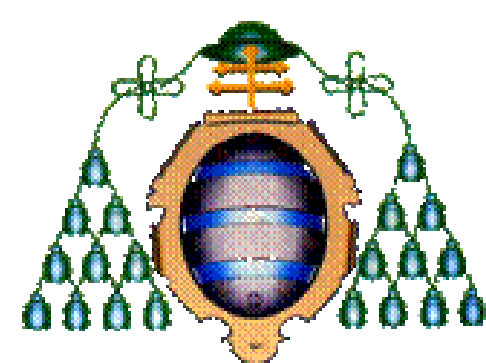


# Diseño de un robot de subsanación de imperfecciones en chapa



Universidad de Oviedo

Sara López Cuesta  
uo232637@uniovi.es

Tutor/es:

Ignacio Álvarez García, Universidad de Oviedo, ialvarez@isa.uniovi.es  
Rafael C. González de los Reyes, Universidad de Oviedo, corsino@isa.uniovi.es



Máster Universitario en  
Ingeniería Mecatrónica

## Abstract

This project is carried out at the University of Oviedo, in collaboration with Daorje S.L.U. This document describes the development of a prototype of a surface machining system to fix defects in a metal sheet; this is part of a more complex project, which aims to make an autonomous robot for the inspection and repair of steel sheets.

After putting through the steel to a rolling process, it could present a series of defects that were fixed with a manual tool by an operator until now. This project aims to demonstrate that it is possible to create a robot that independently performs the tasks of great dimensions or difficulty and facilitates the work of said operator. The objective is to develop an autonomous robot that moves through the industrial environment and identifies both the position of the sheet, as the situation, size and type of defects. Once a defect is located, the robot will repair it with the appropriate tool.

## Resumen

Este proyecto se lleva a cabo en la Universidad de Oviedo, en colaboración con Daorje S.L.U. En este documento se describe el desarrollo del prototipo de un sistema de mecanizado de defectos superficiales en chapa; este está incluido en un proyecto de mayor complejidad, que tiene como finalidad realizar un robot autónomo para la inspección y reparación de láminas de acero.

Tras someter el acero a un proceso de laminación, es posible que este presente una serie de fallos que hasta el momento eran tratados por un operario con una herramienta manual. Con este trabajo se pretende demostrar que es posible llevar a cabo un robot que realice de forma independiente las tareas de mayores dimensiones o dificultad y facilite las labores a dicho operario. El objetivo es desarrollar un robot autónomo que se desplace por el entorno industrial e identifique tanto la posición de la chapa, como la situación, dimensión y tipo de los defectos. Una vez localizado un defecto, el robot lo corregirá con la herramienta adecuada.

**Keywords:** Saneo, Amoladora, Chapa, Prototipo.

## 1. Introducción y estado del arte

El proyecto global se divide en cuatro sub tareas principales: localización de la chapa, localización e identificación de defectos, movimiento del robot, sistema de saneo. Los apartados de localización de la chapa e identificación de defectos han sido llevados a cabo por alumnos del Máster de Automatización Informática de la Universidad de Oviedo. La tarea de subsanación de la chapa es lo que atañe a este documento y en él se describe el diseño e implementación de un prototipo a pequeña escala de este, en base a las exigencias y condiciones impuestas por la empresa colaboradora y financiadora del proyecto.

