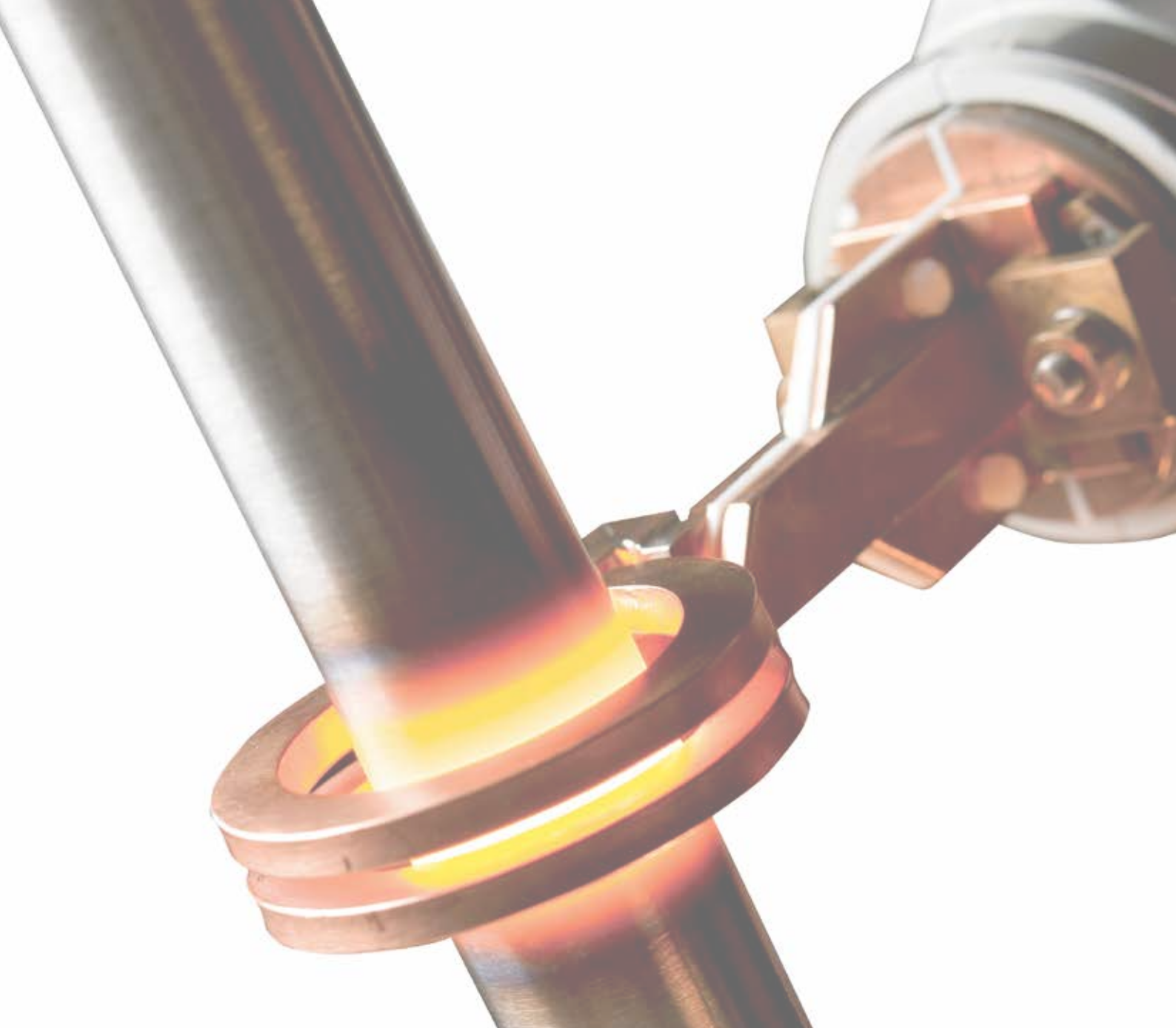




# Aplicaciones de calentamiento por inducción

Los procesos, el equipamiento, los beneficios



## CONTENIDOS

Introducción .....	3	Forja por inducción.....	14
Bobinas de inducción.....	4-5	Fusión por inducción.....	15
Temple por inducción.....	6	Enderezado por inducción.....	16
Revenido por inducción.....	7	Aplicaciones especiales.....	17
Braseado por inducción.....	8	Como trabaja la inducción.....	19
Curado por inducción.....	9	Como elegir la mejor solución.....	20-21
Soldadura por inducción.....	10	Certificaciones internacionales.....	22
Normalizado / recocido por inducción.....	11	Algunos de nuestros clientes.....	23
Pre-calentamiento por inducción.....	12	Una familia para cada necesidad.....	24
Post-calentamiento por inducción.....	13		

# Introducción

**El calentamiento por inducción es rápido, preciso, limpio, eficiente energéticamente, controlable y repetible. Aún más importante, en EFD Induction hemos descubierto como utilizar esta sorprendente tecnología en cualquier aplicación de calentamiento industrial. EFD Induction—poniendo el calor más inteligente para el uso más inteligente.**

EFD Induction fue fundada en 1996 por la fusión de la alemana Fritz Düsseldorf Induktionserwärmung y la noruega ELVA Induksjon. Desde entonces nos hemos convertido en número uno de Europa y número dos en el Mundo como compañía de calentamiento por inducción. Hasta la fecha, se han instalado cerca de 20.000 sistemas de EFD Induction, apoyada por nuestra red mundial de fábricas, laboratorios, oficinas y agentes.

Desde el principio hemos querido extender los beneficios de la inducción a la más amplia gama de aplicaciones industriales. Esto nos llevó al uso pionero de la inducción para enderezar las cubiertas y mamparos de los buques. Así como utilizar tecnología de estado sólido para hacer los equipos de calentamiento por inducción más pequeños, más seguros, más versátiles y más confiables.

Nuestras soluciones son utilizadas hoy para hacer de todo, desde grifos hasta naves espaciales; de células solares a excavadoras. Y debido a que muchas de nuestras soluciones son lo suficientemente compactas como para ser portátiles, también encontrará equipos de EFD Induction que trabajan en plataformas en mar abierto, parques eólicos y centrales eléctricas.

