



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 20

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Brazo robótico automatizado para la selección y separación de dos materiales: aluminio y PET

Amador L. Fernando¹, Oropeza O. Brandon¹, Vargas C. Noe¹, Trujillo I. Eder¹, Vergara H. Erasto¹,
Hernández C. Macaria¹

¹UPIIH-Instituto Politécnico Nacional, Pachuca, Hidalgo, México

ABSTRACT

This article talks about how to adapt a robotic arm, for the separation of two materials through their conductivity. This property is used to send a signal to the microcontroller, which will identify if the material of the bottle is aluminum or PET then will collocate in a specific container. This prototype could be applied in landfills automating waste separation.

RESUMEN

Los brazos robóticos presentan una amplia variedad de aplicaciones a nivel industrial, en este trabajo se presenta su uso para la correcta selección de envases manufacturados de dos distintos materiales: aluminio y tereftalato de polietileno (PET), ambos materiales presentan distintos valores de su constante dieléctrica: 2.2 y 3.2 respectivamente, permitiendo una correcta selección de ambos, y de esta manera poderlos separar en distintos contenedores para un eficiente manejo.

Palabras clave: Manipulador, microcontrolador, puente H, motor a pasos, PET, aluminio.



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 20

Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

I. Introducción

Los avances tecnológicos han ayudado de manera muy significativa en diversos campos de la vida del ser humano, permitiendo la realización de arduas tareas laborales que traían consigo diferentes inconvenientes, entre los cuales se pueden destacar riesgos para la integridad física, jornadas laborales extensas, oficios repetitivos, exposición a sustancias peligrosas, etc. Mediante dichos avances y con el uso de la robótica se han disminuido, logrando como consecuencia una mejora en la calidad de vida de los trabajadores y a nivel industrial una

mayor calidad, rapidez, efectividad, productividad y economía en la realización de procesos.

Aunque los desperdicios domésticos y municipales se han reducido en los últimos años en el mundo desarrollado, Waste Watch —una organización no lucrativa de Gran Bretaña— indica que más del 80% de los desechos humanos que podrían reciclarse acaban en un relleno sanitario. [1]

Las aplicaciones de los manipuladores o brazos mecánicos son muy diversas; desde la manipulación de sustancias peligrosas, materiales explosivos o como parte de una línea de ensamblaje, hasta fines académicos y de investigación, entre otros. [2]

La importancia de este brazo separador de aluminio y PET radica en que se podrá evitar la exposición de personas a los materiales tóxicos que pueden contener estos recipientes. Una vez separados estos materiales, pueden ser reciclados o vendidos. El sistema puede revolucionar el sector del reciclaje y la separación, uno de los mayores problemas a los que se enfrentará la humanidad en los próximos años.

II. Metodología

Se realizó la implementación del control de un manipulador arquitectura PUMA (Figura 1) a través de una tarjeta de programación Arduino uno mostrada en la Figura 2, se utilizó como señal analógica de entrada el valor de la conductividad eléctrica de los materiales a



escoger (Al y PET), la etapa de potencia fue desarrollada teniendo como elemento base el circuito integrado L293D (puente H) y como elementos actuadores eléctricos fueron usados 4 motores de pasos bipolares, que manejan una corriente máxima de 800 mA y un voltaje de polarización de 24 Vcc. Como elementos de carga y selección fueron usados dos tipos de envases comerciales contenedores de líquidos manufacturados en aluminio y en PET que contienen un volumen de 355 ml, y su geometría es cilíndrica con un radio de 3.25 cm y una altura promedio de 12.2 cm, ambos tipos de envases fueron probados sin líquido.

Figura 1. Manipulador utilizado para el transporte y selección de envases.

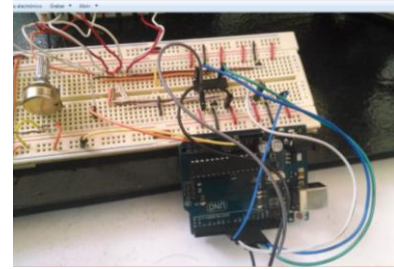


Figura 2. Tarjeta Arduino uno

III. Resultados

El diseño del manipulador se hizo con la finalidad de conocer su cinemática, tal y como se ve en la Figura 3.





CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 20
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

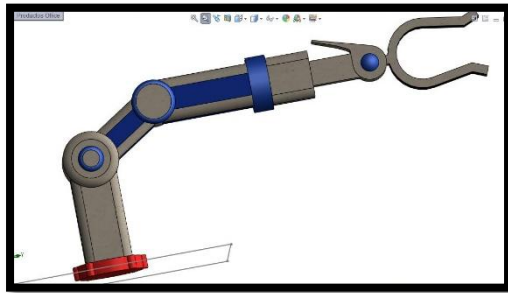


Figura 3. Diseño en tres dimensiones del manipulador utilizado para la selección de materiales.

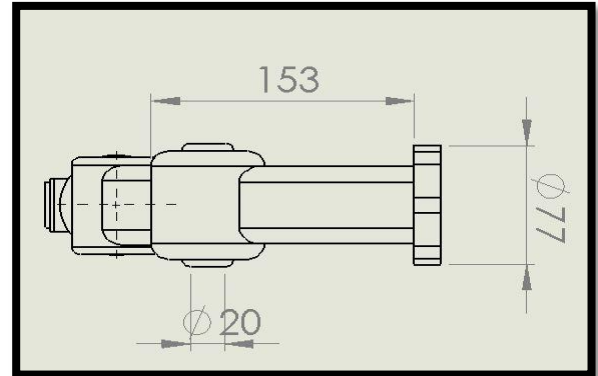


Figura 4a. Vista frontal del manipulador utilizado para la selección de materiales (acot. mm)

En la Figura 4a y en la Figura 4b se muestran la vista frontal y superior del manipulador respectivamente utilizado para la clasificación de los envases.

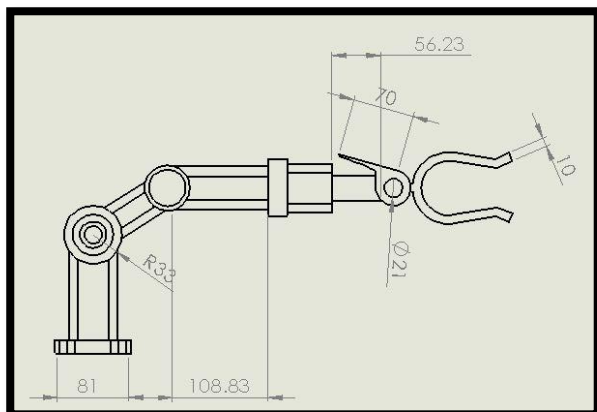


Figura 4b. Vista superior del manipulador utilizado para la selección de materiales (acot. mm)



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 2016
Multidisciplinario
21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

Se realizó también el diseño CAD general del prototipo del brazo manipulador, el cual se muestra en la Figura 5, se puede observar la manera en que opera para la selección de los envases aluminio y PET colocándolos adecuadamente conforme a su composición.

modelo matemático se tomó como base el sistema de referencia que se muestra en la Figura 6.

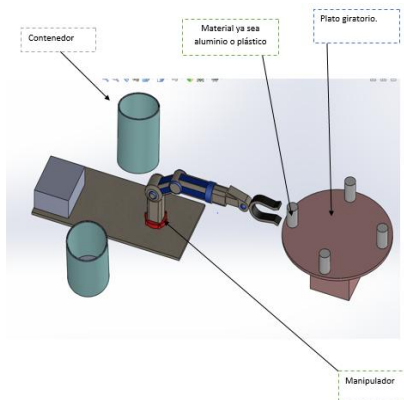


Figura 5. Vista general del prototipo

Para obtener el modelo matemático del manipulador y poder obtener posteriormente el modelo de la cinemática directa se calculó la matriz de transformación homogénea y la matriz de transformación inversa, en el desarrollo del

Figura 1.9 Sistemas de referencias del manipulador

Al tener previo conocimiento del correcto giro de los ejes las referencias, y las limitaciones de giro, se realizó el cálculo matricial, definiéndose el plano en que giraba cada eslabón, se realizó una multiplicación de los primeros 2 eslabones, para después, multiplicarlo por la tercera, pertenecientes al último eslabón, el último del robot en realidad no se calculó, ya que, en la mayoría de robots, este no suele ser incluido en las operaciones. A continuación se presentan las operaciones realizadas, para la obtención de las matrices de transformación homogénea, y homogénea inversa:

