

Programación de brazo robótico Lego® con Microsoft® Robotics Developer Studio

David Francisco Aguilar Ayala¹Mauricio Alonso Alarcón²Eduardo José Ángel³Ana Vanessa Mancía Castro⁴Idalia Beatriz Méndez Sandoval⁵Oswaldo Ernesto Ramírez Chacón⁶Erick Antonio Sandoval Vásquez⁷

Resumen:

El presente artículo describe el proceso de programación de un brazo robótico Lego® con Microsoft® Robotics Developer Studio. El proyecto consistió en la construcción de un mecanismo que transporte mediante una rutina predeterminada, “pelotitas” de colores a diferentes depósitos predeterminados según colores. También el sistema considera la aplicación de control remoto mediante un mando DUALSHOCK 3, aprovechando su conectividad BLUETOOTH del BRICK (Microprocesador desarrollado por lego, cuyo lenguaje básico se fundamenta en programación por bloques con funciones inalámbricas y otras características, que lo hacen ideal para el desarrollo de programas para robótica).

Palabras clave: Brazo robótico, prototipo robótico.

Abstract

This article describes the process of programming a Lego robot arm® with Microsoft® Robotics Developer Studio. The project involved the construction of a transport mechanism through a predetermined routine, to transport “balls” of colors to different determined deposits according to colors. Also the system considers the application of a remote control mechanism using a DUALSHOCK 3 controller, using its Bluetooth connectivity of BRICK (microprocessor developed by Lego, which is based on basic language programming blocks with wireless capabilities and other features that make it ideal for development programs for robotics).

Keywords: Robotic Arm, Robotic Prototype.

1. Introducción

Armar un brazo robótico implica aplicar una cantidad de conceptos básicos de diferentes disciplinas

del conocimiento, además de la aplicación de las máquinas que se usan en la mayoría de procesos industriales, por su gran capacidad de adaptarse a realizar diferentes tareas.

1. El autor es estudiante de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(david_chalate@hotmail.com)

2. El autor es estudiante de Ingeniería en Telecomunicaciones, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(fcb_mauricio@hotmail.com)

3. El autor es estudiante de Ingeniería en Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(edu_angel@hotmail.com)

4. El autor es estudiante de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(avcm100@hotmail.com)

5. El autor es estudiante de Ingeniería Eléctrica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(lalita_idalia@hotmail.com)

6. El autor es estudiante de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(oswernesto_elracha@hotmail.com)

7. El autor es estudiante de Ingeniería Mecatrónica, de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco.

(erick_2350@hotmail.com)

Fecha de recepción: 22/05/2012; Fecha de aceptación: 28/05/2012.

Para hacer más compleja la tarea de programar un brazo robótico Lego® con Microsoft® Robotics Developer Studio se incorporaron algunas características adicionales, tales como el control remoto aplicando la tecnología BLUETOOTH®, que hoy en día es uno de los medios inalámbricos más utilizados, esto valorando que estos brazos robóticos algunas veces trabajan en lugares donde un ser humano no puede estar directamente, ambientes con temperaturas muy altas o muy bajas y otros ambientes que resultan muy incómodos o que exponen mucho la vida del ser humano al realizar una tarea específica.

La implementación del mecanismo se hizo con la plataforma comercial de LEGO® MINDSTORMS®. Uno de los motivos principales para seleccionar esta plataforma es la facultad de poder armar y desarmar fácilmente el sistema sin tener que estar perdiendo recursos en la fabricación de las partes, lo cual podría resultar en un gasto innecesario. Además de eso, el procesador de LEGO® MINDSTORMS® posee diferentes características que pueden resultar muy útiles a la hora de implementar el brazo y programarlo, ya que además del software proporcionado por LEGO® se puede utilizar el programa desarrollado por MICROSOFT® para robótica: MICROSOFT® ROBOTICS DEVELOPER STUDIO, el cual basado en un sistema de programación por bloques permite programar en una gran cantidad de plataformas comerciales de robots y utiliza conectividad BLUETOOTH® para comunicarse con el robot.

Los objetivos del proyecto son:

- a) Desarrollar y comprobar la compatibilidad y versatilidad entre el hardware de Lego y el software de Microsoft.
- b) Integrar conocimientos de diferentes cursos de ingeniería y aplicarlos al diseño de un prototipo con fines industriales.

