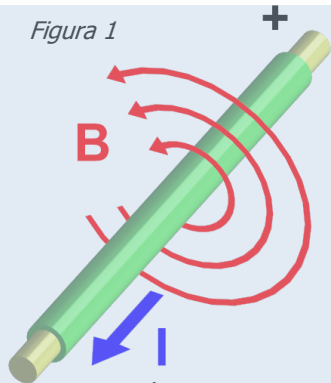


VENTAJAS DE LOS HORNOS DE INDUCCIÓN DE MEDIA FRECUENCIA **HORMESA**



HORNOS: Principio de Funcionamiento de la inducción I

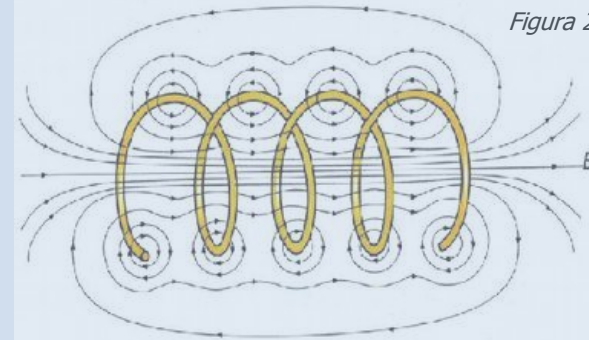
Figura 1



La circulación de corriente eléctrica por un conductor genera un campo electromagnético a su alrededor (como se muestra en la figura 1). En el caso que el conductor sea una bobina, el campo magnético será como en la figura 2, concentrado y en una misma dirección en el interior de la bobina, mientras que en el lado externo tiene tendencia a dispersarse.

Si en el interior de esta bobina existe un núcleo de material metálico, éste será sede de corrientes parásitas (corrientes de Foucault), las cuales lo calientan.

Figura 2



Comportamiento del campo magnético generado por la corriente eléctrica que pasa por una bobina

Campo magnético inducido por la corriente eléctrica en un conductor

Para evitar que haya sobrecalentamiento de las estructuras metálicas externas a la bobina por la acción del campo electromagnético disperso, la bobina es circundada por núcleos constituidos de acero al silicio que conducen el campo externo evitando su dispersión y actuando como blindaje.

Colocando en el interior de la bobina, en vez de la pieza metálica de las figuras anteriores, un crisol de material refractario con una carga metálica, se puede aumentar la potencia de la bobina al punto de que las corrientes inducidas fundan esa carga.

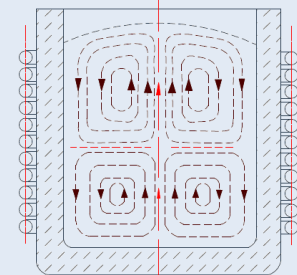
Se puede decir que la bobina actúa como el primario de un transformador y el sólido metálico en su interior representa el secundario.

La frecuencia de alimentación de la bobina es uno de los parámetros importantes de los hornos a inducción, cuya definición está íntimamente ligada a la aplicación del horno. De la fórmula simplificada de abajo, que define la fuerza electrodinámica generada en el baño, conforme lo muestra la figura 3, se puede concluir que la agitación del baño provocada por esta fuerza es inversamente proporcional a la frecuencia de la bobina.

$$F = K \frac{P}{fV} \quad \text{donde } F \text{ es la fuerza electrodinámica, y } f \text{ la frecuencia}$$

La importancia del movimiento del baño está en que el mismo se mantiene siempre homogéneo, y la absorción de adiciones como ferro-aleaciones o elementos químicos es siempre más eficiente que en otros tipos de hornos.

