

B o l e t í n UNAMente Robótica



Año 4 N° 15 Publicación Bimestral Diciembre de 2017

A casi seis años de haber iniciado el proyecto PE104212 *"Mejoramiento de la calidad educativa en Ciencias Básicas a través de la robótica"* del PAPIME¹ que tuvo una duración de tres años, y su continuación con el PE109415 *"Aplicación del aprendizaje basado en problemas y el colaborativo para potenciar el aprendizaje de los alumnos de Ciencias Básicas"*, también de tres años de duración, vale la pena reflexionar en los logros que se han obtenido, y también, por qué no, comentar lo que no se pudo hacer.

Quedan grandes satisfacciones, como el hecho de haber presentado seis trabajos en diferentes foros internacionales, uno en Valencia, tres en Barcelona, uno en Sevilla y uno en Florida, que permitieron un crecimiento en lo particular a las personas que los presentamos, pues ninguno antes había presentado ponencias en inglés, y un crecimiento también como grupo de trabajo al compartir las experiencias y en un trabajo colaborativo, con la preparación de los escritos.

La organización de cuatro simposios locales sobre enseñanza de la robótica con la participación de algunas escuelas del bachillerato de la UNAM, así como de las facultades de Ingeniería, Ciencias y Veterinaria, lo que nos permitió fortalecer o iniciar una más estrecha relación entre los diferentes miembros de la comunidad y conocer el trabajo que realizamos en cada entidad para unir esfuerzos y mejorar resultados.

La realización de proyectos por parte de los alumnos en asignaturas específicas, en donde aplicaban de forma inmediata los conceptos teóricos aprendidos en clase por medio de la realización de un prototipo controlado en la mayoría de las ocasiones con la tarjeta de desarrollo Arduino, fue el eje de trabajo principal, pues de ahí emanaron las ponencias y diferentes concursos que se realizaron y en donde los alumnos presentaban sus trabajos para competir con otros ante un jurado formado por profesores de las asignaturas. De esta forma se realizaron prototipos de medidores de coeficientes de fricción, lanzadores

¹ Programa de Apoyo a Proyectos para la Innovación y el Mejoramiento de la Enseñanza, de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, DGAPA, UNAM

de pelotas de ping-pong, carritos medidores de longitud de arco entre otros; en lugar de que el alumno se preguntara “esto de qué me va a servir”, logramos cambiarlo por un “dinos en qué lo puedes aplicar”.

Lamentablemente no logramos incluir a más profesores en la realización de proyectos, y aprovechar la disposición y creatividad con que suelen sorprendernos los alumnos, que contrasta con la de algunos colegas que no les gusta intentar cosas novedosas, si bien se entiende que realizar una de estas actividades demanda mayor tiempo, además del que deben invertir en la preparación de su clase y en la calificación de las tareas que dejan.

En fin, un reconocimiento a los profesores que participaron en estos proyectos, encabezados por Yukihiro Minami K. siempre “empujando fuerte” en la realización de la actividades, pero también, siempre “apoyando fuerte” en ver que se tuviera todo al alcance, tanto material como en administración de recursos, y en el soporte académico que hiciera falta, todo un Sensei².

Se tuvo que incursionar en la enseñanza en línea de la tarjeta de desarrollo Arduino para satisfacer las necesidades que implicaba el aprendizaje por parte de los alumnos y también de los profesores; así se transitó desde su enseñanza en cursos extracurriculares en un principio, pasando por una incipiente página en google sites, que ayudó a aligerar la carga de trabajo en dichos cursos, hasta la realización de un curso MOOC³ en línea distribuido por Coursera, que además de satisfacer las necesidades internas, ayuda a los alumnos del bachillerato de la UNAM y por supuesto, con un alcance internacional. Se puede acceder a dicho curso con la siguiente liga <https://www.coursera.org/learn/arduino-aplicaciones>

Agradecemos la colaboración de los integrantes del Taller de Robótica Abierta, que durante todo este tiempo asesoraron, tanto a alumnos como a profesores, en la realización de sus prototipos, en la elaboración e impartición de los cursos de Arduino y en todas las actividades de apoyo a estos proyectos PAPIME. Esperamos seguir participando con algunas actividades producto de estos proyectos y nuevamente un agradecimiento a todas las personas involucradas en los mismos.

