



EFD Induction

El proceso, los productos y las personas.
Y de cómo está aumentando la productividad industrial
de forma extraordinaria.

Índice.

- 4 **Putting the smarter heat to smarter use.**
De qué trata este folleto.
- 6 **Más rápido, más barato y mejor.**
Estudio de los tres beneficios clave del calentamiento por inducción.
- 8 **907,5°C en 3,4 segundos.**
Una vez... y otra... y otra.
Cómo funciona el calentamiento por inducción y por qué es superior a las tecnologías alternativas.
- 10 **Aparte de nuestros conocimientos superiores de aplicaciones, tecnología de equipos, capacidad de bobinas, experiencia en materiales y presencia local, somos muy parecidos a cualquier otra empresa de calentamiento por inducción.**
Recursos, experiencia y pericia que hacen de EFD el líder mundial de su especialidad.
- 12 **Las diferencias son obvias, pero ¿cuáles son las características comunes?**
Algunas aplicaciones e industrias que emplean el calentamiento por inducción.
- 14 **Presentación de la familia.**
Visión de conjunto de los productos de EFD Induction.
- 16 **En el negocio del calor, lo más difícil es mantenerse frío.**
Introducción a los servicios de EFD Induction: cuáles son y como le benefician.
- 18 **“Ya estoy allí”.**
EFD Induction en el mundo real: un caso típico de nuestros archivos.
- 20 **Pasión por el calor.**
Historia de EFD Induction.
Quiénes somos, de dónde venimos y adónde vamos.
- 22 **Glosario.**
Explicación de términos y conceptos clave en inducción.



Putting the smarter heat to smarter use.

Bienvenido a EFD Induction.

En las páginas siguientes podrá ver cómo el calentamiento por inducción es superior a las tecnologías alternativas de calentamiento.

Cómo el calentamiento por inducción aumenta el rendimiento, ya que es más rápido que esas alternativas.

Aprenderá cómo el calentamiento por inducción mejora – y mantiene – la calidad de lo que usted haga, repare o procese.

Y también verá cómo el calentamiento por inducción lo consigue reduciendo costes al mismo tiempo.

Igualmente importante es el hecho de que somos líderes en el ámbito mundial, encontrando nuevas e interesantes aplicaciones para el calentamiento por inducción.

Llevamos más de medio siglo desarrollando, instalando y manteniendo soluciones de calentamiento por inducción. Nosotros las consideramos extraordinarias, y esperamos que usted opine lo mismo.

Más rápido, más barato y mejor.

Las características técnicas del calentamiento por inducción proporcionan tres beneficios fundamentales: rendimiento mejorado, calidad mayor y uniforme, y costes reducidos.

Rendimiento

La integración del calentamiento por inducción en la línea de producción mejora su eficacia. Se acortan los plazos de entrega y se agiliza el rendimiento. El proceso de calentamiento en sí mismo es más rápido que las opciones de llama abierta y horno. La repetibilidad conlleva una mayor rapidez, ya que la cosa funciona bien desde el primer momento.

Calidad

La calidad mejora debido a que pueden aplicarse temperaturas puntuales a partes predeterminadas de las piezas de trabajo individuales. Y como las bobinas de inducción están hechas a la medida de las piezas específicas, se sabe por adelantado el patrón del calor aportado. Además, la aportación específica de calor implica el que, durante el proceso de calentamiento, ningún componente ni material adyacente sufra daño alguno.

Costes

Los costes bajan debido a la reducción en los plazos de entrega y a la mejora del rendimiento. El calentamiento por inducción integrado en línea reduce los costes logísticos y administrativos. La productividad aumenta. Los ciclos de calor rápidos, la precisión en la entrega y la repetibilidad precisa minimizan el desperdicio y los desechos. Los costes de energía se reducen debido a que sólo se calienta lo que sea necesario, sin las pérdidas costosas que provocan los hornos convencionales. (Los convertidores de frecuencia de EFD Induction son especialmente eficaces en la reducción de costes de energía, y con una eficacia y un factor de potencia tales, que han demostrado ser más elevados que los de los convertidores de la competencia). Y como con el calentamiento por inducción se evitan los gases peligrosos y las llamas abiertas, podrá conseguir reducciones en las primas de seguros.

	Horno	Llama	Inducción
RENDIMIENTO MÁS RÁPIDO			
Facilidad de integración en la línea de producción	•	••	••••
Tiempo de rampa de subida	•	•••	•••••
MÁS ALTA CALIDAD			
Control del patrón térmico	•	•••	•••••
Precisión en la temperatura	••••	•••	•••••
Control de tiempo de rampa de subida	•	•••	•••••
Precisión de tiempo de permanencia	•	••••	•••••
Repetibilidad	•••••	••	••••
COSTE REDUCIDO			
Productividad	•••	••	•••••
Energía	••	•••	••••
Espacio	••	••••	••••
Seguridad	••	•	••••
TOTAL	23	30	50

Las puntuaciones de esta tabla sólo son aproximaciones, concebidas como una guía general. El ranking de prestaciones de los tres métodos de calentamiento puede variar de un caso a otro, según la aplicación en cuestión, las características de la pieza de trabajo, la pericia del operador, etcétera.

907,5°C en 3,4 segundos. Una vez... y otra... y otra.

