



# Adaptación de un Registrador de Datos de Temperatura para un Horno de Fundición

Luisa José Tapia<sup>a</sup>, Guadalupe Escartín González<sup>a</sup>, José Luis Morales Gaspar<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos 2<sup>o</sup> Miguel Bernard<sup>o</sup> Instituto Politécnico Nacional. Av. Nueva Casa de la moneda 133, Lomas de Sotelo, 11200. Miguel Hidalgo, Ciudad de México.

## ARTICLE INFO

**Received:** 13 de julio de 2024

**Accepted:** 26 de agosto de 2024

**Available on-line:** 30 de noviembre de 2024

**Keywords:** Temperature, Recorder, Casting.

**E-mail addresses:**

Luisa\_jt@yahoo.com.mx  
escartin@ipn.mx

ISSN 2007-9842

© 2024 Institute of Science Education.  
All rights reserved

## ABSTRACT

In this project it was to adapted a temperature measurement system to a foundry furnace prototype using an Omega RDXL6SD-USB data logger and thermocouples type K, to achieve real-time temperature monitoring and improve efficiency in metallurgical processes. To achieve this, a preliminary investigation was carried out before the prototype's manufacturing, to understand the operation of all the components used (thermocouples, data loggers, furnaces, etc.) in a temperature measurement process. Additionally, a survey was applied among students in the field of metallurgy and the public in general to determine whether the developed project was useful and profitable, and an economic study was carried out to specify the costs invested in the project. Finally, physical tests were performed on the constructed prototype, concluding that the temperature registers were successful and that the system could be applied to a real foundry furnace using the appropriate thermocouples.

En el presente proyecto se adaptó un equipo de medición de temperaturas a un horno de fundición como prototipo de prueba, por medio del uso de un registrador de datos Omega RDXL6SD-USB y termopares tipo K, para tener un monitoreo en tiempo real de dicha temperatura y mejorar la eficiencia en los procesos metalúrgicos. Para ello se llevó a cabo una investigación previa a la fabricación del prototipo, con el propósito de entender el funcionamiento de todos los componentes empleados (termopares, registradores, hornos, etc.) en el proceso de medición de temperatura. Finalmente se realizaron pruebas físicas al prototipo de prueba construido, concluyendo que los registros de temperatura fueron exitosos y que el sistema puede ser utilizado en un horno de fundición real, empleando los termopares adecuados.

## I. INTRODUCCIÓN

El empleo de hornos para fusión de metales se remonta a varios siglos antes de nuestra era y con el paso del tiempo este han ido evolucionando y mejorando en distintos aspectos tales como el diseño, efectividad, practicidad, ahorro de energía y capacidad. Así también, antes solo se conocían hornos que usaban como combustible coque, carbón y gas natural, pero en la actualidad ya se cuenta con hornos de arco eléctrico o de inducción que usan la electricidad como fuente de energía, lo cual ha traído muchos beneficios tanto para la producción limpia de piezas metálicas como para generar menos contaminación.

Todos estos cambios, que han surgido con el paso de los años, vienen acompañados de nuevos elementos y componentes que se adicionan a los hornos de fusión. Los tableros de control, aireadores, presurizadoras, bombas

hidráulicas y engranajes son ejemplos de estos componentes, que su función general es facilitar el uso de los hornos y tener mayor control sobre ellos.

Un aspecto fundamental que se debe considerar para los hornos es la temperatura. Muchos hornos se usan hasta calentar el metal y tener un estado líquido, pero no se tiene un control preciso de la temperatura y solo se maneja con lo que se puede ver a simple vista. Por lo que implementar un dispositivo que mida la temperatura en tiempo real es una mejora que no solo indica cuándo el horno alcanzó ya la temperatura ideal, sino que también puede ayudar a ahorrar combustible.

Para precisar el alcance térmico del horno se utilizan aparatos de medición de temperatura especiales como termopares de diferentes tipos, según los materiales a fundir, módulos, registradores, sondas, sensores, lectores de temperatura y otros equipos que con modificaciones y adaptaciones a los hornos hacen una mejora fundamental.

El equipo de medición de temperatura para un horno de fundición es un instrumento que ayuda a determinar y observar de manera gráfica y digital el incremento o decremento de la temperatura que se presenta en un horno de fundiciones no ferrosas. Se probará el equipo de adquisición de temperaturas en un prototipo de prueba que simula un horno de fundición, pero que utiliza agua como fluido de trabajo.