Alfredo Arenas González
Profesor de asignatura de la Facultad de Ingeniería, UNAM

2 Sensei es un término en japonés usado como título honroso para tratar con respeto, y admiración a un maestro o profesional de cualquier área. La palabra sensei significa “aquel que nació antes”, ya que “*kanji*” corresponde al “*sen*” significa “antes” y al “*sei*” expresa “nacimiento”. Consultado en <https://www.significados.com/sensei/> el 16 de noviembre de 2017.

3 Massive Open On-line Course, curso en línea masivo y abierto.

DESARROLLO DE DOS PROTOTIPOS CON LA TARJETA ARDUINO

Parte 2: torre de caída libre

La torre de caída libre es un juego de los principales parques de atracciones, y es conocido con diferentes nombres: en Six Flags se conoce como “Kilahuea”, en la Feria de Chapultepec como “Power Tower”. Las versiones cambian en el número de pasajeros, la distribución de los mismos, la velocidad alcanzada y la altura. En lo que coinciden todas las versiones es en elevar a los pasajeros a una gran altura a una velocidad lenta, y cuando se alcanza la máxima altura los pasajeros caen de manera súbita. Este modelo pretende simular dicho mecanismo.



Para el diseño del prototipo se utilizó un motor de corriente directa con reducción para el movimiento ascendente. Al igual que el modelo de la rueda de la fortuna comentado en el Boletín núm. 14, se realizó con material reciclado y se tomó como referencia el tutorial que puede accederse en la liga <https://www.youtube.com/watch?v=7UsmJgHU6wk> adaptándolo a las necesidades de una banda totalmente vertical.

Programa

```
1  int Led_rojo = 13; // pin led rojo
2  int Led_verde = 12; // pin led verde
3  int ene = 11; // pin control de velocidad del motor
4  int motorA = 9; // pin para control sentido de giro
5  int motorB = 8; // pin para control sentido de giro
6  int pwm1 = 100; // velocidad 1
7  int pwm2 = 255; // velocidad 2
```

Se utilizaron dos leds como indicadores de alto total y de operación del dispositivo; en el encabezado se declaran los pines asociados a sus salidas (línea 1 y 2), así como los empleados para el control del motor (líneas 3 a 5), se establecieron dos velocidades de giro del motor, las cuales se pueden variar según las características del motor que se disponga (línea 6 y 7).

```
9  void setup()
10 {
11  // Declaramos los pins de salida digital
12  pinMode(motorA, OUTPUT);
13  pinMode(motorB, OUTPUT);
14  pinMode(Led_verde, OUTPUT);
15  pinMode(Led_rojo, OUTPUT);
16 }
```

Se declaran los pines que se utilizarán como salidas digitales: para el control de sentido del motor (línea 12, 13) y los leds (líneas 14 y 15). La rutina consta de dos etapas, la primera es cuando el dispositivo se encuentra esperando que los usuarios accedan al juego, se encuentra apagado el motor y encendido el led rojo de “alto total”, espera 5 segundos.

```

19 void loop()
20 {
21     // I Tiempo de ascenso descenso de pasajeros
22     analogWrite(ene,0);           // apaga motor
23     digitalWrite(Led_verde, LOW); // apaga el led verde
24     digitalWrite(Led_rojo, HIGH); // enciende led rojo
25     digitalWrite(motorA, LOW);    // salidas de direccion apagadas
26     digitalWrite(motorB, LOW);    // salidas de direccion apagadas
27     delay(5000);                  // espera

```

Transcurridos los 5 s, empieza a parpadear el led rojo, indicando que está próximo el inicio del movimiento del juego.

```

29     // parpadea led rojo
30     for (int asiento = 0; asiento < 7; asiento++) {
31         digitalWrite(Led_rojo, HIGH); // enciende led rojo
32         delay(100);                  // espera un segundo
33         digitalWrite(Led_rojo, LOW);  // apaga led rojo
34         delay(100);                  // espera un segundo
35     }

