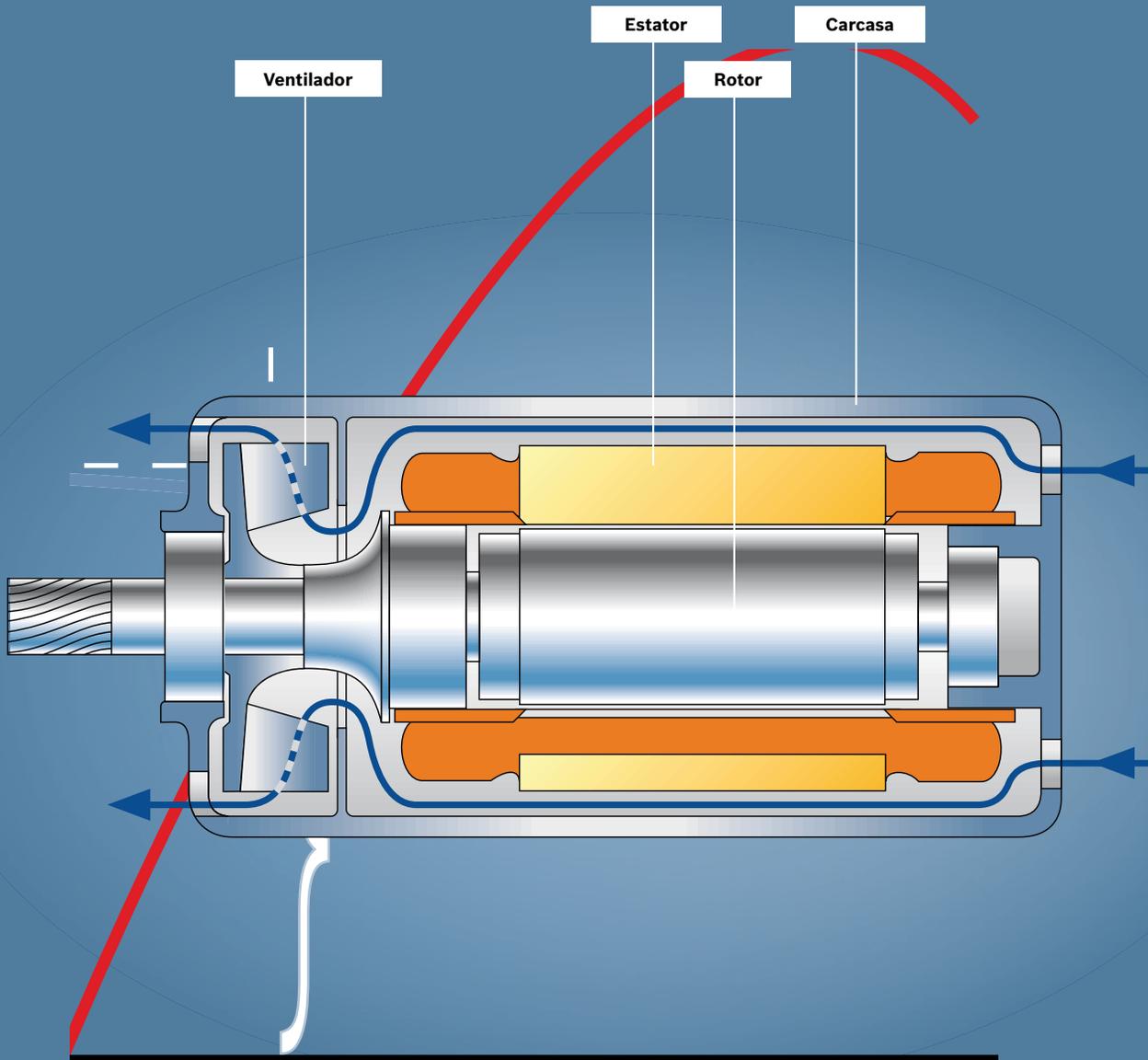


Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario



Técnica robusta para una aplicación continua e intensa

Un motor de alta frecuencia es un motor trifásico inducido en cortocircuito. El estator y su rotor están compuestos por un paquete de chapas con laminillas. Si el desarrollo del estator del motor está conectado a la red de corriente trifásica, se formará un campo magnético (campo giratorio) que circula por el motor gracias a la disposición del bobinado y que depende del número de pares de polos y de la frecuencia.

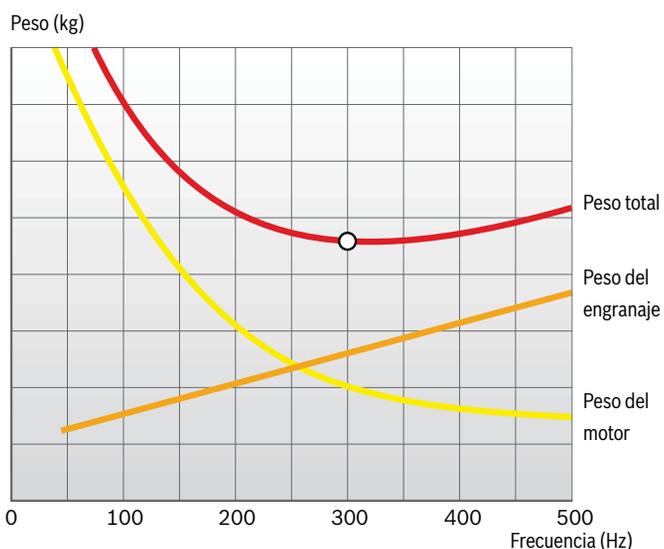
Un concepto real: herramientas de alta frecuencia

Cómo se ha perfeccionado consecuentemente una buena idea: la denominación «herramientas de alta frecuencia» se acuñó al introducir las herramientas en el mercado y se refiere a las potentes herramientas de alta frecuencia con motores asíncronos que funcionan con corriente trifásica de una frecuencia superior a 200 ó 300 Hz. Desde el punto de vista de la física, no existe ninguna relación entre estas herramientas y la técnica de alta frecuencia propiamente dicha, pero con este nombre se reúnen bajo un mismo concepto.

La frecuencia de servicio determina el rendimiento

La corriente trifásica de frecuencia elevada de 200 ó 300 Hz permite un alto rendimiento eléctrico para las herramientas manuales con un motor de poco peso. Cuanto mayor sea la frecuencia de la corriente trifásica, mayor será el número de revoluciones del motor en relaciones similares y, por tanto, el rendimiento de los motores asíncronos. El rendimiento se verá limitado por la velocidad circunferencial máxima permitida (número de revoluciones de trabajo) de las herramientas. Las herramientas de alta frecuencia que funcionan con una frecuencia de 200 a 300 Hz presentan una óptima relación de peso-potencia (Fig. 1). Cuanto mayores sean las diferencias entre el número de revoluciones del motor y de trabajo, mayores deberán ser los engranajes. Por esta razón, la reducción de peso conseguida con el accionamiento trifásico se ve limitada por el mayor peso de los engranajes reductores. Los equipos de alta frecuencia equipados únicamente con lijadoras deberían utilizarse con 300 Hz. Al utilizar corriente trifásica a una frecuencia más elevada, se cumplen a la perfección los requisitos para herramientas ligeras pero con alto rendimiento.