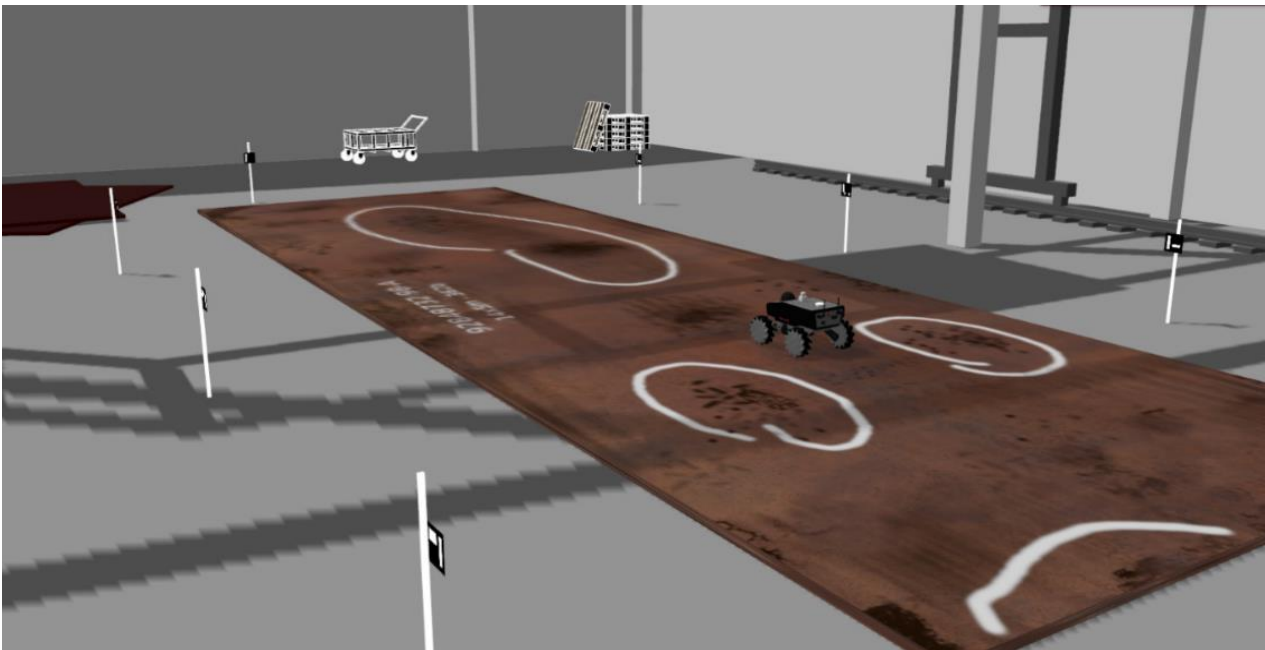


Fig. 1. Simulación del entorno industrial en el que se ha de mover el robot.

En la actualidad los robots industriales permiten dar mayor versatilidad a los procesos de manufactura y optimizarlos. Tienen una gran ventaja frente a las máquinas de mecanizado clásicas, y es la posibilidad de movimiento y el mayor rango de trabajo, pudiendo fácilmente alcanzar los 7 u 8 metros cuadrados. Cada vez es más habitual utilizar robots en procesos como el taladrado, el fresado o el amolado. No obstante, el mayor porcentaje de robots se emplean en tareas de manipulación o soldadura, mientras que para tareas de desbaste solo representan un 5% del total [1].

Campo de aplicación	Proceso industrial	Producto final
Todos los campos	Fresado	Prototipado rápido
Aeroespacial	Rectificado, pulido, taladrado, corte	Palas de turbina, mamparos, aislamientos, segmentos de ala
Automoción	Destapado, rectificado, taladrado, fresado, corte	Motores, cuadros de camiones, paneles de carrocería, manillas de las puertas, parachoques, matrices de estampación, núcleos de arena
Moda	Fresado, lijado	Moldes de maniquí, maniquí
Fundiciones	Desbarbado, fresado, taladrado, acabado	Moldes, piezas de fundición
Marina	Fresado	Lanchas de botes
Medicina	Rectificado, pulido	Prótesis
Entretenimiento	Fresado	Accesorios del decorado
Plásticos	Fresado	Moldes, cascos
Trabajo en madera	Fresado	Moldes para bañera de hidromasaje, muebles, molduras, barandillas, tableros para modelar

Tab. 1. Procesos de mecanizado en los que se utilizan robots.

