

# Simulación computacional del fenómeno de relajación de tensiones en polímeros compuestos termoplásticos

José Antonio Abadía Durango<sup>1</sup>, Jorge Grasa Orús<sup>2</sup>, Carmelo Pina Gadea<sup>3</sup>

<sup>1</sup>BSH Electrodomésticos España S.A.

<sup>2</sup>Applied Mechanics and Bioengineering – AMB

<sup>3</sup>Departamento de Ingeniería de Diseño y Fabricación - EINA

B/S/H/

## INTRODUCCIÓN

- Los soportes de electrónica de la interfaz de usuario de placas de cocción por inducción trabajan bajo condiciones de carga, temperatura y vida útil muy exigentes. Estos requisitos son parte de las restricciones que limitan la selección de material a un rango específico de polímeros termoplásticos compuestos.
- El objetivo de este estudio es calibrar un modelo de material inicial, que permita desarrollar una metodología enfocada en optimizar la predicción del fenómeno de relajación de tensiones al que están sujetos estos componentes durante el ciclo de vida del producto, aplicando análisis por elementos finitos apoyado por técnicas basadas en inteligencia artificial.

## METODOLOGÍA

- Ajuste de curva y calibración del modelo de material.
- Análisis y validación del modelo de material bajo condiciones equivalentes de uso.

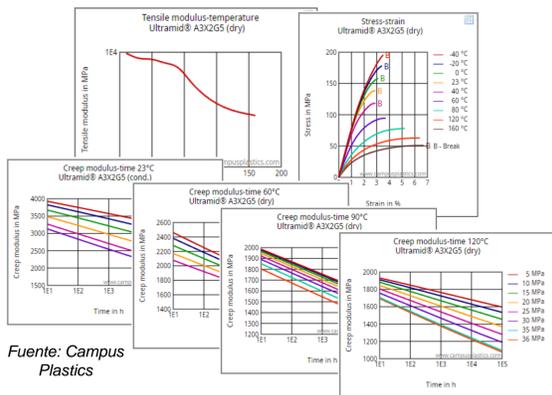
### MODELO DE MATERIAL

Poliamida 66 compuesta de 25 % de fibra de vidrio [PA66 GF25]  
Material referencia: BASF Ultramid® A3X2G5

### VALIDACIÓN COMPUTACIONAL

Modelo computacional simplificado equivalente al comportamiento de un aparato completo encastrado.

Datos de entrada:  
ISO 527 - Plásticos. Determinación de las propiedades en tracción  
ISO 899 - Plásticos. Determinación del comportamiento en fluencia



Fuente: Campus Plastics

#### Caracterización de propiedades en tracción

$$\epsilon_{true} = \ln(1 + \epsilon_{eng}); \sigma_{true} = \sigma_{eng}(1 + \epsilon_{eng})$$

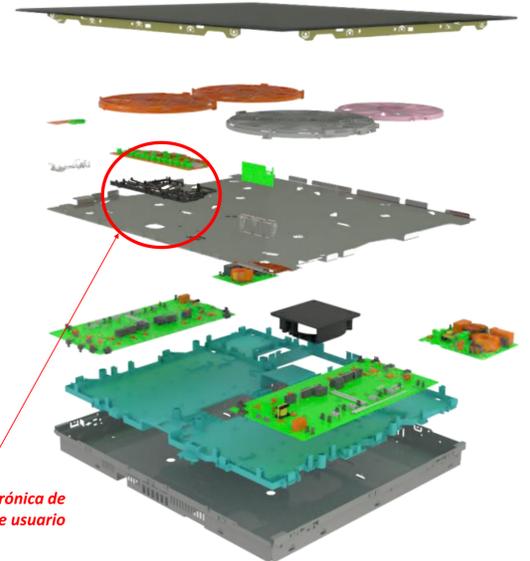
$$\epsilon_{true}^{pl} = \epsilon_{true} - \frac{\sigma_{true}}{E_{modulus}}$$

#### Caracterización de comportamiento bajo fluencia. Ansys "Generalized Time Hardening"

$$\epsilon_{cr} = (C_1\sigma + C_2\sigma^2 + C_3\sigma^3)t^{C_4+C_5\sigma}e^{-C_6/T}$$



