

RESUMEN

El problema propuesto por la Fundación Cidaut consiste en resolver y simular el problema de magnetohidrodinámica del movimiento de un fluido producido por fuerzas electromagnéticas. En este caso las fuerzas se producen por una máquina de inducción lineal (LIM), y el fluido es aluminio fundido que se encuentra en un tubo en forma de U. La LIM está colocada cerca de uno de los dos brazos del tubo.

El objetivo es, por un lado, el cálculo del desplazamiento del metal, y por otro conocer la velocidad a la que se mueve. Son varios los procesos físicos involucrados. Por un lado el problema electromagnético tridimensional, que será resuelto mediante elementos finitos con el software Flux 3D y del que se obtendrá la fuerza electromagnética que mueve el fluido en cada punto del tubo, denominada fuerza de Lorentz. Por otro lado el problema de fluidos, en cuyo caso habrá que diferenciar dos modelos dependiendo del objeto a calcular: uno que estimará la elevación del aluminio fundido en el tubo y otro dinámico, que proporcionará el valor de la velocidad alcanzada por el fluido.

El problema dinámico se aborda, a su vez, de dos formas distintas: en la primera se usará la fórmula de carga en conductos y el teorema de Bernoulli, y la segunda se resolverá a través de una simulación numérica con el uso del software ANSYS Fluent, donde se utiliza un modelo de turbulencia basado en las ecuaciones de Navier-Stokes.

RESULTADOS

Problema electromagnético

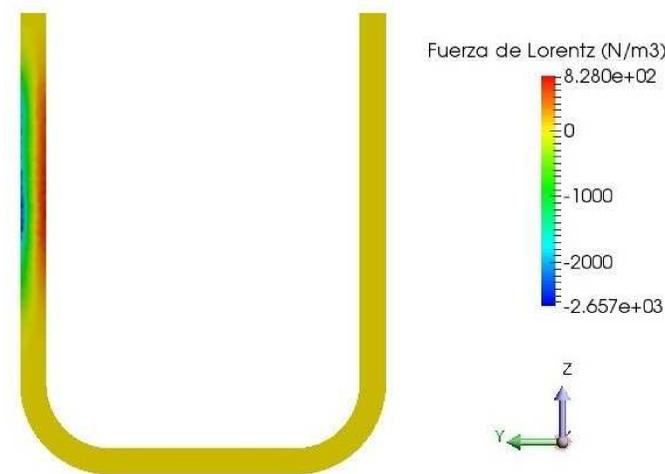


Fig. 1: Distribución de la tercera componente de la densidad de la fuerza de Lorentz  $N/m^3$ . Máx=  $8.26e-02 N/m^3$ . Mín=  $-2.667e+03 N/m^3$ .

La fuerza de Lorentz sobre el tubo es:

$$\mathbf{F}_L = \int_V (\mathbf{J} \times \mathbf{B}) dV = (0,0002, -0,0079, -0,09973) N$$

Problemas de fluidos

- **Problema fluidoestático:** Se obtiene que el desplazamiento del metal fundido es de  $3.7mm$ .
- **Problema fuidodinámico I:** Se calcula el caudal que sale del tubo  $F_r = (\mathbf{F}_L)_3 \Rightarrow Q = 1,72 \cdot 10^{-4} m^3/s$ .

Problema fluidodinámico II

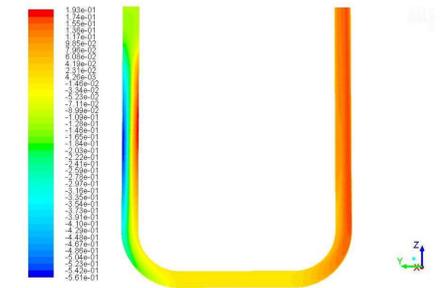


Fig. 2: Distribución de la tercera componente de la velocidad ( $m/s$ ). Máx= $1.93e-01 m/s$ . Mín=  $-5.61e-01 m/s$ .

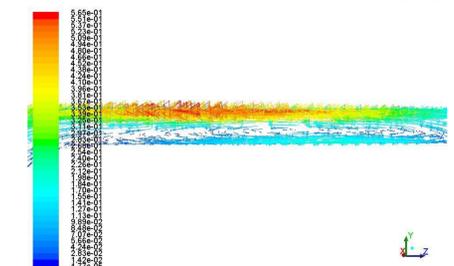


Fig. 3: Campo vectorial de la velocidad ( $m/s$ ). Se produce una recirculación del fluido en el brazo más cercano a la máquina.

Donde se obtiene el caudal que sale del tubo:

$$Q = \int_{\Gamma_s} \mathbf{v} \cdot \mathbf{n} dA = 1,4256 \cdot 10^{-4} m^3/s.$$

REFERENCIAS

[1] A.Bermudez, D. Gomez, and P. Salgado. Mathematical Models and Numerical Simulation in Electromagnetism. Springer, 1 edition, 2013.  
 [2] David C. Wilcox. Turbulence modelling for CFD. 1994.