

Propuesta De Automatización Del Proceso De Alistamiento Y Empaque De Pucks De Fibra Sintética

Allison Giseth García Garzón¹
Pontificia Universidad Javeriana Cali
Facultad de Ingeniería y Ciencias
Programa de Ingeniería Electrónica
Cali, Colombia

alligi@javerianacali.edu.co

Resumen – Este documento describe una propuesta de automatización del proceso de alistamiento y empaque de pucks de fibra sintética utilizando los robots eCOBRA 600 y VIPER 850. Se busca que el producto final sea implementado en una línea de producción, con el fin de evitar que los trabajadores que actualmente conformen la línea sufran consecuencias en su salud por culpa de los movimientos repetitivos que deben realizar al organizar este material y así mismo aumentar la productividad de la empresa. El alcance de este proyecto fue la implementación de la propuesta en un ambiente de simulación. La aplicación planteada entregó resultados positivos, ya que el robot eCobra aumentó la productividad en un 74,15% y el robot Viper en 86,75% lo que demuestra que es benéfico para la empresa contar con esta aplicación gracias a que puede aumentar su rentabilidad y cuidar la salud de los trabajadores al no realizar labores repetitivas.

Palabras clave: automatización industrial, robótica.

INTRODUCCIÓN

En las líneas de producción de las industrias, los trabajadores deben realizar numerosas actividades donde adoptan posturas forzadas y repetitivas que afectan su salud y que

pueden desencadenar enfermedades relacionadas con el trabajo. Además también se pueden presentar errores humanos que generen complicaciones en el proceso, ocasionando nuevamente un aumento en los gastos de la empresa. Una forma de mejorar estos procesos de las empresas es a través de la automatización.

En la industria de pucks de fibra sintética se tiene el problema de que este material está compacto en forma de cilindro y cuando cae a la banda transportadora en la línea de alistamiento y empaque, llega de forma desorganizada, por lo que debe haber unos operarios que acomoden este material para que siga el proceso de forma ordenada y pueda ser empacado posteriormente.

Es así como en el presente trabajo se desarrolló el diseño y simulación de la automatización del proceso de final de línea con dos robots. No se considera el montaje en la planta real ya que, aunque se cuenta con los robots físicamente, la planta está ubicada en otro país, por lo tanto, se entrega la propuesta en un software de automatización industrial. Para la aplicación se propone utilizar el robot tipo SCARA de Adept OMRON referencia eCobra 600 y el robot Viper 850. En esta aplicación se utilizó una cámara para observar

la forma en la que venían los elementos y que el robot supiera cómo cogerlos y ubicarlos.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

En primer lugar, se realizó una búsqueda teórica donde se encontraron las bases sobre automatización industrial. En “Control System Design of a Case Packing Robot Based on Simotion” [1] y en “Study on Integrated Supply Chain System for Logistics Enterprises” [2] se plantea la importancia y las ventajas de la automatización, lo que permite generar argumentos con respecto a la implementación de los robots en una cadena de producción.

Posteriormente, se realizó la investigación sobre el uso de la automatización con inteligencia artificial. En “Optimizing Supply Chain through Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI)” [3] se analizan las ventajas de combinar la automatización con la inteligencia artificial, y en “The Global Supply Chain Is Our New Fab: Integration and Automation Challenges” [4] se presentan algunos retos que deben superar las empresas cuando se introducen en el mundo de la automatización. Aunque en el presente proyecto no se piensa utilizar inteligencia artificial, este tipo de artículos ayudan a ver las diferentes opciones que existen a la hora de automatizar.

Por otro lado, se analizó el uso de brazos robóticos y la optimización. En “Modeling of TCM Packing Robot and Its Kinematics Simulation and Optimization” [5] y en “Practical Control Strategy for Packing Multiple Boxes Simultaneously with Dual-Arm Robot” [6] se discute el uso de brazos robóticos para diferentes aplicaciones. Estos artículos son pertinentes ya que ofrecen un punto de contraste con otras implementaciones que han usado robots de

este tipo y permite analizar la propuesta que se desarrolle.

Para el uso de cámaras se analizó “Integration of a Multi-Camera Vision System and Admittance Control for Robotic Industrial Depalletizing” [7] y “A Vision-Based Path Planning and Object Tracking Framework for 6-DOF Robotic Manipulator” [8] que proponen una mejora en la eficiencia de producción de los manipuladores de robots industriales a través de sistemas de visión. Estos artículos entregan información sobre la visión y la integración con robots, que es útil para entender cómo se pueden unir estos dos sistemas.

Finalmente, se realizó una búsqueda sobre las características de la automatización industrial y si la forma óptima de automatizar el proceso del estudio de caso era con uno o dos robots y se concluyó que lo mejor era utilizar dos robots, uno para cada parte del proceso.