El calentamiento por inducción ofrece numerosas ventajas sobre las tecnologías alternativas:

Rápido

El calor producido por un convertidor de frecuencia es instantáneo. Tarda menos de un segundo en alcanzar una temperatura superficial uniforme de 1.000°C en componentes de metal pequeños.

Preciso

Aporta exactamente la temperatura adecuada, en el lugar necesario, a las piezas de trabajo individuales y justo a la profundidad adecuada, debido a la gama de frecuencias de que dispone. Y la distribución del calor también es precisa. Podemos fabricar bobinas de inducción especialmente adaptadas para cualquier tipo o tamaño de pieza. Las bobinas individualizadas garantizan patrones térmicos óptimos con un mínimo de consumo de energía.

Controlable

Los convertidores transistorizados y el software de control del proceso ponen en sus manos el control de la tota-

lidad del proceso de calentamiento. Los tiempos de rampa de subida y de permanencia pueden preajustarse y repetirse todas las veces que se quiera. El equipo puede incluir también telemetría para diagnóstico remoto y monitorización desde el exterior.

Repetible

El calentamiento por inducción le permite repetir con precisión el ciclo de calentamiento deseado. (De hecho, el calor producido por un convertidor de frecuencia varía tan poco como del 1 al 2 por ciento). Puede duplicar todos los parámetros importantes: temperatura, profundidad de penetración, patrón térmico, rapidez de aumento de temperatura, etcétera.

Limpio, compacto y seguro

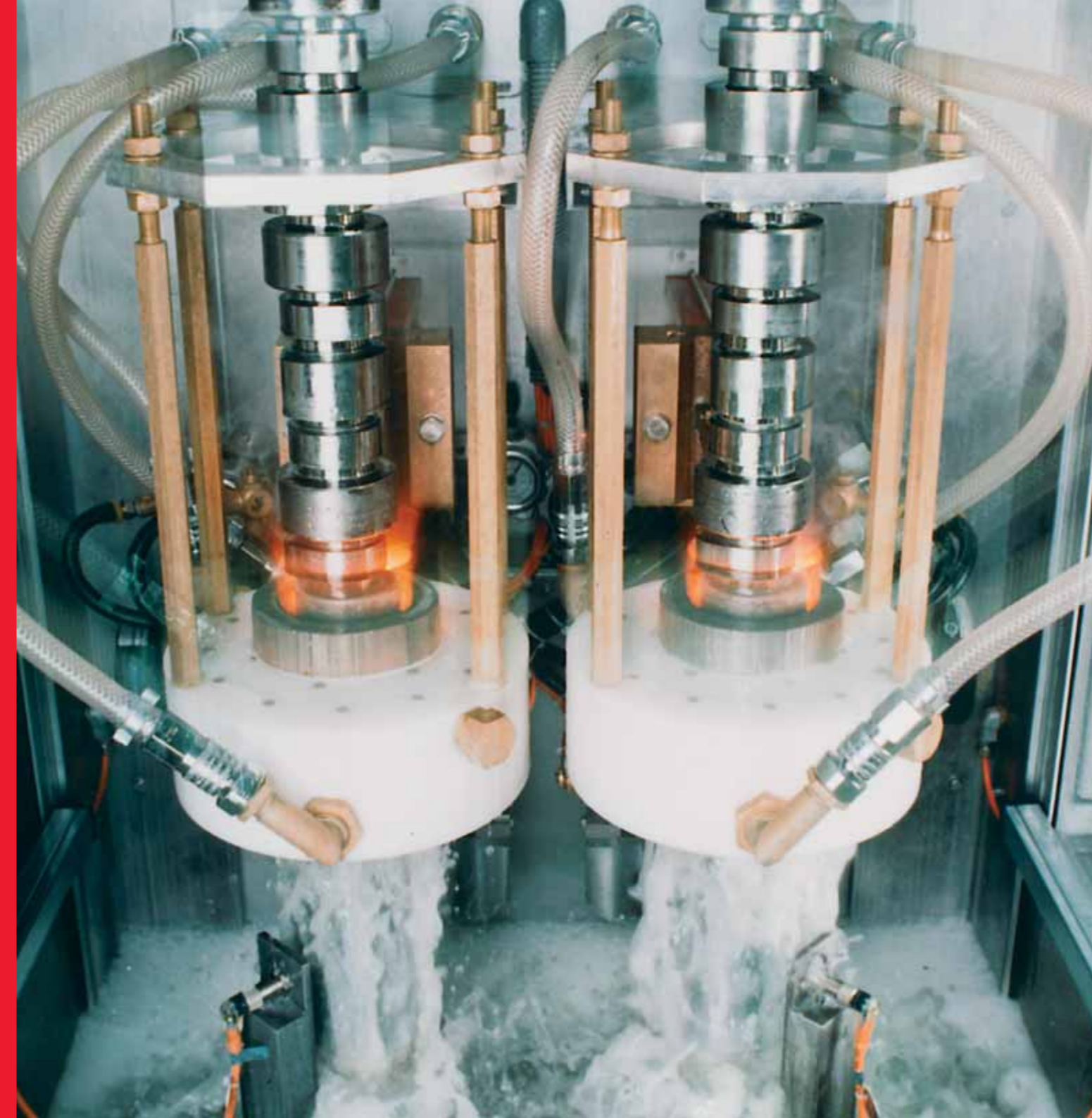
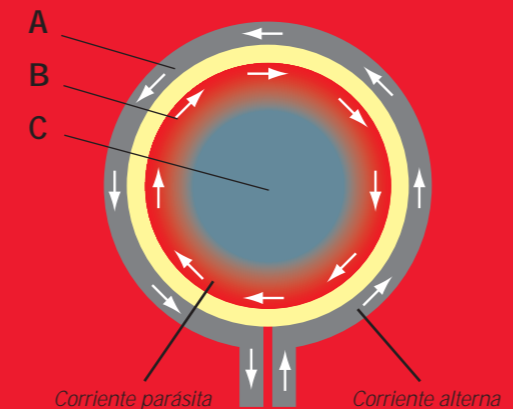
Sin gas, sin llama abierta, sin aumento perceptible de la temperatura ambiente y sin que los hornos ocupen un espacio excesivo.