Fig. 1
Dependencia del peso del engranaje y del motor de la frecuencia en motores con potencia y velocidad de giro nominal constantes: la relación potencia-peso es óptima a 300 Hz.



Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario

Motores trifásicos duraderos y seguros

En los motores trifásicos se forma un campo magnético que circula por el motor. Se trata de un campo giratorio que está en función del número de pares de polos y de la frecuencia. Al utilizar el número de pares de polos más pequeño posible se obtiene, por ejemplo, un número de revoluciones de campo magnético o de rotor de 3.000 r.p.m. con una frecuencia de 50 Hz, 12.000 r.p.m. con 200 Hz y 18.000 r.p.m. con 300 Hz.

Gracias a la poca distancia entre los cojinetes y al devanado fijo del estator, el funcionamiento mecánico y eléctrico del motor es muy seguro, y destaca por su funcionamiento silencioso y con pocas vibraciones. La disminución de revoluciones es solo del 3-5% para la carga nominal, y el máximo rendimiento es de aproximadamente 2½ veces el valor de la carga nominal. Es posible que se den sobrecargas de corta duración si no sobrepasan la temperatura de devanado autorizada.

Como la meta para las herramientas manuales es obtener aparatos lo más ligeros y potentes posibles, Bosch se ha decidido por la «protección antipolvo con refrigeración directa» para sus motores de alta frecuencia. Para ello, ha unido las ventajas de los diseños estanco y abierto. La corriente de aire de refrigeración garantiza una buena salida del calor, mientras que se evita la entrada de polvo y suciedad en el sistema circulatorio.

El concepto de las herramientas de alta frecuencia de Bosch ofrece las siguientes ventajas para su aplicación:

► Rendimiento óptimo con bajo peso

En el servicio continuo, las herramientas de alta frecuencia Bosch alcanzan una potencia de hasta 400 W por kilo de peso de la máquina. Brevemente pueden alcanzar un rendimiento máximo de hasta 2½ veces mayor que el rendimiento continuo. Estas altas reservas permiten una mejora decisiva del rendimiento de trabajo.

► Número de revoluciones constante con carga

La disminución de las revoluciones de las herramientas de alta frecuencia Bosch es de solo 3-5% para la carga nominal (Fig. 2). De esta manera se puede aprovechar al máximo las velocidades de corte recomendadas para lijar y perforar. La velocidad de corte constante permite una utilización más eficiente de las herramientas de inserción y, al mismo tiempo, aumentar su vida útil.

► Bajos costes de mantenimiento con alta capacidad de carga

Las herramientas de alta frecuencia Bosch son fáciles de manejar y su motor carece de piezas de desgaste. Incluso en caso de esfuerzos extremos (p. ej., en el caso de talleres de fundición), disponen de una vida útil considerablemente alta y los costes de mantenimiento que causan son muy bajos.

► Alto rendimiento

El alto rendimiento de las herramientas de alta frecuencia Bosch permite un uso en servicio continuo económico y respetuoso con el medio ambiente.

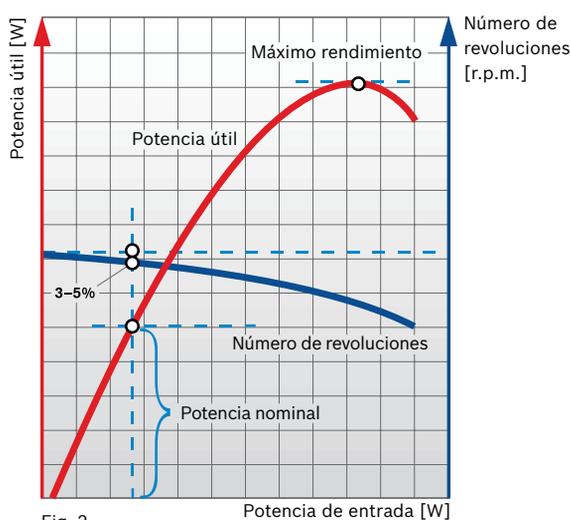


Fig. 2
Trazado de la curva de potencia y del número de revoluciones en función del momento de carga



Magnitudes eléctricas de servicio

Para un sistema de herramientas de alta frecuencia es recomendable una frecuencia de servicio de 300 Hz. El número elevado de revoluciones del motor a 300 Hz es especialmente adecuado para las velocidades circunferenciales actuales de las lijadoras. Proporciona una mayor rendimiento de la herramienta a igual peso. En todos los países debería seleccionarse, siempre que sea posible, a 200 Hz una tensión de 135 V, y a 300 Hz, 200 V.

La potencia de salida secundaria del convertidor de frecuencia o su tamaño se obtiene de la siguiente manera: las herramientas de alta frecuencia previstas se agrupan según el tamaño y el número de motores para que se les puedan sumar sus potencias nominales absorbidas. Al sumar dichas corrientes nominales, se puede calcular toda la potencia absorbida aparente de las herramientas multiplicando la tensión de servicio por el factor $\sqrt{3}$. La fórmula es la siguiente:

$$P.a. = \sqrt{3} \cdot U \cdot I = 1,73 \cdot U \cdot I$$

El valor de potencia aparente obtenido debe multiplicarse de nuevo por el factor de simultaneidad S para obtener la potencia de salida secundaria del convertidor. El factor de simultaneidad S tiene en cuenta la aplicación de todas las herramientas, ya que no todos los aparatos suelen estar en funcionamiento simultáneamente.

Para el factor de simultaneidad son necesarios los siguientes valores de experiencia:

Carrocería	0,45
Construcción de motores	0,30
Construcción de aparatos	0,40
Construcción de herramientas y de moldes	0,25
Construcción de acero	0,50
Fundición	0,60

Estos valores son válidos únicamente si hay un número elevado de herramientas. En caso contrario, el factor de simultaneidad se determinará entre los equipos mayores y más utilizados.

