

Francisco J. Chamorro Alonso, Maria Mora Mencia

Departamento de Estructuras Integradas, FIDAMC
francisco.chamorro@fidamc.es
Maria.Mora.Mendias@fidamc.es

Proceso Automatizado de conformado para omegas con alta curvatura

RESUMEN

Historia del artículo:

Recibido 5 de Mayo 2017

En la versión revisada 5 de Mayo 2017

Aceptado 31 de Mayo 2017

Accesible online 21 de Junio 2017

Palabras clave:

Conformado

Omegas

Alta curvatura

Automatización

El presente documento describe un innovador proceso de fabricación para la obtención de omegas con alta curvatura.

Partiendo del conformado de una omega en plano, se obtiene la geometría de una omega con alta curvatura en un segundo proceso de fabricación, sin aparición de arrugas.

Con este proceso de fabricación, omegas curvas que actualmente se realizan de forma manual, puede llegarse a automatizar, con el consiguiente beneficio de:

- Proceso altamente repetitivo.
- Gran nivel calidad.
- Fácilmente automatizable.
- Reducción de costes recurrente y Lead Time.

En este trabajo se muestra el proceso inicial de obtención de la omega con curvatura, para posteriormente describir el proceso final fácilmente industrializable, y los ensayos realizados para validar dicho proceso.

Aunque el trabajo se centró en la obtención de una omega curva, es fácilmente extrapolable a otras configuraciones, como cuadernas en Z.

Automated manufacturing process for omega stringers with high curvature

ABSTRACT

Keywords:

Conformed

Omega

High curvature

Automatization

This document describes an innovative manufacturing process for the production of omegas with high curvature.

Starting from the shape of an omega in plane, the geometry of an omega with high curvature is obtained in a second manufacturing process, without appearance of wrinkles.

With this manufacturing process, curved shapes that are currently made manually can be automated, with the consequent benefit of:

- Highly repetitive process.
- Great quality.
- Easily automated.
- Recurring cost reduction and Lead Time.

This work shows the initial process of obtaining the omega with curvature, to later describe the final process easily industrializable, and the tests performed to validate the process.

Although the work focused on obtaining an omega curve, it is easily extrapolated to other configurations, such as Z-frames.

1 Introducción

La evolución del mercado aeronáutico mundial está llevando a un incremento exponencial de entregas anual de aviones, que obliga a ir a ratios más altos de producción y exige un ahorro de costes significativo.

Dentro del proyecto ESTENEA, y atendiendo a las necesidades mencionadas anteriormente, el proyecto busca la fabricación de rigidizadores en forma de Ω en cinta unidireccional (UD) para el Fan Cowl del A320 de tal manera que posteriormente pueda estudiarse un proceso de fabricación fácilmente automatizable ya que actualmente es completamente manual.

2 Procesos

El proceso de fabricación actual es el que se describe en la Figura 1, donde se puede observar que es totalmente manual y de difícil automatización.

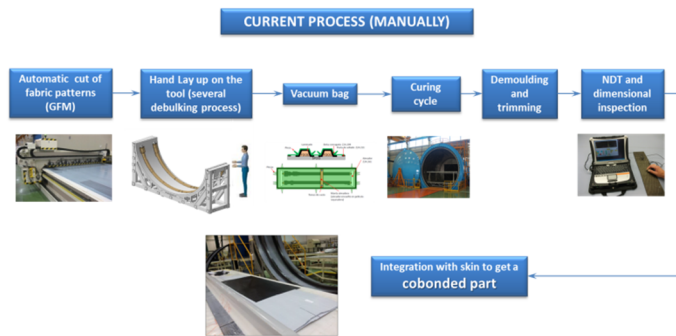


Figura 1. Proceso manual actual.

En la Figura 2 se detallan los pasos del nuevo proceso que se plantea, de tal manera que en trabajos futuros pueda abordarse la automatización del proceso.

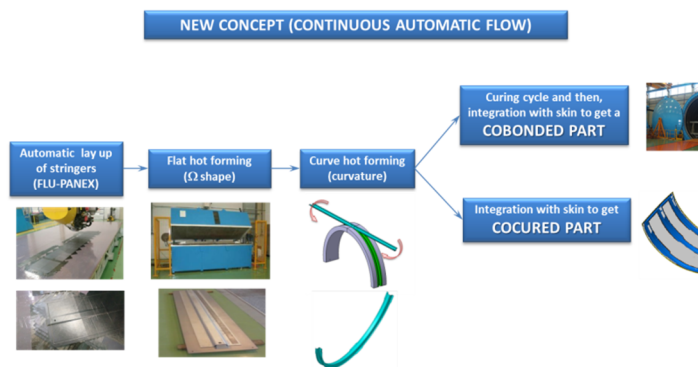


Figura 2. Proceso propuesto.