La gran desventaja de todos ellos es su limitación de posicionamiento, pues se encuentran fijos en un punto, ya sea el suelo o la pared, como el ejemplo de la Fig. 2 [2].

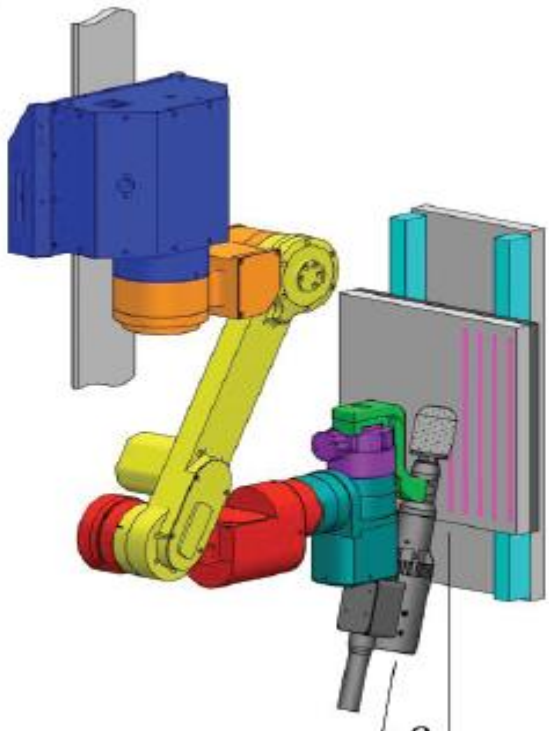


Fig. 2. Ejemplo de prototipo industrial de robot de amolado.

Las ventajas de este proyecto frente a otros son:

- Versatilidad, gracias a su capacidad de desplazamiento por toda la fábrica.
- Reducción de tiempos, y por tanto costes, al eliminar al operario.
- Mejora de la eficiencia, al ejecutar las tareas siempre con los mismos parámetros de fuerza y velocidad, lo que consecuentemente evitará un desgaste excesivo de la herramienta.
- Planificación de las rutas de saneamiento, eliminando el componente aleatorio de las pasadas.
- Reducción de costes en materiales y medidas de seguridad necesarias para el operario.
- Aumento de la disponibilidad del operario para encargarse de otras tareas.
- Evitar estrés y dolencias físicas en este.

## 2. Desarrollo del prototipo

Elemento	Fabricante	Función
Herramienta manual	Dremel Europe	Mecanizado de la superficie
Actuador: cilindro eléctrico	SMC	Desplazamiento vertical de la herramienta. Ejecución de la fuerza necesaria para la operación de mecanizado
Controlador del cilindro eléctrico	SMC	Alimentación y envío de instrucciones al motor del actuador
PLC	Omron	Programación del algoritmo de gobierno del cilindro eléctrico
Guía lineal con husillo trapezoidal	Igus	Desplazamiento lateral para mecanizar longitudinalmente los defectos
Motor	Trinamic	Rotación del husillo de la guía para el desplazamiento del carro
Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Foundation	Ordenador central
Placa de relé	Parallax	Activación/desactivación de la herramienta de forma remota desde la Raspberry
Circuito con optoacoplador	-	Activación de una entrada del PLC para que este de la orden de ejecutar un ciclo del actuador eléctrico
Fuente de alimentación 500 W	Mean Well	Alimentación del conjunto

Tab. 2. Elementos que conforman el prototipo.

La Raspberry Pi funciona como ordenador central. Desde esta se ejecuta un código en el entorno de programación Qt, realizado en lenguaje C++. Para la comunicación con el motor de la guía se utiliza comunicación USB. Para enviar las señales de activación/desactivación de la herramienta se utilizan los pines de entradas/salidas de la placa de la Raspberry (pines GPIO). Los 3 grandes subsistemas del prototipo son:

- Raspberry – motor – guía lineal.
- Raspberry – optoacoplador – PLC – cilindro eléctrico.
- Raspberry – herramienta

El prototipo completo engloba estos tres subsistemas trabajando simultáneamente.