```

La etapa dos de la rutina es cuando entra en acción el juego, se enciende el led verde como indicador y se apaga el rojo. Comienza el ascenso de los asientos, por medio del giro del motor en el sentido A y a la velocidad establecida como pwm1 (línea 46), durante 3 s (este tiempo depende del diseño físico del modelo, debería ser el tiempo suficiente para colocar los asientos en el punto más alto de la torre).

```

38     // II Inicio del juego
39     digitalWrite(Led_verde, HIGH); // enciende led verde
40     digitalWrite(Led_rojo, LOW);   // apaga led rojo
41     delay(3000);
42
43     // II.I Comienza a subir los asientos a una velocidad lenta
44     digitalWrite(motorA, HIGH);    // pines de control en sentido A
45     digitalWrite(motorB, LOW);
46     analogWrite(ene,pwm1);         // encendido del motor a velocidad 1
47     delay(3000);

```

Se detiene el motor (línea 50) y comienza el descenso de los asientos mediante el giro del motor en sentido contrario al inicial, lo cual se logra cambiando el estado de los pines de control del motor (líneas 54, y 55), la velocidad empleada en el giro es mayor, declarada en pwm2 (línea 56).

```

49     // II.II se encuentra el juego en la cúspide, pausa
50     analogWrite(ene,0);           // apaga motor
51     delay(2000);
52
53     // II.III Caída de los asientos a alta velocidad
54     digitalWrite(motorA, LOW);    // pines de control en sentido B
55     digitalWrite(motorB, HIGH);
56     analogWrite(ene,pwm2);         // encendido del motor a velocidad 2
57     delay(3000);

```

De igual manera la duración de encendido dependerá de las características deseadas (línea 57).

Los asientos son nuevamente colocados en la cúspide con la mayor velocidad del motor (líneas 60 a 63) y finalmente el descenso se realiza a menor velocidad.

```
59 // II.IV Subida de los asientos a alta velocidad
60 digitalWrite(motorA, HIGH); // pines de control en sentido A
61 digitalWrite(motorB, LOW);
62 analogWrite(ene,pwm2); // encendido del motor a velocidad 2
63 delay(3000);
64
65 // II.V Bajada de los asientos a baja velocidad
66 digitalWrite(motorA, LOW); // pines de control en sentido B
67 digitalWrite(motorB, HIGH);
68 analogWrite(ene,pwm1); // encendido del motor a velocidad 1
69 delay(5000);
70 }
```

Implementación electrónica

Material

- tarjeta Arduino UNO
- motor de DC con reducción
- circuito Integrado L293D
- batería 12 V (depende del modelo del motor, en el diagrama se indica de 9 V)
- led rojo
- led verde
- 2 resistores de 330 Ω .

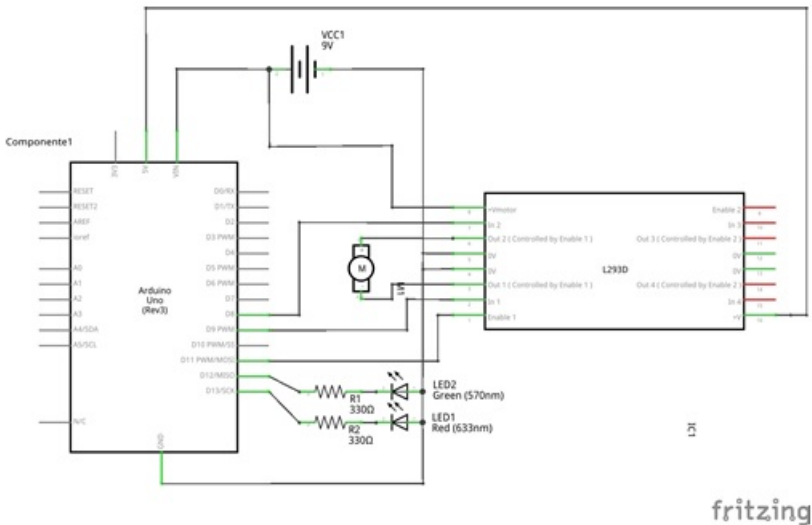


Figura 1 Diagrama esquemático.

