

Una historia emocionante

La innovación sostenida resume la historia de los productos electromagnéticos de ABB

REBEI BEL FDHILA, ULF SAND, JAN ERIK ERIKSSON, HONGLIANG YANG – La evolución de los productos electromagnéticos de ABB en la industria de los metales ha sido extensa e impresionante, repleta de patentes, mentes pioneras, personalidades respetadas, contribuciones importantes a la industria e innovaciones líderes en el mercado. Con la introducción temprana en la industria de los metales, ABB ha captado las oportunidades que se le presentaban para establecer con los clientes una colaboración productiva que ha consolidado su posición como empresa líder e innovadora en la industria. Este preciado legado sirve de plataforma para perseguir una excelencia permanente en el sector de los metales y la posible entrada en nuevos mercados.

El batidor electromagnético lo inventó a principios de la década de 1930 el Dr. Ludwig Dreyfus, un reconocido empleado de ASEA, cuando descubrió que se podría desarrollar una fuerza electrodinámica suficiente en el metal fundido mediante un campo magnético móvil, y que se podría lograr una acción de batido eficaz. Su patente de batido electromagnético en un horno de arco eléctrico se le concedió en Suecia en 1937, lo que se puede considerar el nacimiento del batido electromagnético y la base del resto de sus aplicaciones en la industria de los metales → 1.

Instalación del primer batidor

El primer batidor electromagnético de uso práctico se instaló en Suecia en 1947 en un horno de arco eléctrico (EAF), que en aquella época se utilizaba como cuba tanto de fundido como de afino. El batidor homogeniza la temperatura de fundido y acelera las reacciones de escoria metálica. Desde entonces se han instalado millares de batidores electromagnéticos en diversas aplicaciones de procesamiento de metales: horno de arco eléctrico, horno de cuchara y colada continua de refundido de acero y aluminio.

El primer horno de cuchara del mundo

En la década de 1960, los ingenieros de SKF y ASEA desarrollaron el primer hor-

no de cuchara del mundo, el ASEA-SKF, para solucionar el problema de la baja calidad en la producción de acero para cojinetes en un horno de arco eléctrico. El proceso de ASEA-SKF, con su combinación de capacidades de batido electromagnético, tratamiento de vacío, calentamiento por arco eléctrico e inyección de gas argón, fue el comienzo de una nueva era en la producción de acero de alta calidad. El primer horno de cuchara de ASEA-SKF

se empezó a fabricar a gran escala en 1968 en SKF Hällefors, Suecia, y se instalaron unos 70 hornos de ASEA-SKF entre las décadas de 1960 y 1980 en todo el mundo. Si bien el ASEA-SKF se sustituyó posteriormente por procesos de afino en cuchara más modernos, el batido electromagnético en cuchara (LF-EMS) continuó siendo una herramienta importante para la producción eficiente de acero tanto comercial como de alta aleación [1] → 2. Actualmente existen alrededor de 140 batidores electromagnéticos instalados en varios procesos de afino en cuchara.

Freno electromagnético

La implementación del batido electromagnético en máquinas de colada de lupias/palanquillas se inició en la década de 1970 para mejorar la calidad de las estructuras y superficies sólidas. En la década de 1980, ASEA y Kawasaki Steel

Actualmente, más de la mitad de las 70 máquinas de colada de planchas finas del mundo están equipadas con un EMBR de ABB.

aplicaron un campo electromagnético al proceso de colada de planchas convencionales para mejorar su calidad. Este campo magnético de CC, que actuaba sobre el caudal de chorro de alto impulso procedente de la boquilla de entrada sumergida, reducía la velocidad del chorro y estabilizaba la fluctuación del fluido en el molde → 3. La tecnología, desarrollada y convertida en un freno electromagnético (EMBR), encontró una aplicación más amplia en el proceso de colada de planchas finas. El EMBR estabiliza las fluctuaciones del menisco y reduce el atrapamiento de polvo en el molde, que es esencial en la operación de colada de alta velocidad y garantiza una calidad de