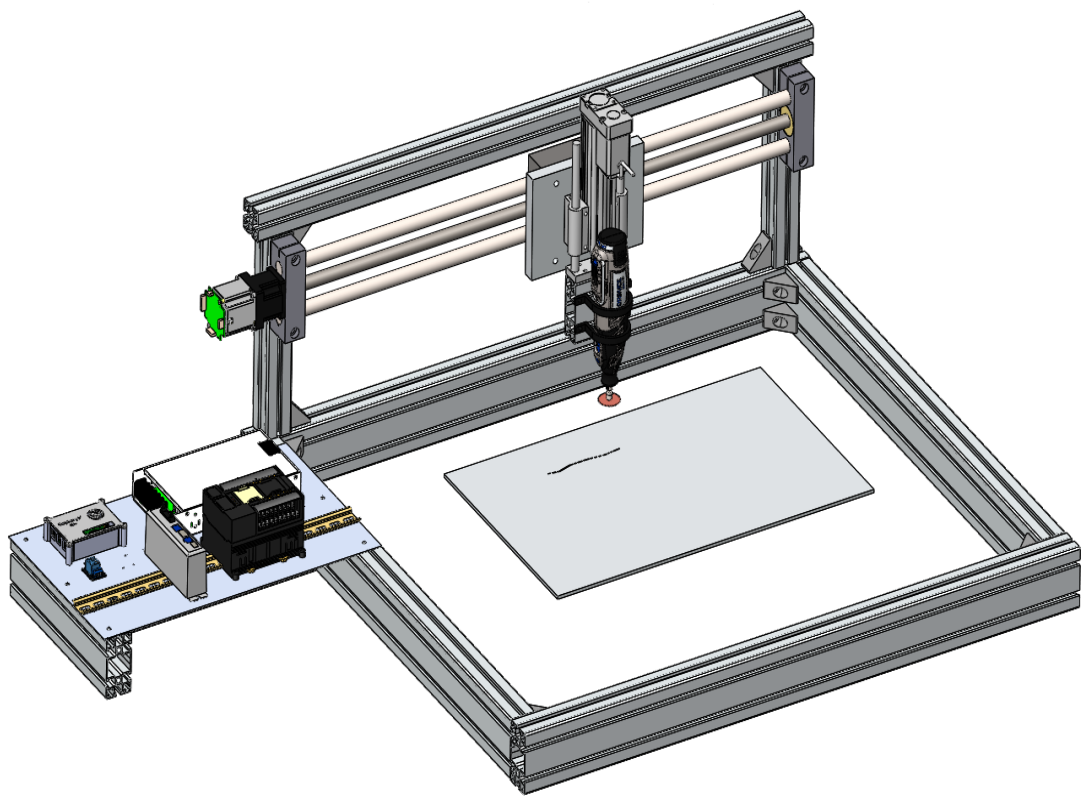


Fig. 3. Modelo CAD del prototipo, diseñado previamente a su montaje.

