

**INFORME TÉCNICO ACTIVIDADES**  
**SMART ROBOTICS**

# ÍNDICE

Smart Robotics.....	3
1. Introducción .....	4
2. Actividad 1 .....	8
3. Actividad 2 .....	8
4. Actividad 3 .....	9

# SMART ROBOTICS

14.11.2019

REFERENCE	
<b>PROJECT ID</b>	905206826
<b>DOCUMENT REF</b>	905206826_SMART ROBOTICS_ Informe técnico ALTRAN
<b>VERSION</b>	01

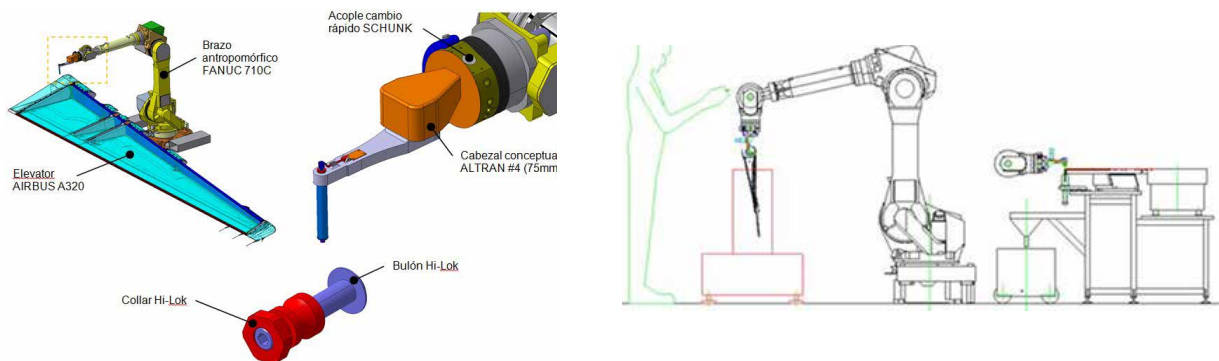
VALIDATION			
FUNCTION	NAME	DATE	SIGNATURE
<b>PREPARED</b>	CPEREZ	14/11/19	CPM
<b>REVIEWED</b>	CPEREZ	14/11/19	CPM
<b>VALIDATED</b>	BTINAO	14/11/19	BTM

VERSION CONTROL				
VERSION	MODIFIED SECTIONS	CHANGES DESCRIPTION	AUTHOR	STATE
01	All	Document creation		DRAFT

# 1. INTRODUCCIÓN

SMART ROBOTICS ha tenido como principal reto robotizar el proceso de remachado hi-lock. Los remaches Hi-Lock constan de dos partes diferenciadas, un bulón que se introduce a través de un taladro, y un collar de rotura que se enrosca sobre el bulón y ejerce presión por la cara opuesta de la pieza para asegurar la unión. El collar está diseñado para ser roscado hasta un determinado par de apriete, momento en el cual se rompe y se libera la sección exterior de la tuerca, dejando fijo la sección interior. Este tipo de remache es muy utilizado en la industria aeronáutica, especialmente en productos maduros como el A320, cuyo rate de producción es de los más altos de la industria; y tiene una normativa específica que debe ser tenida en cuenta:

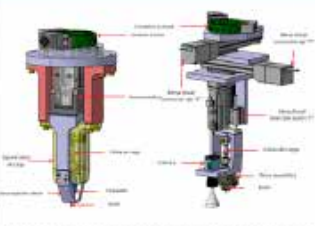
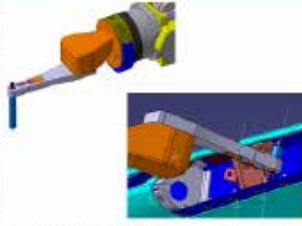
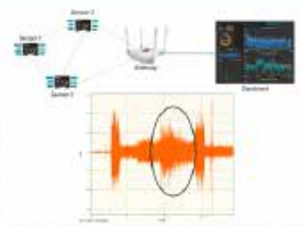
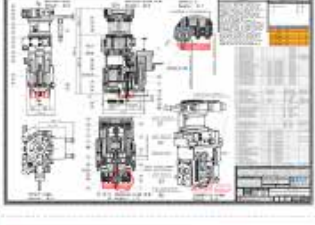
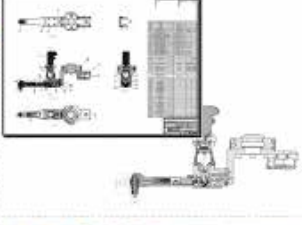
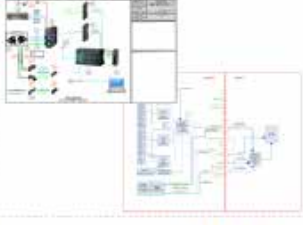