Las siguientes páginas muestran una breve reseña de las áreas de aplicación principal para nuestros equipos. Pero, por supuesto, un documento como éste no puede cubrir todo. Si desea saber más —acerca de nosotros, o los beneficios técnicos y comerciales del calentamiento por inducción— tome contacto con nosotros. Encontrará la dirección de nuestra página web en la contraportada.



# Bobinas de inducción

La bobina de inducción, también conocida como 'inductor', es esencial para los procesos de calentamiento por inducción. Muchos factores contribuyen en la efectividad de una bobina: el cuidado con que se fabrique, la calidad de los materiales utilizados, su forma, su mantenimiento, su correcta adaptación con las fuentes de alimentación, etc. Esto es por lo que es tan importante insistir en el hecho de la reparación y fabricación de bobinas profesionalmente –preferentemente por los mismos técnicos que fabricaron su sistema de inducción.

EFD Induction tiene los programas mas avanzados –tal vez del mundo– para reparar y fabricar las bobinas para sus aplicaciones. No sólo diseñamos y hacemos bobinas personalizadas para todo tipo de materiales y aplicaciones, también tenemos soluciones logísticas para bobinas y mantenimiento preventivo. Estas iniciativas garantizan siempre el uso de la bobina correcta y que su vida de trabajo sea la máxima.

Los detalles de cada bobina EFD Induction se introducen en una base de datos única que es actualizada constantemente. Como resultado podemos reemplazar rápidamente y sin contratiempos o reparar cualquier bobina en cualquier lugar sin comprometer la calidad ni la productividad.



Las bobinas de inducción correctamente diseñadas, fabricadas y reparadas son esenciales para la eficacia global de las soluciones de calentamiento por inducción. Este es el motivo por el que invertimos en técnicos de bobinas altamente cualificados y equipos de diseño de bobinas avanzados. Nuestros clientes se benefician al tener bobinas que están personalizadas para sus necesidades y condiciones específicas.



### **BOBINAS EFD INDUCTION**

Nuestra experiencia nos permite hacer bobinas a medida para prácticamente cualquier aplicación especial. Y como muestra la foto de la izquierda, también tenemos experiencia en la construcción de bobinas de dimensiones excepcionales.



# Temple por inducción

## ¿Que es el temple por inducción?

El temple por inducción utiliza calor inducido y enfriamiento rápido (duchado) para aumentar la dureza y durabilidad del acero. La inducción es un proceso sin contacto que rápidamente genera un calor controlable, localizado e intenso. Con inducción solamente se calienta el área de la pieza a ser templada. La optimización de los parámetros de proceso tales como, los ciclos de calentamiento, las frecuencias y el diseño del inductor/ducha, producen los mejores resultados.

## ¿Cuales son los beneficios?

El temple por inducción aumenta la productividad. Es un proceso extremadamente rápido y repetible que se integra fácilmente en las líneas de producción. Con la inducción es habitual tratar piezas individuales. Esto

permite que cada pieza se temple separadamente con las especificaciones propias precisas. Los parámetros de proceso optimizados para cada pieza pueden almacenarse en su servidor. El temple por inducción es limpio, seguro y normalmente tiene un diseño compacto. Y debido a que sólo se calienta el área específica del componente a ser templado, es extremadamente eficiente en cuanto a ahorro energético.

## ¿Donde se utiliza?

La inducción se emplea para templar numerosos componentes. Aquí están algunos de ellos: engranajes, cigüeñales, árboles de levas, ejes motrices, ejes de salida, barras de torsión, balancines, juntas homocinéticas, tulipas, válvulas, anillos de giro, pistas interiores y exteriores.

## ¿Qué equipos están disponibles?

HardLine es la familia EFD Induction que ofrece sistemas de temple horizontal y vertical, de plato giratorio y equipos sin centros. En la cabecera de nuestras soluciones de temple están nuestros convertidores Sinac, disponibles con rangos de potencias de salida desde 5–2000 Kw y gamas de frecuencias desde 0.3–350 Khz. EFD Induction puede suministrar también plantas de temple llave en mano que incluyen el desarrollo del proceso, los equipos de manipulación y lavado, y los servicio y programas soportes.



*Las soluciones de temple de EFD Induction están utilizadas por la mayoría de los principales fabricantes de automóviles del mundo y sus proveedores. El alto rendimiento, los plazos cortos, que aseguran la calidad y la seguridad medioambiental son las razones claves por las que eligieron nuestras soluciones.*



*El temple por inducción es más rápido que el resto de otras alternativas de tratamiento térmico. Al mismo tiempo es perfectamente controlable y repetible –siendo la solución ideal para su integración en líneas automáticas de producción.*

# Revenido por inducción

## ¿Qué es el revenido por inducción?

El revenido por inducción es un proceso de calentamiento que optimiza las propiedades mecánicas, como la resistencia y ductilidad de las piezas que ya han sido templadas.

## ¿Cuales son los beneficios?

La principal ventaja de la inducción sobre los hornos de revenido clásicos, es su velocidad. La inducción puede revenir piezas en minutos, a veces incluso en segundos. Los hornos de revenido clásicos suelen tardar horas. El revenido por inducción es ideal para la integración en línea, además de minimizar el número de componentes en proceso. El revenido por inducción facilita el control individual de la calidad de las piezas. Las estaciones de revenido por inducción integradas en el proceso de temple también ahorran un valioso espacio.

## ¿Dónde se utiliza?

El revenido por inducción se utiliza ampliamente en la industria de automoción para revenir la superficie de los componentes templados, tales como ejes, barras y juntas. El proceso también se utiliza en la industria de tubos y tuberías para revenir piezas templadas. El revenido por inducción unas veces se realiza en la propia estación de temple, y otras en una o varias estaciones de revenido separadas de la de temple.

## ¿Que equipos están disponibles?

Los sistemas HardLine completos son ideales para la mayor parte de aplicaciones de revenido. El principal beneficio de estos sistemas es que el temple y revenido son realizados en la misma máquina. Esto ofrece un ahorro considerable de costos y tiempos en un espacio reducido, en comparación con otras tecnologías alternativas. Con hornos clásicos por ejemplo, un horno primero temple las piezas, y un segundo horno independiente las revice a continuación. Los sistemas Sinac y Minac de EFD Induction también se utilizan para aplicaciones de revenido.