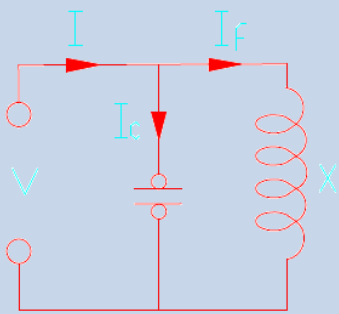
Figura 3



Núcleos magnéticos alrededor de la bobina

Distribución de las fuerzas electrodinámicas, en un recipiente con metal fundido, calentado por inducción

HORNOS: Principio de Funcionamiento de la inducción II



Circuito de resonancia en paralelo

Los hornos de inducción **HORMESA** son diseñados con circuito de resonancia en paralelo. Esto tiene como ventaja principal que la intensidad de la corriente que atraviesa por el circuito es dividida. Siendo menor esta corriente, el calentamiento de los dispositivos eléctricos es menor, aumentando su vida, y aumentando considerablemente su rango de seguridad, ideal frente a picos de corriente o fluctuaciones en la red eléctrica.

Otros fabricantes utilizan circuitos de resonancia en serie, ya que son más simples en diseño e implementación y mucho más económicos, pero dejando un rango muy pequeño de seguridad para los componentes.

Si para un tiristor **HORMESA**, la corriente máxima que soporta es de X valor, la nominal de trabajo normalmente es menor que la mitad de X. En un circuito en serie es casi el mismo valor, haciendo bastante vulnerable a picos de corriente.

El consumo energético por Tonelada depende de la curva de calor del metal y del rendimiento del horno (el calor de un metal a X °C = calor de calentamiento hasta fusión + calor latente de fusión + calor de sobrecalentamiento hasta temperatura deseada = KWH/T).

Los hornos de Inducción, por el mismo principio de la Inducción, tienen un Rendimiento X del 65-75%; es decir, del calor teórico obtenido antes, de la curva de calor, se necesita un calor REAL dado por el Rendimiento. Este rendimiento viene de lo comentado antes: Ley física del principio de Inducción.

Si el convertidor de un sistema de fundición por inducción garantiza un factor de potencia (Coseno de phi) y potencias constantes; con las 2 premisas anteriores, es acertado decir que la eficiencia de un horno de inducción depende **exclusivamente** del valor constante que se logre conseguir del FACTOR DE POTENCIA. **HORMESA** garantiza con sus equipos, un factor de potencia en operación a máxima potencia de **0.98 GARANTIZADO**.

Por lo tanto podemos concluir que nuestros equipos **HORMESA** tienen la máxima eficiencia que se puede lograr con un sistema de hornos de inducción de media frecuencia, ya que elevar este valor mas de 0.98 es en la práctica Imposible, siempre va a haber, aunque mínimas, pérdidas por calor, etc.

HORNOS: Marco de acero con núcleo magnético I

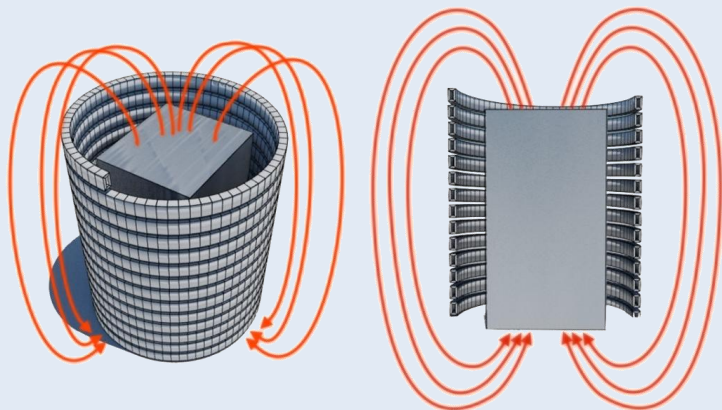


TODOS los hornos de inducción de media frecuencia **HORMESA** son fabricados con estructura de acero y núcleos magnéticos.

