

# Xupebots Team Description Paper

Gabriel A. Ahumada, Marcela B. Polanco, Rimsky A. Rojas, Miguel A. Solís.

**Abstract**— Como es costumbre, cada año se realiza la Competencia Latinoamericana de Robótica, siendo ésta la 9<sup>o</sup> versión. Este documento describe aspectos generales de la solución planteada, profundizando en aquellos aspectos más relevantes relacionados con la construcción (diseño mecánico) y programación (diseño de algoritmos para localización y corrección de su localización, sistema de detección y traslado de tubos y comunicación inalámbrica entre otros).

**Index Terms**— Bluetooth, Compás, LARC 10, Lego NXT, Petróleo, Robot-C, UTFSM, Xupebots.

## I. INTRODUCCIÓN

El desafío de este año, en la Categoría IEEE SEK del Larc 2010, se basa en el trabajo colaborativo de 2 robots, cuyo objetivo es reparar un oleoducto que es representado por tubos de PVC de color azul, de un diámetro de 5[cm] y un largo de 20 [cm]. Se construirán 2 robots de un tamaño máximo tal que cada uno quepa en un cubo de 25 [cm] por lado. Estos robots se comunicarán entre sí vía bluetooth, para trabajar de manera conjunta, y cumplir con el desafío en el menor tiempo posible. Habrá penalizaciones de acuerdo al tiempo de contaminación de petróleo, ya sea al no sacar la tubería dañada, o al tener la válvula de petróleo abierta y no haber completado la reparación.

Cada robot estará ubicado en un extremo del escenario, así cada robot podrá trabajar de forma autónoma por su sector más cercano, y luego realizar tareas complementarias a cada uno para realizar el trabajo de forma más eficiente.

## II. DISEÑO

### A. Diseño Mecánico

Debido a que ambos robots trabajarán en conjunto y realizarán las mismas funciones al mismo tiempo, se optó por construir dos robots iguales y a los cuales se les dotó de las herramientas necesarias para las tareas que deben realizar, siendo estas, levantar tuberías y trasladarlas hacia otra posición en donde esta debe permanecer “de pie”, además el robot debe tener la capacidad de empujar los codos de la cañería (representados por cubos) en forma pareja de manera de no rotarlos, esto se logra mediante el uso de pinzas que son capaces de levantar el tubo y mantenerlo en suspensión (sin necesidad de aplicar torque al motor para esto) mientras se traslada a la ubicación de destino, además las pinzas pueden

ser recogidas tanto para empujar como para su almacenamiento en forma compacta.

Además, el robot debe tener la capacidad de saber en cada momento en que cuadrante del escenario se encuentra y poder doblar en cualquier dirección que sea necesario, por estas razones se le dotó de un sensor de línea además de un compás que le dará la dirección con respecto al norte magnético, además para evitar problemas en el viraje, y que este sea lo más libre posible, se le dotó de una rueda omnidireccional central, el giro del robot se logra moviendo independientemente tanto la rueda izquierda como la derecha, posicionadas en la parte trasera del robot para así darle mayor fuerza al momento de empujar.

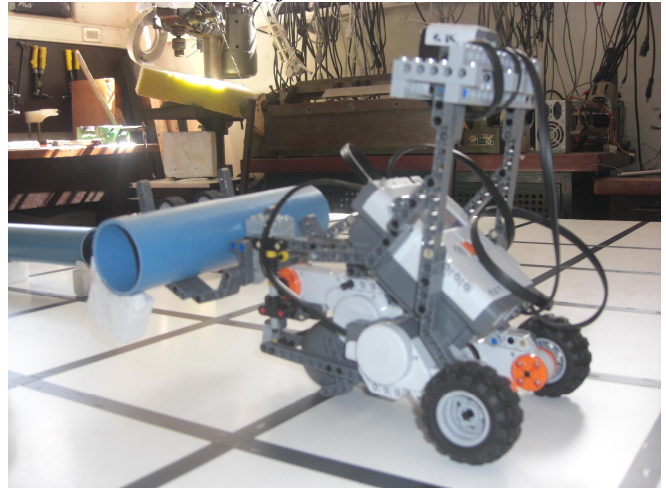


Figura 1: Robot Rocky transportando un tubo

### B. Diseño de Algoritmos

La programación del robot se realizó en el lenguaje RobotC, se eligió esta plataforma ya que presenta facilidades sobre el manejo de sensores (funciones genéricas y asignaciones por interrupción de fácil seteo) y la posibilidad de depurar en tiempo real el código.

Los algoritmos se separan en 3 categorías: Sistema de ubicación y corrección utilizando un sensor de brújula magnética, el Sistema de detección y acarreo de tubos, y el sistema de desplazamiento.