*Un eje moviéndose horizontalmente y a alta velocidad a través de una bobina de inducción. El revenido por inducción es inigualable por su velocidad y precisión.*



*Un equipo de revenido completo EFD Induction normalmente incluye: el convertidor, las bobinas, los mecanismos de manipulación y el software de control. También tenemos disponibles opciones de servicio, mantenimiento y formación.*

# Braseado por inducción

## ¿Que es el braseado por inducción?

El braseado es un proceso para unir materiales utilizando un material de aportación (y por lo general un anti-oxidante llamado fluxe) para unir dos piezas de metal sin fundir los materiales de base. Este proceso hace que el calor inducido funda la aportación y que ésta penetre en los materiales de base por capilaridad.

## ¿Cuales son los beneficios?

El braseado por inducción puede unir una amplia gama de metales tanto férricos como no férricos. El braseado por inducción es preciso y rápido. Únicamente se calientan las áreas estrechas definidas, dejando las áreas adyacentes y materiales sin afectarlas. Las uniones braseadas correctamente resultan fuertes, estancas y resistentes a la corrosión. También son muy limpias y normalmente no requieren operaciones posteriores de cepillado ni rectificado. El braseado por inducción es ideal para su integración en las líneas de producción.



*Braseado con un sistema EFD Induction. Vean como con inducción la zona de calentamiento es totalmente visible, algo que es imposible con calentamiento por llama.*

## ¿Donde se utiliza?

Los sistemas de braseado EFD Induction puede utilizarse para prácticamente cualquier tarea de braseado. Hasta la fecha, nuestros sistemas se usan en la industria electrotécnica para soldar componentes de generadores y transformadores tales como barras, mazos, anillos, cables y anillos de cortocircuito. Ellos también sueldan tuberías de combustible y piezas de frenos para la industria del automóvil. El sector de la aeronáutica utiliza inducción para soldar álabes de ventiladores, cubiertas de álabes y sistemas hidráulicos y de combustible. En la industria doméstica nuestros sistemas sueldan componentes de compresores, grifos y elementos de calentamiento.

## ¿Que equipos están disponibles?

Nuestras soluciones de braseado normalmente incluyen un sistema EFD Induction Minac portátil ó Sinac estacionario. Ambas familias de productos ofrecen una amplia gama de potencias de salida y frecuencias, junto con la adaptación automática y la compatibilidad con robots.



*Un Minac de EFD Induction suelda los bobinados en generadores. La movilidad del Minac y del transformador porta-inductor permite a los operarios acceder a las zonas de más difícil acceso.*



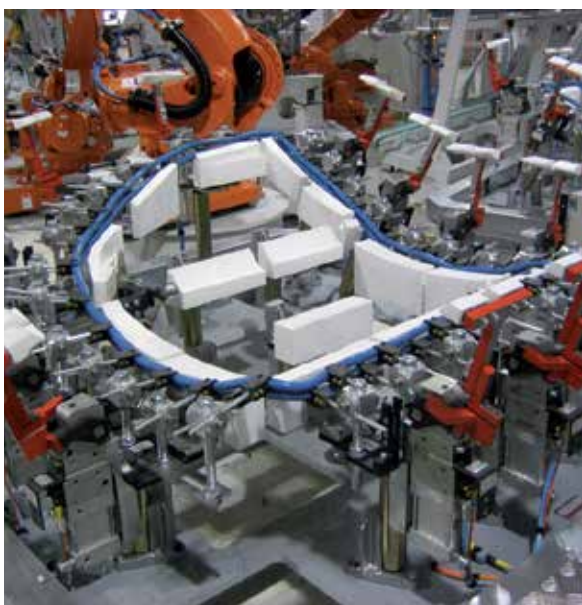
# Curado por inducción

## ¿Que es el curado por inducción?

El curado por inducción utiliza el calentamiento por inducción para curar adhesivos de encolado. La inducción es el principal método para el curado de adhesivos y sellado de componentes de automóvil, como puertas, capots, guardabarros, espejos retrovisor y magnetos. La inducción también cura los adhesivos en las uniones de fibra de carbono-fibra de carbono y de metal-composite. Existen dos tipos principales de curados para la automoción: curado por segmentos que calienta pequeños segmentos de los materiales a ser unidos curado completo, que calienta completamente las uniones.

## ¿Cuales son los beneficios?

Los sistemas de curado por puntos EFD Induction consiguen precisas aportaciones de energía para cada panel. Pequeñas áreas afectadas por el calor minimizan totalmente la distorsión del panel. No se necesita clampado cuando se curan paneles de acero, los cuales reducen las tensiones y distorsiones. Cada panel se monitoriza electrónicamente para garantizar que



las desviaciones en la energía aportada estén dentro de las tolerancias. Con curado completo, una bobina de contorno reduce la necesidad de inductor de re-  
puesto.

## ¿Donde se utiliza?

La inducción es el método de curado preferido en la industria del automóvil. Se utiliza tanto para paneles de acero como de aluminio, la inducción está siendo empleada cada vez más para curar nuevos materiales compuestos y materiales de fibra de carbono. La inducción se utiliza para curar mazos curvados, zapatas de freno y magnetos en la industria electrotécnica. También se utiliza para guías, raíles, estantes y paneles en el sector de línea blanca.

## ¿Que equipos están disponibles?

EFD Induction es el mayor especialista mundial en curado por inducción. De hecho, fuimos el inventor del curado por inducción por segmentos. También inventamos el proceso con Bobina U® que es el sistema más avanzado de curado del mercado. Sistema con auto-aliñado y repetible al 100%, la Bobina U® garantiza un calentamiento uniforme con el menor riesgo de distorsión posible. Los equipos que suministramos pueden ser de un sistema individual con convertidor y bobinas, hasta una solución totalmente llave en mano.



*Dos de nuestros sistemas de curado por inducción. La fotografía de la izquierda muestra una solución de curado completo. La fotografía de la derecha muestra un curado por segmentos, un método inventado por EFD Induction.*

# Soldadura por inducción

## ¿Que es la soldadura por inducción?

Con la soldadura por inducción el calor es inducido electromagnéticamente en el tubo. La velocidad y la precisión de la soldadura por inducción lo hacen ideal para la soldadura de borde de tubos y tuberías. En este proceso, los tubos pasan a gran velocidad por el interior de una bobina de inducción. A su vez, sus bordes se calientan y entonces se aprietan juntos para formar un cordón de soldadura longitudinal. La soldadura por inducción es particularmente adecuada para grandes producciones. Los soldadores pueden también estar equipados con cabezales de contactos, convirtiéndolos en sistemas de soldadura de doble propósito.