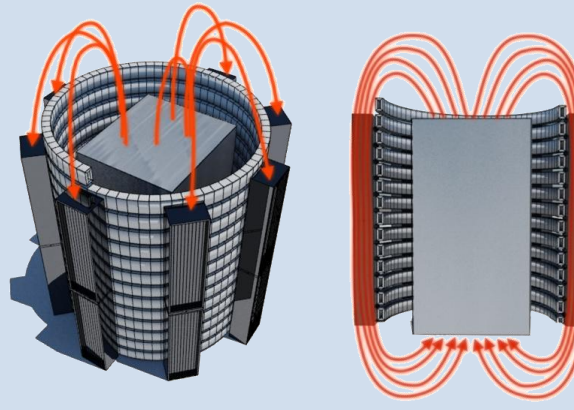
El utilizar núcleos magnéticos se asegura la concentración del campo electromagnético dentro de la zona de la bobina; aumentando la eficiencia por mayor concentración del mismo, además de eliminar la exposición directa al campo por parte de los operarios. **Actualmente la norma CE* en Europa IMPIDE la fabricación de estos hornos sin núcleos magnéticos.**

Horno de Inducción de 750Kg de capacidad, con estructura de acero y núcleos magnéticos.

Comportamiento del campo electromagnético SIN el uso de núcleos magnéticos



Comportamiento del campo electromagnético CON el uso de núcleos magnéticos



Ventajas:

- Mayor eficiencia energética por mayor concentración de campo magnético.
- Mayor seguridad por menor exposición directa al campo magnético
- Mayor robustez y durabilidad del cuerpo del horno

* Corrigendum a Directiva 2004/40/EC del Parlamento Europeo y del Consejo del 29 de Abril de 2004 en los requerimientos mínimos de salud y seguridad con respecto a la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de agentes físicos (campos electromagnéticos) (Directiva individual 18a dentro del significado del Artículo 16(1) de la Directiva 89/391/EEC)

HORNOS: Marco de acero con núcleo magnético II



El utilizar núcleos magnéticos y concentrar el campo dentro de la bobina, nos permite la implementación de estructura de acero para el cuerpo del horno. Se utiliza chapa gruesa garantizando una vida larga del cuerpo del horno, así como mayor protección y resistencia frente a errores humanos que pudieran deteriorar el cuerpo del horno; como dejar caer lingotes o chatarra pesada sobre la plataforma.

En el caso de los hornos **HORMESA** un descuido de este tipo no significa mayor daño en la estructura del horno.

Horno de Inducción de 12Ton de capacidad, con estructura de acero y núcleos magnéticos.

Horno tipo DURALINE de caja de aluminio SIN núcleos magnéticos

Otros fabricantes aún fabrican sus hornos sin núcleos magnéticos, teniendo que utilizar caída de aluminio para el cuerpo del horno y hormigón para la plataforma del mismo. Una caída de alguna pieza de chatarra o lingote pesado sobre la plataforma de hormigón de un horno de este tipo, significaría un daño considerable sobre el horno como grietas o desprendimiento del hormigón.

También el NO uso de núcleos magnéticos significa menor eficiencia por dispersión del campo magnético además de la exposición directa al fuerte campo magnético de los operarios.



Otra ventaja del uso de núcleos magnéticos, es que sirven para mantener fija la bobina a pesar de las vibraciones causadas por el proceso.

Al no utilizar núcleos magnéticos, con el tiempo las vibraciones causaran desplazamiento de los aros de la bobina así como deterioro de la misma. Esto causa también que la vida del refractario sea muy corta.

El horno **HORMESA** ha sido diseñado para que el desmontaje de los núcleos se haga de forma fácil y rápida.

HORNOS: Bobina



HORMESA utiliza para la bobina de sus hornos Cobre 99.99%, garantizando una muy buena conductividad de la corriente eléctrica y reduciendo las pérdidas de energía por calor disipado debido a la resistencia del cobre impuro.

Otros fabricantes utilizan cobre menos puro para las bobinas buscando reducir costos.

Nuestras bobinas son pintadas y recubiertas con materiales y pinturas altamente aislantes.

Adicionalmente se tienen seguridades extras para penetración de metal con sensores distribuidos en toda la bobina.

Podemos definir las pérdidas en calor en un conductor con el Efecto Joule:

$$W = R * I^2 * t$$

Donde la energía calorífica (que en este caso son pérdidas, ya que lo que calienta el metal no es el calor de la bobina sino la inducción electromagnética) es directamente proporcional a la resistencia del conductor, por lo tanto, mientras menos puro sea el cobre, menos conductor será, es decir mas resistivo, lo que nos da como resultado mas disipación o pérdidas energéticas en calor.