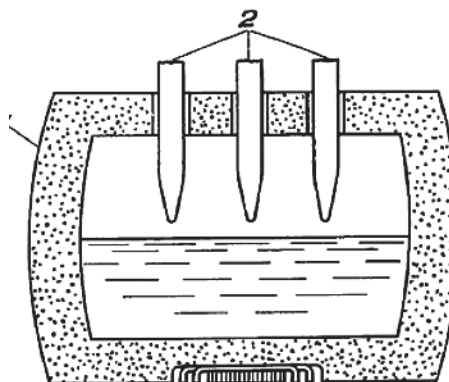
PATENT N^o 102334 SVERIGE **KLASS 21: h: 18-10**
 BESKRIVNING BEVILJAT DEN 19 JUNI 1941
 OFFENTLIGGJORD AV KUNGL. GILTIGT FRÅN DEN 22 JAN. 1937
 PATENT- OCH REGISTRERINGSVERKET PUBLICERAT DEN 19 AUGUSTI 1941
 Ans. nr 281/1937. Hårtill en ritning.



ALLMÄNNA SVENSKA ELEKTRISKA AKTIEBOLAGET, VÄSTERÅS.
Omröringsanordning vid ugnar för metallurgiska ändamål.
 (Uppfinnare: L. Dreyfus.)

Det är bekant att vid s. k. virvelströmsugnar, d. v. s. ugnar vid vilka den huvudsakliga värmetillförseln till chargen sker genom i densamma inducerade elektriska virvelströmmar, vanligen av hög frekvens, åstadkomma en elektrodynamisk omröring av chargen eller lödet i syfte att påskynda därti förlöpande reaktioner. I de nämnda ugnarna förekommer av de

i huvudsak kring en horisontal axel, så att nya delar av detsamma uppblött komma upp till ytan samt där utsätts för uppvärmning resp. reaktioner. Samtidigt hålles periodiskt av strömmen i omröringslinningen väsentligt lägre än sådana kommersiella periodiskt, varigenom effekten i nämnda linning hålles låg. Någon väsentlig uppvärmning av chargen sker inte.



El FC Mold G3 es el equipo de control de caudal más avanzado del mercado para coladas de planchas.

plancha fina. Actualmente, más de la mitad de las 70 máquinas de colada de planchas finas del mundo están equipadas con un EMBR de ABB.

Molde de control de caudal

En la década de 1990, Kawasaki Steel (posteriormente, JFE) y ABB desarrollaron un molde de control de caudal (FC Mold) para máquinas de colada de planchas convencionales. El FC Mold, al mantener el campo magnético de CC en la parte inferior del molde, añade un campo de nivel de CC en la zona superior del molde con el fin de estabilizar la fluctuación del menisco, lo que aumenta la flexibilidad del control de las condiciones de caudal. Kawasaki Steel logró unos resultados superiores con el FC Mold, incluida una mayor velocidad de colada y una mejora de la calidad interna y superficial de las planchas. Actualmente, más de 70 sectores utilizan la excepcional tecnología del FC Mold para coladas de planchas convencionales.

Molde de control de caudal G3

En la década de 2000, ABB desarrolló el molde de caudal de tercera generación (FC Mold G3) para hacer frente a las nuevas demandas del mercado de máquinas de colada de planchas convencionales. El FC Mold G3 añade un campo magnético móvil en la misma posición del campo magnético superior de CC que el FC Mold II, que puede funcionar simultáneamente con el campo magnético de CA, que controla la velocidad del menisco en el rango óptimo en prácticamente todas las condiciones de colada → 4. El FC

Mold G3 es el equipo de control de caudal más avanzado del mercado para coladas de planchas. En 2016, ABB presentará el OptiMold Monitor, un producto que mide la temperatura del molde en colada continua. Al facilitar una visión del proceso sin precedentes, esta tecnología se puede combinar con el FC Mold, con el fin de permitir un control de procesos en tiempo real, elevando a un nivel superior la calidad del producto final.