RESULTADOS

a. Descripción de piezas

Los pucks de fibra sintética tienen un peso de 135 gramos aproximadamente y una medida de 53 mm de diámetro y 62 mm de alto. Las cajas a su vez son corrugadas y tienen una medida de 270 mm de largo, 125 mm de ancho y 170 mm de alto y un peso de 3,3 Kg máximo. El arreglo de la caja es de 2x4 pucks y tiene tres pisos.

b. Requisitos de velocidad

En cuanto a la velocidad que debe tener la solución propuesta, se tiene que debe superar la velocidad a la que actualmente se obtienen las piezas la cual es de aproximadamente 20 pucks por minuto. Adicionalmente, se presenta que actualmente la aplicación entrega una caja cada 1,2 minutos aproximadamente o menos.

c. Verificación características técnicas de los robots

Para el proceso de alistamiento, se parte del hecho de que el robot que se necesita debe tener 4 DOF y para el robot de empaque, se definió que es requerido un robot de 6 DOF con una carga y volumen mayor a la del robot a alistamiento. Por lo tanto, se plantea usar el robot eCobra para el proceso de alistamiento y el robot Viper para el proceso de empaque.

d. Análisis de riesgo

En cuanto a los riesgos que se pueden presentar, se hace necesario la capacitación de las personas y la incorporación de protecciones al proyecto.

Se propone realizar un encerramiento de los robots construyendo una celda que cubra a los dos robots y que únicamente tenga las salidas de las bandas y una puerta para entrar en caso de que se necesite acceder a los robots. Para la seguridad de esta puerta se utilizaría el interruptor de seguridad con enclavamiento electromagnético. En cuanto a los pulsadores de parada de emergencia (e-stop), se pondría uno en cada lado del encerramiento. Adicionalmente, los robots cuentan con su propio paro de emergencia.

e. Layout

Para la aplicación se tiene una distribución inicial como la que se aprecia en la figura 1, donde se presenta la banda donde llegarían los pucks de fibra sintética, el robot los cogería y los pondría en otra banda para posteriormente meterlos en la caja.

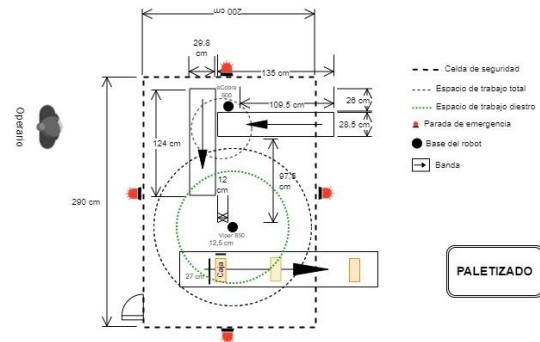


Figura 1. Propuesta de distribución de los robots en la celda. Fuente: elaboración propia

f. Diseño electrónico

Teniendo el diseño y una idea general de los componentes que se necesitan, se procede a escoger estos componentes según las características requeridas como se ve en la tabla 1.

Motor	S37DRN71M4
Variador	PowerFlex 525
PLC	CP1L-EL20DR-D
Sensor	SICK WTB4S-3P2261
Fuente de alimentación	S8VK-G48024
Fuente de seguridad	S8VK-G03024
Relé de seguridad	G9SB-301-D
Interlock	D4SL-N2NFA-D4
Paros de emergencia	A22E-M-02

Tabla 1. Componentes

g. Integración

Una vez definidos los componentes se debe realizar la integración de estos. Para esto se debe entender cómo interactúan entre sí. En la figura 5 se puede ver la conexión de los componentes.

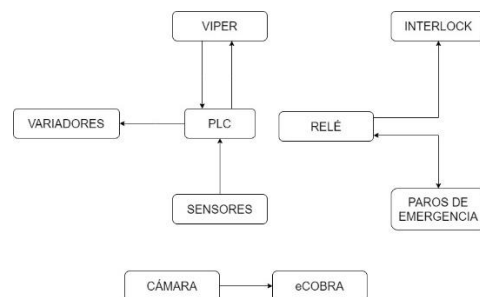


Figura 2. Diagrama de componentes. Fuente: elaboración propia

La banda 1 está en todo momento encendida, ya que lo que se quiere es que lleguen los pucks de forma constante y que la cámara pueda ver dónde están y enviarle la señal al robot por medio del conector de XIO. La banda 2 está encendida mientras los sensores no detecten que están las cuatro piezas, en este caso, se detiene la banda y se cogen las piezas para meterlas a la caja en la banda 3, que a su vez está detenida mientras se introducen las piezas. Cuando se oprime un paro de emergencia se interrumpen todos los procesos.

h. Simulación

Para realizar la simulación se utilizó el software Sysmac Studio. El proceso se divide en cuatro fases. En la primera se escogen las piezas y los robots, en la segunda se identifica el controlador y los robots a utilizar, en la tercera se programa el funcionamiento de los robots y en la cuarta se escoge la configuración del *place*.

Posteriormente se agrega la banda del *place*, las separaciones de la banda, la caja y la banda donde va esta caja. Para integrar los componentes y controlarlos, se programa el PLC. Se escogen los variadores y se programa el funcionamiento de cada uno, es decir cuándo debe avanzar y cuándo debe detener la banda. En la figura 6 se muestra el ambiente simulado.