## ¿Cuales son los beneficios?

La soldadura longitudinal por inducción automatizada es un proceso fiable y de alto rendimiento. El bajo consumo de energía y la alta eficiencia de los sistemas de soldadura EFD Induction reducen los costos. Su controlabilidad y repetitividad minimizan las chatarras. Nuestros sistemas también son flexibles –la adaptación automática de la carga asegura toda la potencia

de salida a través de una amplia gama de tamaños de tubo. Y sus pequeños diseños compactos hacen fáciles de integrar o readaptar en líneas de producción.

## ¿Dónde se utiliza?

La soldadura por inducción se usa en la industria de tubos y tuberías para la soldadura longitudinal de acero inoxidable (magnético y no magnético), aluminio, aceros de bajo contenido de carbón (HSLA) y muchos otros materiales conductores.

## ¿Que equipos están disponibles?

El Weldac es un soldador en estado sólido de la gama de EFD Induction. Un sistema de alta eficiencia (> 85%), el Weldac esta preparado contra pruebas de cortocircuitos gracias a sus robustos transistores IGBT. El rizo del Weldac da como resultado limpios cordones de soldadura –haciendo al sistema particularmente adecuado para la soldadura de acero inoxidable y aluminio.



*El Weldac puede equiparse con varias bobinas de inducción o con cabezas de contactos de cambio rápido.*



*El rendimiento a alta velocidad y la confianza de nuestros soldadores de inducción los hacen idóneos para la industria de tubos y tuberías.*

# Normalizado / recocido por inducción

## ¿Qué es recocido por inducción?

Este proceso calienta metales que ya han sido sometidos a un importante proceso. El recocido por inducción reduce la dureza, mejora la ductilidad y alivia las tensiones internas. El recocido total es un proceso donde se recuece la pieza completamente. Con el recocido del cordón de soldadura (más conocida como normalización del cordón de soldadura), se trata únicamente la zona afectada por el calor producida en el proceso de soldadura.

## ¿Cuáles son los beneficios?

El recocido y normalizado por inducción ofrece un calor rápido, fiable y localizado, control preciso de la temperatura y fácil integración en línea. La inducción trata las piezas individualmente con las especificaciones exactas, con sistemas de control de vigilancia continuada que permiten la grabación de todo el proceso.

## ¿Dónde se utiliza?

El recocido y normalizado por inducción se utiliza ampliamente en la industria de tubos y tuberías. También se pueden recocer cables, tiras de acero, hojas de cuchillo y tubos de cobre. De hecho, la inducción es ideal para prácticamente cualquier tarea de recocido.



*El sistema de control ayuda a abordar los desafíos planteados al normalizar los cordones de soldadura en la nueva generación de tubería API estándar.*

## ¿Qué equipos están disponibles?

Cada sistema de recocido de EFD Induction se construye para satisfacer sus requerimientos específicos. En la cabeza de cada sistema se encuentra un convertidor Sinac de EFD Induction, que se caracteriza por el acoplamiento automático de la carga y un factor de potencia constante en todos los niveles de energía. La mayoría de los sistemas suministrados también incorporan soluciones personalizadas de manipulación y control.



*El movimiento orbital de las bobinas en este sistema de recocido EFD Induction significa un seguimiento preciso del cordón de soldadura. El recocido es esencial para tubería empleada en las industrias de petróleo y gas.*

# Pre calentamiento por inducción

## ¿Qué es el pre calentamiento por inducción?

El pre calentamiento por inducción es un proceso donde los materiales o las piezas son calentados por inducción antes a un posterior procesamiento. Las razones para el pre calentamiento son varias. En la industria del cable y alambre, los núcleos de los cables son pre calentados antes de la extrusión del aislamiento. Las bandas de acero son pre calentadas antes de su decapado y su recubrimiento de zinc. El pre calentamiento por inducción también alivia los metales antes de su plegado, y prepara tubos y tuberías antes de soldadura. Las soluciones de pre calentamiento móviles facilitan reparaciones in situ para el montaje / desmontaje de cojinetes.

## ¿Cuáles son los beneficios?

Los sistemas de pre calentamiento de EFD Induction son extremadamente eficientes, dando como resultado grandes ahorros de energía. Cuando se pre calientan en continuo bandas de acero, cables y alambres, los rectificadores de diodos garantizan un factor de potencia constante de 0,95, eliminando así los costos de la energía reactiva. Los tiempos de ciclo son cortos, también. Y la adaptación automática continua significa que una sola bobina puede procesar amplios rangos de producción. Los sistemas de pre calentamiento por

inducción son compactos y fácil de integrar en las líneas de producción existentes o previstas.

## ¿Dónde se utiliza?

El pre calentamiento por inducción se emplea en la industria de automoción, mecánica, aeronáutica, electrotécnica, de electrodomésticos y de construcción naval. Un parte importante de su uso es el pre calentamiento antes de soldadura. Nuestros sistemas móviles Minac se utilizan en mar abierto para pre calentamiento in situ antes de la soldadura. Las unidades Minac también son transportadas con frecuencia en avión a las plataformas petrolíferas y aeropuertos para realizar con ellos reparaciones y operaciones de mantenimiento.

## ¿Qué equipos están disponibles?

EFD Induction diseña y construye sistemas especializados para pre calentamientos de bandas de acero, alambres y cables. Estos sistemas incorporan típicamente nuestro convertidor Sinac, y ofrecen diseños de bobinas horizontales o verticales. También está disponible para diseños personalizados. Las unidades Minac móviles y compactas de EFD Induction se utilizan para pre calentamientos in situ.



*Un Sinac de media frecuencia EFD Induction pre calienta tubería sin soldadura para mar abierto antes de recubrimiento.*



*Sin polvo, sin humos, sin ruidos. Un equipo de calentamiento EFD Induction consigue pre calentar simultáneamente cuatro barras de ánodo de 170 mm de diámetro.*

# Post-calentamiento por inducción

## ¿Qué es el post-calentamiento por inducción?

El post-calentamiento por inducción se refiere a cualquier proceso donde la inducción se utiliza para calentar piezas o materiales que ya han sido sometidos a un proceso anterior importante. Los componentes metálicos y las soldaduras, por ejemplo, a menudo deben post-calentarse para aliviar las tensiones internas causadas por un proceso anterior. El post-calentamiento por inducción también se utiliza para calentar núcleos de cable después de su extrusión.