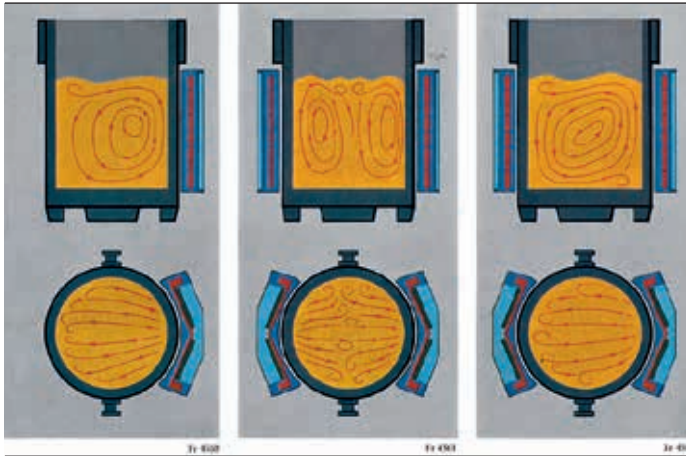
Hornos de refundido del aluminio

En la década de 1960, ASEA desarrolló un batidor electromagnético para hornos de refundido del aluminio (AL-EMS), que mostró unos resultados convincentes en el ahorro de energía, así como en el aumento del rendimiento y la productividad. Sin embargo, no se le prestó un gran interés hasta la década de 1990, cuando la industria del aluminio asumió la necesidad de ahorrar energía e incrementar la productividad. A continuación, ABB presentó una serie de AL-EMS para toda la gama de tamaños y tipos de hornos → 5. En el caso de los hornos de refundido de aluminio convencionales, el AL-EMS ofrece un ahorro energético del 10% y aumenta la productividad en un 25%. En la actualidad, ABB ha instalado más de 200 AL-EMS en todo el mundo.

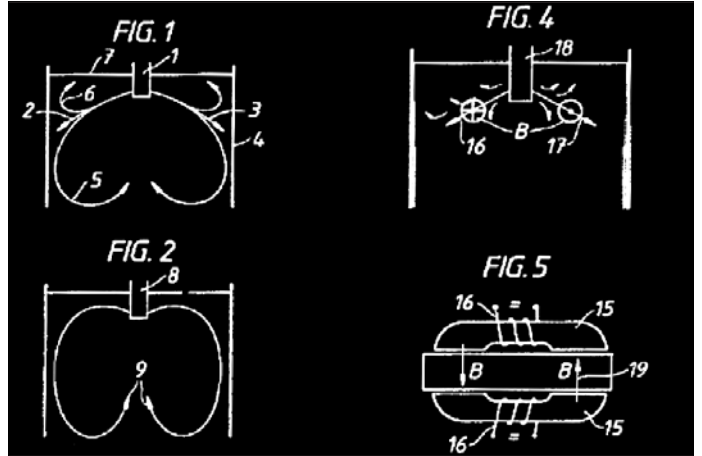
ArcSave®

A partir de la década de 1980, el horno de arco eléctrico se ha ido convirtiendo gradualmente en una mera cuba de fundido con un elevado consumo de energía y un tiempo de fusión breve. A principios de la década de 2000, ABB