2. Prototipos

Durante el desarrollo del proyecto se realizaron diferentes pruebas y mecanismos para llevar a cabo el brazo robótico. A continuación se describen los diferentes prototipos y las características de cada uno, así como las ventajas y desventajas de los mismos, así como las razones por lo que se tuvieron que realizar cambios en el proyecto.

2.1. Prototipo BMA-01

El prototipo de grúa consta de las siguientes partes:

Base: Consiste en un servomotor unido al Brick para proporcionar un movimiento rotacional al brazo de 360° (ver Figura 1).

Ventajas: Buena libertad de movimiento y control de dirección.

Desventajas: Inestabilidad a la hora de mover el brazo, los cables se enrollan a la base cuando éste rota, lo cual podía resultar en un mal funcionamiento, daño de las piezas o conectores.

Brazo: Consiste en un armazón liviano sujeto a un motor que es el que permite el desplazamiento en el eje vertical unido a la base.

Ventajas: Su bajo peso permite al motor poder mover el brazo sin exceder su límite de potencia, además su longitud proporciona un mayor alcance a la hora trasladar una pieza de un lugar a otro.

Desventajas: Falta de rigidez y uniones débiles debidas al uso de pocas piezas para dicho prototipo, para evitar un sobre esfuerzo del servo motor.

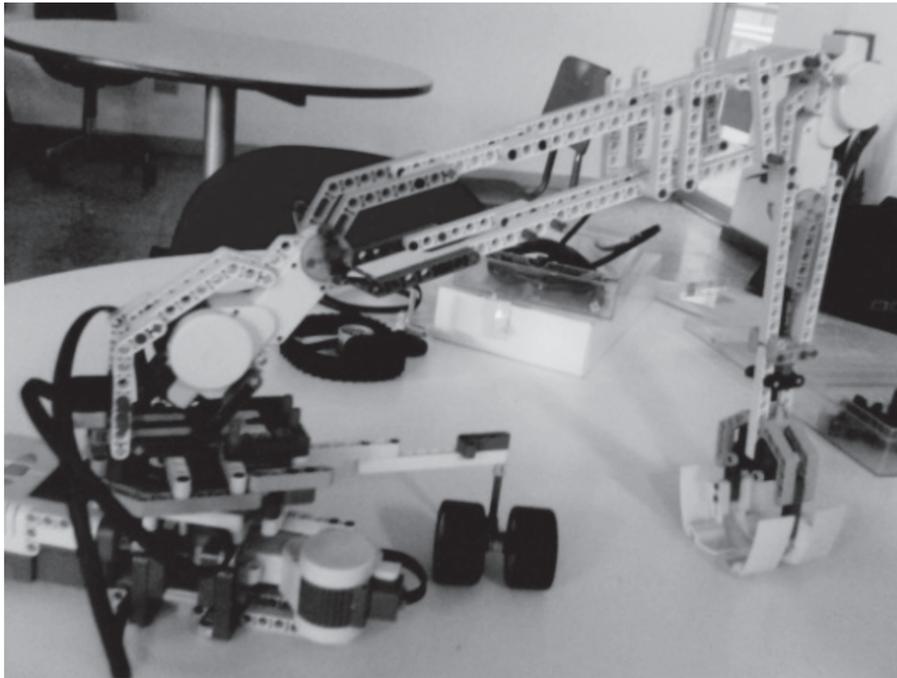


Figura 1. Prototipo de grúa, ensamblada en el Laboratorio de Energías Renovables, de la Universidad Don Bosco.

Pinza: En la Figura 2, se muestra una pinza la cual es la encargada de sujetar la pieza u objeto que se quiere desplazar con garras de tipo paleta para aumentar el área de sujeción. Aplicando un mecanismo cíclico de ida y retorno, transformando el movimiento circular en movimiento lineal para abrir y cerrar las pinzas.

Ventajas: Un agarre preciso y seguro a la hora de sujetar un objeto, con una buena capacidad de sujetar objetos de gran tamaño.

