

El efecto estructural de refuerzos escalonados de materiales compuestos dentro del cortafuegos de un avión utilitario

Structural effect of staggered composite reinforcements within the firewall of an aircraft

Victor-Alfonso Ramírez-Eliás¹, Elias-Rigoberto Ledesma-Orozco¹, Hilario Hernández-Moreno², Erik Vargas-Rojas², Alejandro-Esteban Rodríguez-Sánchez¹, Luis-Fernando Puente-Medellín¹, Luis-David Celaya-García¹
¹ Universidad de Guanajuato (México)
² IPN-ESIME Ticomán (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/9334>

Las prestaciones que ofrecen los materiales compuestos, como su alta resistencia y baja densidad, son ideales para aplicaciones aeroespaciales. En este trabajo se presenta el análisis estructural de un componente de una aeronave utilitaria, el STELA M1 [1]. Siendo éste aún un prototipo, se pretende validar la resistencia de su fuselaje sujeto primeramente a cargas estáticas.

Primero se determinaron las zonas críticas del fuselaje sujetas a combinaciones atípicas de cargas. Una de estas zonas es el cortafuegos, al cual se le ensambla la bancada y que a su vez sostiene al motor. El cortafuegos, entonces, está sometido a las cargas que la bancada le transmite desde el motor, el torque resultante de las hélices, la carga del tren de aterrizaje, a alta temperatura, etc. Adicionalmente, debido a que el avión se mueve en varias direcciones y velocidades, la aceleración dinámica incrementa las cargas que el cortafuegos soporta.

Usualmente los cortafuegos están reforzados con placas metálicas llamadas "Doublers" [2]. En el Stela M1, estos refuerzos son una serie de pliegos de fibra de carbono/epoxi {0,90}, escalonados e incrustados dentro del cortafuegos para distribuir los esfuerzos y proveer de rigidez al cortafuegos. Además, el cual está protegido térmicamente por una delgada lámina de aluminio.

Dada la complejidad de la estructura, se optó por el *Método de Elementos Finitos* (MEF) para validarlo con datos experimentales de una probeta representativa del cortafuegos y sujeta magnitudes máximas de carga provenientes de las maniobras críticas de vuelo a las que se vería sometido el cortafuegos.

El modelo MEF constituye el cortafuegos, la bancada y el motor, Fig 1 a). El cortafuegos se malla con elementos SHELL 281, con especial detalle en los refuerzos escalonados, que tienen la misma cantidad de capas que el resto del cortafuegos, pero se logra el escalonado considerando espesores muy pequeños en zonas donde en realidad no hay capas, ver Fig 1 b). Las condiciones de frontera se obtienen mediante los factores de carga, n , y orientaciones de ángulos de pérdida para cuatro tipos de maniobras críticas propuestas por la FAR 23. Además, se restringen todo desplazamiento alrededor del cortafuegos, se aplican las cargas del peso del motor y su respectivo factor de

carga, además aplica el torque del motor al modelo, y se miden las deformaciones en la dirección normal al plano. Con estos datos, se determina el espesor de cada capa (0.215 mm). Finalmente, los esfuerzos normales en X, Y, los cortantes en XY y los índices de Tsai-Wu de cada capa del cortafuegos fueron obtenidos.

Los esfuerzos en X y Y mostraron que las capas de los extremos soportan los esfuerzos máximos y que la placa de aluminio actúa también estructuralmente además de ser protector de temperatura. Los efectos de los refuerzos escalonados fueron evidentes en los esfuerzos cortantes XY, sin tener un efecto adverso la estructura. Los mayores índices de Tsai-Wu, estuvieron en las primeras capas del cortafuegos y alrededor del barreno superior-derecho.

Como resultado se calculó un factor de seguridad general cercano a 7, validando el diseño. En general, los refuerzos escalonados, no presentaron concentradores de esfuerzos significantes que comprometerían la estructura, aunque aún faltaría aplicar cargas dinámicas y temperaturas. Los autores sugieren utilizar apilamientos quasi-isotrópicos en los refuerzos y utilizar refuerzos interlaminares como velos [3] o carbo-nano tubos CNT.

REFERENCIAS

- [1] V. Ramírez, E. Orozco, and H. Hernandez, "FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE ESTELA M1 AIRPLANE FIREWALL (REPRESENTATIVE SPECIMEN)," presented at the Proceeding of the International Mechanical Engineering Congress & Exposition, Denver, Colorado, November 2011. DOI: 10.1115/IMECE2011-64511
- [2] V. Ramírez-Eliás et al., "STRUCTURAL ANALYSIS OF A FIREWALL WITH INNER STEPPED REINFORCES WITH COMPOSITES OF A UTILITARIAN AIRCRAFT," DYNA New Technologies, vol. 6(1), [18 p.], 2019. DOI:<http://dx.doi.org/10.6036/NT9197>
- [3] V. Ramírez, P. Hogg, and W. Sampson, "The influence of nonwoven veil structure on Mode I and Mode II interlaminar fracture toughness," Composites Science and Technology, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2015.01.016>

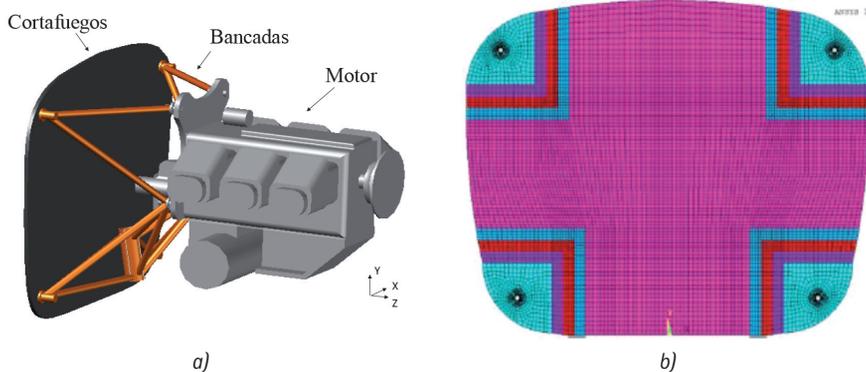


Fig. 1 Detalles del modelo, a) Modelo general, b) Cortafuegos y refuerzos