## ¿Cuáles son los beneficios?

La velocidad, la versatilidad, la precisión y el fácil control de la inducción la hacen ideal para numerosas tareas de post-calentamiento. Nuestros sistemas de post-calentamiento de cable y alambres, por ejemplo inducen calor localizado directamente en el núcleo del cable. Esto da como resultado una reticulación extremadamente rápida de los polímeros de aislamiento. Al mismo tiempo, la inducción minimiza el riesgo de deformación del cable. Nuestros sistemas portátiles Minac también llevan los beneficios de la inducción a sitios insólitos tales como plataformas de petróleo y gas en mar abierto.



## ¿Dónde se utiliza?

Nuestras soluciones de post-calentamiento se utilizan principalmente en las industrias del cables y alambres, tubos y tuberías, electrotécnica y aviación. En la industria de automóvil se post-calientan anillos, ejes, las juntas y engranajes; y curan los recubrimientos de discos de freno para resistir la corrosión.

## ¿Qué equipos están disponibles?

Los sistemas estacionarios Sinac EFD Induction — junto con otras opciones de manipulación y funciones de control— son utilizados para cables y alambres y otras aplicaciones de alta producción. Los sistemas portátiles Minac ofrecen soluciones de inducción en plataformas en mar abierto, parques eólicos, centrales eléctricas, etc.



*Post-calentamiento in situ para la industria del gas y petróleo es un área de aplicación creciente para EFD Induction. Estas fotos muestran un Minac portátil (izquierda) y un Sinac estacionario (derecha) utilizados en el tratamiento de tuberías.*

# Forja por inducción

## ¿Que es la forja por inducción?

La forja por inducción utiliza la inducción para calentar piezas metálicas antes de que estas sean conformadas ó 'deformadas' en prensas o martillos.

## ¿Cuales son los beneficios?

La forja por inducción tiene varias ventajas claves con respecto a la forja en horno. La velocidad y la facilidad de control de la inducción garantizan un alto rendimiento. La inducción también minimiza la oxidación y ayuda a mantener la integridad metalúrgica. Y la inducción ofrece un calentamiento localizado, preciso que produce un ahorro de energía. La consistencia y la repetitividad de la inducción la hacen ideal para su integración en líneas de producción automatizadas.

## ¿Donde se utiliza?

La forja por inducción se utiliza ampliamente en las industrias del metal y fundición para calentar palanquillas, barras y extremos de barras. Los metales comúnmente forjados con los sistemas EFD Induction incluyen aluminio, latón cobre, acero y acero inoxidable.

## ¿Que equipos están disponibles?

Tres familias de equipos EFD Induction pueden ser utilizados para aplicaciones de forja: HeatLine, Sinac y Minac. Sin embargo, HeatLine incluye varios modelos que están especialmente diseñados para la forja de gran potencia de palanquillas, barras, extremos de barras, tornillos y componentes pre-formados.



*Arriba, una calentadora vertical de extremos EFD Induction. Estos sistemas pueden estar equipados con cualquier número de bobinas de inducción, y están disponibles con convertidores en versión tiristores y transistores IGBT.*

*Un taco de acero calentado en una estación de forja EFD Induction.*

# Fusión por inducción

## ¿Que es la fusión por inducción?

La fusión por inducción es un proceso donde un metal es fundido en el crisol de un horno. El metal fundido se vierte desde este crisol a un molde.

## ¿Cuales son los beneficios?

La fusión por inducción es extremadamente rápida, limpia y uniforme. Cuando se realiza correctamente, la fusión por inducción es tan limpia que permite omitir la fase de purificación necesaria con otros métodos. El calor uniforme inducido en el metal también contribuye a un resultado final de alta calidad. Los sistemas de fusión EFD Induction tienen avanzadas características ergonómicas. No sólo hacen los lugares de trabajo más seguros, sino que además aumentan la productividad, haciendo el proceso de fusión más rápido y más cómodo.

## ¿Donde se utiliza?

Los sistemas de fusión EFD Induction se utilizan en fundiciones, universidades, laboratorios y centros de investigación. Los sistemas funden todo tipo de metales desde férricos y no férricos a materiales nucleares y aleaciones especiales dentales / médicas.

## ¿Qué equipos están disponibles?

EFD Induction ofrece cinco rangos de horno diferentes para satisfacer sus necesidades de fusión: basculamiento de un solo eje, basculamiento con doble eje, bobina móvil, de giro 180° y de laboratorio.



*Un horno EFD Induction de basculamiento con un eje. Estos sistemas permiten fundir metales férricos y no férricos (aleaciones de cobre y aluminio). Existen varios modelos para satisfacer todas sus necesidades de capacidad. Estos están disponibles con crisoles prefabricados de cambio fácil ó revestimiento apisonado.*



*Fusión de latón en un horno de fusión con bobina móvil. El crisol prefabricado (arcilla grafitica) permanece estático durante todo el ciclo de fusión. En su lugar, la bobina se mueve rodeando el crisol sin tocarlo. Crisoles específicos – los cuales trabajan como cuchara de colada eliminan la contaminación entre aleaciones.*

# Enderezado por inducción

## ¿Que es el enderezado por inducción?

El enderezado por inducción utiliza una bobina para generar un calor localizado en áreas de calentamiento pre-definidas. Al enfriarse estas áreas precalentadas se contraen y la chapa metálica "tira" hasta alcanzar una condición más plana.

## ¿Cual son los beneficios?

El enderezado por inducción es extremadamente rápido. Cuando se enderezan los mamparos y cubiertas de buques, nuestros clientes frecuentemente informan de una reducción de tiempo del 50%, comparado con métodos de enderezado tradicionales. Sin inducción, el enderezado en un gran barco puede emplear fácilmente decenas de miles de horas de mano de obra. La precisión de la inducción también aumenta la productividad. Por ejemplo, cuando enderezamos chasis de camiones no es necesario quitar otros componentes sensibles al calor. La inducción es tan precisa que deja sin afectar las zonas de material adyacentes.