Así es como funciona.

El calentamiento por inducción toma la corriente de la red, la convierte en frecuencias adecuadas para aplicaciones específicas, y a continuación la usa para crear calor controlable en cualquier material conductor.

La potencia es aplicada a la pieza de trabajo por una bobina de inducción. Una corriente alterna que fluye por una bobina (A) genera un campo magnético (B). Colocando una pieza de trabajo (C) dentro del campo, se inducen corrientes parásitas. El calor se produce, única y exclusivamente, donde fluyen estas corrientes parásitas.

Los diferentes convertidores tienen distintas salidas de potencia y frecuencias. La potencia de salida, la forma de la bobina de inducción y las características de la pieza de trabajo determinan el patrón térmico. La profundidad de penetración del calor en la pieza de trabajo depende de la frecuencia: cuanto más baja sea la frecuencia, más profunda será la penetración.



Algunos datos sorprendentes sobre el calentamiento por inducción.

- Un convertidor de frecuencia de EFD Induction con una potencia de salida de 100 kW puede endurecer un eje de 60 mm de diámetro hasta una profundidad de 2 mm (800°C a 2 mm) con una velocidad de avance de 1 m por minuto.
- Usando uno de nuestros convertidores móviles, podrá calentar 1 kg de acero, de 20°C a 800°C, en tan sólo cinco segundos. O sea, una velocidad de aumento de la temperatura de 160°C por segundo.
- El calentamiento por inducción es diez veces más eficaz que los hornos convencionales para secar el secado de los adhesivos en capós de coches. Para secar un capó, se necesitan normalmente 220 kW. Como el calentamiento por inducción usa 340 kW de la red de suministro, su eficacia es del 65 por ciento. Los hornos convencionales usan algo así como 4.000 kW por capó, dando como resultado una eficacia de tan sólo 5,5 por ciento.

Una solución de EFD Induction en acción. Bobinas de inducción diseñadas individualmente endurecen dos árboles de levas. Se endurece las superficies de apoyo y los salientes en un procedimiento que sólo tarda 5,4 segundos a 950°C.

Aparte de nuestros conocimientos superiores de aplicaciones, tecnología de equipos, capacidad de bobinas, experiencia en materiales y presencia local, somos muy parecidos a cualquier otra empresa de calentamiento por inducción.

¿Qué tiene de especial EFD Induction?

Conocimientos de aplicaciones

Hasta ahora, EFD Induction cuenta con más de 9.500 instalaciones en 75 países. Muchas de ellas son soluciones individualizadas, instalaciones únicas para necesidades específicas de producción. Esta experiencia nos ha dado conocimientos incomparables de aplicaciones tan diversas como recocido, encolado, braseado, secado, forja, ajuste por contracción en caliente, endurecimiento, enderezamiento, temple, soldadura, fusión, plasma, fibra óptica y vidrio.

Tecnología de equipos

EFD Induction diseña, construye, instala y lleva el mantenimiento de una gama completa de equipo de calentamiento por inducción. De hecho, hemos sido pioneros en el desarrollo de convertidores de inducción en estado sólido y seguimos siendo líderes en ese campo. Otra área clave de nuestra experiencia radica en las máquinas multiteje controladas por CNC para la integración en línea. Las demás áreas de equipos nuestras consisten

en: sistemas de soldadura de tubos y sistemas de procesamiento térmico industrial tales como hornos y calentadores de lingotes y de extremos de barra.