Al planificar un sistema de herramientas de alta frecuencia, siempre se diseña el convertidor de frecuencia con una reserva determinada. Debe calcularse de manera que la potencia de salida sea, como mínimo, el doble que la potencia nominal absorbida

de la herramienta de alta frecuencia más potente, especialmente en el caso de sistemas pequeños. De esta manera se garantiza un rodamiento correcto de herramientas. En el caso de que se produzca una breve sobrecarga, el descenso de la tensión no será muy pronunciado en el convertidor de frecuencia.

Grupos de red

Frecuencias y tensiones de servicio:

Número de grupos de red	200 Hz	300 Hz
1	265 V	-
2	135 V	200 V
3	72 V	(110 V)
4	-	72 V
7	-	42 V
10	42 V	-

Grupo de red ideal

Ejemplo de cálculo para un sistema de herramientas de alta frecuencia:

En un taller de fundición se van a utilizar tres amoladoras angulares de alta frecuencia 0 602 332 034 con muelas tronzadoras de 230 mm de \varnothing y tres amoladoras rectas de alta frecuencia 0 602 242 134 con muelas abrasivas de 100 mm de \varnothing .

Cálculo:

(Los valores de corriente y de tensión pueden consultarse en las páginas 8-17 y 24-29.)

3 amoladoras angulares,	
Tamaño del motor 88	$3 \cdot 10 \text{ A} = 30,0 \text{ A}$
3 amoladoras rectas,	
Tamaño del motor 85	$3 \cdot 6,4 \text{ A} = 19,2 \text{ A}$
Suma:	49,2 A

Así se obtiene la potencia aparente:

$$\begin{aligned} P.a. &= 1,73 \cdot U \cdot I \\ &= 1,73 \cdot 200 \text{ V} \cdot 49,2 \text{ A} \\ &= \text{aprox. } 17.023 \text{ VA} \\ &= \text{aprox. } 17 \text{ kVA} \end{aligned}$$

Este valor debe multiplicarse con el factor de simultaneidad S · 0,6 para los talleres de fundición:

$$\begin{aligned} \text{Potencia aparente del convertidor} &= \\ P.a. \cdot S &= 17 \text{ kVA} \cdot 0,60 = 10,2 \text{ kVA} \end{aligned}$$

En este caso, se seleccionará un convertidor con una potencia secundaria de 11 kVA para que quede una reserva de potencia del 10% aproximadamente.



Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario

Diseño de un sistema de herramientas de alta frecuencia:

Convertidor de frecuencia con alternador sincrónico

La mejor solución técnica para convertidores de frecuencia es la combinación de motor asíncrono y alternador sincrónico. Los convertidores son grupos de un eje con un motor asíncrono como motor de accionamiento y un alternador de polos interiores sin escobillas con generador eléctrico integrado.

La diferencia de tensión entre la marcha en vacío y la plena carga es de aprox. un 3% únicamente para un convertidor pequeño y un factor de rendimiento de $\cos \varphi = 0,6-0,9$. En el caso de convertidores mayores, la diferencia de tensión es de aprox. un 4%.

A los convertidores síncronos no les afectan las fluctuaciones de la tensión de red de corriente trifásica primaria y están asegurados contra cortocircuitos. La tensión nominal puede compensarse mediante un potenciómetro. Además, no precisan mantenimiento durante las primeras 20.000 horas de servicio.

La fórmula para calcular la frecuencia secundaria es la siguiente:

$$f_2 = f_1 \cdot p_2/p_1$$

f_1 = Frecuencia primaria de la red de corriente trifásica

f_2 = Frecuencia secundaria para herramientas de alta frecuencia

p_1 = Número de pares de polos del motor de accionamiento

p_2 = Número de pares de polos del generador

No se debe conectar directamente a la red un convertidor de frecuencia con una potencia de salida superior a 4 kVA, sino mediante un conmutador estrella-triángulo. De lo contrario, se produciría un golpe de corriente breve que sobrecargaría las líneas de alimentación más de 4 kVA, y que podría disparar los fusibles conectados en serie.

Esto puede evitarse mediante el uso del conmutador estrella-triángulo, ya que por él circula únicamente un tercio de la corriente en comparación con la conexión directa. Con este conmutador se conecta el devanado

del motor de accionamiento mediante la estrella (proceso de conexión) al triángulo (posición de servicio).

Si se va a utilizar un convertidor de frecuencia en una red de 400 V con un conmutador estrella-triángulo, debe ser adecuado para 400 V en el triángulo. Cuando un convertidor de este tipo está diseñado solo para una conexión en triángulo a 230 V, solo podrá conectarse a la red de 400 V en estrella, es decir, sin conmutador estrella-triángulo. Hay que tener esto en cuenta al disponer un nuevo sistema.

Funcionamiento paralelo de convertidores de frecuencia

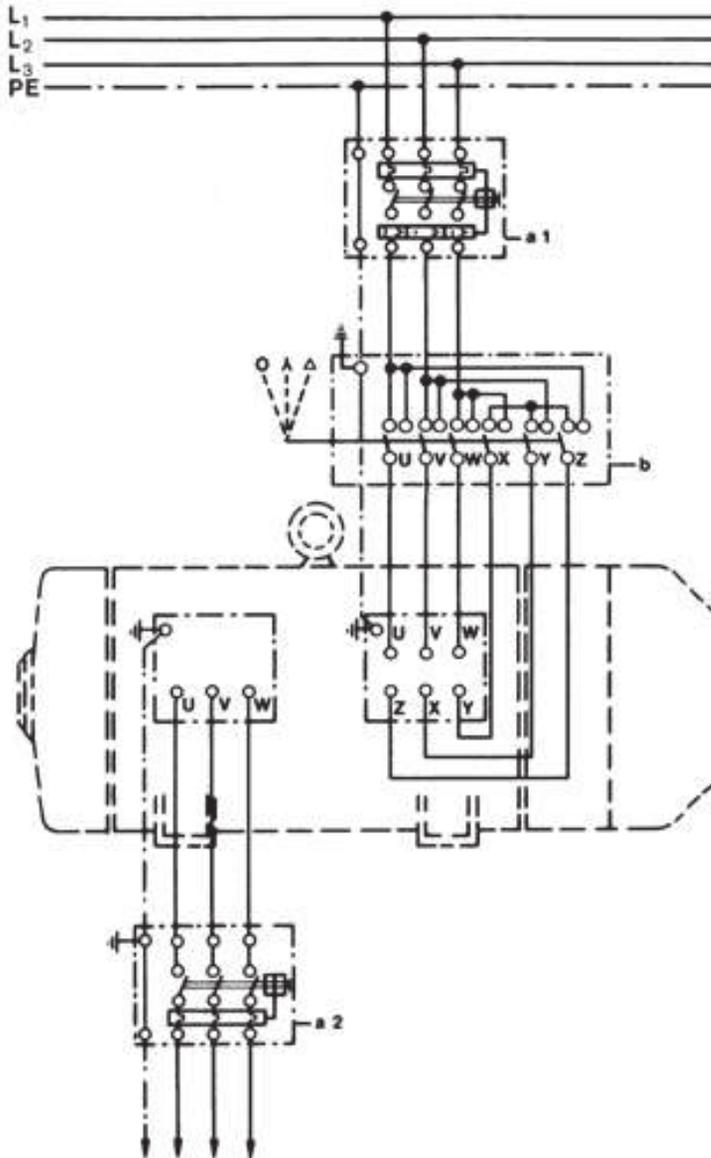
Para aumentar la rentabilidad de todo el sistema y para compensar las cargas máximas, se puede conectar varios convertidores de frecuencia en paralelo. De esta manera, se obtiene una adaptación óptima a las herramientas en uso. En el caso de convertidores de frecuencia con alternador sincrónico se puede utilizar paralelamente diversas potencias sin tomar medidas especiales.