## ¿Donde se utiliza?

El calentamiento por inducción se usa para enderezar los mamparos y cubiertas de buques. En la industria de la construcción se puede enderezar vigas. El enderezado por inducción es cada vez más utilizado en la fabricación y reparación de locomotoras, material rodante y vehículos pesados para mercancías.

## ¿Que equipos están disponibles?

Los sistemas Terac de EFD Induction están diseñados especialmente para enderezar buques. Cada Terac incluye un convertidor de frecuencia, un sistema de enfriamiento, un panel de control y la unidad de calentamiento para cubiertas. Una unidad de mano reemplaza la unidad de cubiertas cuando se enderezan mamparos. Los calentadores portátiles Minac se utilizan también para operaciones de enderezado fuera de los barcos.



*El sistema Terac de EFD Induction garantiza un funcionamiento a prueba de fallos, lo que imposibilita el sobrecalentamiento de acero magnético. Por otra parte, el Terac no produce gases tóxicos desde la fuente de calentamiento. Y no hay en la práctica ningún ruido acústico.*



*Los beneficios del enderezado por inducción no se limitan únicamente a la industria naval. Aquí, un sistema EFD Induction endereza vigas en T en un proyecto de construcción.*



# Aplicaciones especiales

**Este documento ofrece una visión general de las áreas de aplicación principal de los sistemas EFD Induction y nuestras soluciones. Sin embargo, nuestros equipos se utilizan para una amplia variedad de aplicaciones en industrias tan diversas como la de generación de energía, el empaque de alimentos y la fabricación de prendas de vestir. A continuación se presenta una lista muy parcial de algunas de estas aplicaciones.**

## **Enmangado**

Nuestros sistemas se utilizan en la industria del automóvil para enmangar engranajes y anillos. También se emplean en la reparación de aviones, trenes y camiones. Nuestros sistemas móviles se utilizan para tareas de enmangado en plataformas en mar abierto. Y cada vez se utilizan más para retirar las tuercas gigantes y pernos en las turbinas de centrales eléctricas.

## **Fibrado de lana de vidrio**

La inducción se utiliza para generar el calor necesario en la etapa de fibrado en la fabricación de lana de vidrio. Esta aplicación consiste en aplicar calor al vidrio fundido para que se extruya en forma de fibras a través de los orificios de un control de giro centrífugo.



*Un ejemplo de –equipo EFD Induction para retirar grandes tuercas y pernos, en una fracción del tiempo necesario por el calentamiento mediante resistencias o gas tradicional.*

## **Tratamiento térmico de cadenas en línea**

EFD Induction fabrica sistemas con diseño personalizado para el temple y revenido en continuo de cadenas. Estos sistemas minimizan la manipulación, asegurando al mismo tiempo que las cadenas sean tratadas de acuerdo a sus parámetros específicos. El calentamiento por inducción es ideal para la producción de cadenas de alta calidad y grano fino.

## **Temple de coronas de grandes anillos**

Una solución patentada por EFD Induction se utiliza para templar las coronas de grandes anillos utilizados en los generadores eólicos. En el pasado, el temple por inducción de dichos anillos dejaba una ‘zona blanda’ y por lo tanto el anillo no apto para muchas tareas en la generación de energía eólica. EFD Induction solucionó el problema con un sistema multi-bobina que temple tales anillos sin dejar zonas blandas con interposición de temple.



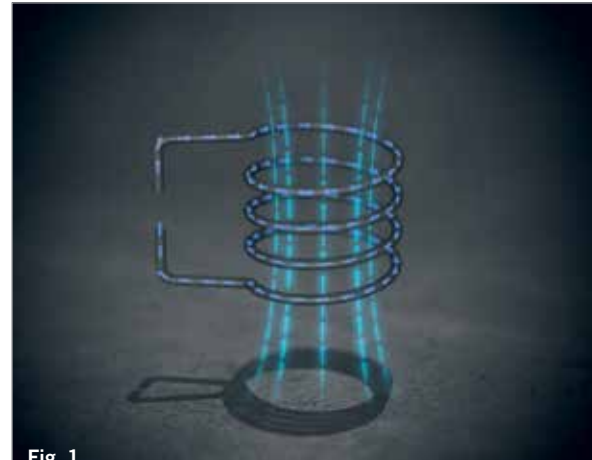
*Un gran anillo templado por una máquina EFD Induction con exploración vertical.*



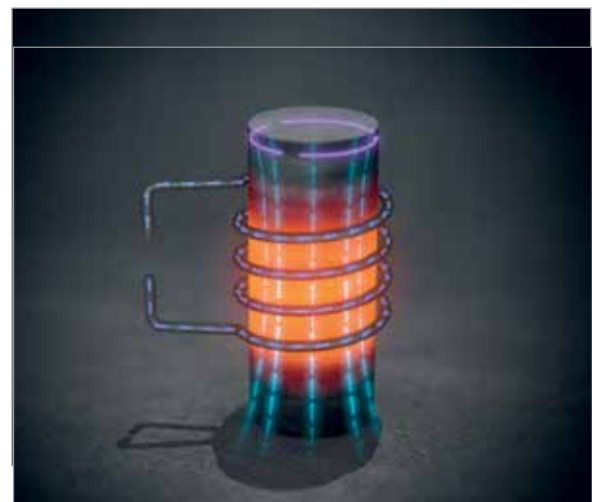
# ¿Como trabaja la inducción?