HORMESA utiliza para sus bobinas, cobre con sección transversal de por lo menos 5mm de grosor (dependiendo del modelo), aumentando el área del medio conductor, reduciendo la resistividad de la bobina, logrando con esto también, reducir pérdidas por calor, ya que la conductividad de un medio conductor es directamente proporcional al área de la sección transversal del mismo.

Otros fabricantes con el fin de reducir costos, utilizan secciones transversales menos gruesas aumentando la resistencia del material, llevando a un aumento de temperatura en la bobina, aumentando las pérdidas de energía y reduciendo la vida útil de la misma.

También al tener menos grosor, se acorta la vida de la bobina por la fricción del agua de refrigeración que la atraviesa.

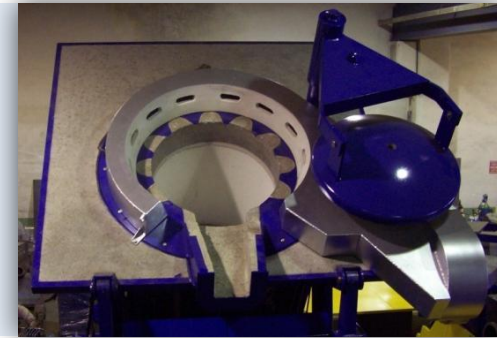
HORNOS: Cubierta y Campana extractora de humos



Cubierta hidráulica para hornos de alta capacidad, con accionamiento hidráulico y campana extractora de humos.

HORMESA Incluye al ofertar sus hornos de inducción, cubiertas hidráulicas con campanas extractoras de humo. Al utilizar cubierta hay menos pérdidas de calor.

Por ejemplo; para un sistema de hornos de inducción para fundición de acero de 1 tonelada por hora, la potencia disipada o perdida sin cubierta es de aproximadamente 128kW, al utilizar cubierta solo se pierden 75kW.



Cubierta hidráulica para hornos de media-baja capacidad, con accionamiento hidráulico y campana extractora de humos.



Horno de otro fabricante sin cubierta.

Es importante considerar, a la hora de comparar o analizar ofertas de diferentes fabricantes, todos los componentes extras que se incluyen o excluyen.

Otros fabricantes no incluyen cubiertas aumentando las pérdidas por calor del sistema, y aumentando el riesgo de trabajo para los operarios.



CONVERTIDOR: Sistema Automático de control (PLC)



HORMESA utiliza sistema PLC Siemens S7-300, mientras que otros fabricantes utilizan versiones anteriores como la S7-200

Otros fabricantes utilizan indicadores analógicos.



Los hornos **HORMESA** cuentan con Indicadores Digitales:

- Mayor precisión.
- Fácil manejo y lectura.
- Mayor capacidad para el almacenamiento, manejo y procesamiento de datos.

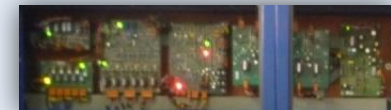
También con Indicador digital de pérdida a tierra:

- Mayor confiabilidad.
- Fácil manejo y lectura.



Monitor Touchpad

Programa de Sinterizado automático.



HORMESA ha desarrollado su sistema electrónico de forma modular, de manera que si hay algún fallo en alguna de las tarjetas electrónicas solo se tenga que hacer el cambio de una, y no del módulo completo como pasa con otros fabricantes.

CONVERTIDOR: Switch de transferencia neumático



Switch de transferencia neumático; selección horno1 – selección horno2.



Cilindros neumáticos, dentro del convertidor



Switch de transferencia manual.

HORMESA fabrica sus hornos de inducción de más de una cuba con switch de transferencia neumático, activado desde el cubículo hidráulico al pie del horno y no desde el mismo convertidor, reduciendo el tiempo de cambio de horno, lo que termina siendo bastante útil en aplicaciones específicas donde se necesite hacer cambio rápido de hornos para mantener o aumentar temperaturas en dos hornos diferentes con el mismo convertidor.

La mayoría de los fabricantes utilizan, para el cambio de hornos, palancas manuales en el convertidor.