En este nuevo proceso, no solo se plantea el cambio de material sino que además se recomienda el proceso de cocurado de la piel con los rigidizadores en omega de la estructura.

3 Actividades desarrolladas

Para poder llevar a cabo el trabajo, se centraron las actividades en los siguientes aspectos fundamentales :

- Definición del nuevo laminado y estrategia de encintado.
- Ensayos de fabricabilidad.
- Ensayo Demostrador final.

3.1 Definición del nuevo laminado

El laminado original estaba formado por tejido y cinta.

Con esta configuración no era posible realizar un encintado totalmente automatico, planteandose la necesidad de cambiar todo el laminado a cinta de tal manera que pudiese realizarse en una maquina de encintado automatica.

Se estudio la geometria de la omega y la secuencia original y se establecio una nueva configuracion del laminado de la omega en cinta para poder realizar el programa de encintado.

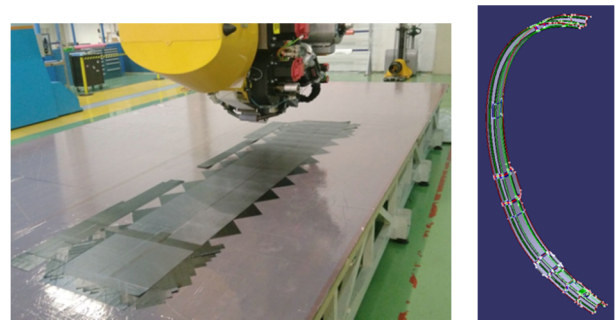


Figura 3. Encintado en plano y geometria de la omega estudiada.

3.2 Ensayos de Fabricabilidad

Una vez analizado la secuencia del laminado equivalente y su posibilidad de encintado en ATL, se planteo la necesidad de los ensayos necesarios.

Para poder reducir los costes de utillaje, se plantearon los ensayos con un utillaje disponible de otro proyecto, realizando un cambio de escala para que el ensayo sea representativo de la geometria real. En la Figura 4 se muestra la geometria de la omega reducida.

La extrapolación fue la siguiente

- $h=30\text{mm}$ en lugar de $47,7\text{mm}$
- $R=730\text{mm}$ en lugar de 1m
- $L=1\text{m}$ en lugar de 3m .

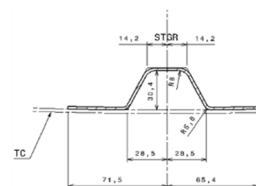


Figura 4. Geometria omega trial



Todos los ensayos siguieron el mismo procedimiento:

- **Encintado automático.** (Figura 5) en plano mediante Automated Fiber Placement (AFP) lo cual aumentará la productividad, reducirá costes recurrentes (RC) y reducirá scrap de material o mediante Automated Tape Lay up (ATL) por disponibilidad de máquina y alta cadencia de fabricación aunque aumentaría el scrap de material.



Figura 5 Encintado de la omega

- **Corte automático** empleando la cuchilla que tiene el cabezal de la máquina de ATL que simularía un gantry o cabezal tipo GFM. Este corte automático dejará el contorno a neto de la preforma en plano. (Figura 6)

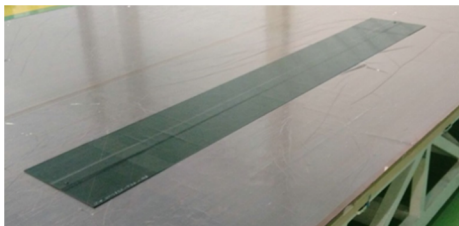


Figura 6 Corte de la omega

- **Conformado plano** de la preforma para conseguir la forma de Ω . Para ello, se empleará el sistema de membrana con un útil macho+carcasa. (Figura 7)



Figura 7 Hot Forming

- **Conformado curvo** de la preforma para lograr la curvatura del rigidizador. Se empleará un útil semideformable que se adapte a la curvatura requerida del rigidizador. (Figura 8)

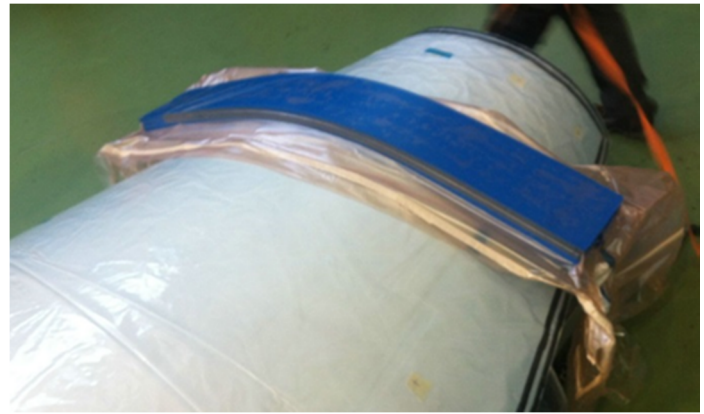


Figura 8 Conformado en curvo



Figura 9 Resultado ensayo de fabricabilidad

3.3 Demostrador final

Una vez visto la viabilidad del proceso a pequeña escala, se planteo la acción de llevarlo a cabo en un ensayo a escala real.