Desventajas: El peso resulta ser demasiado a la hora de acoplarlo al brazo, debido al peso de las piezas ya que se ocupó una cantidad considerable, este problema se hace más visible a la hora de acoplarlo al brazo, ya que el brazo de palanca aumenta el torque requerido del motor para moverlo, este problema se resolvió colocando un contrapeso en la parte trasera del brazo; el contrapeso resultó ser contraproducente ya que volvía inestable el movimiento y provocaba un movimiento muy brusco en todo el mecanismo.

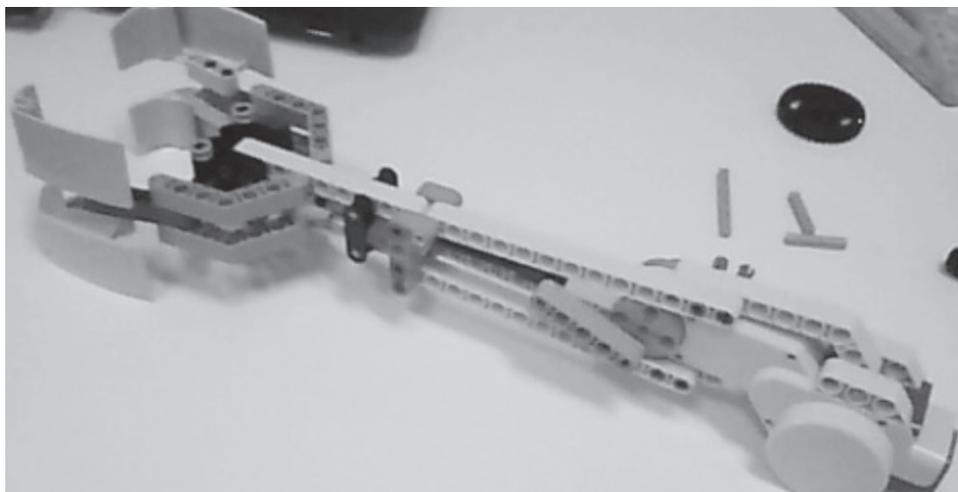


Figura 2. Prototipo de pinza.

2.2. Prototipo BMA-02

La Figura 3, muestra el prototipo de una grúa, la cual consta de las siguientes partes:

Base: Se decidió cambiar el sistema de movimiento de la base para buscar una alternativa más estable. Como resultado, se diseñó un mecanismo del tipo tanque, el cual hace que la base gire sobre su propio eje; en este punto se aplicó un eje diferencial, con el fin que cada llanta girara en un sentido opuesto a la otra, se colocaron llantas paralelas a las que giran sobre su propio eje; esto para no tener el problema de que el peso recaiga sobre el servomotor que se encuentra en la parte trasera como se puede observar en la Figura 3. El cual acciona el mecanismo del eje diferencial.

Ventajas: Mayor libertad de movimiento y se resolvió el problema con los cables, debido a que la base giraba junto con el Brick y los demás elementos electrónicos.

Desventajas: Las llantas delanteras entraban en contacto con la superficie solo en cierta posición del brazo, esto afectaba a la hora de volver a mover el brazo ya que la base se vuelve inestable.

Brazo: A diferencia del primer prototipo, para este caso se reforzó el brazo y se recortó su longitud para reducir el torque exigido al motor para mover el brazo, adicionalmente, el refuerzo resultó ser favorable en el acople de la pinza. El contrapeso se conservó por las mismas razones que en el primer prototipo.

Ventajas: Menor torsión requerida para su movimiento y mejor estabilidad en el mecanismo.

Desventajas: El radio efectivo se vio reducido en gran medida.

Pinzas: Se rediseñó el sistema de apertura y cierre con el fin de reducir la cantidad de piezas utilizadas y por efecto adicional el peso de la pinza. El mecanismo para este caso consiste en las pinzas acopladas directamente al motor.

Ventajas: Menor peso y mejor precisión en el agarre y simplificación del mecanismo para abrir y cerrar la pinza.

Desventajas: En la colocación del sensor de color hubo una gran inestabilidad a la hora de levantar con dicha pinza, por lo cual se tuvo que volver a rehacer la parte del brazo y la pinza para mayor firmeza de la misma.