Se utilizaron las terminales de la tarjeta de la siguiente manera:

- pin 13: led rojo
- pin 12: led verde
- pin 11: Salida del control de velocidad del motor PWM
- pin 9: salida de control de dirección del motor, motorA
- pin 8: salida de control de dirección del motor, motorB.

El empleo del circuito integrado puente H, L293D, es fundamental para poder suministrar al motor la corriente necesaria para su funcionamiento; el pin 11 controla el encendido y apagado y la velocidad de rotación del mismo, mientras que el 8 y 9 el sentido de giro, de modo que siempre deben ser opuestos para que pueda funcionar, es decir, uno debe estar en alto mientras que el otro se encuentra en nivel lógico bajo.

En la figura 1 se muestra el diagrama esquemático, en la figura 2 la implementación del circuito, y en la figura 3 la fotografía del modelo implementado.

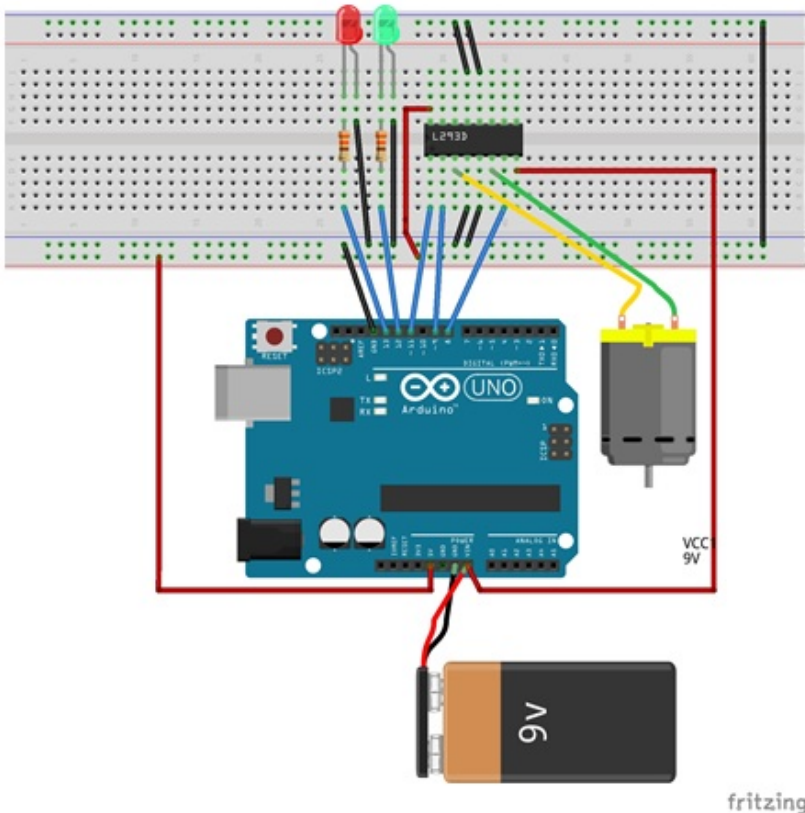
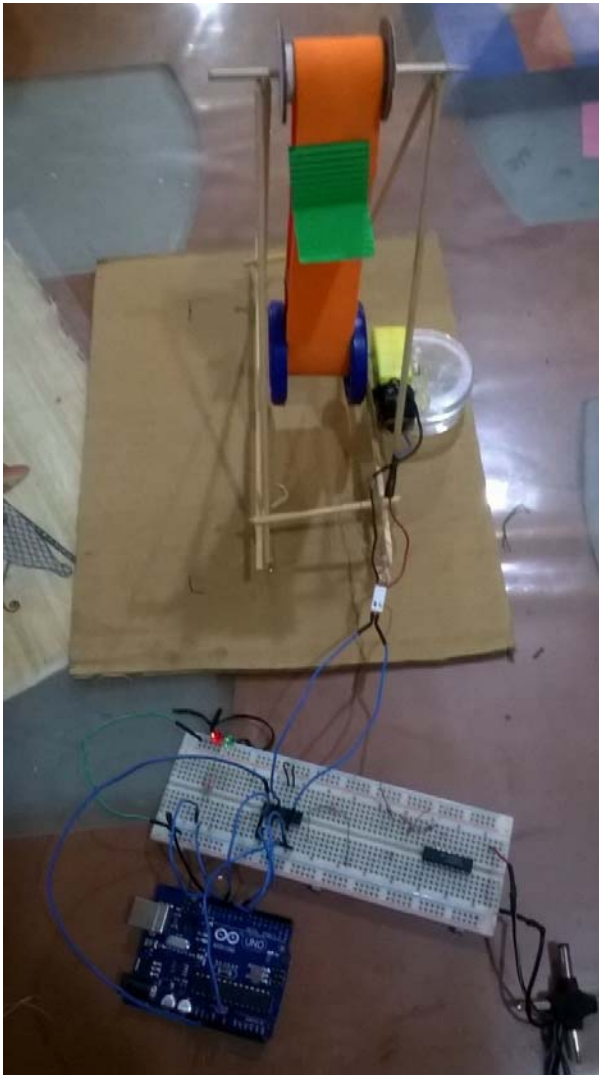


