

Acerca de Inducción Calentamiento



¿Qué es el calentamiento por inducción?

El calentamiento por inducción es un método rápido, eficiente, preciso, repetible y sin contacto para el calentamiento de metales u otros materiales conductores de la electricidad. Los sistemas de calentamiento por inducción constan de una fuente de alimentación de inducción que convierte la potencia de la red eléctrica en una corriente alterna y la suministra a un cabezal de trabajo, y una bobina de trabajo que crea un campo electromagnético dentro de la bobina. La pieza de trabajo se sitúa dentro de la bobina, donde este campo induce una corriente en la pieza de trabajo y, a su vez, genera calor en la pieza de trabajo. La bobina, que está refrigerada por agua y es fría al tacto, se sitúa alrededor de la pieza de trabajo o junto a ésta. No toca la pieza de trabajo y el calor se genera únicamente por la corriente inducida que fluye por la pieza de trabajo.

El material de la pieza de trabajo puede ser un metal, por ejemplo acero, cobre, aluminio o latón, o puede ser un semiconductor, como carbono, grafito o carburo de silicio. Para calentar materiales no conductores, por ejemplo los plásticos o el vidrio, la inducción puede calentar un suscepto conductor de la electricidad, típicamente el grafito, que a su vez transfiere el calor al material no conductor.

El calentamiento por inducción se utiliza en procesos con temperaturas que van desde tan solo 100 °C (212 °F) hasta incluso 3000 °C (5432 °F). Puede usarse en procesos de calentamiento breves que están activados menos de medio segundo y en otros que se mantienen en marcha durante meses.

El calentamiento por inducción se utiliza en la cocina doméstica y comercial y en numerosas aplicaciones, como fusión de materiales, tratamiento térmico, precalentamiento para soldadura, soldadura fuerte, soldadura con estaño, secado, sellado, montaje por contracción en la industria e I+D.

¿Cómo funciona el calentamiento por inducción?

Para empezar desde el principio, conviene comprender algunos fundamentos de la electricidad. La inducción crea un campo electromagnético en una bobina para transferir la energía a la pieza de trabajo que se desea calentar. Cuando una corriente eléctrica atraviesa un cable, se crea un campo magnético alrededor del cable.



Ventajas clave de la inducción:

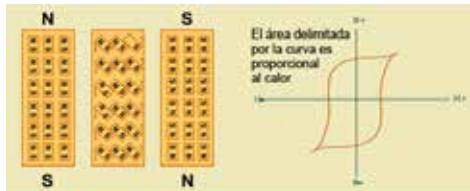
- Calentamiento rápido
- Calentamiento exacto y repetible
- Calentamiento eficiente
- Calentamiento seguro dado que no se utiliza llama
- Larga vida útil de los accesorios gracias a un calentamiento exacto

Experience the Excellence.™

Métodos de calentamiento por inducción

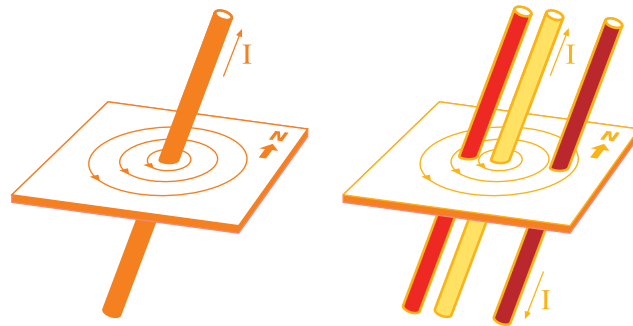
Existen dos métodos de calentamiento cuando se utiliza la inducción:

1. Calentamiento por corriente inducida debida a las pérdidas I^2R correspondientes a la resistividad del material de la pieza de trabajo
2. Calentamiento histerético, en el cual la energía se genera dentro de la pieza por el campo magnético alterno creado al cambiar la polaridad magnética de la pieza. El calentamiento histerético ocurre en la pieza sólo hasta la temperatura de Curie, a la cual la permeabilidad magnética del material se reduce hasta 1 y el calentamiento histerético se minimiza. El restante efecto de calentamiento por inducción se debe al calentamiento por corriente inducida.



Cuando la corriente eléctrica cambia de sentido (CA), el campo magnético creado se contrae y se crea en el sentido opuesto con el cambio del sentido de la corriente. Si se coloca un segundo cable dentro de ese campo magnético alterno, se genera una corriente alterna en el segundo cable. La corriente del segundo cable es proporcional a la corriente del primer cable y su magnitud es el inverso del cuadrado de la distancia que los separa.

Si dentro de este modelo se sustituye el cable por una bobina, la corriente alterna de la bobina crea un campo electromagnético y, mientras la pieza de trabajo que se desea calentar se encuentra dentro del campo, esta pieza corresponde al segundo cable y se genera una corriente alterna en ella. El calor se genera en la pieza de trabajo debido a las pérdidas I^2R correspondientes a la resistividad del material de la pieza. Este efecto se conoce como calentamiento por corriente inducida.