Primeramente se fabricó el utilaje auxiliar necesario para el proceso de conformado en plano y del proceso de conformado en curvo.

En la figura 9 se puede observar el util para el conformado en membrana, mientras que en la figura 10 se muestra el util deformable para la realización del conformado final en curvo.

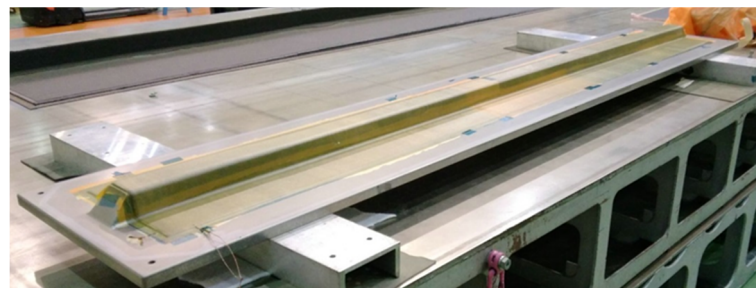


Figura 10 Útil de conformado en plano del demostrador



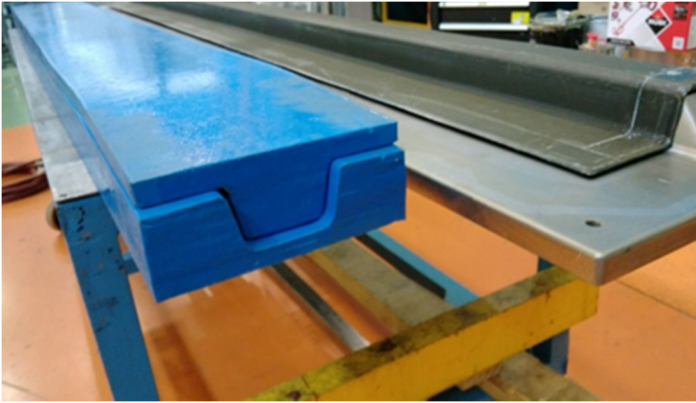


Figura 11 Útil de Conformado en curvo del demostrador

Una vez obtenido los útiles necesario se procedio a realizar el ensayo, siguiendo los mismos pasos que los realizados en las pruebas de fabricabilidad.

El resultado final se puede observar en la Figura 11 donde no se aprecia ninguna arruga y el acabado superficial es bueno.



Figura 12 Conformado en curvo demostrador

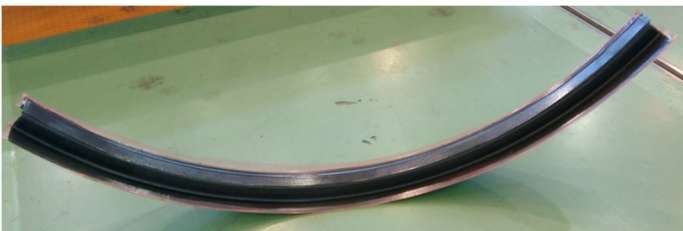


Figura 13 Demostrador final curvo

- **Conformado curvo:** En el caso de la secuencia base, se ha obtenido la preforma sin arrugas u ondulaciones.

Como conclusiones finales podríamos añadir:

- El proceso es robusto y repetitivo.
- El proceso es fácilmente automatizable para una pieza en serie.
- Se pueden alcanzar altos ratios de producción con un utillaje mínimo.
- Reducción de los costes recurrentes, no recurrentes y lead time.

Agradecimientos

El desarrollo de este trabajo se ha realizado dentro del Proyecto ESTENEA, con la financiación del CDTI y dentro de las actividades para AIRBUS D&S.

4 Conclusiones

En relación con las distintas operaciones del proceso de fabricación (encintado, corte, conformado) no ha habido desviaciones o problemas significativos. Sólo mencionar ciertos puntos:

- **Encintado:** El encintado se ha realizado de forma automática mediante ATL ya que no es necesario steering.
- **Conformado plano:** El conformado ha sido logrado sin la aparición de arrugas u ondulaciones.