Figura 2 Conexión en la protoboard.



*Figura 3
Fotografía de la
implementación.*

Con este ejemplo, junto con el de la rueda de la fortuna, se pretende mostrar el funcionamiento del control de dos tipos de motores, en el primero de un motor paso a paso y en éste de un moto-reductor de corriente directa. Como se puede constatar, las características de funcionamiento tales como sentido de giro y velocidad se pueden modificar con base en los segmentos de código proporcionados.

Adriana Yoloxóchil Jiménez Rodríguez
Profesora de asignatura de la Facultad de Ingeniería de la UNAM

FinDER: un robot de búsqueda y rescate para entornos de desastre

Los entornos de desastre siempre han sido un tema de inquietud global, ya sean provocados por fenómenos meteorológicos, geológicos o los ocasionados por el hombre, son un riesgo latente para la población mundial. Dadas estas situaciones de riesgo, existen diversos equipos de trabajo que se preparan para ayudar a las tareas de búsqueda y rescate de las víctimas dentro de situaciones de desastre. La tecnología ha desarrollado nuevas herramientas que facilitan las tareas de los equipos de rescate, las cuales pueden ser sensores sofisticados o sistemas mecatrónicos capaces de resolver diferentes tareas sin necesidad de exponer la vida; es por ello que mejorar estos sistemas es un área de oportunidad para la ingeniería moderna.

Ante este gran reto, la Facultad de Ingeniería a través de la participación de un equipo de trabajo constituido principalmente por alumnos y profesores asesores, se ha dado a la tarea de diseñar, construir y probar robots que ayuden en las tareas de búsqueda y rescate, y que tiene como objetivo el desarrollo de sistemas robóticos que sean útiles en dichas tareas además de fomentar el aprendizaje integral de los alumnos.

Este grupo de trabajo se conoce como Taller de Robótica Abierta de la División de Ciencias Básicas, principalmente dedicado a robótica móvil y apoyo a la docencia mediante cursos, asesorías y proyectos. Dentro de sus proyectos se encuentran robots aéreos, acuáticos y terrestres orientados a la búsqueda y el rescate de víctimas. Dentro de esta última categoría se encuentra el robot FinDER, acrónimo en inglés de **F**inder **i**n **D**isaster **E**nvironment **R**obot, o robot de búsqueda en entornos de desastre, el cual es producto de un desarrollo tecnológico realizado gracias al proyecto UNAM-DGAPA-PAPIIT IT102615