Capacidad de bobinas

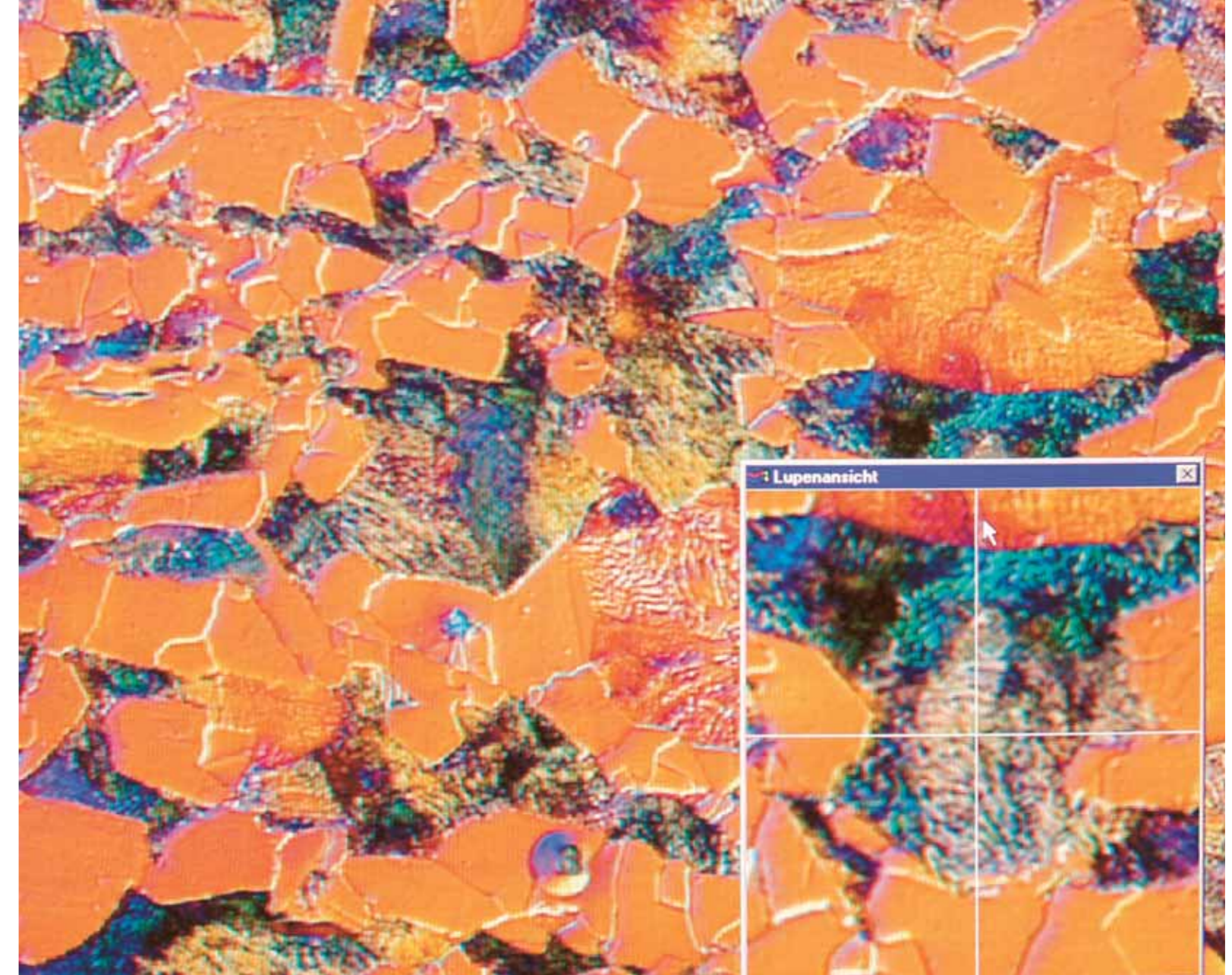
Una bobina correctamente diseñada, fabricada y mantenida es crucial para el resultado de cualquier operación de calentamiento por inducción. Después de todo, es el componente que realmente aporta el calor a la pieza de trabajo. EFD Induction tiene años de experiencia en el diseño y el suministro de bobinas individualizadas de larga duración para todo el espectro de aplicaciones y materiales. (Ofrecemos avanzadas simulaciones computerizadas de bobinas con el objeto de garantizarle una bobina de diseño óptimo, de acuerdo con sus necesidades específicas). También contamos con un servicio logístico bien experimentado que garantiza la entrega sin demora y la instalación de bobinas de reemplazo. Maximizar la vida útil de las bobinas es una especialidad de EFD Induction, dando como resultado unas bobinas muy apreciadas por su longevidad.

Experiencia en materiales

¿Qué efecto tendrá el calentamiento por inducción en mis metales? ¿Qué ocurre con los adhesivos? ¿Y los materiales adyacentes? Éstas son sólo algunas de las preguntas que los clientes plantean diariamente a nuestros expertos en materiales. Y para garantizar la rapidez y precisión de las respuestas que den nuestros metalúrgicos e ingenieros, hemos construido laboratorios de investigación propios. Como resultado, no sólo sabemos más que nadie sobre calentamiento por inducción, sino que, además, sabemos más sobre la forma en que la tecnología afecta los materiales.

Presencia local

Dondequiera que se encuentre, es muy probable que halle a EFD Induction en las cercanías. Ello es debido a que contamos con una red mundial de representantes, además de plantas de producción en Alemania, Noruega, Francia, China, India y EE UU. También tenemos empresas de ventas y servicio en el Reino Unido, Suecia, España, Italia y Austria.



Análisis de materiales en un laboratorio de investigación de EFD Induction. Esta foto muestra la microestructura de una aleación de acero C35, con tamaño de grano ASTM6.

Las diferencias son obvias, pero ¿cuáles son las características comunes?

Una lata de melocotón, el casco de un trasatlántico, una tarrina de yogur, las turbinas de una planta eléctrica, cables subterráneos, oleoductos bajo las olas, e innumerables trenes, aviones y coches.

Todos estos productos tan diferentes tienen en común el hecho de que se usa el calentamiento por inducción para fabricarlos, mantenerlos, repararlos y reciclarlos. (Si le intriga el caso de la tarrina de yogur, tenga en cuenta que la tapa de hoja de aluminio se fija al contenedor de plástico mediante calentamiento por inducción. En cuanto al melocotón enlatado, el calentamiento por inducción ayuda a revestir el interior de la lata con estaño para impedir la contaminación de los alimentos).