Fig. 1. Detalle de malla de probeta normalizada



Soporte de electrónica de interfaz de usuario

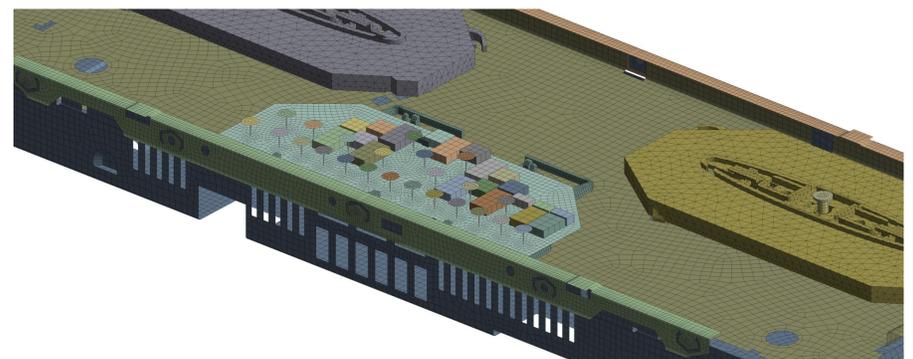


Fig. 2. Detalle de malla de modelo computacional simplificado

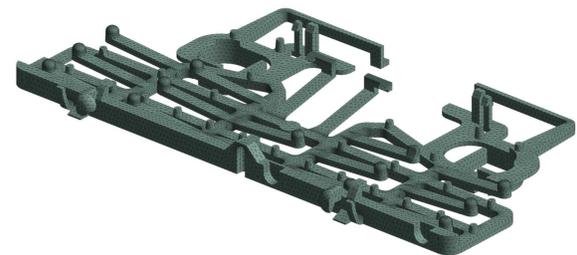


Fig. 3. Detalle de malla de soporte de estudio en el modelo simplificado

## RESULTADOS

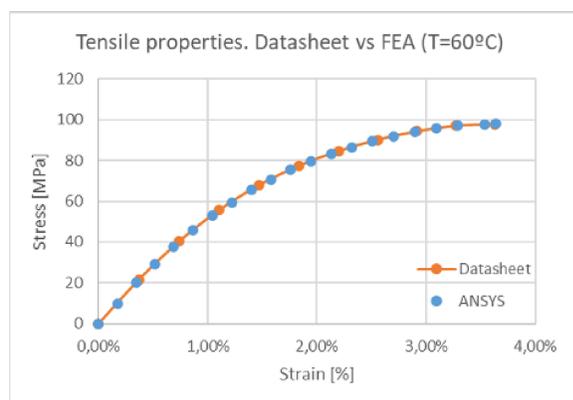


Fig. 4. Comparativa de resultados de ensayo de tracción (izq.) y ensayo creep (dcha.)

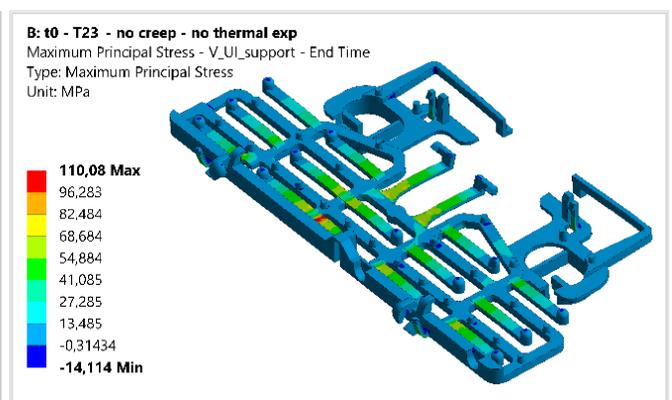


Fig. 5. Campo de tensiones de soporte de estudio

## CONCLUSIONES

- Los resultados obtenidos por simulación se ajustan con precisión, lo que ha permitido continuar trabajando en el modelo de aparato completo, con el objetivo de obtener un mapa de tensiones y deformaciones de la pieza ajustado a las condiciones de uso de la placa de cocción por inducción.
- Sin embargo, los modelos de material explícitos están fuertemente condicionados por la complejidad de sus propias propiedades y, por tanto, limitados matemáticamente (Al-Haik et al. 2004).
- Este modelo inicial permite ampliar el alcance de aplicación introduciendo nuevos parámetros de material, apoyado en técnicas DMA para completar el conjunto de datos de entrada (Achereiner et al. 2013) e incorporando técnicas de aprendizaje profundo que permitan optimizar y acelerar la predicción del fenómeno de relajación de tensiones (El Kadi 2006).

## REFERENCIAS

- AL-HAIK, M. S., GARMESTANI, H. et SAVRAN, A., 2004. Explicit and implicit viscoplastic models for polymeric composite. *International Journal of Plasticity*. octubre 2004. Vol. 20, n° 10, pp. 1875-1907. DOI 10.1016/j.ijplas.2003.11.017.
- ACHEREINER, Frédéric, ENGELSING, Kurt, BASTIAN, Martin et HEIDEMEYER, Peter, 2013. Accelerated creep testing of polymers using the stepped isothermal method. *Polymer Testing*. 2013. Vol. 32, n° 3, pp. 447-454. DOI 10.1016/j.polymer.2013.01.014.
- EL KADI, Hany, 2006. Modeling the mechanical behavior of fiber-reinforced polymeric composite materials using artificial neural networks - A review. *Composite Structures*. 2006. Vol. 73, n° 1, pp. 1-23. DOI 10.1016/j.compstruct.2005.01.020.