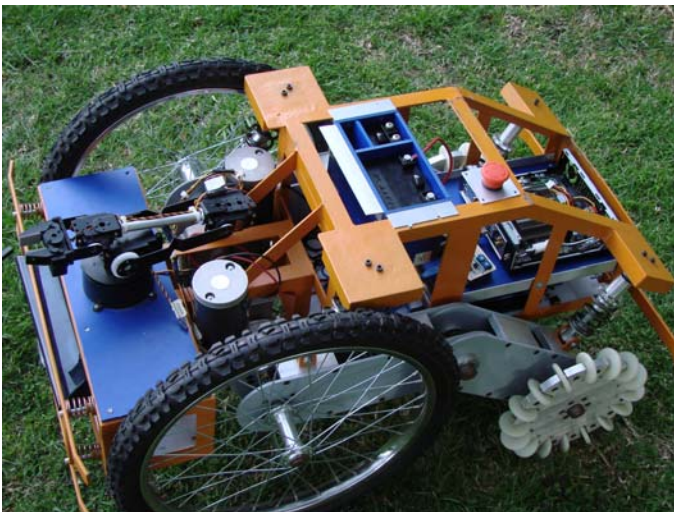


Figura 1 FinDER versión 1.

“Robots no convencionales para tareas de exploración y búsqueda”, que inició en el 2012 con la versión uno, y actualmente continua con la número tres.

FinDER v1

Para esta primera versión del robot, lo más importante fue desarrollar un sistema que cumpliera los principios básicos de operación de este tipo de robot, y que a su vez permitiera el aprendizaje de las nuevas tecnologías emergentes por parte de los alumnos, para su implementación en el sistema.

Las características de esta primera versión fueron:

- La accesibilidad a los entornos de desastre limitados por medio de una tracción de cuatro ruedas
- Subir planos inclinados, hasta de 15° y algunos obstáculos pequeños, de menos de 15 cm de altura
- Sistemas electrónicos y software que tienen que ver con el funcionamiento del robot, la navegación, los sistemas de comunicación, algunos algoritmos incipientes de búsqueda, así como la instrumentación y el control.

El análisis de la primera versión, en cuanto a desempeño en las superficies con obstáculos y funcionamiento en general, se tomó como punto de partida para la segunda versión.

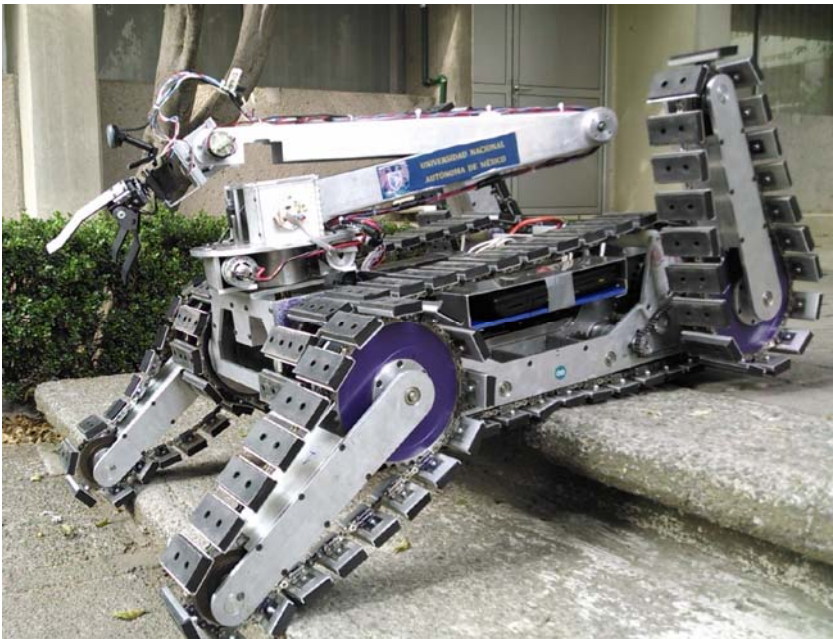


Figura 2 FinDER versión 2.

