



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA

PROGRAMA DE DOCTORADO EN DISEÑO,
FABRICACIÓN Y GESTIÓN DE PROYECTOS
INDUSTRIALES

**PROPUESTA DE INCLUSIÓN DE ESFUERZOS
EN EL CONTROL DE UN BRAZO ROBOT PARA
ASEGURAR EL CUMPLIMIENTO DE LA
RUGOSIDAD SUPERFICIAL DURANTE
OPERACIONES DE LIJADO EN DIFERENTES
MATERIALES**

TESIS DOCTORAL PRESENTADA POR
Rodrigo Alonso Pérez Ubeda

DIRECTORES

Dr. Santiago C. Gutiérrez Rubert
Dr. Ranko Zotovic Stanisic

Valencia, febrero de 2022

Resumen

El mecanizado con brazos robots ha sido estudiado aproximadamente desde los años 90, durante este tiempo se han llevado a cabo importantes avances y descubrimientos en cuanto a su campo de aplicación. En general, los robots manipuladores tienen muchos beneficios y ventajas al ser usados en operaciones de mecanizado, tales como, flexibilidad, gran área de trabajo y facilidad de programación, entre otras, frente a las Máquinas Herramientas de Control numérico (MHCN) que necesitan de una gran inversión para trabajar piezas muy grandes o incrementar sus grados de libertad. Como desventajas, frente a las MHCN, los brazos robóticos poseen menor rigidez, lo que combinado con las altas fuerzas producidas en los procesos de mecanizado hace que aparezcan errores de precisión, desviaciones en las trayectorias, vibraciones y, por consiguiente, una mala calidad en las piezas fabricadas. Entre los brazos robots, los brazos colaborativos están en auge debido a su programación intuitiva y a sus medidas de seguridad, que les permiten trabajar en el mismo espacio que los operadores sin que estos corran riesgos. Como desventaja añadida de los robots colaborativos se encuentra la mayor flexibilidad que estos tienen en sus articulaciones, debido a que incluyen reductores del tipo Harmonic drive. El uso de un control de fuerza en procesos de mecanizado con brazos robots permite controlar y corregir en tiempo real las desviaciones generadas por la flexibilidad en las articulaciones del robot. Utilizar este método de control es beneficioso en cualquier brazo robot; sin embargo, el control interno que incluyen los robots colaborativos presenta ventajas que permiten que el control de fuerza pueda ser aplicado de una manera más eficiente. En el presente trabajo se desarrolla una propuesta real para la inclusión del control de esfuerzos en el brazo robot, así como también, se evalúa y cuantifica la capacidad de los robots industriales y colaborativos en tareas de mecanizado. La propuesta plantea cómo mejorar la utilización de un control de fuerza por bucle interior/exterior aplicado en un brazo colaborativo cuando se desconocen los pares reales de los motores del robot, así como otros parámetros internos que los fabricantes no dan a conocer. Este bucle de control interior/exterior ha sido utilizado en aplicaciones de pulido y lijado sobre diferentes materiales. Los resultados indican que el robot colaborativo es factible para realizar tales operaciones de mecanizado. Sus mejores resultados se obtienen cuando se utiliza un bucle de control interno por velocidad y un bucle de control externo de fuerza con algoritmos, Proporcional-Integral-Derivativo o Proporcional más Pre-Alimentación de la Fuerza.