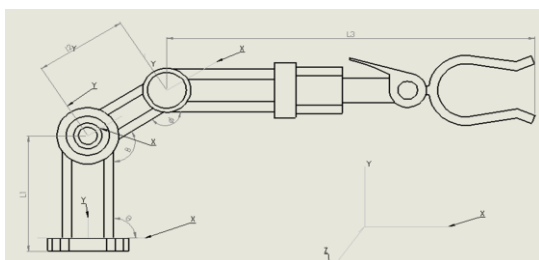


Figura 1.9 "Sistemas de referencias del manipulador" Congreso Internacional de Investigación e Innovación 2016, Multidisciplinario, 21 y 22 de abril de 2016. México



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 20

Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

1. Primer eje de giro:

$$Y = \begin{bmatrix} C\theta & 0 & S\theta & L1 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ S\theta & 0 & C\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ Primer eslabón rotación en "y"}$$

1. El resultado de la operación anterior es multiplicado por la otra rotación en "Z"

$$Y * Z * Z1 =$$

Y se obtiene:

1. Segundo eje de giro:

$$Z = \begin{bmatrix} C\beta & -S\beta & 0 & L2 \\ S\beta & C\beta & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ Segundo eslabón rotación en "z"}$$

$$\begin{bmatrix} (C\theta * C\beta * C\phi) - S\beta * S\phi / & -(C\theta * C\beta * S\phi) - C\theta * S\beta * C\phi / & S\theta / & L1 + L2C\theta + L3C\theta + \beta \\ S\theta * C\phi - C\beta * S\phi / & -S\beta * S\phi + C\beta * C\phi / & 0 / & L3 * S\beta \\ -S\theta * C\beta * C\phi + (S\theta + S\beta) * C\phi / & S\theta * C\beta * S\phi + S\theta * S\beta * C\phi / & C\theta & L2 * (-S\theta) + L3(-S\theta C\beta) \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

2. Tercer eje de giro:

$$Z1 = \begin{bmatrix} C\phi & -S\phi & 0 & L3 \\ S\phi & C\phi & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \text{ Tercer eslabón rotación en "z"}$$

Matriz de transformación homogénea

$$T = \begin{bmatrix} .1736 & 0 & -1 & 15 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & -40 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Matriz de transformación inversa

3. Se multiplica la matriz de "Y" por "Z" conforme el orden de las rotaciones

$$T^{-1} = \begin{bmatrix} .1736 & 0 & 1 & 38.39 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ -1 & 0 & 0 & 15 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

$$Y * Z = \begin{bmatrix} C\theta * C\beta & -C\theta * S\beta & S\theta & C\theta * L2 + L1 \\ S\beta & C\beta & 0 & 0 \\ -S\theta * C\beta & S\theta * S\beta & C\theta & -S\theta * L2 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$



CONGRESO INTERNACIONAL DE INVESTIGACIÓN E INNOVACIÓN 20 Multidisciplinario

21 y 22 de abril de 2016, Cortazar, Guanajuato, México

IV. Conclusiones:

En el proyecto se logró observar que la adaptación e implementación del brazo robótico para seleccionar material como el PET y aluminio no es muy difícil ya que si se aplicara para la industria o un basurero sería incluso redituable, ya que los desechos como el PET y aluminio no solo se separarían, sino que se podría reciclar e incluso comercializar. En trabajos posteriores se pretende hacer varias mejoras como la disminución del ruido en los engranes y también una mejora en la programación ya que no se utilizó ningún sensor para el control y eso lleva a cabo una serie de desventajas, al implementarlo se podría optimizar el trabajo del manipulador.

n-robot-puede-ayudar-al-planeta-con-el-creciente-problema-de-desechos

[2] Mendonza Sánchez Eduardo Augusto, "Control de un Robot Manipulador", Tesis Profesional, Marzo 2004, Universidad de las Américas,

[3] Anibal, B. O. (2007). *Robótica Manipuladores y robots móviles*. México D.F.: Alfaomega grupo editor.

[4] *Tecnologías de la Información y de la Comunicación. Capítulo 6, Programación y control de procesos*. Juan A. Alonso, Santiago Blanco A., Santiago Blanco S., Roberto escribano, Víctor R. González, Santiago Pascual, Amor Rodríguez. Editorial Ra-Ma 2004.

[5] *Control y Robótica. Tema: Fundamentos de robótica. Curso provincial. CFIE Valladolid II*. Víctor R. González. Asesoría de Tecnología y FP.

V. Bibliografía:

[1] McNicoll , A. (2013, 01). *Un robot puede ayudar al planeta con el creciente problema de desechos*. Planeta CNN. Obtenido 11, 2015, de <http://mexico.cnn.com/planetacnn/2013/06/10/u>