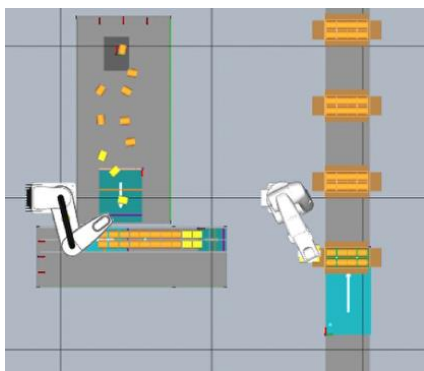


Figura 3. Simulación del proceso. Fuente: elaboración propia

i. Evaluación

Tras haber realizado la simulación, se analizan los resultados obtenidos con la aplicación.

Cuando los robots están al 80% de su velocidad superan los valores actuales de la aplicación, sin embargo hay piezas que se pierden o que el robot eCobra no alcanza a coger afectando el proceso y haciendo que su eficiencia disminuya. Por otra parte, cuando se ponen a una velocidad del 90%, los robots cogen más piezas por minuto que las que cogían en las condiciones iniciales y pierden una cantidad mínima de piezas. Es por esto que se demuestra que la velocidad óptima para los robots es al 90%, ya que en 14 minutos tan solo se perdió una pieza y su productividad aumento considerablemente, además de mantener un trabajo seguro para los robots y evitarles frenos bruscos o vibraciones.

Es así como se puede indicar que el robot eCobra tiene un aumento de la productividad del 74,15%, al hacer en promedio 14 piezas por minuto más de las que se hacen en la actualidad. Mientras que para el robot Viper, la productividad aumenta 86,75% ya que pasa de hacer una caja en 1,2 minutos a hacer una caja en 38,7 segundos.

j. Análisis socioeconómico

Tras realizar los cálculos de la rentabilidad actual con la obtenida a través del uso de los robots, se concluye que bajo las mismas condiciones en tan solo 10 meses y 7 días se realiza un retorno de la inversión, lo que beneficia tanto a la empresa como a sus trabajadores.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este proyecto permitió cumplir con los objetivos propuestos al desarrollar la

simulación de automatización donde los robots eCobra y Viper ejecutan las rutinas de alistamiento y empaque de pucks de fibra sintética en una línea de producción.

La aplicación planteada entregó resultados positivos, ya que aumentó la productividad al aumentar el número de pucks que se recogen por minuto y el número de cajas que salen por minuto también, lo cual demuestra que es benéfico para la empresa contar con esta aplicación y que puede aumentar su rentabilidad. Por otro lado, los operarios pueden ser reubicados en puestos donde aporten de una forma más intelectual a la empresa. Además aporta al crecimiento tecnológico, lo que puede permitirle a la empresa competir y destacar entre las demás empresas.

Por otro lado, es importante resaltar que es benéfico realizar primero la simulación y no ir directamente a la solución, ya que de esta forma se pueden optimizar los costos al permitir probar con diferentes componentes y calcular si los tiempos obtenidos cumplen los objetivos, así como analizar el espacio de trabajo de los robots y disminuir el riesgo de las personas.

REFERENCIAS

- [1] Z. Wang, Z.-Y. Zhang, J.-P. Mei, L. Wang, D.-X. Yu Y L.-A. Zhang, «Control System Design of a Case Packing Robot Based on Simotion,» School of Mechanical Engineering, Tianjin University, Tianjin, China, 2011.
- [2] L. Y. XU Shu, «Study on Integrated Supply Chain System for Logistics Enterprises,» de *2010 International Conference on Intelligent Computation Technology and Automation*, 2010.
- [3] S. Singh, A. Gupta y A. P. Shukla, «Optimizing Supply Chain through Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI),» de *International Conference on Technological Advancements and Innovations (ICTAI)*, Tashkent, Uzbekistan, 2021.
- [4] H. Ehm, T. Ponsignon y T. Kaufmann, «The Global Supply Chain Is Our New Fab: Integration and Automation Challenges,» Infineon Technologies AG, Neubiberg, Germany, 2011.
- [5] Y. o. Tao, Y. o. Chen, H. Liu, J. Gao, H. Xiong y G. Xie, «Modeling of TCM Packing Robot and Its Kinematics Simulation and Optimization,» de *2nd IEEE International Conference on Computer and Communications*, Chengdu, China, 2016.
- [6] P. K. Kim, H. Park, J.-H. Bae, J.-H. Park, M.-H. Baeg y J. Park, «Practical Control Strategy for Packing Multiple Boxes Simultaneously with Dual-Arm Robot,» de *The 11th International Conference on Ubiquitous Robots and Ambient Intelligence (URAI 2014)*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2014.
- [7] D. Chiaravalli, G. Palli, R. Monica, J. Aleotti y D. L. Rizzini, «Integration of a Multi-Camera Vision System and Admittance Control for Robotic Industrial Depalletizing,» Italy, 2020.
- [8] A. SHAHZAD, X. GAO, A. YASIN, K. JAVED y S. M. ANWAR, «A Vision-Based Path Planning and Object Tracking Framework for 6-DOF Robotic Manipulator,» IEEE Access, 2020.