### Planteamiento

El equipo de medición de temperatura para el horno de fundición de metales no ferrosos busca obtener mediciones exactas y controladas a la hora de realizar una fusión. El proyecto se llevará a cabo por medio de una investigación previa de un registrador de datos de temperatura portátil de seis canales Omega RDXL65D-USB y diferentes tipos de termopares, así como la implementación de todos los componentes. Para hacer las pruebas, se construirá un equipo que simula un horno, pero que maneja agua en su interior. Lo anterior se llevará a cabo en un lapso de dos meses del periodo escolar 24-2 dentro del taller de metalurgia del Centro de Estudios Científicos y Tecnológicos No. 2 "Miguel Bernard". En la elaboración del proyecto se contará con equipo tecnológico y asesoramiento de profesores e investigadores de la institución.

### Justificación

En el laboratorio de fundición de nuestra institución se cuenta con un horno para metales no ferrosos, pero que no está instrumentado, es decir, que durante el proceso no se sabe la temperatura que se tiene en la fundición. Al proponer un equipo que permita monitorear y registrar la temperatura, los principales beneficiarios serán los alumnos y profesores de la carrera de metalurgia que utilizan el taller de fundición, al elaborar fundiciones de piezas de metales no ferrosos de mejor calidad. El conocimiento preciso de la temperatura contribuirá a obtener un proceso de mayor calidad y una reducción de piezas defectuosas. La motivación al realizar este proyecto radica en emplear los avances tecnológicos de instrumentación e innovar los procesos del taller de metalurgia.

El proyecto es altamente conveniente dado que aborda una necesidad crítica en la industria de la fundición, donde el conocimiento preciso de la temperatura es fundamental para lograr los objetivos de calidad. El equipo de medición empleado se complementa con la interfaz a una PC y un software para la elaboración de graficas digitales. Su utilidad se vislumbra a realizar fundiciones donde se requiere conocer y mantener una temperatura específica dentro del horno.

El gráfico de temperatura-tiempo puede ser de gran utilidad en el proceso de fusión de metales, pues se relaciona directamente con el aprovechamiento de la electricidad o gas. Cabe mencionar que, aunque el equipo propuesto se puede emplear en un horno para metales no ferrosos, se utilizará un prototipo de prueba que maneja agua como sustancia de trabajo, para evitar posibles accidentes.

Objetivo general: Proponer y adaptar un sistema de medición de temperatura para hornos de fundición, que asegure mediciones exactas y controladas durante el proceso de fusión, además que dicho parámetro sea monitoreado y graficado mediante un software.

## II. DESARROLLO

### Descripción de la idea

Este proyecto se basa en el uso de un registrador de datos de temperatura portátil de seis canales, Omega RDXL65D-USB, con termopares tipo K, para registrar y observar gráficamente los incrementos o decrementos de

temperatura que se presentan en los procesos de fusión de metales ferrosos y así determinar cuándo se ha alcanzado la temperatura necesaria en un horno de fundición. Para ello se propuso construir un prototipo de prueba que simula un horno, hecho con recipientes de aluminio, una resistencia eléctrica, aislante de yeso y silicón de alta temperatura, y que trabaja en su interior con agua. El agua se calentará hasta su punto de ebullición y se registrará la temperatura en el fondo del recipiente, pared lateral, seno del fluido y ambiente, con termopares tipo K colocados adecuadamente. La temperatura se registrará en tiempo real y observará en una gráfica Temperatura-tiempo ( $^{\circ}\text{C}$ -seg) en una Laptop, que está conectada al equipo de medición a través de un puerto USB. El prototipo de prueba que simula el horno se utiliza para comprobar el funcionamiento del equipo de medición y registro de temperaturas, pero si es necesario, se puede utilizar en un horno real. El cambio que tendría que hacerse es utilizar termopares tipo K de bayoneta o con termopozo, que tienen rango de temperaturas mayores. Finalmente, se concluirá si es viable utilizar un equipo Omega RDXL6SD-USB, o uno equivalente, para obtener y graficar la temperatura, en función del tiempo, del proceso de fundición en hornos de crisol.

En este proyecto, el estudio técnico abarcará todo el proceso de construcción y evaluación del prototipo de prueba, así como el uso del equipo de medición de temperatura con termopares, iniciando desde la descripción del proyecto, diagramas de flujo de su funcionamiento, hasta los planos e imágenes del prototipo terminado.

Este dispositivo hará posible monitorear la temperatura del proceso de fundición, para optimizar recursos tales como combustible, humanos y el tiempo que se tiene en funcionamiento el horno, para tener un mejor rendimiento, tener el menor gasto, y un mejor y controlado proceso de fusión de los metales.