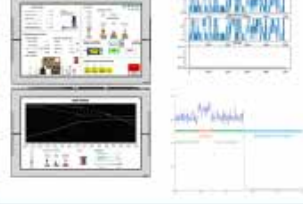
- **ABS1707:** Define la geometría de taladros para su uso con remaches roscados de cabeza saliente y avellanado.
- **AIPS01-02-003 / AIP101-02-003:** Define la preparación de taladros en materiales metálicos para fijación. Incluye los procesos de taladrado, escariado, avellanado y rebarbado.
- **AIPS01-02-017 / AIP101-02-017:** Define la instalación general de remaches roscados. Incluye los procesos de taladrado, escariado, achaflanado y avellanado, desmontaje.
- **AIPS01-02-022 / AIP101-02-022:** Define la instalación general de remaches roscados paralelos. Incluye los procesos de taladrado, longitudes de apriete, achaflanado, protecciones y distintos tipos de instalación.
- **DAN5, 6, 8:** Define geometrías para elementos de unión para este tipo de remache roscado.



El objetivo principal del proyecto ha consistido en el diseño de cabezales compactos y ligeros que sean intercambiables por un manipulador industrial más flexibles y de menor coste que los actuales sistemas automatizados. En particular, para el remachado Hi-Lok se han diseñado un cabezal que permitan el acceso a espacios reducidos. Por último, se buscan cabezales compuestos por componentes COST que reduzcan el coste de fabricación y el mantenimiento.

Al constar el remache Hi-Lok de 2 piezas, se han diseñado dos cabezales diferentes: un cabezal de inserción de bulones y un cabezal de rotura de collares. A éstos se les ha añadido sensores de alta precisión para monitorizar el proceso y alimentar un algoritmo predictivo que controle la calidad del proceso.

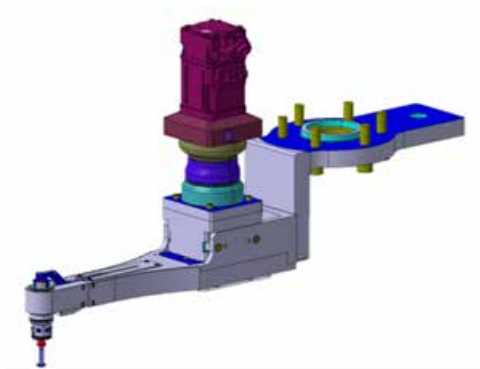
La siguiente tabla resume las fases y logros de cada actividad:

	Insertion tool	Breakage tool	Process Monitoring	Description
Conceptualization				<ul style="list-style-type: none"> <li>Functional analysis and requirements definition</li> <li>Singular test for monitoring purpose</li> <li>Analytical model selection</li> <li>3D printing modelling</li> </ul>
Design				<ul style="list-style-type: none"> <li>Common tool change system conector</li> <li>3 layer monitoring: control loop, process monitoring and process historic</li> <li>COST components selection</li> <li>Neumatic scheme definition</li> </ul>
Prototyping				<ul style="list-style-type: none"> <li>Test bench development for robot emulation and sensor recording</li> <li>Functional improvements during testing</li> <li>Machine learning training</li> <li>Up to 300 rivets test</li> </ul>

## 2. ACTIVIDAD 1

La participación de ALTRAN en la actividad 1 de SMART ROBOTICS ha consistido en el diseño y desarrollo de 2 prototipos de cabezales para un robot industrial intercambiables, ligeros, de bajo coste y plenamente funcionales para la instalación de remaches hi-lok en un contexto de fabricación aeronáutica. A la hora de definir los requisitos funcionales más importantes, se consideró la posibilidad de aplicarlo en el montaje de este tipo de remaches en los alerones del A320.