Compensación de corriente reactiva

Cada consumidor inductivo está recubierto por una corriente reactiva inductiva que no realiza ningún trabajo, únicamente desfasan los cables. Los convertidores de frecuencia y las herramientas de alta frecuencia también son consumidores inductivos.

Para compensar la corriente reactiva en el lado secundario del convertidor se requeriría mucho esfuerzo, ya que habría que compensar cada herramienta por separado. En función de la cantidad y la potencia de cada herramienta de alta frecuencia, hay que calcular un factor de potencia total $\cos \varphi$ de 0,5-0,85.

El factor de potencia $\cos \varphi$ puede mejorar considerablemente en el lado primario del convertidor de frecuencia si se lleva a cabo una compensación de la corriente magnetizante del motor de accionamiento y el generador. Al conectar condensadores con las proporciones correspondientes, se puede compensar la potencia reactiva del área primaria del convertidor prácticamente por completo en marcha vacía, y de manera que resulte un factor de rendimiento superior a $\cos \varphi = 0,9$ en caso de carga.



hacia las herramientas

- a_1 = Interruptor protector del motor con activación magnética y térmica
- a_2 = Interruptor protector del motor con activación térmica
- b = Interruptor Δ de protección por puesta a tierra conforme a VDE 0100

Fig. 3

Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario

Seguridad eléctrica

La seguridad eléctrica en herramientas de alta frecuencia la proporciona el conductor protector conforme a EN 50144, clase de protección I. En el devanado secundario conectado en la estrella del convertidor, sobresale el punto neutro o cero. Dicho punto cero está puesto a tierra (resistencia de puesta a tierra $R_B \leq 2 \text{ Ohm}$) y conectado a la carcasa metálica de las herramientas de alta frecuencia mediante el conductor protector, de manera que, a una tensión de servicio de 265 V, la tensión de riesgo entre fase y tierra sea, en el peor de los casos, solo

$$\frac{265 \text{ V}}{1,73} = 153 \text{ V.}$$

A tensiones de servicio de 135 V o 72 V, solo

$$\frac{135 \text{ V}}{1,73} = 78 \text{ V} \quad \text{o bien} \quad \frac{72 \text{ V}}{1,73} = 42 \text{ V.}$$

La utilización de dispositivos de conexión robustos y adecuados para el diseño eléctrico, así como la utilización de cables resistentes garantizan la efectividad de la protección por puesta a tierra. Igualmente importante es un mantenimiento exhaustivo. El diseño de la herramienta de alta frecuencia debe también cumplir

los altos requisitos de la producción industrial. Por lo general, se debe actuar conforme a la descripción anterior, es decir, a las medidas de protección de puesta a tierra según VDE 0100 – § 10 N.

Las medidas de protección posibles pueden subdividirse de la manera siguiente:

- 1.0 Medidas de protección sin dispositivo de desconexión
 - 1.1 Aislamiento protector (VDE 0100 – § 7 N)
 - 1.2 Baja tensión 42 V (VDE 0100 – § 8 N)
 - 1.3 Separación protectora (VDE 0100 – § 14 N)
- 2.0 Medidas de protección con dispositivo de desconexión
 - 2.1 Protección por puesta a tierra (VDE 0100 – § 9 N)
 - 2.2 Puesta a tierra (VDE 0100 – § 10 N)

En los casos 2.1 y 2.2, la desconexión se efectúa mediante fusibles o interruptores de seguridad correspondientes de la estación con activación termo-magnética.

La protección máxima posible se obtiene utilizando además interruptores de protección de corrientes de defecto.

El aislamiento protector de 1.1 no está disponible en herramientas de alta frecuencia. La tensión baja de 1.2 solo se utiliza en casos especiales requeridos por las normativas vigentes. Es muy problemática al

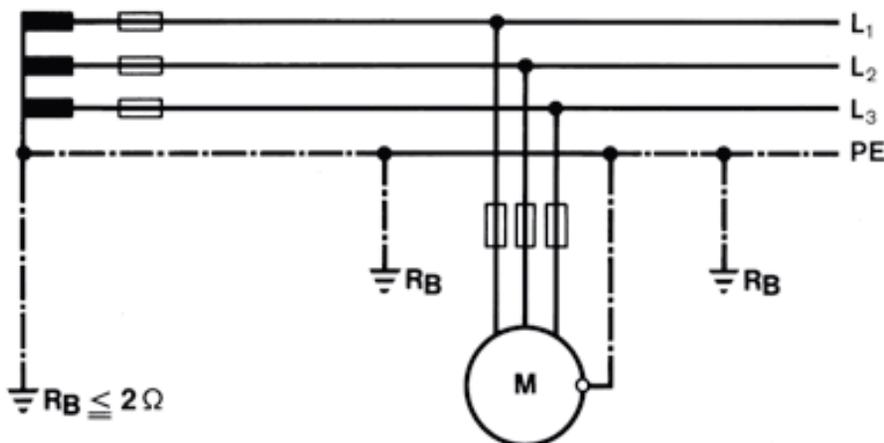


Fig. 4

transferir altas potencias debido a las altas corrientes eléctricas producidas por el corte transversal de cables, interruptores, enchufes, etc. Los destornilladores pequeños son una excepción. Es más recomendable utilizar la «Separación protectora de 1.3», ya que cada herramienta necesita su propio convertidor separador. La separación protectora debería utilizarse únicamente en casos de necesidad.

Pasaremos a explicar un poco más detenidamente la medida de protección puesta a tierra de 2.2, ya que es aplicable en gran parte para los sistemas de herramientas de alta frecuencia. La función de la puesta a tierra es evitar constantemente potenciales de contacto demasiado altos con piezas del sistema que no forman parte del circuito eléctrico de servicio (véase Fig. 4); requiere un conductor central o neutro puesto a tierra directamente, y se establece mediante la conexión de las piezas del sistema que deben ser protegidas con el conductor neutro, o con un conductor protector especial.