**La inducción es un método de calentamiento sin contacto ni llama que puede poner al rojo vivo en segundos una sección determinada de una barra metálica con gran precisión. ¿Cómo es esto posible?**

Mediante una corriente alterna que fluye a través de una bobina, se genera un campo magnético. La fuerza del campo varía en función de la frecuencia aplicada a la alternancia que pasa a través de la bobina. El campo se concentra en el área contorneada por la bobina; mientras que su magnitud depende de la fuerza de la corriente y el número de espiras en la bobina. (Fig. 1)

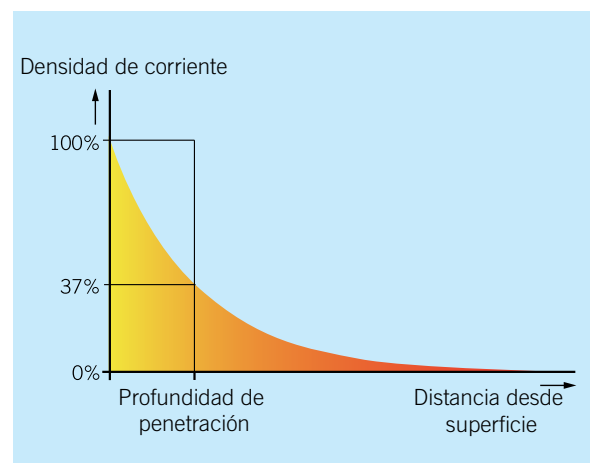


Las corrientes de Foucault son inducidas en cualquier objeto conductor de electricidad, por ejemplo una barra de metal, colocada dentro de la bobina. El fenómeno de resistencia genera calor en el área donde fluyen las corrientes de Foucault. Si se incrementa la fuerza del campo magnético, también se incrementará el efecto de calentamiento. Sin embargo, el efecto total de calentamiento también está influenciado por las propiedades magnéticas del objeto y la distancia entre esta y la bobina. (Fig. 2)



Las corrientes de Foucault crean su propio campo magnético que se opone al campo original producido por la bobina. Esta oposición impide que el campo original penetre inmediatamente hasta el centro del objeto rodeado por la bobina. Las corrientes de Foucault son más activas cerca de la superficie del objeto calentando, pero su actividad se debilita considerablemente al avanzar hacia el centro del objeto. (Fig. 3)

¿Qué es la profundidad de penetración? Es la distancia desde la superficie del objeto calentado hasta la profundidad donde la densidad de corriente cae al 37%. Esta profundidad aumenta al disminuir la frecuencia. Por lo tanto, es esencial poder seleccionar la frecuencia correcta a fin de lograr la profundidad de penetración deseada.



*El calor más inteligente –la inducción explota las leyes básicas electromagnéticas para generar directamente en la pieza un calor fácilmente controlable. En ningún momento la bobina toca la pieza.*

# Como elegir la mejor solución

**¿Cuál es la eficiencia del calentamiento por inducción? ¿Cómo elegir las frecuencias que mejor se adaptan a sus aplicaciones? Las reseñas inferiores les darán una idea del potencial de la inducción. Para obtener mayor información, simplemente comuníquese con la Oficina EFD Induction ó representante más cercano.**

## ¿Cuánta energía necesita?

Para calcular sus requerimientos de energía, Ud. necesita saber primero:

- **El tipo de material (acero, cobre, latón, etc.)**
- **Dimensiones de la pieza**
- **Producción por hora deseada**
- **Temperatura final deseada**

## Calcule sus necesidades de energía

**Paso 1** Primero determine el ratio de absorción de energía del material. La Fig. 1 muestra los ratios para algunos materiales comunes.

**Paso 2** Multiplique el ratio de absorción de energía por la producción horaria por Uds. deseada (kg/hora). El resultado es su requerimiento específico de potencia.

**Paso 3** Ahora puede determinar el nivel de eficiencia global del equipo de inducción. Algunos niveles de eficiencia de los calentadores de inducción típicos para materiales comunes se muestran en la figura 2. Divida la necesidad de de energía calculada por el ratio de eficiencia del equipo. Esto le da el requisito de energía total.

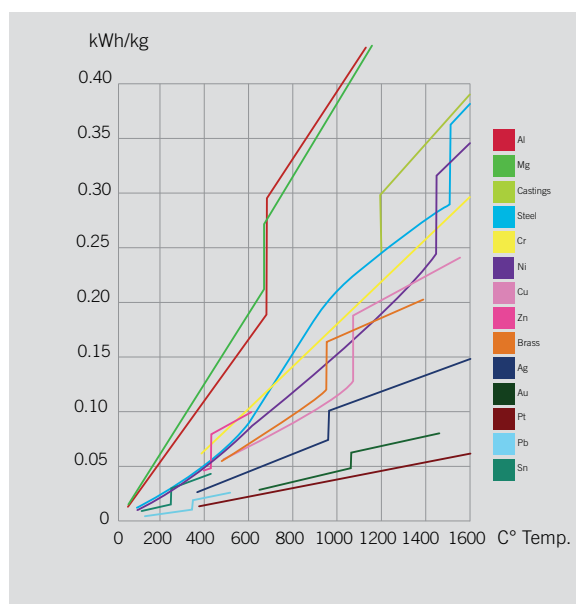


Fig. 1. Ratios absorción energía para diferentes materiales

Material	Final temp. °C	Eficiencia
Acero al carbono	1250	0.65
Acero al carbono	700	0.80
Acero inoxidable	1250	0.60
Latón	800	0.50
Cobre	900	0.40
Aluminio	500	0.40

Fig. 2. Niveles de eficiencia de un calentador de inducción típico. Los valores anteriores se entienden con el uso de bobinas multi-espira envolventes. Los diferentes diseños de bobina pueden afectar los niveles de eficiencia. Por ejemplo, el ratio de eficiencia para el cobre es para un tipo de bobina normal, generalmente 0.1-0,2.

### Seleccionando la frecuencia correcta

La elección de la frecuencia es crucial cuando se utiliza el calentamiento por inducción, según la frecuencia se determina la profundidad de penetración del calor. La figura 3 muestra las frecuencias aproximadas para el calentamiento de algunos materiales comunes.

Material					Frecuencia
Acero no magnético	Acero magnético	Latón	Cobre	Aluminio y aleaciones de aluminio	
Final temp. 1,200°C	700°C	800°C	850°C	500°C	
Ø mm	Ø mm	Ø mm	Ø mm	Ø mm	Hz
150–500	27–75	110–	50–	50–	50
60–250	8–35	35–440	22–800	22–800	500
40–175	6–25	30–300	15–600	15–600	1,000
25–100	3.5–14	15–180	9–350	9–350	3,000
20–85	2.5–10.5	10–130	7–260	7–260	5,000
14–60	2–8.5	8–100	5–180	5–180	10,000
10–40	1.5–5.5	6–75	3–125	3–125	20,000
5–22	0.7–3.0	3.5–40	2–75	2–75	60,000
4–17	0.5–2.0	2.5–30	1.5–60	1.5–60	100,000
1.8–8	0.2–1.0	1.2–15	0.6–20	0.6–20	500,000

Fig. 3. Algunos rangos de dimensiones económicamente beneficiosas para materiales comunes a diferentes frecuencias. Las frecuencias que se indican únicamente se considerarán como guías. El tiempo de calentamiento más corto para materiales y dimensiones específicos se logra trabajando cerca de los límites más bajos posibles de frecuencia.