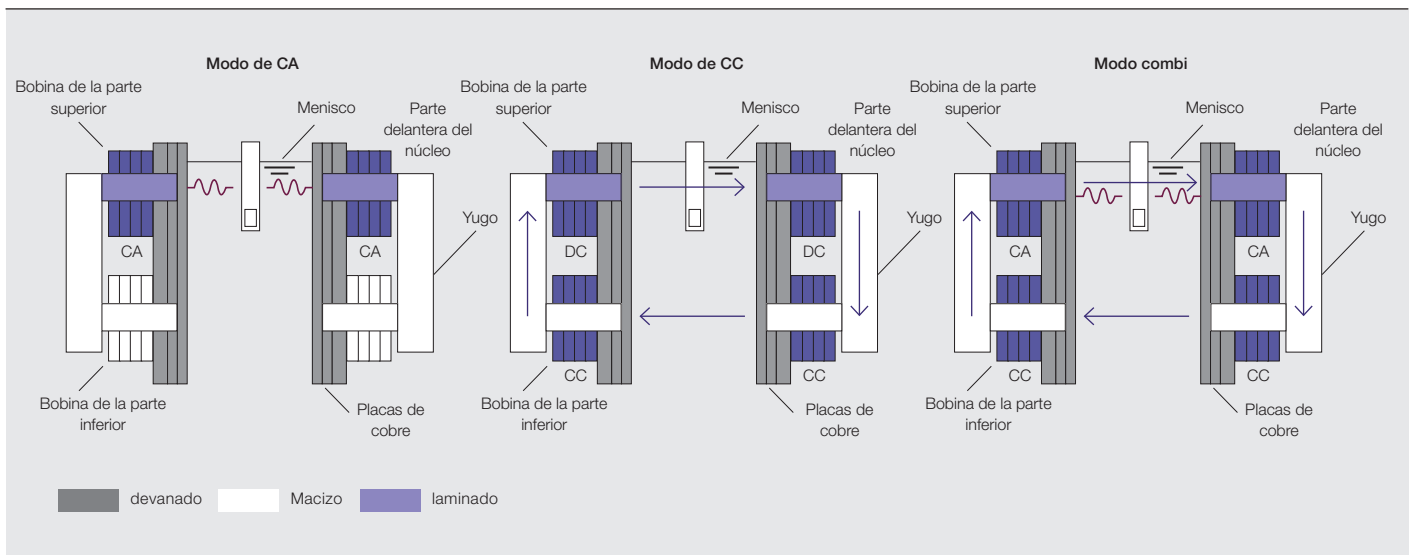
2 Distintos patrones de batido bosquejados en la fase inicial del proceso ASEA-SKF



3 Primera patente de EMBR en colada continua



4 Modos de operación de FC Mold G3



Una colaboración más intensa con ABB Corporate Research en las últimas dos décadas [...] ha dado lugar a mediciones avanzadas y técnicas de simulación ...

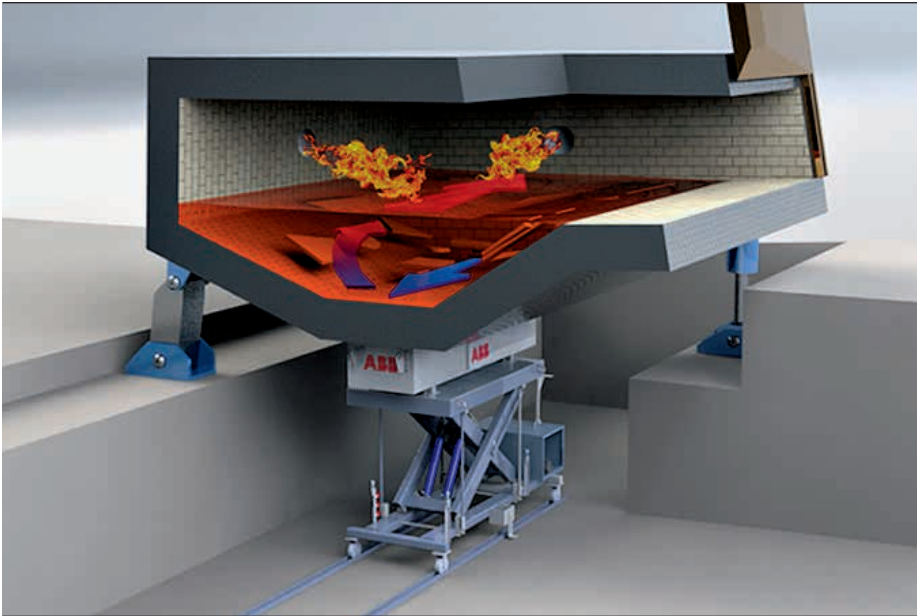
desarrolló un nuevo batidor con una capacidad de batido mucho mayor. Posteriormente, este batidor se patentó como ArcSave® y se instaló en un EAF moderno, demostrando unas claras ven-

tajas para el cliente en cuanto a ahorro energético, rendimiento del hierro y ahorro de aleaciones, entre otras.

Pioneros de la industria e innovación continua

Además de la invención del batidor electromagnético de arco por parte del Dr. Dreyfus, varios empleados de ABB han sido verdaderos innovadores en la industria. Entre ellos, destacan:

- Yngve Sundberg, empleado en las décadas de 1950-1980, desarrolló una teoría completa que abarcaba el cálculo y el diseño de hornos eléctricos y batidores electromagnéticos. Él y sus colegas de ASEA registraron seis patentes como mínimo, y su trabajo sobre "Hornos eléctricos y batidores inductivos" se cita con frecuencia en el sector incluso hoy en día [2].