Por tanto, mediante la medida de protección puesta a tierra se obtiene una desconexión de las piezas defectuosas del sistema porque el fusible preconectado directamente con el punto defectuoso se activa.

Para que el fusible se active de verdad, se deben cumplir determinados requisitos para la puesta a

tierra conforme a VDE 0100-§ 10 N. El requisito más importante es que los cortes transversales de los cables entre el generador eléctrico o convertidor y el consumidor de corriente se deben medir de manera que, como mínimo, la corriente de desconexión I_A del siguiente componente de protección de sobrecorriente conectado circule conforme a la tabla I VDE 0100 - § 9 N si se produce un cortocircuito completo en algún lugar de la red de líneas entre un conductor exterior y el conductor neutro.

Además, se puede aplicar el circuito protector de corriente de defecto según la Fig. 5 (representado para corriente monofásica por motivos de simplicidad). El interruptor protector de corriente de defecto recibe un impulso de un convertidor de corriente hacia el que se dirigen todos los conductores, incluido el conductor neutro. La bobina secundaria del convertidor de corriente suministra la corriente de accionamiento para la bobina de relé del interruptor protector de corriente de defecto. Los conductores rodeados del convertidor de corriente generan un campo magnético alternativo en el núcleo convertidor si no se neutraliza la suma de todas las corrientes (Fig. 7).

Si el interruptor protector de corriente de defecto funciona correctamente, la corriente que circula hacia el consumidor es exactamente igual a la que circula desde él. De esta manera se neutralizan las corrientes. En la bobina secundaria del convertidor de corriente no tiene lugar ninguna inducción, por lo que la bobina del relé del interruptor protector de corriente de defecto permanece sin corriente (Fig. 5).

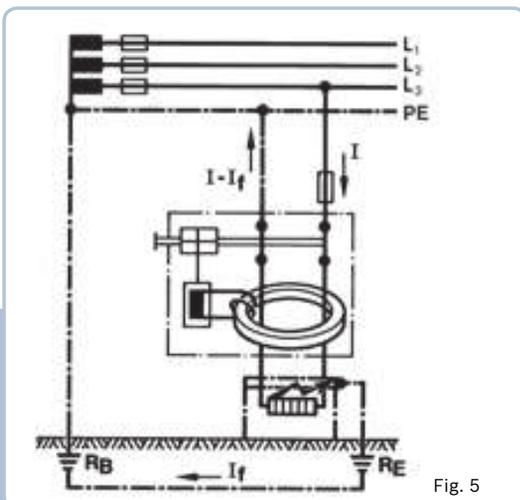


Fig. 5

Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario

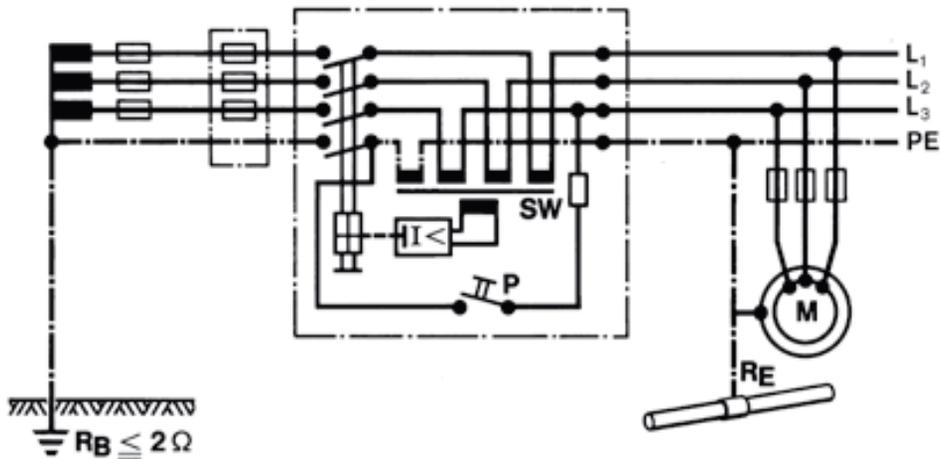


Fig. 6

Si el interruptor protector de corriente de defecto no funciona correctamente, circulará una corriente de defecto a la tierra; en el convertidor de corriente no se neutralizan todas las corrientes, por lo que se genera inducción. En el área secundaria del convertidor se induce tensión. La bobina de relé del interruptor protector de corriente de defecto se activa (Fig. 7).

A una corriente trifásica de 265 V/200 Hz existen interruptores protectores de corriente de defecto para 45 mA. Los interruptores protectores de corriente de defecto para corriente trifásica a otros voltajes deben encargarse al fabricante correspondiente.

La representación esquemática de un interruptor protector de corriente de defecto se muestra en Fig. 6. Para cumplir las normativas y determinados requisitos de otros países, hay herramientas de alta frecuencia Bosch para diversas tensiones de servicio: 265 V, 135 V, 72 V, 42 V a 200 Hz; 200 V, 72 V, 42 V a 300 Hz. En el caso de tensiones bajas, solo se pueden utilizar unas pocas herramientas de alta frecuencia cerca del convertidor de frecuencia, ya que una mayor potencia y menor tensión requieren cortes transversales del conductor demasiado grandes.

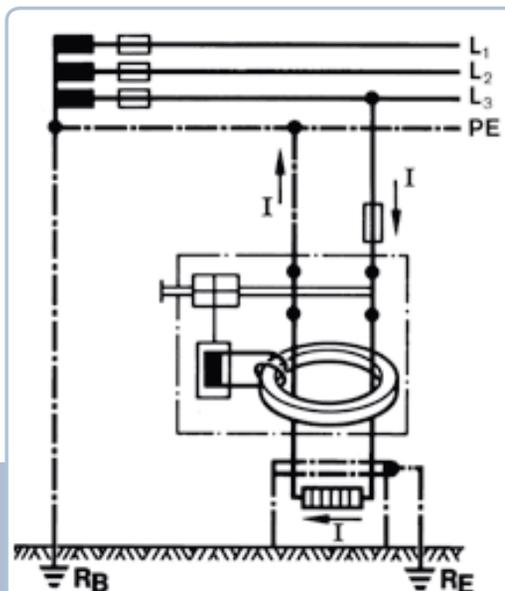


Fig. 7

La red de distribución

La red de distribución no debe presentar conexiones con la red de suministro de 50 Hz ya existente. Por esta razón, son obligatorias también conexiones CEE especiales conforme a DIN 49462/63 y DIN 49465 para frecuencias entre 100 y 300 Hz.