# Certificaciones internacionales

**EFD Induction es el especialista internacional en el calentamiento por inducción, con plantas de producción en Noruega, Alemania, Francia, China, India, Estados Unidos y Rumania. Y filiales en Suecia, Finlandia, Italia, Austria, España, Japón, Reino Unido, Rusia, Polonia, Brasil, Malasia y Tailandia.**

La clave del crecimiento de EFD Induction ha sido su capacidad para satisfacer las estrictas exigencias de calidad establecidas por nuestros clientes, muchos de los cuales operan en las industrias más competitivas y conscientes de la calidad por todo el mundo. Nos enorgullecemos de las numerosas certificaciones que disponemos, por ejemplos en tres zonas (China, India y Alemania) dan una idea de la gama de aprobaciones de calidad realizados por EFD Induction.

## Alemania

El centro de producción de EFD Induction en Freiburg (Alemania) tiene el certificado estándar DIN EN ISO 900.

## China

En China, nuestras instalaciones de Shanghai están certificadas por Det Norske Veritas para ajustarse a la norma ISO 9001:2000. Los sistemas de temple fabricados en nuestra planta de Shanghai está certificada según los estándares EN ISO 12100-1:2003, EN ISO 12100-2:2003 y EN 60204-1:2006, calificándonos con el mercado “CE”.

## India

Nuestra planta de producción en Bangalore cumple la especificación técnica ISO/TS 16949:2000. La instalación también tiene un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo que está certificado para el estándar OHSAS 18001: 1999. Y además de su certificación de ISO 9001: 2000, la planta tiene un sistema de gestión medioambiental que cumple con los requisitos del estándar EN ISO 14001: 2004.



# Algunos de nuestros clientes

Los equipos EFD Induction han sido utilizados para construir y reparar desde latas hasta los motores de los vehículos de lanzamiento Ariane 5 de la Agencia Espacial Europea. A continuación se presenta una lista parcial de los clientes de EFD Induction. Historias de casos y testimonios de clientes de todo el mundo están disponibles en los representantes EFD Induction más cercanos.

ABB	FAG	Koni	Schneeberger
Alcatel	Fardis	KS Kolbenschmidt	Shanghai Baosteel
Alstom	Federal-Mogul	Lankhorst Indutech	Shanghai Turbine Generator
Andritz Hydro	Ferrovaz	Linamar Antriebstechnik	Showa
Ansaldo	Fiat	Linde	Siemens
Ashok Leyland	Fincantieri	LUK	SKF
Aston Martin	Ford	Läpple	Skoda
Audi	Fraunhofer-Institut	Magna	SNR
Autocam	Gamesa	Mahle Migma	Sona Koyo Steering
Avesta Sandvik Tube	Gearbox del Prat	Maillefer	Splintex
Baosteel	Geislinger	MAN	Sprimag
Bartell Machinery	Gelenkwellenwerk Stadtilm	Mannesmann	Stabilus
Benteler	General Electric	Marcegaglia	Stihl
BHEL	General Motors	Mercedes Benz	STX Europe
BMW	Getrag	Metalor	Sumitomo
Bodycote	GKN	Miba	Suzlon
Boehler	Grundfos	Mitec	Suzuki
Bombardier	Häggglunds	Mitsubishi	Swarovski
Borg Warner	Halberg Precision	MTU	SAAB
Bosch	Haldex Garphyttan	Nexans	Thermotite Bredero Shaw
BPW	Hanomag	NTN	Thyssen Krupp
Brakes India	Heidelberger Druckmaschinen	OAO 'Electrosila'	Tianjin Pipe International
Burseryds Bruk	Hilti	Opel	Timken
Busatis	Hitachi	Otto Meyer	Toshiba
Caterpillar	Hoerbiger Antriebstechnik	Peugeot	Toto
Changzhou XD Transformer	HQM Haertetechnik	Pratt & Whitney	TRW
Chrysler	Hydro Aluminium	PSA	Vallourec
Citroen	Hyundai	Renault	VEG
DAF	Hörmann Industrietechnik	Retezarna	Vestas
Daimler	I.S.R.	Rieckermann	Visteon
Danfoss	Indar	Rockinger	Voestalpine
Delphi	ISI Airbag	Roctool	Voith
Deutsche Bahn	Jaguar Land Rover	Roth Technik	Volkswagen
DEUTZ	John Deere	Rothe Erde	Volvo
Dongfang Electrical Machinery	Johnson Control	Rover Group	Vyksa Steel Works
Dongying Dongyi	Joseph Vögele	S.N.R.	Wanxiang Qianchao
Doosan	Jos L. Meyer	Saint Gobain	Weigl Antriebstechnik
Dreister	KBP Kettenwerk	Sandvik	Whirlpool
Dörrenberg Edelstahl	KmB Technologie	Sauer Sundstrand	ZF
Edelstahlwerke Südwestfalen	KME	Savoilor	Zhuzhou Electric
EMD Curtiss Wright Electro-Mecha. Corp.	Komatsu	SCANIA	
	Kongsberg Automotive	Schaeffler	

# Una familia para cada necesidad

HeatLine es una de las cinco familias de productos de EFD Induction. En conjunto, estas familias de productos le permitirán realizar cualquier tarea de calentamiento industrial. Y en el improbable caso de que no cubran sus necesidades específicas, podemos sentarnos con Vd. y diseñar la solución de calentamiento por inducción que Vd. necesite.

EFD Induction también desarrolla, comercializa y suministra equipos mecánicos, bobinas y sistemas software de control. Ofrecemos además un amplio programa internacional de servicio. Para informarse más sobre EFD Induction y cómo podemos ayudarle con sus negocios, diríjase a la oficina EFD Induction más cercana.



## **Sinac®**

Generadores universales de calor



## **Weldac®**

Soldadoras ultramodernas de alta potencia



## **Minac®**

Generadores móviles de calor



## **HeatLine®**

Sistemas de procesamiento industrial por calor



## **HardLine®**

Sistemas de tratamiento industrial por calor