### Procedimiento para el desarrollo del prototipo

- Elaborar el diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo de prueba
- Describir cómo funciona el prototipo
- Describir la serie de pasos para la construcción del prototipo
- Efectuar las pruebas del prototipo y registrar los resultados

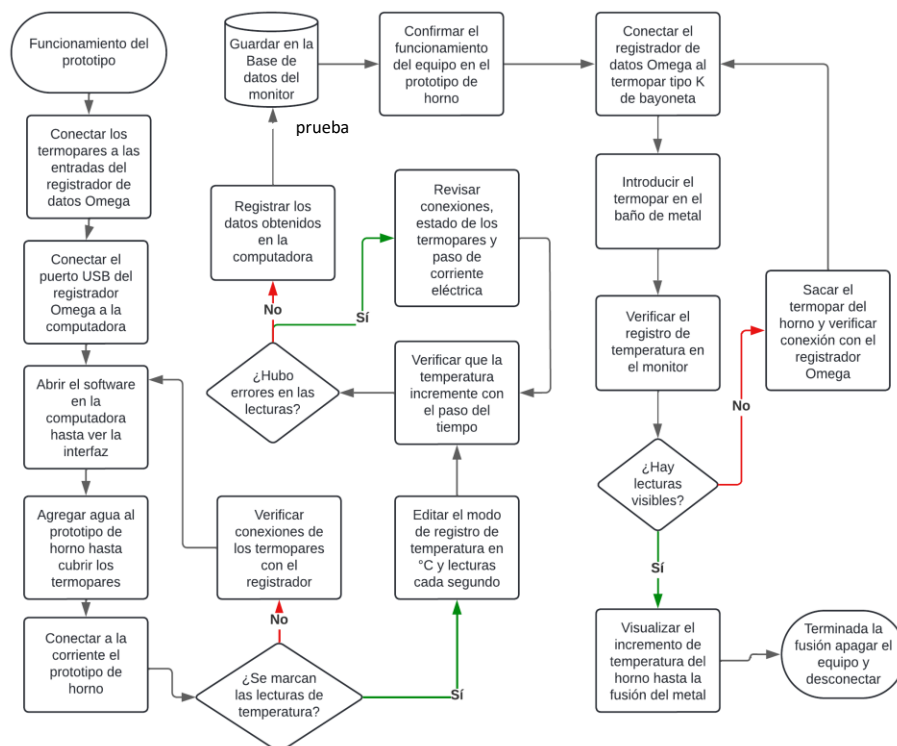


FIGURA 1. Diagrama de flujo del proceso de funcionamiento del prototipo de prueba.

## Procedimiento para la prueba del sistema completo

Una vez construido y armado el prototipo de prueba que simula el horno de fundición, se procede a hacer una prueba. Los pasos a seguir son:

- 1) Se enciende la Laptop y se abre el software del equipo Omega RDXL6SD-USB. Se selecciona el tiempo de toma de datos de temperatura y el sistema de unidades.
- 2) Se conectan los termopares tipo K al equipo Omega RDXL6SD-USB y se conecta el cable USB hacia la Laptop.
- 3) Se llena de agua el recipiente pequeño de aluminio.
- 4) Se enciende el equipo Omega RDXL6SD-USB.
- 5) Se conecta el cable dúplex a la toma de corriente. En este momento se empiezan a registrar las temperaturas de los cuatro termopares de acuerdo con el tiempo seleccionado.

A continuación, se muestra una toma de datos del equipo

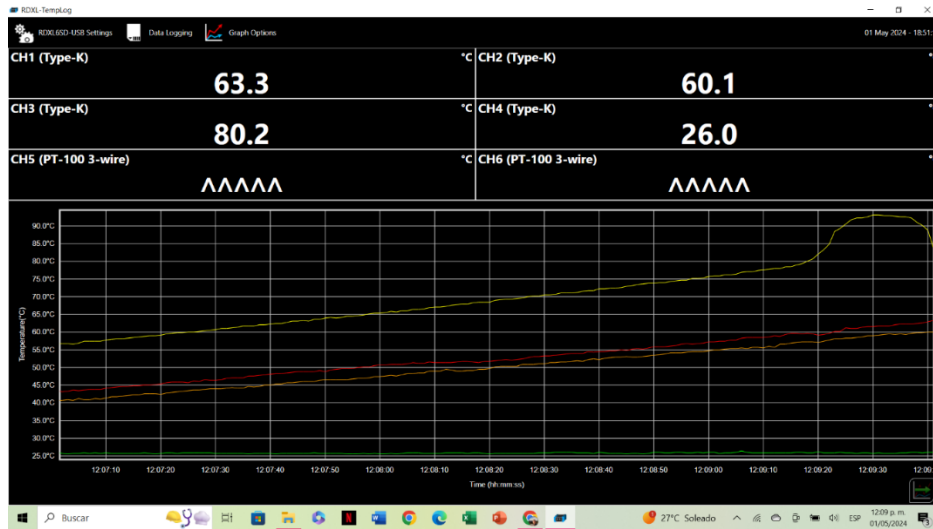


FIGURA 2. Muestra de registro de datos de temperatura y gráfica T vis t en el software RDXL-TempLog.