Las carcasas de los enchufes y de las cajas de enchufe del acoplamiento y de la pared son de color verde. Gracias a un diseño diferente, se garantiza que los dispositivos ya existentes de 50 Hz no se confundan ni con los enchufes ni con las cajas de acoplamiento. Para la red de distribución entre convertidores de frecuencia y herramientas de alta frecuencia por separado se pueden utilizar conductos móviles o fijos según las necesidades.

La transmisión de conductos mayores a tensiones bajas no es rentable para sistemas de aplicaciones múltiples. Debido a mayores cortes transversales del conductor pueden ser necesarios grandes costes de instalación o convertidores que disminuyen la tensión de la herramienta en el lugar de trabajo.

En caso de rendimiento de transmisión constante, reducción fija de la tensión y longitud constante del conductor, el corte transversal del conductor aumenta cuatro veces el valor de la tensión, es decir, media tensión requiere el cuádruple del corte transversal del conductor.

Mediante las figuras 8-10 se pueden calcular fácilmente los cortes transversales necesarios para la red de distribución. Los cortes transversales de los conductores se calculan teniendo en cuenta la disminución autorizada de tensión del 5% de la resistencia óhmica, el calentamiento permitido y la disminución de tensión de la resistencia inductiva.

A continuación encontrará una explicación de las ilustraciones:

Fig. 8:

Corte transversal de cable en función de la tensión y de la longitud del conductor

Con el valor de la potencia que se va a transferir, se lleva la línea de tensión de izquierda o derecha (en función del tipo de corriente) en sentido horizontal hasta el corte, luego se lleva la línea del conductor (longitud sencilla) hacia abajo en sentido vertical hasta el corte, y luego, de nuevo horizontal hacia la izquierda o la derecha.

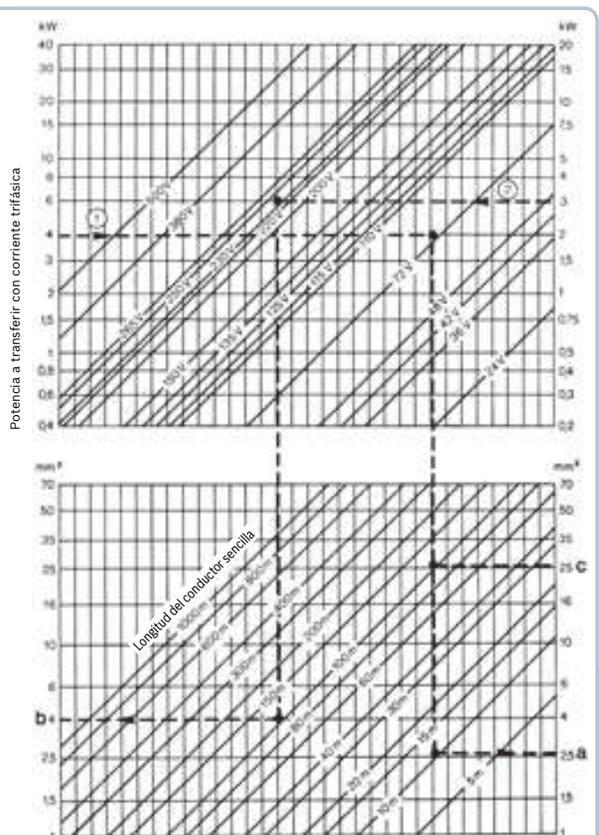


Fig. 8

Técnica de alta frecuencia

Guía para el usuario

Fig. 9:

Corte transversal de cable en función de la tensión y del factor de potencia

Ahora se comprueba el calentamiento del corte calculado en Fig. 8. Con el valor de la potencia que se va a transferir, se lleva la línea de tensión de izquierda o derecha (en función del tipo de corriente) en sentido horizontal hasta el corte, luego, se lleva la línea del factor de conductor $\cos \phi$ hacia abajo en sentido vertical hasta el corte, y luego, en sentido horizontal hacia la derecha para calcular el corte transversal en función del tipo de conductor.

Fig. 10:

Corte transversal de cable en función de la frecuencia y de la resistencia inductiva

Si, en caso de corriente trifásica, se obtiene como resultado en Fig. 8 y 9 un corte transversal superior a 10 mm^2 , se utiliza exactamente el valor calculado en Fig. 10 para comprobar la disminución de la tensión inductiva, y se lleva la curva de la frecuencia desde la línea base horizontal hacia arriba hasta el corte y luego hacia la izquierda o la derecha. Para la medición del conductor es relevante el corte transversal de cable mayor entre todos los calculados.

La resistencia inductiva afecta especialmente a los cortes transversales de cable mayores. Estas son necesarias en caso de tensión baja o frecuencia alta. Para el cálculo de las curvas de Fig. 10 se ha tomado como base un factor de potencia de $\cos \phi$ de 0,7 para los consumidores. En los sistemas de corriente alterna de una fase con un factor de potencia $\cos \phi = 1$, es posible que se ignore la resistencia inductiva también en cortes transversales de cable mayores.

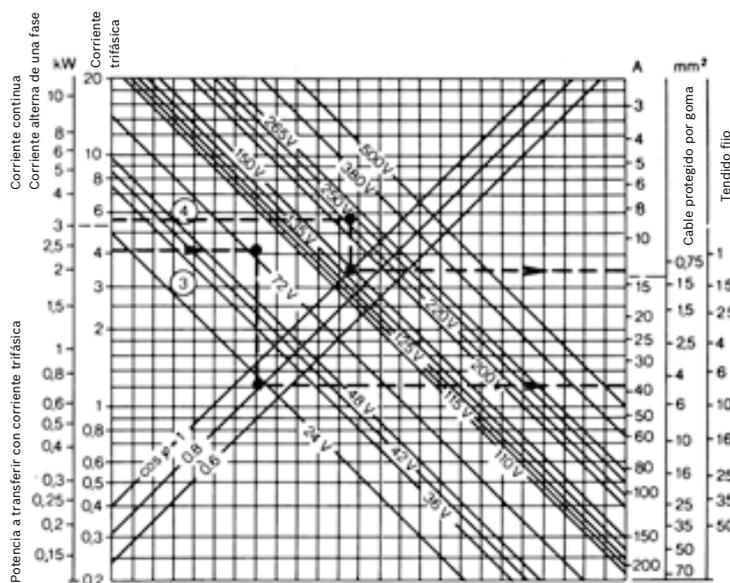


Fig. 9

Ejemplo 1

Transferencia de 4 kW, 72 V de corriente trifásica, $\cos \phi = 0,8$ de longitud del conductor (sencillo): 10 m; corte transversal del cable calculado según Fig. 8: 2,75 mm²; corte transversal del cable calculado según Fig. 9: 4,8 mm² (corte transversal seleccionado 6 mm²). El corte transversal del cable calculado de 2,75 mm² según Fig. 8 y 9 no es suficiente; se produciría un calentamiento demasiado alto del cable. No es necesario una comprobación según Fig. 10, ya que el corte transversal es inferior a 10 mm².

