



En una primera fase de este proyecto la intención fue identificar las variables que afectaban el desgaste del electrodo.



Caso de Estudio

Modelo de Estimación de Desgaste de Electrodo de Grafito en Horno Fusión generó ahorros considerables en la estructura de costos de las siderúrgicas.

La solución permitió obtener una cuantificación más exacta del consumo del electrodo por toneladas de acero líquido producido.

Situación

En el 2019 llegó un reporte del área industrial relacionado con el aumento de los precios de las toneladas de electrodos de grafito. En este documento se informaba que este insumo había aumentado drásticamente su precio a nivel internacional. La causa de este hecho se debió al cierre de numerosas fábricas al no cumplir con las normativas, muchas de las cuales estaban en China y en otros países de América, en las cuales se producía este insumo, por lo que originó una escasez del producto en el ámbito mundial.

Lo que conllevó a un aumento del precio de manera frenética.

Este producto es un consumible de la acería que se desgasta y no hay forma que sea permanente; pero si se le puede sacar un máximo provecho a su vida útil.

Los precios de electrodos siguieron aumentando y las siderúrgicas trabajando de manera normal, al ser un consumible que no representaba grandes costos para el sector, no se le prestaba la debida atención. Pero con la nueva realidad de costos y teniendo hoy en día diversos estudios para tratar de fomentar el mejor rendimiento

del electrodo y aumentar su uso al máximo, pasó a tener una mayor importancia la optimización de su vida útil y estimación de consumo a nivel industrial.

Reto

En una primera fase de este proyecto la intención fue identificar las variables que afectaban el desgaste del electrodo. Una vez logrado esto, el siguiente paso fue tratar de manipular esas variables de forma que se pudiera aumentar el rendimiento del electrodo sin sacrificar la productividad.

Otra de las problemáticas que se pudieron diagnosticar para buscarle una solución, es que normalmente el cambio de electrodos depende exclusivamente de la decisión del operador. Al este proceso estar desarrollándose en una zona hostil, donde se le coloca corriente eléctrica, se está en contacto con la chatarra,



Normalmente el cambio de electrodos depende exclusivamente de la decisión del operador.



y visualmente se dificulta el diagnóstico del electrodo, el operador no estaba en la mejor situación para evaluar el desgaste que tiene el electrodo y tener una toma una decisión más precisa si continuar con ese mismo insumo en la siguiente colada o realizar un recambio.

Además de mejorar seguridad de la operación al momento de visualizar la punta del electrodo y evitar colisiones que pongan en riesgo la operatividad e integridad del personal, también se buscó mejorar el factor de productividad, disminuyendo demoras por cambios de electrodo durante el proceso, y realizando recomendaciones oportunas para el cambio de electrodo que permitan optimizar el número de demoras por esta causa.



Solución

Para cubrir las necesidades del cliente se propuso una solución combinada de visión por computadora, analítica de datos y conocimientos sobre el proceso para identificar las variables que tienen una influencia significativa sobre el desgaste de electrodos en operación, se aplican ecuaciones fundamentales que involucran las variables, toneladas de carga metálica (TCM), tiempo conectado del horno (t-ON o Power ON), y corriente durante la operación.

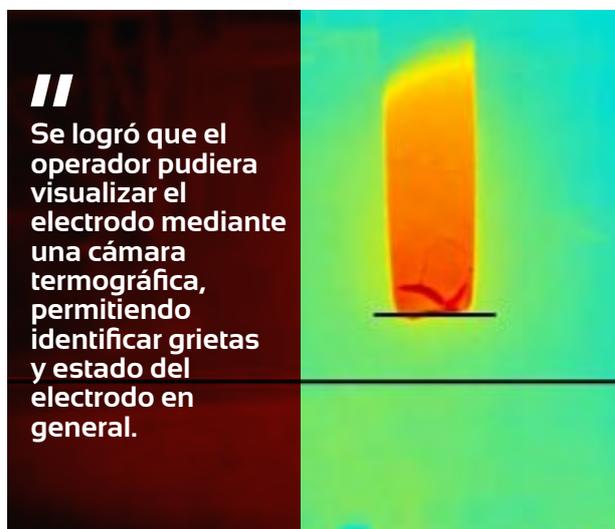
Aplicando la solución propuesta se logra que el operador pueda visualizar el electrodo mediante una cámara termográfica, permitiendo identificar grietas y estado del electrodo en general, adicionalmente cuenta con una herramienta visual (HMI) que grafica la pérdida de peso colada a colada y acumulada del electrodo, generando alarmas en función de la longitud crítica del mismo. Adicionalmente, se disminuye el número de accidentes industriales que hay por el mal posicionamiento del electrodo dentro de este entorno industrial.