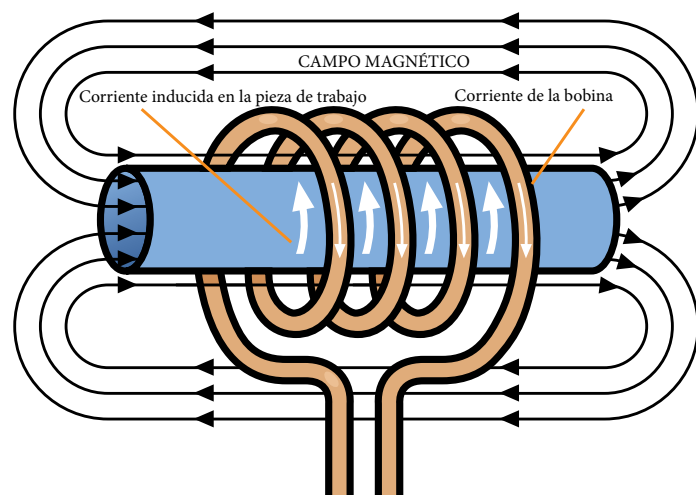
¿Cómo funciona una bobina de inducción?

La bobina de trabajo se utiliza para transferir la energía a la pieza de trabajo, mediante un campo electromagnético alterno.

La corriente alterna que fluye a través de la bobina genera el campo electromagnético, que a su vez induce un flujo de corriente en la pieza de trabajo como reflejo de la corriente que fluye por la bobina de trabajo.

La bobina de trabajo, también conocida como inductor, es el componente del sistema de calentamiento por inducción que determina el grado de eficacia y eficiencia con que se calienta la pieza de trabajo.

Las bobinas de trabajo varían en complejidad, desde una simple bobina enrollada con forma helicoidal (o un solenoide, compuesto por varias vueltas o espiras de tubo de cobre enrolladas alrededor de un mandril) hasta una bobina mecanizada con alta precisión a partir de cobre macizo y soldada a continuación.



¿Funcionará la inducción en mi aplicación?

Los ensayos de laboratorio gratuitos son una de las señas de identidad del espíritu de Ambrell. Los ingenieros de aplicaciones de Ambrell evalúan sus piezas, determinan el sistema correcto sobre la base de sus requisitos y deciden el diseño de bobina óptimo.

No sólo estaremos encantados con enseñarle más cosas acerca de inducción, sino que además haremos que la implementación de la inducción le resulte sencilla.

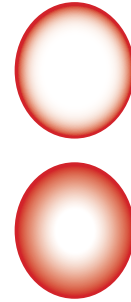
¿Qué es la frecuencia de trabajo (resonante)?

La frecuencia de trabajo de un sistema de calentamiento por inducción depende de la pieza de trabajo que se desea calentar y el material del que está hecha. Es importante utilizar un sistema de inducción que aplique la energía a lo largo de todo el intervalo de frecuencias adecuado para la aplicación.

Para comprender mejor los motivos de estas frecuencias de trabajo diferentes, examinaremos una característica conocida como «efecto piel». Cuando el campo electromagnético induce una corriente en la pieza, la corriente fluye principalmente por la superficie de la pieza. Cuanto mayor es la frecuencia de trabajo, menor es la profundidad de la piel; cuanto menor es la frecuencia de trabajo, mayor es la profundidad de la piel y la penetración del efecto de calentamiento.

La profundidad de la piel o de penetración depende de la frecuencia de trabajo, las propiedades del material y la temperatura de la pieza. Por ejemplo, en la tabla que aparece a continuación, es posible recocer una barra de acero de 20 mm calentándola hasta los 540 °C (1000 °F) con un sistema de inducción de 3 kHz. Sin embargo, se requerirá un sistema de 10 kHz para endurecer la misma barra calentándola hasta los 870 °C (1600 °F).

El calentamiento por inducción de alta frecuencia tiene un efecto piel poco profundo que resulta más eficiente con las piezas pequeñas.



El calentamiento por inducción de baja frecuencia tiene un efecto piel más profundo que resulta más eficiente con las piezas grandes.

		Diámetro mínimo aproximado para un calentamiento eficiente con distintas frecuencias de inducción			
Material	Temperatura	1 kHz	3 kHz	10 kHz	30 kHz
Acero por debajo de Curie	540 °C (1000 °F)	8.89 mm (0.35 in)	5.08 mm (0.20 in)	2.79 mm (0.11 in)	1.27 mm (0.05 in)
Acero por encima de Curie	870 °C (1600 °F)	68.58 mm (2.7 in)	38.10 mm (1.5 in)	21.59 mm (0.85 in)	9.65 mm (0.38 in)