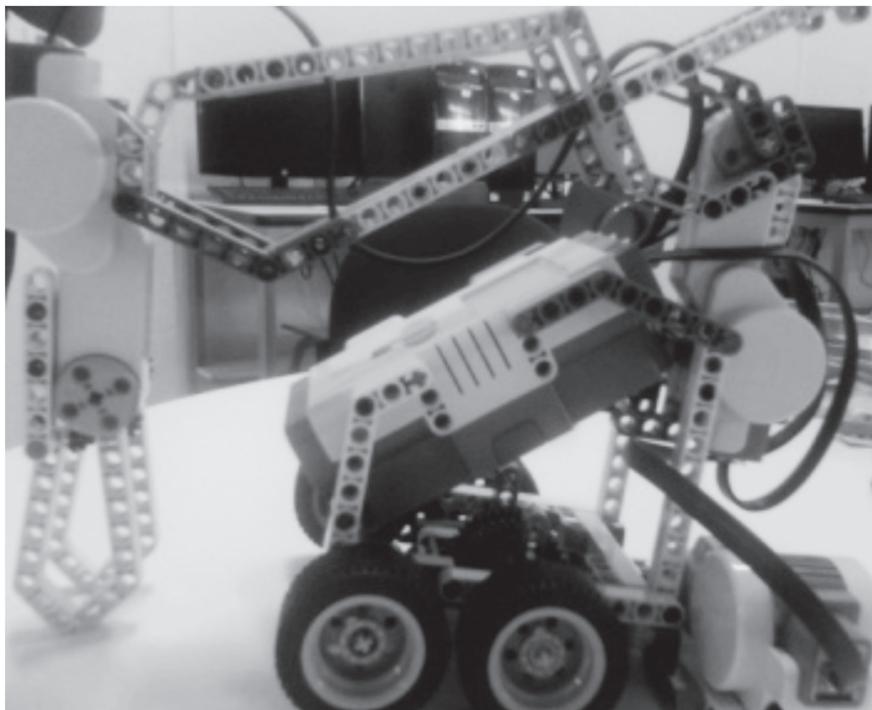


Figura 3. Prototipo de grúa, armado en el Laboratorio de Energías Renovables.

2.3. Prototipo: BMA-03 (beta)

La Figura 4, muestra el prototipo de una grúa la cual consta de las siguientes partes:

Base: Se ha conservado el diseño anterior de la base con ligeros cambios para disminuir el radio de la base, con el fin de evitar que ésta golpee objetos a su alrededor.

Ventajas: Menor radio de la base lo cual evita colisiones.

Desventajas: La posición de las llantas no es igual con respecto al centro de la base lo cual provoca un desfase en el movimiento de rotación.

Brazo: Se colocaron 2 engranajes de radio mucho mayor acoplados a unos de menor radio en la unión del brazo con la base, esto con el fin de aumentar el torque producido por el motor para poder elevar el brazo sin necesidad de un contrapeso.

Ventajas: El motor es capaz de levantar el brazo con solo el 40% de la potencia, pero para mejorar su estabilidad se ha optado por usarlo a 70% de su potencia, pero a comparación de los prototipos anteriores, éste es el que mejor desempeña la tarea.

Desventajas: El largo del brazo provoca una vibración en el mismo a la hora de rotar el mecanismo, pero a pesar de esto, es capaz de mantener el objeto que esté transportando.