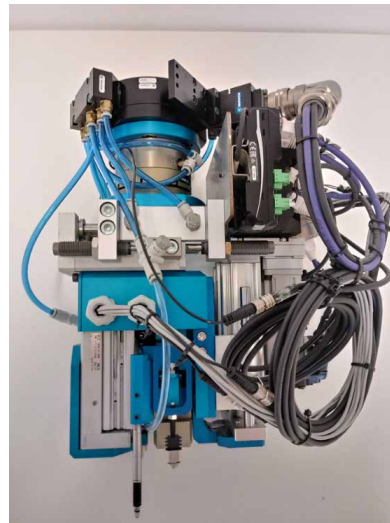
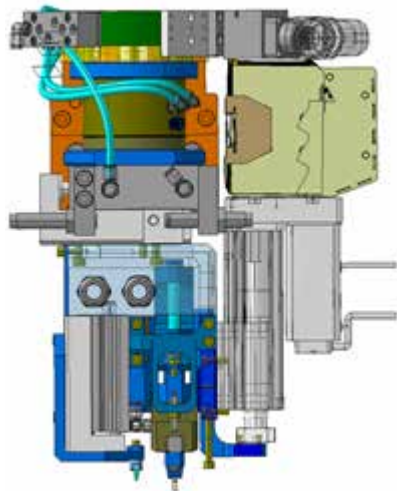
Se ha diseñado un cabezal para la rotura de collares de remaches hi-lok teniendo en cuenta que éstos se encuentran en los espacios interiores de un alerón del A320. Es por ello que en el diseño se buscó el menor tamaño posible para mayor accesibilidad. Se ha calculado que el 80% de los remaches de este producto podrían ser realizados por este cabezal.



En el diseño y desarrollo de un cabezal de bajo coste, intercambiable y de reducido volumen para la instalación de collares en remaches Hi-Lok, se ha incluido las siguientes funcionalidades:

- Posicionado del collar en el bulón instalado
- Inserción y enroscado de ambos componentes
- Rotura del collar
- Extracción del collar del área de trabajo

Algunas funcionalidades que no se incluyeron en el cabezal de rotura de collares, sí que se han incluido en el cabezal de inserción de remaches. Este es el caso de un sistema de absorción del error de posicionado y repetitividad inherente a los robots industriales. Durante el diseño de este segundo cabezal se han considerado los condicionantes del mismo caso de uso de remachado. En particular, todas las inserciones se realizan desde el exterior, con lo que no es previsible que existan restricciones

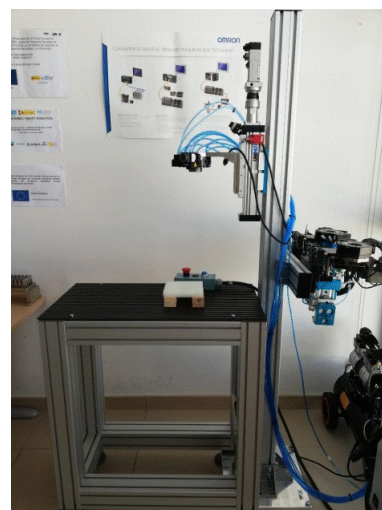
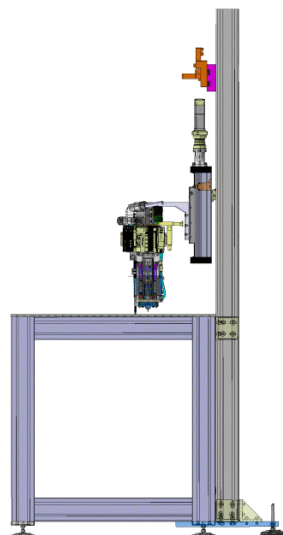


Hay otras dos premisas que han tenido muy presente durante el diseño de ambos cabezales y son:

a) **Control del FOD:** con el fin de no dejar ningún resto de la operación dentro del producto en montaje, se controla en todo momento los objetos susceptibles de convertirse en FOD, como son tanto el bulón que se inserta y el collar que se debe instalar, como la parte extraíble del collar que debe romperse del collar.

b) **Seguridad personal:** se han tenido en cuenta en todo momento mecanismos de protección, ya que, aunque en el caso de uso considerado no se contempla en entorno colaborativo de trabajo, por un lado, hay que considerar que la tendencia tecnológica es hacia ese espacio compartido entre máquinas y personas; por otro, en la fase de desarrollo existe mucha interacción entre los ingenieros y el dispositivo, lo que aumenta el riesgo de accidente.