- El excepcional enfoque de Sten Kollberg en cuestiones relacionadas con el proceso de colada de los clientes en las décadas de 1980–1990 abrió el camino para el desarrollo del EMBR y el FC Mold. Kollberg goza de un gran respeto por su don de gentes y su ingenio.
- Gote Tallback, que trabajaba en ASEA en la misma época que Sten, introdujo la magnetohidrodinámica (MHD) en los procesos metalúrgicos. Su trabajo, publicado hace 30 años, sobre la simulación numérica del proceso EMBR, se sigue citando en la actualidad. En la década de 2000, él y sus colegas de ASEA registraron cuatro patentes relativas al batido electromagnético.
- Jan-Erik Eriksson, que trabaja en ABB desde 1980, cuenta con 25 patentes, junto con sus colegas de ABB. Su aportación ha sido decisiva en el desarrollo en curso del FC Mold (en concreto, el de última generación), y del EMBR en conjunto, con socios de la industria japonesa.
- Rebei Bel Fdhila, que se incorporó a ABB Corporate Research en 1995, aplica sus profundos conocimientos sobre modelado, acompañados de la experiencia en procesos de sus colegas, para ayudar a ABB a remodelar sus capacidades de modelado, simulación y diseño, con el fin de ofrecer importantes novedades en la tecnología de batido electromagnético y consolidar su posición en el mercado.

Una colaboración más intensa con ABB Corporate Research en las últimas dos décadas, reforzada por las aportaciones de Rebei Bel Fdhila y Jan-Erik Eriksson, ha dado lugar a mediciones y técnicas de simulación avanzadas, que incluyen varios tipos de mediciones basadas en láser y una dinámica de fluidos computacional de vanguardia. El conocimiento fundamental y profundo de la metalurgia, la colada continua, el efecto del campo electromagnético y los fenómenos complejos subyacentes asociados a los caudales multifásicos en los que interactúan el metal líquido, el gas argón y las partículas, ha permitido al equipo de I+D de ABB mejorar y modernizar la tecnología del EMS con nuevas prestaciones para la introducción en nuevos mercados.

Demandas de desarrollo y fuerza impulsora

La eficiencia energética, la productividad y la calidad son fundamentales para el desarrollo sostenible de la industria de los metales, y el batido y el frenado electromagnéticos tienen un papel importante que desempeñar de cara al futuro. Los productos como el ArcSave®, la nueva generación del FC Mold y el Opti-Mold Monitor son tan solo algunos ejemplos de la contribución de ABB y demuestran la capacidad de la empresa para comprender y hacer frente a la demanda del mercado con innovaciones tecnológicas. A medida que el Internet de los objetos, los servicios y las perso-

nas (IoTSP) eleve las expectativas en la industria de los metales en los próximos años, ABB se centrará en el desarrollo de productos que no solo ofrezcan un mayor grado de seguridad y fiabilidad, eficiencia de costes y calidad, sino que además sean fáciles de usar, puedan medir y analizar, y mejoren el rendimiento de los procesos para nuestros clientes. ABB ha tenido el privilegio de trabajar con prácticamente todos los principales fabricantes de acero del mundo y se compromete a permanecer a la cabeza de la innovación de productos electromagnéticos en la industria de los metales.

Rebei Bel Fdhila

Ulf Sand

ABB Corporate Research
Västerås, Suecia
rebei.bel_fdhila@se.abb.com
ulf.sand@se.abb.com

Jan Erik Eriksson

Hongliang Yang

ABB Process Automation, Metallurgy
Västerås, Suecia
hongliang.yang@se.abb.com
jan-erik.a.eriksson@se.abb.com

Referencias

- [1] Sundberg, Y. (1971). *Principles of the induction stirrer*. ASEA Journal, 44 (4), 71–80.
- [2] Sundberg, Y. (1969). *Electric furnaces and induction stirrers*. Västerås: ASEA.