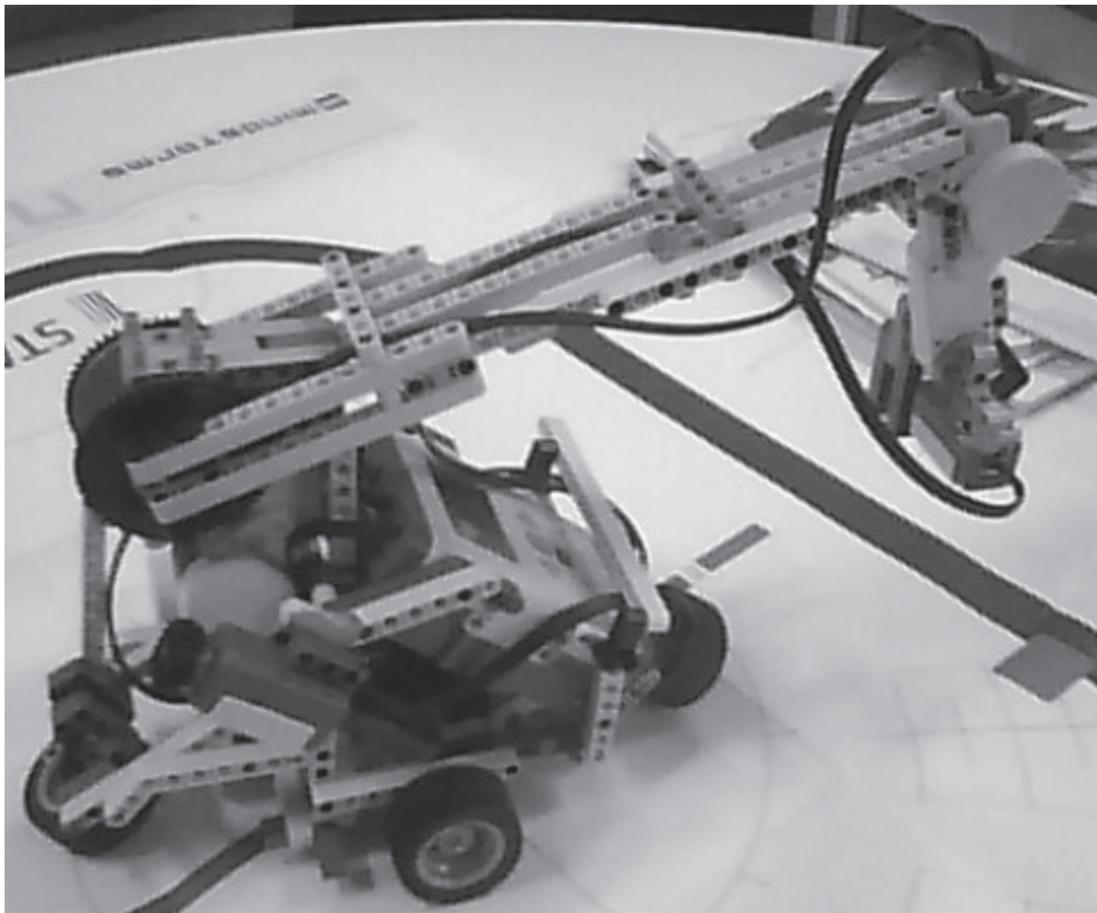


Figura 4. Prototipo final de la grúa.

Pinzas:

Ventajas: Buen agarre y firmeza a la hora de sujetar los objetos junto con el sensor de color.

Desventajas: Hasta el momento no ha presentado desventajas como los prototipos anteriores.

La Figura 5, muestra las pinzas del prototipo final de la grúa, a la cual se le agregó un sensor de colores para la rutina de selección.

