

# Simulación numérica del proceso de solidificación en metales

Mingo, R.

Centro de Investigación y Desarrollo en Mecánica (CEMEC)

## OBJETIVO

Desarrollar un programa de simulación numérica que sea capaz de interpretar el proceso de solidificación de materiales ferrosos y no ferrosos a los efectos de mejorar tanto la calidad de las piezas fundidas en su etapa de diseño como la optimización de los procesos de fundición.

## INTRODUCCIÓN

Mediante dos eventos bien definidos se puede explicar el porque de la necesidad de introducir en los procesos de fundición de piezas el uso de programas de simulación numérica:

- La técnica prueba-error en la actualidad es cada vez mas desestimada por razones de costos.
- Las condiciones físicas extremas en los procesos de producción de las piezas fundidas imposibilitan las mediciones de las variables de proceso en zonas críticas (velocidad, presión, temperatura) durante el llenado del molde.

Dichos programas de simulación permiten evaluar, en forma previa, muchas alternativas de producción dando gran agilidad y dinámica a los procesos optimización de piezas fundidas. También esta clase de herramientas numéricas está ayudando a la investigación en el campo de la metalúrgica física.

Teniendo en cuenta que las propiedades mecánicas de las piezas fundidas están directamente relacionadas a la forma de solidificación en las aleaciones que la componen, el presente proyecto busca resolver numéricamente el sistema de ecuaciones (1,5) que representan el fenómeno de solidificación de metales. Asimismo se procura introducir funciones externas al sistema de ecuaciones que permitan evaluar una posible alteración del comportamiento del proceso de solidifica-

ción, por ejemplo un campo magnético. De esta manera se podría lograr distinto tamaño de granos en regiones determinadas, de una misma pieza, de acuerdo con su sollicitación de trabajo externo.

Si bien en la actualidad existen programas comerciales de simulación, los procesos de fundición en forma muy precisa, son sumamente complejos. Para su uso efectivo se requiere, además de una buena base en los temas de fundición, de conocimientos de las técnicas de simulación numérica. Por esta razón el CEMEC pretende mediante el desarrollo de este proyecto no solo aportar al conocimiento teórico-practico en el área de optimización de procesos de fundición sino, también, adquirir experiencia en simulación numérica de dichos procesos a los fines de poder interpretar y usar en forma eficiente los programas comerciales de simulación.

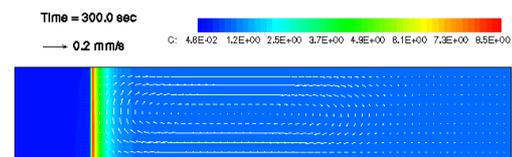


Fig. 1: Campo velocidades – metal fundido

$$\frac{\partial u_i}{\partial x_i} = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial u_i}{\partial t} + \rho u_j \frac{\partial u_i}{\partial x_{ji}} = F_i^m - \frac{\partial p(x)}{\partial x_i} + \mu \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u_j \frac{\partial T}{\partial x_{ji}} = \alpha \frac{\partial^2 u_i}{\partial x_j \partial x_j} + q(T) \quad (3)$$

$$q(T) = \rho L \frac{\partial f_i}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u_i L(1 - f_i(T)))}{\partial x_i} \quad (4)$$

$$F_i^m = \vec{B} x \vec{J} \quad (5)$$

$u$	Campo de velocidades
$T$	Campo de temperaturas
$f$	Fracción de solidificación
$q$	Calor cambio de fase
$E$	Campo magnético
$J$	Densidad de corriente

## Referencias

- [1] Yoo, S. M; Ludwig, A; "Numerical Simulation of Microstructural Evolution of Nodlar Cast Iron in Permanent Moulds " Met. Trans. 2001.
- [2] Benjapiyaporn C.; Timchenko V.; "Effects of Space Environment on Flow and Concentration during Directional Solidification" International Journal of fluid Dynamics, Vol. 4 Article 3, 2000.
- [3] Mingo R. "Numerical Simulation of Non-linear Magnetofluid-dynamics Problems by Boundary Elements Approach". Tesis Doctoral Wales University – Wessex Institute, Southampton, 1999.

*Para mayor información contactarse con:*

*Raúl Mingo – [raul@inti.gov.ar](mailto:raul@inti.gov.ar)*

[Volver a página principal](#) ◀