Ejemplo 2

Transferencia de 3 kW, 220 V de corriente alterna monofásica $\cos \phi = 0,9$ longitud del conductor (sencillo): 100 m; corte transversal del cable calculado según Fig. 8: 4 mm²; corte transversal del cable calculado según Fig. 9: 0,9 mm². Según la Fig. 8 se necesita un corte transversal de 4 mm². Este es decisivo, ya que según Fig. 9 el resultado para el cable es solo de 0,9 mm², por lo que no existe gran peligro de calentamiento.

Ejemplo 3

Como ejemplo 1, pero 200 Hz de corriente trifásica para 100 m de longitud del conductor. El corte transversal de cable calculado según Fig. 8 es de 27 mm². Este valor debe comprobarse según Fig. 10. En este caso, se debe seleccionar el corte transversal mayor de 50 mm².

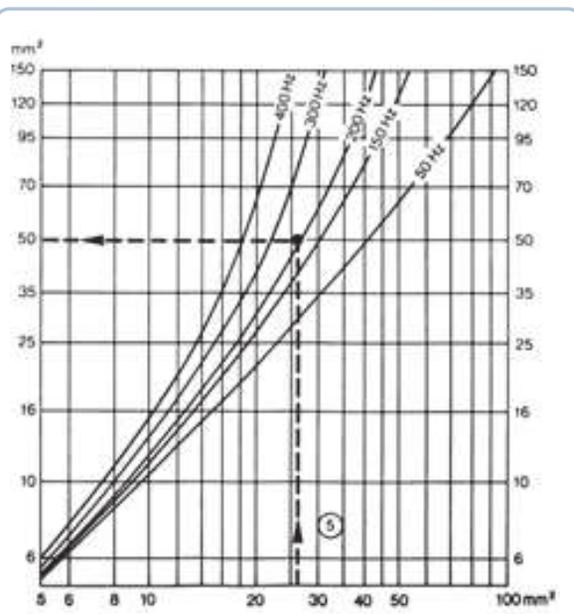


Fig. 10

Si desea más información sobre la técnica de alta frecuencia o sobre el uso de las herramientas de alta frecuencia Bosch, el equipo de atención al cliente de Bosch se encuentra a su disposición.



Alta frecuencia, números de pedido modificados

Número de pedido	Modelo precedente	Modelo anterior al precedente	Descripción
HF – Amoladoras rectas HGS 65/32			
0 602 207 401	0 602 207 001		600 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 32 mm, 23.400 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,8 kg
0 602 207 404	0 602 207 004		600 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 32 mm, 23.400 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,4 kg
0 602 207 407	0 602 207 008		600 W, 72 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 32 mm, 23.400 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,4 kg
0 602 208 404	0 602 208 001		600 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.300 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,4 kg
0 602 208 434	0 602 208 001		900 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 27 mm, 27.400 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,8 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 65/50			
0 602 209 401	0 602 209 101		600 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 209 404	0 602 209 104		600 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 209 407	0 602 209 107		600 W, 72 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 209 411	0 602 209 111		900 W, 72 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.000 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 209 434	0 602 209 134		900 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.000 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,9 kg
0 602 210 401	0 602 210 001		600 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 3.100 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 210 404	0 602 210 004		600 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 3.100 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,5 kg
0 602 210 434	0 602 210 004		900 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 4.700 r.p.m., pinza de fijación 6 mm, 2,8 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 77/50			
0 602 211 401	0 602 211 004		950 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 8 mm, 4,3 kg
0 602 211 404	0 602 211 010		950 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 8 mm, 4,3 kg
0 602 211 407	0 602 211 017		950 W, 72 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 12.000 r.p.m., pinza de fijación 8 mm, 4,3 kg
0 602 211 434	0 602 211 010		1.450 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.000 r.p.m., pinza de fijación 8 mm, 5,4 kg
0 602 211 411	0 602 211 018		1.450 W, 72 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.000 r.p.m., pinza de fijación 8 mm, 4,3 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 85/40			
0 602 245 034			1.800 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 40 mm, 18.000 r.p.m., husillo M 14, 4,8 kg
0 602 245 011			1.800 W, 72 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 40 mm, 18.000 r.p.m., husillo M 14, 4,7 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 77/75			
0 602 211 501	0 602 211 201		950 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 75 mm, 12.000 r.p.m., brida tensora M 14, 4,7 kg
0 602 211 504	0 602 211 207		950 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 75 mm, 12.000 r.p.m., brida tensora M 14, 4,7 kg
0 602 211 507	0 602 211 216		950 W, 72 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 75 mm, 12.000 r.p.m., brida tensora M 14, 4,7 kg
0 602 211 534	0 602 211 234		1.450 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 50 mm, 18.000 r.p.m., brida tensora M 14, 4,9 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 77/100			
0 602 212 401	0 602 212 201		950 W, 265 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 100 mm, 9.000 r.p.m., brida tensora M 14, 5,5 kg
0 602 212 404	0 602 212 204		950 W, 135 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 100 mm, 9.000 r.p.m., brida tensora M 14, 5,1 kg
0 602 212 407	0 602 212 207		950 W, 72 V, 200 Hz, punta de amolar máx. 100 mm, 9.000 r.p.m., brida tensora M 14, 5,1 kg
HF – Amoladoras rectas HGS 77/125			
0 602 213 434	0 602 213 204		1.450 W, 200 V, 300 Hz, punta de amolar máx. 125 mm, 6.800 r.p.m., brida tensora M 14, 5,8 kg
HF – Amoladoras angulares HWS 52/125			
0 602 324 401	0 602 324 301		520 W, 265 V, 200 Hz, 125 mm, 4.800 r.p.m., 2,3 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 404	0 602 324 304		520 W, 135 V, 200 Hz, 125 mm, 4.800 r.p.m., 2,0 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 407	0 602 324 307		520 W, 72 V, 200 Hz, 125 mm, 4.800 r.p.m., 2,0 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 434	0 602 324 324		800 W, 200 V, 300 Hz, 125 mm, 7.300 r.p.m., 2,5 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 441	0 602 324 341		520 W, 265 V, 200 Hz, 125 mm, 5.800 r.p.m., 2,2 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 444	0 602 324 344		520 W, 135 V, 200 Hz, 125 mm, 5.800 r.p.m., 2,2 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 447	0 602 324 347		520 W, 72 V, 200 Hz, 125 mm, 5.800 r.p.m., 2,2 kg, brida tensora M 14, interruptor deslizante
0 602 324 464	0 602 324 364		ver 0 602 324 444, pero sin retención del husillo
0 602 324 474	0 602 324 374		ver 0 602 324 464, pero con 6.800 r.p.m.