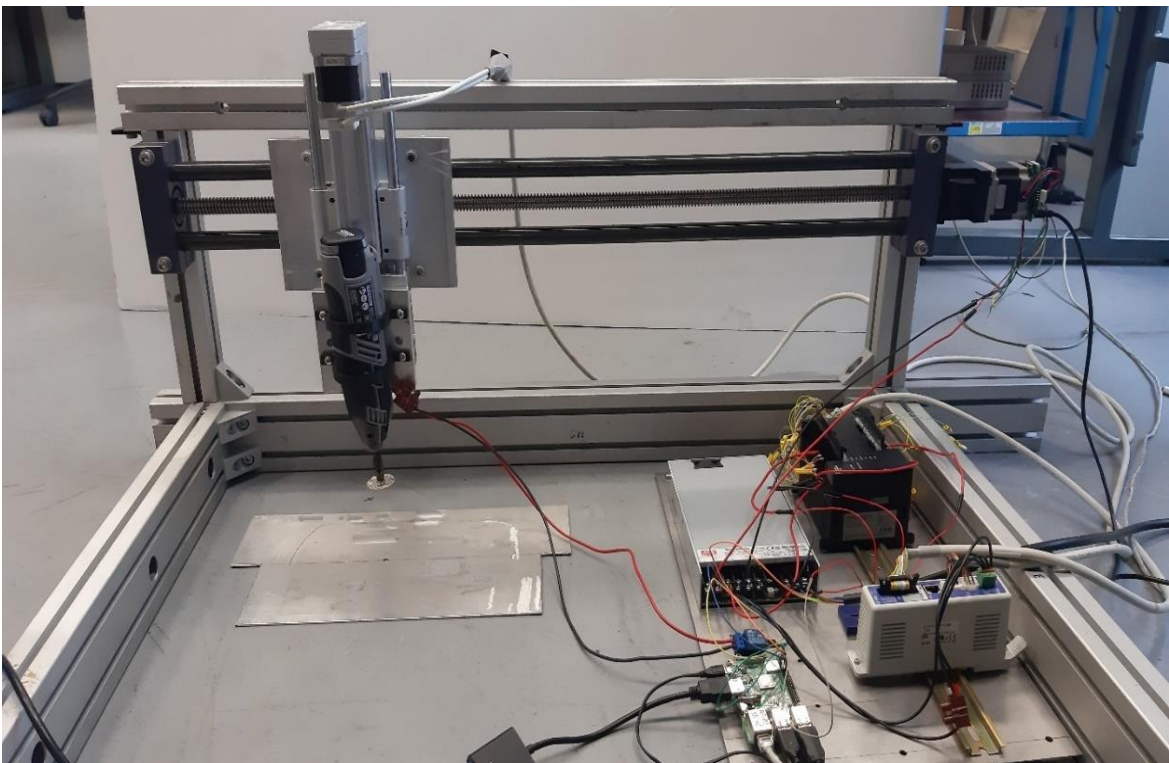


Fig. 4. Montaje físico del prototipo para pruebas.

Como se puede ver en las dos imágenes superiores, el soporte del prototipo se realizó con diversos perfiles normalizados de aluminio; se utilizaron chapas y gruesos de aluminio para la interconexión de los diferentes componentes; y se empleó fabricación aditiva para la elaboración de la sujeción de la herramienta en el cilindro.