Resumiendo, nuestras soluciones de calentamiento por inducción pueden usarse de forma rentable en cualquier aplicación industrial que requiera calor.

Sirvan como ejemplo nuestras máquinas endurecedoras, usadas ampliamente en las industrias de automoción y de componentes para automóviles para el endurecimiento superficial y el temple de componentes mecánicos, tales como árboles, piñones, ejes y válvulas. También encontrará nuestros convertidores secando los adhesivos que unen paneles de carrocería en puertas, capós y tapas de servicio.

Más allá de los segmentos de fabricación y accesorios de automoción, los equipos de EFD Induction se encuentran en industrias de electrotecnia, metal y fundición, tubos, alambres y cables, aviación, astilleros, electrodomésticos, vidrio, plasma y fibra óptica.



Calentamiento térmico, pretérmico y postérmico. Encolado y braseado de uniones.



Braseados de componentes de compresor. Encolado de cuerpos de nevera. Secado de pintura. Soldadura de tubos.



Endurecimiento y temple de piezas de cajas de cambios y motores (árboles, válvulas, etcétera). Enderezamiento durante la reparación.



Braseado y soldadura de piezas de latón.



Endurecimiento y temple de piezas de motores y cajas de cambios. Secado de pintura y de revestimiento de discos de freno. Encolado de componentes de la carrocería. Soldadura de tubos de escape. Braseado de componentes. Uniones magnéticas en motores eléctricos.



Desarmado y montaje por contracción en caliente, de llantas de rueda y pistas de cojinete. Braseado de componentes de cobre. Enderezamiento.



Braseado de piezas de cobre en generadores. Montaje por contracción en caliente. Expansión de pernos. Precalentamiento, poscalentamiento y braseado para turbinas de alta presión.



Endurecimiento y braseado de componentes. Soldadura de tubos para el marco.



Soldadura longitudinal de tubos. Precalentamiento. Recocido de soldaduras. Secado de revestimientos.



Precalentamiento y poscalentamiento para el revestimiento de chapas metálicas. Refusión del revestimiento de estaño en latas de conserva.



Enderezamiento del casco durante la construcción. Soldadura recta de vigas en cascos dobles. Eliminación de pintura. Braseado de componentes de cobre. Endurecimiento de grandes piñones, cabrestantes y cadenas. Tratamiento térmico de árboles. Pretratamiento de válvulas antes de la soldadura.



Precalentamiento y poscalentamiento. Secado de aislamiento alrededor de cables. Fabricación de cable de fibra óptica.

Presentación de la familia.

Cualesquiera que sean sus necesidades de calentamiento, es casi seguro que EFD Induction tendrá el equipo adecuado. Y si por alguna razón no lo tenemos, estamos a su disposición para diseñar la solución de calentamiento por inducción a la medida de sus necesidades de aplicación.

Esta afirmación está respaldada por nuestra gama de equipos, y nuestras décadas de experiencia en el ramo del calentamiento por inducción. La gama de productos de EFD Induction cubre desde fuentes de calor estándar hasta procesos de fabricación completos, pasando por soluciones individualizadas.

Con EFD Induction, puede contar también con el apoyo de nuestros expertos en electrónica de energía, metalurgia y software de control de procesos. Sin olvidar las pruebas rigurosas en nuestros propios laboratorios o en otros independientes, al objeto de garantizarle soluciones óptimas.



HardLine

Sistemas de tratamiento térmico industrial

HardLine es una gama completa de sistemas estacionarios para todo tipo de piezas de trabajo que requieran endurecimiento, temple y recocido. HardLine ofrece conceptos de máquina verticales, horizontales y hechas a medida, con ejes múltiples de control CNC, supervisión de calidad y sistemas de carga completamente automatizados. Los sistemas HardLine incluyen también fuentes de energía de inducción con una amplia variedad de potencias de salida y frecuencias.

HeatLine

Sistemas de procesamiento térmico industrial

HeatLine es una amplia gama de sistemas de procesamiento térmico. La serie incluye: calentadores de lingotes (para secciones de lingotes grandes y pequeños), hornos de fundición (basculantes, basculantes de doble eje, reversibles, de bobina móvil y de laboratorio) y calentadores de extremos de barra (horizontales y verticales). Los sistemas HeatLine se usan también en la industria de procesamiento de metales preciosos y para fines de laboratorio.



Minac

Generadores de calor móviles

Los generadores de calor móviles Minac son sumamente fáciles de instalar y usar. Gracias a la adaptación automática de la impedancia, resultan también ideales para una gran variedad de aplicaciones: braseado, ajuste por contracción, endurecimiento, secado, enderezamiento, precalentamiento y poscalentamiento, recocido, etcétera. Disponibles con potencia de salida baja o media, los Minac pueden usarse en el taller o in situ. Todos los sistemas Minac permiten el reemplazo rápido de bobina.



Sinac

Generadores de calor universales

Sinac es nuestra gama de generadores estacionarios de alta eficacia. Adecuados para prácticamente todas las aplicaciones de calentamiento por inducción, Sinac tiene fuentes de energía de inducción compensadas, en serie y/o en paralelo, con una amplia gama de frecuencias y potencia de salida baja, media o alta. También incluye modelos de doble frecuencia.