Número de pedido	Modelo precedente	Modelo anterior al precedente	Descripción
HF – Amoladoras angulares HWS 65/125			
0 602 301 401	0 602 301 201		600 W, 265 V, 200 Hz, 125 mm, 4.100 r.p.m., 3,0 kg, brida tensora M 14
0 602 301 404	0 602 301 404		600 W, 135 V, 200 Hz, 125 mm, 4.100 r.p.m., 3,0 kg, brida tensora M 14
0 602 301 407	0 602 301 207		600 W, 72 V, 200 Hz, 125 mm, 4.100 r.p.m., 3,0 kg, brida tensora M 14
0 602 301 434	0 602 301 204		900 W, 200 V, 300 Hz, 125 mm, 6.150 r.p.m., 3,2 kg, brida tensora M 14
0 602 327 401	0 602 327 001		600 W, 265 V, 200 Hz, 100 mm, 2.550 r.p.m., 3,2 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 77/175			
0 602 305 401	0 602 305 001		950 W, 265 V, 200 Hz, 175 mm, 1.750 r.p.m., 4,8 kg, brida tensora M 14
0 602 305 404	0 602 305 004		950 W, 135 V, 200 Hz, 175 mm, 1.750 r.p.m., 4,3 kg, brida tensora M 14
0 602 305 407	0 602 305 008		950 W, 72 V, 200 Hz, 175 mm, 1.750 r.p.m., 4,3 kg, brida tensora M 14
0 602 306 434	0 602 306 034		1.450 W, 200 V, 300 Hz, 175 mm, 1.650 r.p.m., 4,3 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 77/180			
0 602 304 401	0 602 304 201		950 W, 265 V, 200 Hz, 180 mm, 5.700 r.p.m., 4,6 kg, brida tensora M 14
0 602 304 404	0 602 304 204		950 W, 135 V, 200 Hz, 180 mm, 5.700 r.p.m., 5,3 kg, brida tensora M 14
0 602 304 407	0 602 304 209		950 W, 72 V, 200 Hz, 180 mm, 5.700 r.p.m., 4,6 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 85/180			
0 602 329 501	0 602 329 401	0 602 329 001	1.200 W, 265 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 5,6 kg, brida tensora M 14
0 602 329 504	0 602 329 404	0 602 329 004	1.200 W, 135 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 5,6 kg, brida tensora M 14
0 602 329 507	0 602 329 407	0 602 329 007	1.200 W, 72 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 5,6 kg, brida tensora M 14
0 602 329 511	0 602 329 411	0 602 329 011	1.800 W, 72 V, 300 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 5,6 kg, brida tensora M 14
0 602 329 534	0 602 329 434	0 602 329 034	1.800 W, 200 V, 300 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 5,8 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 88/180			
0 602 331 501	0 602 331 401	0 602 331 001	1.950 W, 265 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 6,5 kg, brida tensora M 14
0 602 331 504	0 602 331 404	0 602 331 004	1.950 W, 135 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 6,5 kg, brida tensora M 14
0 602 331 507	0 602 331 407	0 602 331 007	1.950 W, 72 V, 200 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 6,5 kg, brida tensora M 14
0 602 331 534	0 602 331 434	0 602 331 034	2.900 W, 200 V, 300 Hz, 180 mm, 8.500 r.p.m., 7,0 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 88/230			
0 602 332 501	0 602 332 401	0 602 332 001	1.950 W, 265 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,1 kg, brida tensora M 14
0 602 332 504	0 602 332 404	0 602 332 004	1.950 W, 135 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,0 kg, brida tensora M 14
0 602 332 507	0 602 332 407	0 602 332 007	1.950 W, 72 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,0 kg, brida tensora M 14
0 602 332 511	0 602 332 411	0 602 332 011	2.900 W, 72 V, 300 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,0 kg, brida tensora M 14
0 602 332 534	0 602 332 434	0 602 332 034	2.900 W, 200 V, 300 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,0 kg, brida tensora M 14
HF – Amoladoras angulares HWS 810/230			
0 602 334 501	0 602 334 401	0 602 334 101	2.500 W, 265 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 7,8 kg, brida tensora M 14
0 602 334 504	0 602 334 404	0 602 334 104	2.500 W, 135 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 8,5 kg, brida tensora M 14
0 602 334 507	0 602 334 407	0 602 334 107	2.500 W, 72 V, 200 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 8,5 kg, brida tensora M 14
0 602 334 534	0 602 334 434	0 602 334 134	3.800 W, 200 V, 300 Hz, 230 mm, 6.600 r.p.m., 8,5 kg, brida tensora M 14



Calidad de servicio Bosch



El sistema de información en CD-ROM de Bosch

informa sobre las herramientas eléctricas de Bosch de los últimos 25 años (incluidas listas de piezas de repuesto y esquemas de despiece) por lo que ahorra tiempo y dinero a la hora de gestionar los pedidos de piezas de repuesto.



El catálogo online de Bosch

proporciona toda la información que el cliente necesita acerca de las herramientas industriales Bosch. Además, le ofrece información actual e interesante sobre datos de ferias e innovaciones dentro del campo de las herramientas industriales de Bosch.



El servicio de piezas de recambio Bosch

garantiza en el 99% de los casos que la pieza de repuesto deseada está disponible en los mismos almacenes para que de esta forma el trabajo pueda llevarse a cabo con celeridad.



El servicio de reciclado de Bosch

ofrece protección al medio ambiente e implicación activa. Las herramientas industriales de Bosch incluido las herramientas de batería y las baterías que ya no se utilicen más pueden devolverse a Bosch directamente o a través de su comercio especializado para su reciclaje.

Sello:

Robert Bosch GmbH
Área comercial de herramientas eléctricas
Marketing y Distribución de Herramientas Industriales
Max-Lang-Straße 40-46
D-70771 Leinfelden-Echterdingen
Teléfono: +49 (0)711 758-3333
Fax: +49 (0)711 811 518-7777
Correo electrónico: team.productiontools@de.bosch.com
www.boschproductiontools.com

1619BT9827 (08.13)
Printed in Federal Republic of Germany.
Imprimé en République Fédérale
d'Allemagne.

Reservado el derecho a introducir
modificaciones técnicas. Excluida
cualquier responsabilidad por errores
de imprenta.