Sistema de ubicación y corrección:

La idea principal para el desplazamiento del robot es utilizar la disposición del campo magnético en el escenario para alinear el trayecto y corregir los giros, para lograr tal cometido se generó una planilla bidimensional que contiene información sobre la dirección del “norte magnético” en

cada cuadrícula del escenario. Tales datos son almacenados en un archivo dentro de cada robot y son utilizados como referencia dentro de un lazo de control.

Dado que los motores del NXT poseen un control PID interno de velocidad, solo basta cerrar un lazo simple de control P aplicado en el algoritmo de giro de las ruedas, de forma tal que el ajuste de la velocidad quede en función del ángulo entre el valor actual del sensor de compás electromagnético y la referencia, para corregir su avance y cambio de dirección.

La referencia es obtenida de la planilla mediante un algoritmo de detección de orientación que calcula las próximas coordenadas de robot a partir de su ubicación actual.

Sistema de detección y traslado de tubos.

El robot utiliza un sensor de distancia para detectar la proximidad adecuada al tubo, antes de esto el robot se habrá asegurado de haber bajado las pinzas a la ubicación correcta, esto se logra utilizando el encoder interno de los motores, así controlando los ángulos girados por estos, se tiene el control de las pinzas, las cuales se unen a los motores con engranajes que si bien bajan considerablemente la velocidad con que se abren o cierran, aseguran un movimiento preciso y fuerte controlado únicamente vía software. Para depositar los tubos, el robot se ubica un casillero antes de donde será ubicado el tubo, baja las pinzas hasta el suelo y el tubo queda sobre sus soportes, luego el robot se retira y continúa con su itinerario.

Sistema de desplazamiento.

El robot posee dos motores para realizar el desplazamiento, por lo que para avanzar se mueven ambos motores conjuntamente en el mismo sentido, para girar hace uso de la rueda omnidireccional y gracias a esta puede girar sobre su propio eje (al devolverse) o sobre alguna de sus ruedas (al doblar ya sea a izquierda o derecha). En cuanto al desplazamiento sobre el escenario, está en estudio el uso de sensores de línea para saber cuanto se a movido desde una ubicación anterior, o el uso del encoder interno de los motores, ajustando parámetros y determinar de esta forma cuanto se ha desplazado el robot dentro del escenario.

### C. Comunicación

Para lograr una coordinación de movimientos o para lograr cumplir todos los objetivos, es necesario que los microcontroladores (ladrillos) NXT se puedan comunicar. Esta comunicación se realizará vía Bluetooth, cada robot estará enviando y recibiendo mensajes, de forma que cada uno esté enterado de la posición de su compañero, para así evitar choques entre ellos, o dar alguna señal de espera en caso de que sea necesario.

Estos ladrillos tienen canales disponibles para comunicarse hasta con 3 otros ladrillos, por lo que no existe ningún problema en cuanto a factibilidad técnica para realizar esta tarea. Además, se ocupará una estructura multi-hebra, de forma que se creará una tarea encargada de estar recibiendo mensajes todo el tiempo en que dure la ronda, y otra tarea para que el robot envíe un mensaje cada vez que se mueva a un nuevo casillero.

### III. PRUEBAS

Se han realizado pruebas de la estructura de los robots, comprobando las capacidades de estos, tanto como para lograr levantar los tubos y mantenerlos sujetos mientras se traslada a otra ubicación y luego depositar correctamente el tubo, se corroboró la integridad del robot al momento de empujar, además se comprobó el correcto funcionamiento de los sensores utilizados, tanto el de proximidad de tubo, como el de línea y el compás, también se probó la comunicación por bluetooth .

### IV. CONCLUSIONES

En cuanto al desarrollo técnico del desafío, pudimos manejar de forma más avanzada los sensores incluidos en los kits Lego Mindstorms NXT, explotando su uso al máximo. Así también, se aprovechó el manejo de ficheros dentro del microcontrolador, para guardar y leer datos correspondientes a lecturas del sensor de compás electromagnético.

El desafío planteado presentó varios objetivos a cumplir para lograr una buena solución de este, objetivos que fueron logrados desarrollando distintas habilidades en el grupo.

A través de habilidades como la conceptualización, la comunicación, trabajo en equipo y una calendarización fue posible el desarrollo de este proyecto, que presentaba como meta el cumplimiento del desafío planteado como la organización del Larc 2010.

### V. REFERENCIAS

- [1] <http://mindstorms.lego.com/en-us/support/files/default.aspx>
- [2] <http://www.robotc.net/download/nxt/>
- [3] <http://www.robotc.net/forums/viewtopic.php?f=1&t=2561>
- [4] <http://www.robotc.net/forums/viewtopic.php?f=1&t=2406>
- [5] <http://www.robotc.net/forums/viewtopic.php?f=1&t=2407>