## 3. Experimentos y resultados

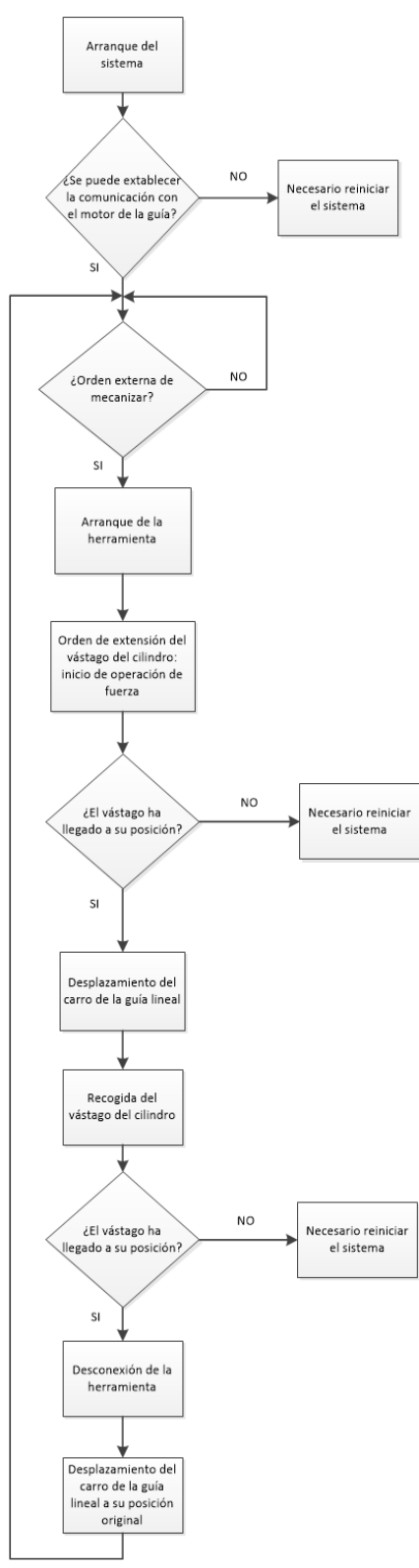


Fig. 5. Flujoograma.

En el robot real el objetivo es que sea capaz de mecanizar deficiencias superficiales, por lo que en este caso las deformaciones de la chapa se simularon con marcas de rotulador y se trató de eliminar por completo dichas marcas hasta que quedase una superficie lisa de aluminio.

El cilindro dispone de una funcionalidad para realizar operaciones de fuerza controlada. No obstante, la fuerza básica que ejerce el vástago en la operación de posicionamiento es constante y suficiente para llevar a cabo el mecanizado de la superficie de la chapa.



Fig. 6. Antes del mecanizado.

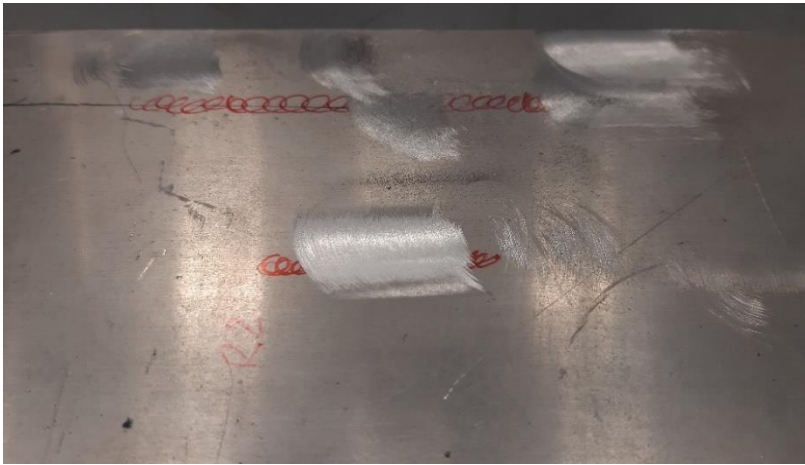


Fig. 6. Después del mecanizado.

## 4. Conclusiones

1. Todos los elementos del conjunto han funcionado correctamente, tanto en pruebas independientes como en la prueba final.
2. La herramienta permite un acabado superficial adecuado sin elevadas fuerzas de reacción; la Raspberry dispone de una memoria y un procesador suficientes para ejecutar correctamente todos los algoritmos; el cilindro proporciona fuerza suficiente para realizar la operación de desbaste; y tanto la guía lineal como el motor tienen unas dimensiones que permiten mover el conjunto con facilidad.
3. Se puede concluir que se ha podido desarrollar un prototipo a escala y un algoritmo que ejecute un ciclo de mecanizado de superficie de chapa correctamente. El siguiente paso sería probar dicho algoritmo en el robot real.

## Referencias

- [1] I. Iglesias, M.A. Sebastián, J.E. Ares. *Overview of the state of robotic machining: current situation and future potential*. Procedia Engineering. 2015
- [2] S. Agnard, Z. Liu, B. Hazel. *Material removal and wheel wear models for robotic grinding wheel profiling*. Procedia Engineering. 2015.

## Acknowledgements / Agradecimientos

The work described is part of a research supported by the Spanish Education and Science Ministry and FEDER