



Title: Integración y gestión por computadora de sistema automatizado para la ejecución de tarea de pintado

Authors: RODRÍGUEZ-FRANCO, Martín Eduardo, CARREÓN-MÁRQUEZ, Diego César, RODRÍGUEZ-LOMELÍ, José Alberto y FELICIANO-VELÁZQUEZ, Néstor David

Editorial label ECORFAN: 607-8695
BCONIMI Control Number: 2020-11
BCONIMI Classification (2020): 120320-0011

Pages: 10
RNA: 03-2010-032610115700-14

ECORFAN-México, S.C.
143 – 50 Itzopan Street
La Florida, Ecatepec Municipality
Mexico State, 55120 Zipcode
Phone: +52 1 55 6159 2296
Skype: ecorfan-mexico.s.c.
E-mail: contacto@ecorfan.org
Facebook: ECORFAN-México S. C.
Twitter: @EcorfanC

www.ecorfan.org

Holdings		
Mexico	Colombia	Guatemala
Bolivia	Cameroon	Democratic
Spain	El Salvador	Republic
Ecuador	Taiwan	of Congo
Peru	Paraguay	Nicaragua

ANTECEDENTES

- ❑ La constante transformación industrial ha llevado a la innovación y optimización de los procesos de manufactura ejecutados dentro de una empresa (Endregaard, 2002).
- ❑ La constitución de sistemas ciberfísicos que conjuntan múltiples disciplinas como la mecánica, la electrónica, la computación y el control; permite otorgar autonomía a sus funciones.
- ❑ En el área de pintado industrial el uso de la robótica ha sido determinante para alcanzar altos estándares de calidad mediante la ejecución de una tarea rápida, limpia y de muy alta precisión (Pendar & Páscoa, 2019) (Zhang, et al., 2020).
- ❑ Analizar detalles de la operación de pintura industrial, con la finalidad de adaptar la teoría abordada en la formación profesional en Mecatrónica para simular su acción, y de ser posible, focalizar áreas de oportunidad.

CARACTERÍSTICAS DEL PROTOTIPO FÍSICO

- ❑ Robot angular de tres grados de libertad, con un aplicador presurizado de pintura.
- ❑ Mesa rotatoria que gira un valor proporcional a la cobertura alcanzada por la pintura.
- ❑ Uso de motores de corriente directa en las articulaciones del robot para implementar sistemas de control en lazo cerrado, para un posicionamiento preciso.
- ❑ Uso de un motor a pasos en la mesa rotatoria para preservar una cantidad uniforme en el avance de la rotación.



Figura 1 Prototipo físico
Fuente: Elaboración propia.

SISTEMAS DE CONTROL ARTICULAR

- ❑ Controladores para la gestión del movimiento de cada articulación del robot y de la rotación de la mesa.
- ❑ Tarjetas electrónicas programadas con un algoritmo de control PID para posición articular.
- ❑ Sintonización por curva de reacción de Ziegler-Nichols, mejorado con algoritmos computacionales.
- ❑ Uso de etapas de potencia para adaptar la corriente necesaria en el accionamiento del actuador.

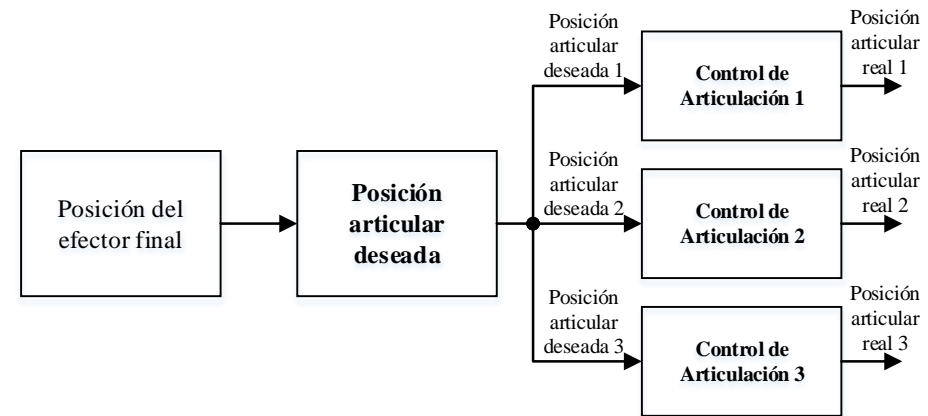


Figura 2 Flujo de control para el robot
Fuente: Elaboración propia [Microsoft Visio]