Por último, es de resaltar el esfuerzo que se ha hecho en el diseño de un banco de trabajo que ha permitido no depender de la disponibilidad de un robot industrial para realizar pruebas y ensayos. Además, se ha pensado en que pueda ser utilizado como demostrador tecnológico. Para ello se ha procedido a realizar un diseño y fabricación de un banco de trabajo, que pueda albergar ambos cabezales y permita realizar las acciones para los que estos han sido diseñados.



Debido al número de dispositivos que son necesarios para realizar el control de ambos cabezales, surgió la necesidad de tener un armario que albergue los equipos que conforman el control de ambos cabezales del proyecto SMART ROBOTICS.



## 3. ACTIVIDAD 2

El objetivo de la actividad 2 es la del desarrollo de un sistema de monitorización de los cabezales. Para ello, se han identificado los KPPs más relevantes y han seleccionado los sensores para la captura directa o indirecta de datos.

Las KPPs identificadas del proceso se han extraído del estudio de las siguientes normativas que aplican al proceso de instalación de collares de remaches del tipo Hi-Lok:

- AIPI 01-02-008: Pares de apriete para elementos de fijación estructurales.
- AIPI 01-02-017: Montaje general de instalación de fijaciones.
- AIPI 01-02-022: Instalación de remaches roscados en paralelo.
- AIPS 01-02-017: General assembly and installation of fasteners.

Las KPPs que se monitorizan durante el proceso de instalación de remaches son:

- **Para el cabezal de inserción**
  - Picking valido
  - Fuerza de contacto con la superficie del taladro
  - Altura a la superficie aeronáutica
- **Para el cabezal de rotura:**
  - Par de apriete.
  - Instalación correcta.
  - Protuberancia de la rosca.
  - Saliente de la cabeza del vástago



Para ambos cabezales se han diseñado dos interfaces de usuario diferentes donde poder:

- a) controlar la operación, tanto de forma individualizada para depuración, como automatizada
- b) Monitorizar los sensores y los parámetros más relevantes.



Es necesario resaltar que, dado que el objetivo final del proyecto es que una instalación robotizada pueda hacer uso de diferentes cabezales, no solo se han desarrollado conexiones comunes para estos cabezales, sino que se han desarrollado los sistemas de monitorización y control de forma que puedan compartir las mismas plataformas hardware.

## 4. ACTIVIDAD 3

En un principio, esta actividad fue planteada para obtener un sistema de monitorización de la célula y desarrollar un algoritmo predictivo de mantenimiento. Dado que no se ha podido trabajar en una célula específica y que los trabajos en los algoritmos no han dado los resultados esperados en el tiempo disponible, se moduló esta actividad para conseguir una metodología para obtener un sistema predictivo para cada cabezal que permitiera modelarlos y así tener la base para un sistema de mantenimiento predictivo.

Para ambos cabezales se han realizado multitud de pruebas y se han registrado información sensorial. En particular, se ha apostado por sensores de vibración, los cuales, colocados convenientemente en los cabezales, complementan la monitorización del funcionamiento de estos. Estos han dado un resultado muy satisfactorio en las pruebas unitarias realizadas, lo que ha reforzado una apuesta de ALTRAN por el uso de este tipo de sensores para la monitorización de sistemas sin necesidad de intervenir en su interior.

La información recabada a lo largo de las pruebas realizadas para ambos cabezales aporta indicios suficientes como para justificar un desarrollo más profundo de esta aproximación a la detección de eventos y propiedades mediante el uso de vibraciones, fortaleciendo y desarrollando para ello nuevos algoritmos y técnicas que permitan obtener más información y de forma más precisa. Así mismo, el conjunto de técnicas utilizadas para llegar a estas conclusiones es compartido en un alto porcentaje por los procesos de analítica que se llevaron a cabo en ambos cabezales. Las funciones, y algoritmos

alTRAN