HORMESA incorpora todo un sistema para detección de un improbable mal contacto de los switch de transferencia entre el banco de capacitores y las bus bar.

Todo el control, switches y cilindros neumáticos vienen dentro del mismo convertidor.



Sistema de 2 hornos con cubículo hidráulico donde se cambia de hornos, además de la basculación, control de temperatura, entre otros.

CONVERTIDOR: Sistema de Refrigeración y tratamiento de agua.



Bomba de circulación, filtro y tanque del circuito interno de refrigeración del convertidor. (todo está dentro del convertidor)



Tanque de-ionizador

HORMESA fabrica sus convertidores con sistema de refrigeración interno y exclusivo para este. Se utiliza agua de-ionizada, destilada y con anticongelante, para alargar la vida de los componentes eléctricos y electrónicos así como para evitar fallos eléctricos dentro del sistema.

Otros fabricantes utilizan el mismo circuito de refrigeración de las bobinas para el convertidor. **HORMESA** incluye bomba de circulación, tanque de resina de-ionizadora, filtros e intercambiador de calor tipo placa, todo dentro del mismo convertidor, refrigerando el convertidor con un circuito de agua cerrado y totalmente independiente del resto del sistema. Gracias a esto, además de una vida mas larga de los componentes del convertidor, se logra mantener un control de la presión, flujo y temperatura del agua interna del convertidor.

HORMESA controla totalmente la temperatura del agua dentro del convertidor, indicando la zona donde esta ocurriendo el incremento de la misma dentro del convertidor. También se incluye la medición de la conductividad del agua.



Resina dentro del Tanque de-ionizador

VARIOS Y ACCESORIOS



Former para revestimiento del horno (Incluido)

A diferencia de otros fabricantes, **HORMESA** Incluye los siguientes con la entrega de sus hornos de Inducción de MF:

- Former para el revestimiento de los hornos, y material refractario para primer uso.
- Sistema de refrigeración; Intercambiador de calor tipo placa, Grupos de bombeo con bombas de emergencia y torre refrigerativa.



Material de recubrimiento refractario para primer uso



Torre de refrigeración



Intercambiador de calor tipo placa



Grupos de bombeo con bombas de emergencia

Además de lo anterior, **HORMESA** incluye con sus equipos (Exceptuando casos especiales):

- Kit de partes críticas de repuesto; tiristores, tarjetas electrónicas, entre otros.
- Material crítico para montaje; cables de energía de los hornos refrigerados por agua, mangueras, bandejas, entre otros.
- Seguimiento del proyecto; asesoría para montaje, planos de distribución en planta, etc.
- Puesta en Marcha del sistema.
- Entrenamiento del personal para operación y mantenimiento del sistema.
- Garantía

VARIOS Y ACCESORIOS II

Dependiendo de las necesidades del cliente, se puede incluir EXTRAS con el equipo, algunos ejemplos son:

- Material Completo de montaje.
- Kit de partes de repuesto para 2 años.
- Dispositivo de extracción de refractario.
- Equipo de vibrado para recubrimiento del horno.
- Cargadores vibrantes.
- Filtro para tratamiento de humos.
- Protecciones laterales para los hornos
- Entre otros



Cargador vibrante



Dispositivo de extracción de refractario



Dispositivo de vibrado automático

HORMESA suministra sus hornos preparado para trabajar, de ser necesario suministra también el transformador de Alta potencia.

HORMESA Incluye también con sus equipos un panel auxiliar para las bombas de refrigeración, bomba de torre refrigeradora, etc. También entrega **pupitre inalámbrico para encendido/apagado del horno, control de la potencia, parada de emergencia, cambio de horno y basculamiento.**



Pupitre hidráulico

HORMESA solo utiliza componentes eléctricos de la mejor calidad, de marcas conocidas y de fácil acceso local, damos lista de referencia de estos componentes. Para no ser necesario depender solo de HORMESA en cuanto al suministro de los mismos y darle más libertad al cliente.

Otros fabricantes utilizan componentes de mala calidad y sin referencia, de manera que hacen al cliente dependiente del suministrador del equipo y de sus precios.