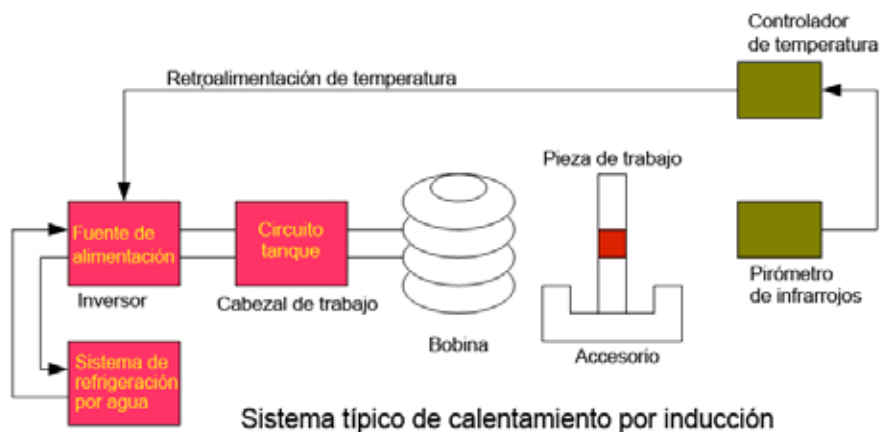
Por regla general, el calentamiento de piezas más pequeñas por inducción requiere frecuencias de trabajo mayores (muchas veces por encima de los 50 kHz), y las piezas más grandes se calientan más eficientemente con frecuencias de trabajo menores.

Con las fuentes de potencia de inducción de estado sólido modernas dotadas de sistemas de control con microprocesadores integrados, es posible conseguir fácilmente unos procesos de calentamiento repetibles y eficientes, siempre y cuando todas las piezas se sitúen en una posición uniforme dentro de la bobina.

¿Qué elementos componen un sistema de calentamiento por inducción?

Un sistema de calentamiento por inducción consta de una fuente de alimentación (o inversor), un circuito tanque (o cabezal de trabajo) y una bobina de trabajo. En las aplicaciones industriales, existe normalmente un flujo de corriente suficiente a través de la bobina como para requerir enfriamiento por agua, de modo que una instalación típica cuenta también con un sistema de refrigeración por agua.

La fuente de alimentación convierte la corriente alterna de la línea de CA en una corriente alterna que resuena con la combinación de la capacitancia del cabezal de trabajo, la inductancia de la bobina y la resistividad de la pieza.



Factores a considerar

- El material del que esté hecha la pieza de trabajo determina la tasa de calentamiento y la potencia necesaria; el acero y el hierro se calientan fácilmente dado que presentan una mayor resistividad, mientras que el calentamiento del cobre y el aluminio requiere más potencia debido a su menor resistividad.
- Algunos aceros son magnéticos, por lo que se aprovechan la resistividad del metal y sus propiedades histeréticas al calentarlos por inducción. Por encima de la temperatura de Curie (500 a 600 °C/1000 a 1150 °F), el acero pierde las propiedades magnéticas pero el calentamiento por corriente inducida proporciona el método de calentamiento para temperaturas superiores.
- La potencia necesaria se determina a partir de:
 - o El tipo de material
 - o El tamaño de la pieza de trabajo

o El aumento de temperatura necesario

o El tiempo necesario para alcanzar la temperatura

La frecuencia de trabajo de un sistema de calentamiento por inducción depende de la pieza de trabajo que se desea calentar y el material del que está hecha. Las piezas de trabajo más pequeñas requieren una mayor frecuencia (>50 kHz) para un calentamiento eficiente, mientras que en las piezas de trabajo mayores resulta beneficiosa una frecuencia menor (signo de >10 kHz) y una mayor penetración del calor generado.

A medida que aumenta la temperatura de la pieza de trabajo calentada, también lo hacen las pérdidas térmicas de la pieza. Las pérdidas por radiación y convección de la pieza de trabajo se convierten en un factor cada vez más importante a temperaturas más elevadas. Con frecuencia se utilizan técnicas de aislamiento a mayores temperaturas para minimizar las pérdidas térmicas y reducir la potencia requerida del sistema de inducción.

Familia de fuentes de alimentación de calentamiento por inducción de Ambrell



About Ambrell

Como pionera en la tecnología de calentamiento por inducción de estado sólido y con más de 30 años de innovación, Ambrell ofrece soluciones de calentamiento líderes del sector. Es para nosotros un orgullo facilitarle la implementación de un proceso de calentamiento por inducción eficiente, seguro y rápido aplicando su aplicación de calentamiento nuestros conocimientos sobre la ciencia y el arte de la inducción. Ambrell tiene su sede central en los Estados Unidos y opera en todo el mundo, por ejemplo a través de Ambrell Ltd. en el Reino Unido y Ambrell B.V. en los Países Bajos.



www.ambrell.com

Ambrell Corporation
United States
Tel: +1 585 889 9000
Fax: +1 585 889 4030
sales@ambrell.com

Ambrell B.V.
The Netherlands
Tel: +31 880 150 100
Fax: +31 546 788 154
sales-eu@ambrell.com

Ambrell Ltd.
United Kingdom
Tel: +44 1242 514042
Fax: +31 546 788 154
sales-uk@ambrell.com