SISTEMA DE COMUNICACIÓN E INTERFAZ

- ❑ Establecimiento de comunicación entre tarjetas controladoras e interfaz gráfica integrada en el software LabVIEW.
- ❑ Red para la gestión de información entre tarjetas, mediante una comunicación Maestro/Esclavo.
- ❑ Interfaz para la gestión del proceso total y la visualización en tiempo real del movimiento articular.



Figura 3 Interfaz de gestión en LabVIEW
Fuente: Elaboración propia [LabVIEW]

GENERACIÓN DE TRAYECTORIAS

- ❑ Movimiento simultáneo de articulaciones mediante la planeación de trayectorias robóticas.
- ❑ Establecimiento de aplicador de pintura a una distancia regular del objeto, para brindar uniformidad al proceso.
- ❑ Adecuación de trayectorias a la geometría disruptiva del objeto.
- ❑ Cobertura de la mayor área con pintura en la menor cantidad de movimientos.



Figura 4 Trayectoria propuesta para el proceso de pintura
Fuente: Elaboración propia

SISTEMA DE INSPECCIÓN POR COMPUTADORA

- ❑ Integración de sistema de visión para la gestión de la calidad del objeto procesado.
- ❑ Operación centrada en la identificación del color de la pieza antes y después de ser procesada.
- ❑ Discernimiento de las características de cobertura adecuada o de aplicación de nuevas capas.
- ❑ Uniformidad, limpieza y precisión mediante la adaptación de la mesa rotatoria.



Figura 5 Interfaz para inspección del proceso de pintura
Fuente: Elaboración propia [LabVIEW]

RESULTADOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA

- ❑ El empleo del robot provee el posicionamiento del aplicador de pintura en puntos estratégicos que imitan la forma exterior del objeto.
- ❑ La herramienta es conducida desde una posición de reposo a una de inicio de operación, en la que el aplicador de pintura es activado, para describir el contorno exterior del objeto.
- ❑ Al finalizar su operación, la herramienta regresa a su posición de reposo, en espera de una nueva ejecución.

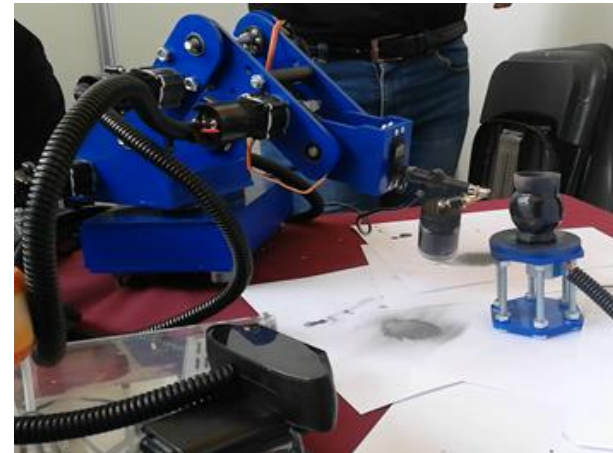


Figura 6 Aplicador en función y cuello del objeto
Fuente: Elaboración propia

- ❑ Se preserva una distancia apropiada entre aplicador y objeto, otorgando una relación adecuada entre la pintura esparcida y aquella captada por la superficie.
- ❑ Se reduce la acumulación de exceso de pintura en el cuello del objeto, lo que lleve a su desperdicio y afectaciones en la mesa giratoria.
- ❑ La función del prototipo inicia al detectar una pieza que requiriera ser pintada, por parte del sistema de visión, sobre la mesa rotatoria.

