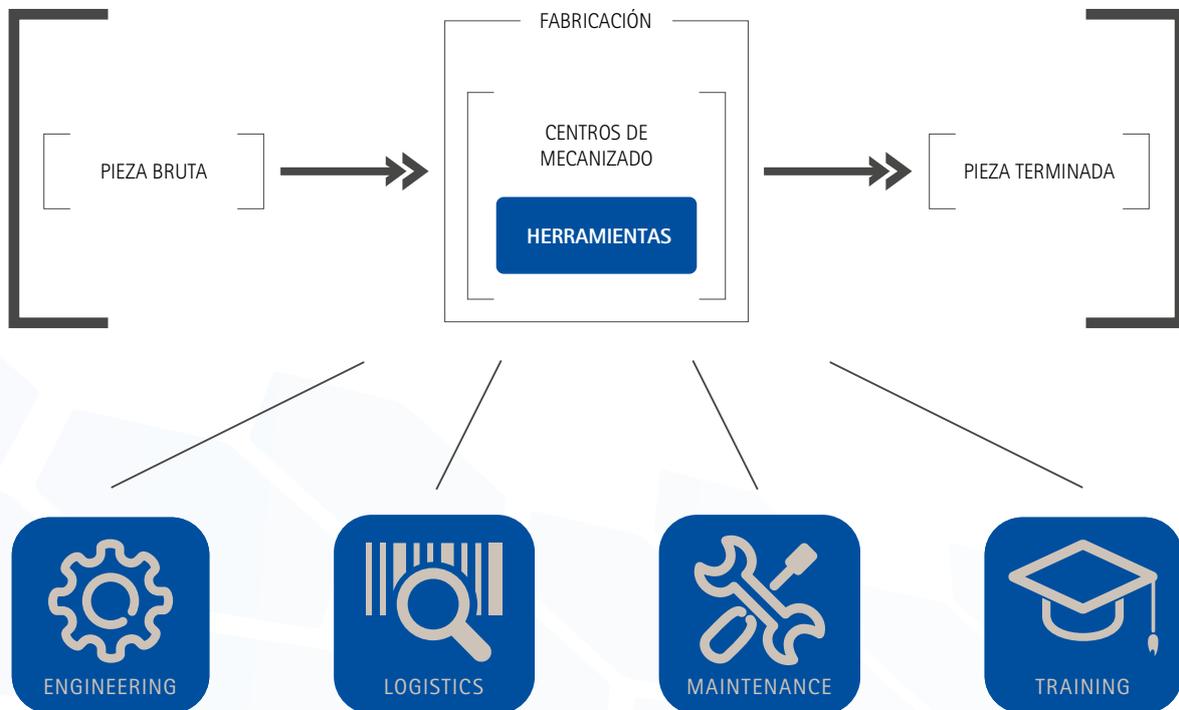
En primer lugar, las herramientas completas en metal duro y de PCD son idóneas para el mecanizado de ambos materiales. En función de los requisitos y la complejidad, MAPAL diseña el concepto adecuado, incluyendo todas las herramientas y mandriles. Las herramientas de combinación que cubren respectivamente varios pasos de trabajo hacen que el proceso sea especialmente económico.



# Servicio individual y adaptado a las necesidades

Los orígenes de MAPAL se remontan a la fabricación de herramientas especiales. Por tanto, nuestro trabajo se centra siempre en el asesoramiento integral y la asistencia para los procesos y las tareas de mecanizado.

MAPAL ofrece apoyo en todas las fases y áreas de la producción con su amplia oferta de servicios, tanto si se establece una nueva fabricación, se optimizan procesos, se introducen nuevas tecnologías, se reequipan nuevos componentes en las máquinas, se optimizan las existencias de herramientas o si se quiere ampliar el conocimiento de los empleados.



Con el módulo de servicios de ingeniería, MAPAL garantiza una fabricación rápida, precisa y segura. En el ámbito de logística y mantenimiento se pueden descubrir más potenciales de ahorro. Y en el ámbito de la formación, MAPAL se asegura de que el conocimiento especializado reunido está disponible de forma íntegra y transparente para el cliente, lo cual le permite avanzar de forma decisiva frente a la competencia.

En todas las ofertas de servicios de MAPAL, todos los procesos y la asistencia amplia están orientados a la industria 4.0, siempre con el objetivo de contribuir de forma importante a la fabricación fluida, productiva y económica por parte del cliente.

## VENTAJAS

- Soluciones completas para piezas de trabajo, incluyendo herramientas, dispositivos, programa CN y puesta en servicio
- Diseño del proceso completo e implementación de un solo proveedor
- Asistencia en sitio rápida y flexible en todo el mundo
- Tecnología de herramientas eficiente y con optimización de costes
- Adaptación óptima entre la herramienta, la pieza de trabajo, el dispositivo y la máquina
- Máxima calidad de producción, seguridad del proceso y rentabilidad desde el principio
- Ejecución rápida desde la planificación hasta la implementación con la máxima seguridad de planificación



Descubra ahora las soluciones de herramientas y servicios que le impulsarán hacia delante:

ESCARIADO | TALADRADO DE PRECISIÓN  
TALADRADO EN MACIZO | RETALADRADO | AVELLANADO  
FRESADO  
TORNEADO  
SUJECIÓN  
HERRAMIENTAS ACCIONADAS  
AJUSTE | MEDICIÓN | ENTREGA  
SERVICIOS

[www.mapal.com](http://www.mapal.com)