Weldac

Soldadoras de alto rendimiento en estado sólido

Weldac es nuestra gama de soldadoras en estado sólido para la soldadura longitudinal de tubos. La nueva generación, Weldac G2, incorpora tecnología de accionamiento IGBT patentada por EFD Induction que permite el funcionamiento de robustos transistores IGBT a frecuencias de hasta 350 kHz. Weldac G2 opera con tubos con un diámetro de 1/2" a 24". Resulta muy adecuada para tanto soldadura por inducción como por contacto.

En el negocio del calor, lo más difícil es mantenerse frío.

El calentamiento por inducción, simplemente tiene que funcionar, haciendo lo que usted quiere y cuando usted quiere, dejándole en libertad para poderse concentrar en su negocio.

Por eso ofrecemos servicios que lo cubren todo, desde la simulación inicial en ordenador hasta la entrega de repuestos para proyectos puntuales de calentamiento por inducción, así como amplios contratos de mantenimiento completo. También incluimos formación intensiva.

Más de medio siglo en el negocio de inducción por calentamiento nos ha enseñado que no existe tal cosa como un cliente estándar. Algunos no están ni siquiera seguros de que el calentamiento por inducción sea lo que necesitan. En esos casos, solemos sugerirles nuestro servicio de ingeniería de aplicaciones. Ahí es donde realizamos las simulaciones en ordenador para asegurarnos de que el calentamiento por inducción es realmente la opción ideal. También trabajamos con hojas de

cálculo financiero, examinando las implicaciones de costes a largo plazo del cambio al calentamiento por inducción.

Otros clientes de servicio están ya utilizando el calentamiento por inducción. Algunos apuestan por los contratos de suministro de piezas individualizados. Otros se dirigen a nosotros para actualizar su equipo. Hay quienes aprovechan nuestro servicio de diagnóstico a distancia, en los que la telemetría avanzada evita que los fallos técnicos provoquen costosos problemas. Otros alquilan nuestro equipo para realizar trabajos puntuales o para cubrir picos de producción. La lista es muy larga...

Pero todos estos servicios tienen un denominador común: nuestro personal. Todos los ingenieros de servicio de EFD Induction han participado en nuestro curso de formación para el servicio. Y para mantenerlos alertas (y al día sobre los últimos avances técnicos), todos los ingenieros tienen que asistir periódicamente a cursos de

reciclado. También al personal de servicio lo hemos dotado de profundos conocimientos de industrias y aplicaciones específicas.

Nuestro personal de servicio en el campo está respaldado por nuestra red de centros de servicio locales, fábricas y unidades de I+D. Esta red mundial garantiza la respuesta rápida a cualquier problema que el personal de servicio no pueda solucionar en el lugar.



Los servicios de EFD Induction cubren desde la planificación previa a la producción y el análisis de materiales hasta contratos completos de mantenimiento preventivo y correctivo. En la foto, uno de nuestros ingenieros actualiza un sistema de inducción móvil Minac de EFD Induction.

Rescate en el mar. Cuando una plataforma de petróleo y gas en el Mar del Norte necesitaba reparaciones urgentes en 2001, se apostó por el calentamiento por inducción de EFD Induction.



“Ya estoy allí”.

Era al mediodía, y Rune Asdal, técnico de EFD Induction en Noruega, salía para comer.

Entonces sonó el teléfono.

Un cliente noruego tenía un problema en una bomba principal, algo relacionado con el cojinete de rodillos. ¿Podría Rune acercarse y echarle un vistazo?

“Sí,” dijo Rune. “Ya estoy allí”.

“Bueno, eso no es tan fácil”, dijo su interlocutor riéndose. “La bomba se encuentra en una plataforma en el Mar del Norte. Espero que no le importe ir en helicóptero”.

En cuestión de horas, un helicóptero llevó Rune a la plataforma de gas y condensado (petróleo ligero) “Sleipner A”, a 240 km de la costa noruega. Llevaba consigo un convertidor de inducción móvil Minac 18/25 de EFD Induction.

“El problema”, explica Rune, “era bastante sencillo: el cojinete de la bomba estaba estropeado y había que cambiarlo. Ahora bien, el riesgo de explosión eliminaba el uso de sopletes de gas u otro calentamiento con llama abierta. El calentamiento por inducción era la única opción. Bueno, en realidad no. Podían haberse traído la bomba a tierra, pero eso habría costado una fortuna”.

Una vez en la plataforma de 210 metros de altura, Rune tenía que trabajar rápido. Sin la bomba, la producción se vería amenazada, algo muy negativo si se tiene en cuenta que la producción de diaria del campo Sleipner es de 90.000 barriles de petróleo ligero.

“El trabajo se realizó sin ningún problema”, explica Rune. Usó el Minac para calentar la pista del cojinete antes de desmontarla. Luego usó el Minac para tratar la pista de cojinete nueva antes de montarla. Y estaba de vuelta en casa en 24 horas. En cuanto a la bomba, hace un par de años que la reparé y, según me dicen, sigue funcionando perfectamente”.

Pasión por el calor. Historia de EFD Induction.

El 3 de septiembre de 1950, técnicos en un taller de Freiburg, Alemania, le daban los últimos toques a la primera máquina, en el mundo, de endurecimiento universal por inducción.