Industria	Siderúrgica
Hardware	Cámaras termográficas
Software	Ignition by Inductive Automation: <ul style="list-style-type: none"> • Ignition Perspective Module • Vision Module Unlimited • Reporting Module • SQL Bridge Module • Tag Historian Module • Alarm Notification Module • Modbus Driver • Sepasoft – SPC Module
HMI	2
I/O	N/A
Tags	Tiempo conectado, TCM, Energía, Longitud inicial del electrodo.

La Smart Metrix permite la toma de decisiones más objetiva, generando una disminución importante de la curva de aprendizaje en cuanto al criterio de cambio de electrodos que debe tener el operador para la toma de decisiones. Basando estas en analítica de datos y patrones del proceso y no en experiencias subjetivas que varían de un operador a otro, generando una disminución importante de las demoras por cambio de electrodo, y en consecuencia un aumento de la productividad de la factoría.

Beneficios

- Identificación de relaciones entre la operación y el consumo de electrodo.
- Generación de una estimación más precisa del consumo de electrodos por colada.
- Identificación de grietas en electrodos en operación.
- Disminución de paradas no programadas por cambio de electrodos.
- Evaluación del rendimiento de electrodos de diferentes proveedores.
- Alertas optimizadas y oportunas para realizar el cambio de electrodo.
- Decisiones basadas en analítica de datos y visión por computadora, y no en experiencias subjetivas que varían de un operador a otro.
- Aumento de la productividad por la disminución del tiempo en el cambio de electrodos.
- Es una solución muy flexible que se puede personalizar en cada acería con sus diferentes condiciones.
- Generación de reportes que permitan identificar las mejores prácticas.
- Generación de Dashboard de consumo de electrodos en Horno Fusión.



Resultados

Se pudo estimar en relación - precio de una manera más exacta el consumo de electrodos en cada colada. Anteriormente esta estimación no era confiable, debido a que no se cuantificaba en base a la producción de acero líquido, tan sólo se hacía un aproximado de lo que salía del inventario, lo que dejaba abierta la posibilidad de incurrir en errores.

De igual manera se eliminaron los cambios de electrodos innecesarios que conllevaba a una pérdida de tiempo de 2 a 3 minutos por dicho cambio, dependiendo de la habilidad y rapidez del operador. Vale destacar que esos dos minutos si se lleva a una secuencia de 10 coladas, por ejemplo, ya son 20 minutos de pérdida operativa. Y 20 minutos representan el 50% de lo que duración de una colada de 165t aprox. Entonces a nivel de tempo en la acería es bastante significativo. Con esta solución se minimizaron las demoras por cambio de electrodo de forma considerable.

No hay que olvidar que el proceso de fusión es el de mayor requerimiento energético de todos los procesos siderúrgicos por lo que el tiempo de operación es bastante costoso, y se logró un retorno bastante importante al disminuir ese tiempo.

Se logró una mejora en los estándares de seguridad del operador, ya que por medio de la solución de visión por computadora y analítica de datos que se generó, se cuenta con una herramienta que permite la visualización en tiempo real de la posición del electrodo, identificar grietas o defectos dentro del electrodo por medio de una cámara termográfica y un sistema de recomendaciones de cambio de electrodo que prioriza la productividad de la acería, además de evitar fallas de inestabilidad del arco eléctrico por desgaste excesivo del electrodo.

Por otra parte, el hecho de poder condensar toda la información de valor en una matriz o una base de datos y analítica de los mismos ayudó a que posteriormente se generaron mejores prácticas. Gracias a la comparación de patrones de comportamientos.

Finalmente, se pudo desarrollar una solución adaptativa mediante una práctica de pesaje de electrodos, variables operativas y parámetros de adaptación, mejorando de forma continua la solución.



Se logró una mejora en los estándares de seguridad del operador, ya que por medio de la solución de visión por computadora y analítica de datos que se generó, se cuenta con una herramienta que permite la visualización en tiempo real.