Para utilizar el equipo de adquisición de datos de temperatura a un horno real, se sigue el mismo procedimiento, pero utilizando termopares tipo K de bayoneta (véase figura 3) o con termopozo, para altas temperaturas.



FIGURA 3. Termopar tipo K de bayoneta. Fuente: ingecomsas.com

Como resultado del proyecto se construyó un prototipo de pruebas que simula un horno de fundición y que se instrumentó con un equipo de medición de temperaturas. Se describen las partes, los materiales, el proceso de manufactura y el procedimiento de funcionamiento del equipo completo.

## CONCLUSIONES

En este proyecto se logró construir un modelo de prototipo de prueba e instrumentarlo a través de un registrador de datos Omega RDXL6SD-USB y de termopares tipo K Tp-01. También, se hicieron evaluaciones de temperatura en el equipo completo en tres posiciones de interés, dentro del prototipo y el ambiente, logrando resultados satisfactorios.

Se concluye que la importancia de conocer la temperatura del proceso de fusión, a través del uso de equipos de medición modernos, es una parte vital en dicho proceso, porque cuando no se alcanza la temperatura del punto de fusión se llevan a cabo vaciados de mala calidad y es un gasto económico y de personal indeseable. Además, debido a que este equipo es portátil se puede adaptar a los hornos que se utilizan en la institución, en el área de metalurgia, y no representan un costo elevado. Finalmente, se comprueba que el sistema propuesto cumple con los objetivos y puede aplicarse a un horno real utilizando los termopares adecuados.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Politécnico Nacional por el apoyo para la realización de esta investigación a través de proyecto con clave SIP 20241244.

## REFERENCIAS

- Administrator. (2018). *Indutecsa industrial technologies sas*. Obtenido de INDUTECSA INDUSTRIAL TECHNOLOGIES SAS: <https://www.indutecsa.com/index.php/noticias/15-hornos-de-induccion-como-funcionan>
- Barta, C. (2023). *CarboSystem*. Obtenido de CarboSystem: <https://carbosystem.com/tipos-de-hornos-industriales/>
- Baylón, M. (2021). *Láminas y Aceros*. Obtenido de Láminas y Aceros: <https://blog.laminasyaceros.com/blog/el-horno-de-arco-el%C3%A9ctrico>
- Choque, V. (n. d.). *LESO INDUSTRIAL*. Obtenido de LESO INDUSTRIAL: <https://www.lesoindustrial.com/index.php/1%C3%ADnea-industrial/hornos-de-crisol>
- Cordero L. E., O. A. (2008). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una tienda por departamentos de la Cadena de Tiendas Stampa*. UNED.
- DeGarmo E. P., B. J. (1988). *Materiales y procesos de fabricación*. España: Reverté.
- Doria, S. (2023). *WIKA*. Obtenido de WIKA: [https://www.bloginstrumentacion.com/knowhow/sensor-rtd-vs-termopar/#:~:text=Las%20termorresistencias%20\(RTD\)%20y%20los,electr%C3%B3nicos%20utilizados%20en%20procesos%20industriales.](https://www.bloginstrumentacion.com/knowhow/sensor-rtd-vs-termopar/#:~:text=Las%20termorresistencias%20(RTD)%20y%20los,electr%C3%B3nicos%20utilizados%20en%20procesos%20industriales.)
- Fernandez, G. M. (1999). *Formulación y evaluación de proyectos de inversión*. México: IPN .

- Library. (s.f.). *ILibrary.co*. Obtenido de <https://1library.co/article/estudio-t%C3%A9cnico-estudio-prefactibilidad-instalaci%C3%B3n-tienda-departamento.y93rn8ry>
- Muguirra, A. (2024). *QuestionPro*. Obtenido de QuestionPro: <https://www.questionpro.com/blog/es/cuestionario-y-encuesta-diferencias/>
- Omega*. (s.f.). Obtenido de Omega: <https://es.omega.com/prodinfo/termopares.html>
- Omega*. (s.f.). Obtenido de Omega: <https://mx.omega.com/pptst/RDXL6SD-USB.html>
- Omega. (s.f.). *Omega*.
- Sahagún, S. (2021). *Logicbus*. Obtenido de Logicbus: <https://www.logicbus.com.mx/blog/que-es-un-termopar/>
- Valencia, J. (2019). *Economipedia*. Obtenido de Economipedia– <https://economipedia.com/definiciones/coste-indirecto.html>