Los técnicos estaban preocupados. Su empresa, la firma de propiedad familiar Fritz Düsseldorf Induktionserwärmung (FDF), se había concentrado previamente en tareas de endurecimiento para las industrias locales de la Selva Negra. Pero ahora iban a introducirse en un duro mercado internacional. ¿Sería realmente un éxito?

No tenían motivo para preocuparse. La máquina fue todo un éxito. Y poco tiempo después, FDF exportaba el equipo a toda Europa. (En realidad, FDF se convirtió rápidamente en una de las principales empresas, en Europa, de endurecimiento superficial por inducción).

La revolución caliente

Mientras FDF se expandía en los años 70, una revolución de la inducción estaba teniendo lugar en Trondheim, Noruega. El núcleo de la agitación se situaba en la Universidad Técnica local, donde un grupo de ingenieros había conseguido transistorizar convertidores de frecuencia para calentamiento por inducción.

La llegada de los convertidores de frecuencia transistorizados marcó un hito decisivo. Como resultado, se redujo el tamaño de los convertidores de frecuencia. La controlabilidad era perfecta. La gama de frecuencias, y con ello de aplicaciones, aumentó enormemente.

En 1981, tres ingenieros noruegos fundaron ELVA Induksjon. La nueva empresa sólo tenía nueve empleados, pero también tenía su gama de convertidores móviles Minac. Ya no era necesario trasladar las piezas de trabajo, a un coste elevado, hasta un calentador por inducción estacionario, puesto que ahora el calentador podía desplazarse hasta la pieza.

En los años siguientes, ELVA lanzó toda una serie de productos de calentamiento por inducción transistorizados. El crecimiento fue rápido, impulsado en gran parte por la capacidad de ELVA para destinar los beneficios de la tecnología de convertidores transistorizados a soluciones individualizadas.

Manteniendo el calor

En mayo de 1991, los directores gerentes de FDF y ELVA se encontraron por casualidad en una feria de muestras. Charlaron... y especularon. El punto fuerte de FDF eran las máquinas de endurecimiento por inducción estacio-

narias. ELVA era un ágil innovador con un buen historial de desarrollo de nuevas aplicaciones para el calentamiento por inducción. ¿Y si se unían las dos empresas? En enero de 1996, FDF y ELVA se fusionaron, creando EFD Induction. (Las dos empresas ya habían formado antes la Alianza Europea de Calentamiento por Inducción, en 1993).

La expansión fue rápida. Un paso clave fue la adquisición en 1998 de CFEI, ubicada en Grenoble. CFEI, empresa de calentamiento por inducción veterana, era líder del mercado en Francia. Especialmente fuerte en la



La pionera, la primera máquina de endurecimiento universal de FDF, lista para la entrega a finales de 1950.

elaboración de soluciones de endurecimiento para todas las principales empresas de automoción francesas, CFEI se dedicaba también a aplicaciones especializadas, tales como plasma, vidrio y fibra óptica.

EFD Induction siguió creciendo, adquiriendo e incorporando empresas británicas y norteamericanas en el nuevo grupo. En 1995 se inauguró una planta de producción en Bangalore, India. Y en 2001, se estableció una planta de producción "greenfield" en Shanghai.

Hasta ahora, EFD Induction ha facilitado más de 9.500 instalaciones en 75 países. Es lógico atribuir este crecimiento exclusivamente a productos y servicios extraordinarios. Pero estamos convencido de que el factor realmente decisivo ha sido algo menos tangible: nuestra pasión por el calentamiento por inducción, y sus posibilidades.

Más de medio siglo después de la salida del taller en Freiburg de la primera máquina endurecedora, nuestro entusiasmo por el calentamiento por inducción no se ha enfriado lo más mínimo. Si siente curiosidad por cómo podría afectar a la productividad de su empresa, no lo dude y llámenos. El calentamiento por inducción es nuestra pasión, y deseamos compartirla con usted.



Los equipos de EFD Induction han sido utilizados durante décadas y siguen gozando de plena confianza en el ámbito mundial. Esta foto de 1986 muestra cómo los empleados de Garden Reach Shipbuilders and Engineers Ltd. en Calcuta, India, prueban su primera máquina de calentamiento por inducción ELVA TERAC 16. El sistema se usaba para enderezar cascos de buques.



En 1981, tres ingenieros noruegos fundaron ELVA Induksjon. Un año más tarde, la Confederación de la Industria Noruega les dio un premio por establecer la "mejor nueva empresa industrial en Noruega". Aquí vemos a los tres (por la izquierda, Truls Larsen, Knut Fosse Kersten y Leif Markegård) en la ceremonia de entrega en Oslo.

Glosario.

Acero inoxidable es una denominación común para las aleaciones de acero resistentes a la corrosión y la oxidación (óxido). Estas incluyen normalmente:

Acero austenítico – la mayor categoría de aceros inoxidables que cubre aproximadamente el 70% de toda la producción. La clase austenítica ofrece la mayor resistencia a la corrosión en el grupo inoxidable, debido a un sustancial contenido de níquel (Ni) y a más altos niveles de cromo (Cr). Este acero es antimagnético y carece de punto Curie.