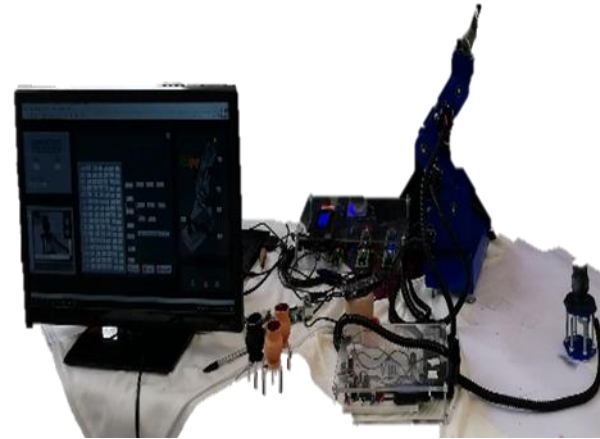


Figura 7 Conjunto de prototipo e interfaz en operación
Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- ❑ Esta aplicación constituye un elemento de estudio en cual convergen múltiples disciplinas de la ingeniería.
- ❑ El proceso de desarrollo implicó la comprensión de un proceso industrial poco explorado desde la perspectiva académica y de investigación, como es pintura.
- ❑ Se analizaron los elementos teóricos para el estudio y la implementación de un prototipo funcional que conjuntase las características básicas del proceso de pintura industrial.
- ❑ Se resalta el conocimiento necesario para optimizar los comportamientos alcanzados durante la fase de pruebas, a fin de obtener un modelo con similitud al proceso real.
- ❑ Se brinda al estudiante de Mecatrónica una noción básica de las implicaciones del conocimiento adquirido con esta aplicación, como opción para su ejercicio profesional.

REFERENCIAS

1. Giamperi, A., et al. (2020). A review of the current automotive manufacturing practice from an energy perspective. *Applied Energy*. 1-29.
2. Zhang, N., et al. (2016). Characterization of automotive paint by optical coherence tomography. *Forensic Science International*. 239-244.
3. Ju, F., et al. (2013). Modeling quality propagation in automotive paint shops: an application study. *IFAC Proceedings Volumes*. 1890-1895.
4. Akafuah, N. K., et al. (2016). Evolution of the automotive body coating process– a review. *Coatings*. 1-22.
5. Rivera, J., & Reyes-Carrillo, T. (2014). A framework for environmental and energy analysis of the automobile painting process. *Procedia CIRP*. 171-175
6. Schulz, D. (2013). Painting trends in the automotive industry. *Metal Finishing*. 38-40.
7. Endregaard, E. A. (2002). Paint robotics– improving automotive painting performance. *Metal Finishing*. 8-13.
8. Bysko, S., Krystek, J., & Bysko, S. (2020). Automotive paint shop 4.0. *Computers & Industrial Engineering*. 1-13.
9. Pendar, M.-R., & Páscoa, J. C. (2019). Numerical modeling of electrostatic spray painting transfer processes in rotary bell cup for automotive painting. *International Journal of Heat and Fluid Flow*. 1-26.
10. Zhang, B., et al. (2020). Accurate dynamic modeling and control parameters design of an industrial hybrid spray-painting robot. *Robotics and Computer Integrated Manufacturing*. 1-13.
11. Somwanshi, D., Bundele, M., Kumar, G., & Parashar, G. (2019). Comparison of fuzzy PID and PID controller for speed control of DC motor using LabVIEW. *Procedia Computer Science*. 252-260.
12. Barrientos, A., et al. (2007). *Fundamentos de robótica*. Madrid: McGraw-Hill.



ECORFAN®

© ECORFAN-Mexico, S.C.

No part of this document covered by the Federal Copyright Law may be reproduced, transmitted or used in any form or medium, whether graphic, electronic or mechanical, including but not limited to the following: Citations in articles and comments Bibliographical, compilation of radio or electronic journalistic data. For the effects of articles 13, 162,163 fraction I, 164 fraction I, 168, 169,209 fraction III and other relative of the Federal Law of Copyright. Violations: Be forced to prosecute under Mexican copyright law. The use of general descriptive names, registered names, trademarks, in this publication do not imply, uniformly in the absence of a specific statement, that such names are exempt from the relevant protector in laws and regulations of Mexico and therefore free for General use of the international scientific community. BCONIMI is part of the media of ECORFAN-Mexico, S.C., E: 94-443.F: 008- (www.ecorfan.org/ booklets)