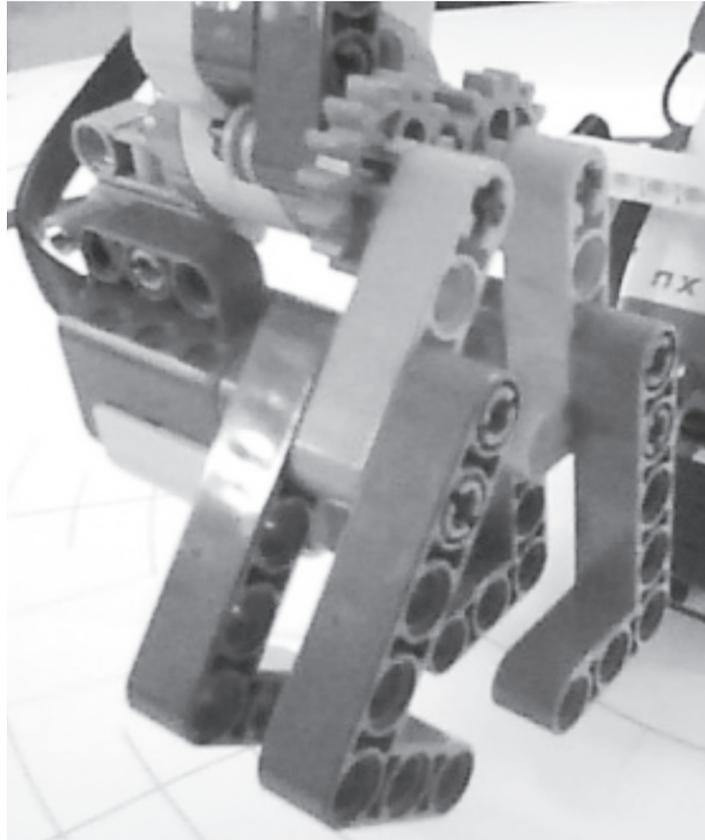


Figura 5. Pinzas del prototipo final.

3. Disciplinas del conocimiento utilizadas en la construcción del brazo robótico

Para la programación del brazo robótico se integraron diferentes disciplinas del conocimiento tales como física, estática, resistencia de los materiales, teoría de mecanismos y máquinas y fundamentos de programación. En la Tabla 1, se describen las

principales temáticas abordadas en cada una de estas disciplinas del conocimiento.

A continuación se dan en la Tabla 1 las materias y los temas en los cuales se han tomado de referencia para dicho propósito, que es hacer el prototipo más estable como sea posible así como el más apropiado a la hora de la implementación dada.

Tabla 1. Disciplinas del conocimiento aplicadas en la programación del brazo robótico.

DISCIPLINAS DEL CONOCIMIENTO	TEMÁTICAS APLICADAS
Física	a) Condición de equilibrio b) Brazo de palanca (torque)
Estática	c) Análisis de estructuras d) Coordenadas y vectores

Resistencia de los materiales	e) Esfuerzos f) Carga máxima
Teoría de mecanismos y máquinas	g) Diferencial de engranes h) Tren de engranajes i) Grados de libertad j) Juntas y enlaces
Programación	k) Programación básica (Lenguaje C)

4. Conclusiones

La aplicación de Legos para la creación del proyecto se justifica en que es una buena plataforma para el desarrollo de prototipos, por su fácil manipulación, lo cual resulta en ahorro de recursos en caso de algún error y una muestra clara de ello es la cantidad de prototipos que se pueden desarrollar con dicha plataforma.

Los aspectos más importantes a la hora de armar el prototipo de la garra fue el uso limitado de piezas que se tenían a disposición para dicho proyecto.

En el proceso de la construcción del prototipo se presentaron ventajas y dificultades que abonaron para el desarrollo más óptimo del mecanismo. La utilización de los legos ha proveído grandes ventajas, una de ellas es la facilidad de implementación de prototipo, ya que si algo sale mal se da la facilidad de desarmar y volver a armar. Otra ventaja es lo amigable del programa en sí, y la creación de prototipos a través de la experimentación de mecanismos.

5. Referencias bibliográficas

Leo, Atanasio (2001). Física para Ingenieros, Editorial MUNDI-PRENSA LIBROS, S.A., ISBN: 9788471149886.

Bedford Fowler, Anthony (1997). Estática. Mecánica para Ingenieros, quinta edición, Editorial Addison-Wesley.

Ortiz Berrocal, Luis (1990). Resistencia de Materiales, Editorial McGraw-Hill.

Shigley, Joseph Edward; Uicker, John Joseph (1996). Teoría de máquinas y mecanismos, Editorial McGraw-Hill.

Joyanes Aguilar, Luis (2006). Programación en C ++. Un enfoque práctico, Editorial McGraw-Hill, ISBN: 9788448146436.

.....

Cómo citar este artículo:

AGUILAR, David Francisco; ALARCÓN, Mauricio Alonso; ÁNGEL, Eduardo José; MANCÍA, Ana Vanessa; MÉNDEZ, Idalia Beatríz; RAMÍREZ, Oswaldo Ernesto; SANDOVAL, Erick Antonio. "Programación de Brazo robótico Lego® con Microsoft® Robotics Developer Studio". Ing-novación. Revista semestral de ingeniería e innovación de la Facultad de Ingeniería, Universidad Don Bosco. Junio – Noviembre de 2012, Año 2, No. 4. pp. 75-81. ISSN 2221-1136.