Acero ferrítico – la segunda mayor categoría de acero inoxidable, que constituye aproximadamente el 25% de la producción de acero inoxidable. Los aceros inoxidables ferríticos son aceros al cromo (Cr) simples sin contenido importante de níquel (Ni). La ausencia de níquel da como resultado una resistencia más baja a la corrosión que los austeníticos (aceros inoxidables al cromoníquel). Este acero es magnético y tiene punto Curie.

Acero martensítico – una pequeña categoría de aceros inoxidables caracterizada por el uso de tratamiento térmico para endurecimiento y refuerzo. Los aceros inoxidables martensíticos son aceros al cromo (Cr) simples sin un contenido importante de níquel (Ni). Este acero es magnético y tiene punto Curie.

Una **bobina de inducción** transporta la corriente de alta o mediana frecuencia y tiene por objeto inducir corrientes parásitas para calentar los objetos situados en el interior de la bobina. La corriente inducida genera también su propio campo magnético, en oposición al campo generado por la bobina, impidiendo con ello que este último campo penetre hasta el centro del objeto calentado.

El **braseado** o “soldadura dura” es un proceso de unión mediante el cual un metal (o una aleación) de aportación no ferrosa se calienta a una temperatura de fusión por encima de 450°C (800°F) y es distribuido entre dos o más piezas que encajan estrechamente por acción capilar.

El **calentamiento por inducción** es un proceso para calentar material eléctricamente conductivo mediante inducción electromagnética, con lo cual se generan corrientes parásitas dentro del material y su resistencia da lugar al calentamiento.

El **convertidor de frecuencia** es la fuente de energía que alimenta la corriente alterna de alta frecuencia. Los convertidores de

frecuencia modernos para la inducción se basan en la tecnología de semiconductores.

La **corriente parásita** (también denominada **corriente de Foucault**) es causada cuando un campo magnético de variación temporal intersecciona un conductor, o viceversa.

El **encolado** consiste en unir piezas estructuralmente mediante un adhesivo secado a alta temperatura.

El **endurecimiento superficial por inducción** es el proceso de endurecimiento de la superficie de objetos de acero o de hierro de fundición, calentando solamente la superficie para producir una microestructura martensítica en la zona calentada después del enfriamiento rápido.

El **enfriamiento rápido** se aplica generalmente a los metales y aleaciones por debajo del intervalo de temperatura crítica para endurecerlos.

Flujo magnético es la integral del campo magnético multiplicada por el área perpendicular que penetra.

El **fundente** se usa en el braseado para eliminar los óxidos, impedir la oxidación y humedecer las zonas de unión. El exceso de fundente debe quitarse una vez completada la unión, puesto que los residuos de fundente en la unión pueden causar corrosión.

La **Inducción electromagnética** es la producción de una diferencia de potencial eléctrico, o voltaje, transversalmente a un conductor situado en un flujo magnético cambiante.

Normalizar significa calentar una aleación ferrosa a una temperatura adecuada por encima del intervalo de transformación y enfriarla a continuación en el aire a una temperatura considerablemente por debajo del intervalo de transformación. El acero se normaliza para refinar el tamaño del grano, hacer su estructura más uniforme o mejorar su maquinabilidad.

El **poscalentamiento** de estructuras soldadas ocurre inmediatamente después de la soldadura, para fines de temple o de alivio de esfuerzos, o para proporcionar una velocidad de enfriamiento controlada e impedir la formación de una estructura dura o frágil.

El **precalentamiento** ocurre antes de aplicar al material un proceso de calentamiento o mecánico.

La **profundidad de penetración** es la distancia desde la superficie hasta la profundidad a la cual la densidad de la corriente ha bajado al 37%. La profundidad de penetración aumenta a medida que disminuye la frecuencia. Es esencial elegir la frecuencia según las dimensiones y las propiedades eléctricas del objeto que se va a calentar.

El **punto Curie** (también denominado **temperatura Curie**) es la temperatura a la cual ciertos materiales magnéticos experimentan un cambio brusco de sus propiedades magnéticas. Especificación: la temperatura a la cual tiene lugar una transición entre las fases ferromagnética y paramagnética. Por encima del **punto Curie**, el material ferromagnético es puramente paramagnético.

El **recocido** es un tratamiento térmico que modifica la microestructura de un material, dando lugar a cambios en sus características, tales como resistencia y dureza. Es un proceso que produce condiciones de equilibrio al calentar un material y mantenerlo a una temperatura adecuada, enfriándolo luego muy lentamente. El proceso se usa para inducir blandura, aliviar esfuerzos internos, refinar la estructura y mejorar las condiciones de trabajo en frío.

La **soldadura blanda** es un proceso de soldadura a baja temperatura, usando una suelda con un punto de fusión por debajo de 450°C (800°F).

La **soldadura de tubos**, en este contexto, es un método de soldadura longitudinal de tubos y perfiles de acero y de aluminio, usando bobinas de inducción o contactos eléctricos. La materia prima se enrolla y se corta en tiras de la anchura y el espesor que corresponden al producto final. La tira es alimentada a una línea de formación y soldadura, y se le da forma por medio de rodillos antes de soldar los cantos uno con otro. El proceso de soldadura se realiza sin metal ni aleación de aportación, ya que los cantos son calentados a la temperatura de forja y presionados juntos.

El **temple** es un proceso de recalentamiento que aumenta la ductilidad y la resistencia a los impactos de una estructura endurecida (martensita). La microestructura de acero enfriado rápidamente y templado se denomina martensita templada.