FinDER v2

En esta segunda versión se modificaron aspectos como la tracción con la superficie, navegación en áreas con obstáculos mayores, irregularidades e inclinaciones más pronunciadas, manipulación de objetos, fácil mantenimiento y despliegue.

Para cumplir lo anterior se diseñaron orugas de aluminio y neopreno para la tracción y cuatro brazos auxiliares para facilitar el desplazamiento del robot, un brazo robótico para la manipulación de objetos y un diseño fácil de ensamblar. Las principales características del robot fueron:

- Navegación por terrenos irregulares y reducidos mediante el uso de orugas
- Paso de obstáculos tales como pendientes hasta de 45°, escaleras, elevaciones de hasta 0.30 m de alto con ayuda de 4 brazos auxiliares
- Brazo manipulador de 6 kg de masa propia, con un alcance máximo de 1.10 m capaz de manipular una carga de unos 0.25 kg
- Se implementó el middleware ROS (Robot Operating System).

Después de estas dos iteraciones del FinDER, seguían existiendo aspectos por mejorar, involucrando movilidad en articulaciones, transmisión de movimiento en las mismas, entre otros. En la parte del brazo: manipulación de objetos, y la implementación de un software para un control más estable del robot.

FinDER v3

Para esta versión, un nuevo diseño de locomoción fue implementado con orugas diseñadas a partir de bandas de poliuretano para una mejor tracción con la superficie, junto con la re-configuración de los cuatro brazos auxiliares los cuales se adaptaron a las nuevas orugas. Por último, un sub-sistema de suspensión fue añadido con dos propósitos principales: lograr mayor suavidad en los movimientos y ofrecer tensión a las orugas.

Con respecto a la manipulación, fue desarrollado un nuevo brazo con 6 grados de libertad y un gripper como efector final. Para la parte de navegación y detección de víctimas, se instalaron cinco cámaras localizadas en puntos estratégicos del robot, varios sensores tales como un térmico, uno de gas CO₂, uno inercial y un telémetro láser, todo esto controlado por software mediante el middleware ROS a través de dos computadoras, una a bordo del robot y otra remota para el operador del mismo.

En esta versión, se cuenta con una interfaz del operador en la que se observan todos los aspectos ya mencionados del robot, mediante una HRI, o interfaz

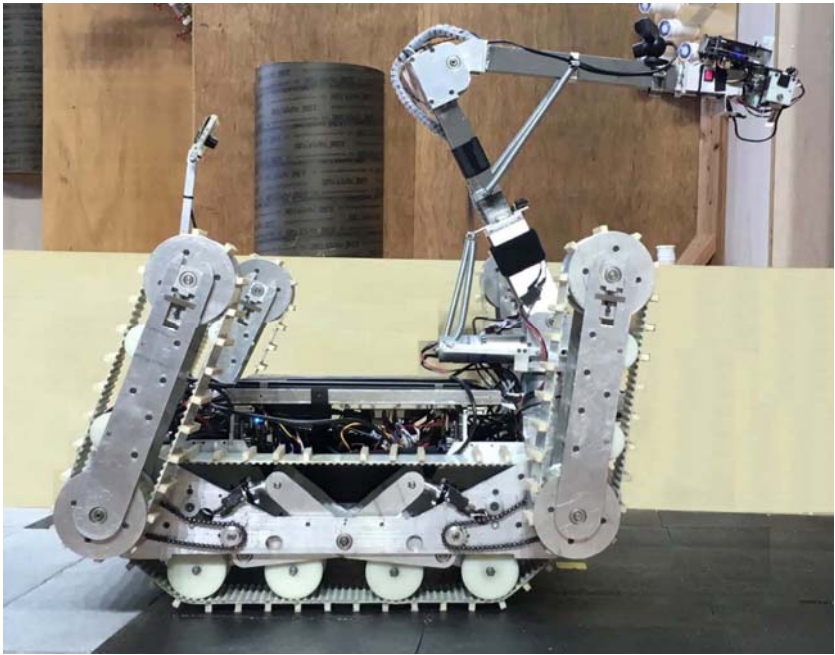
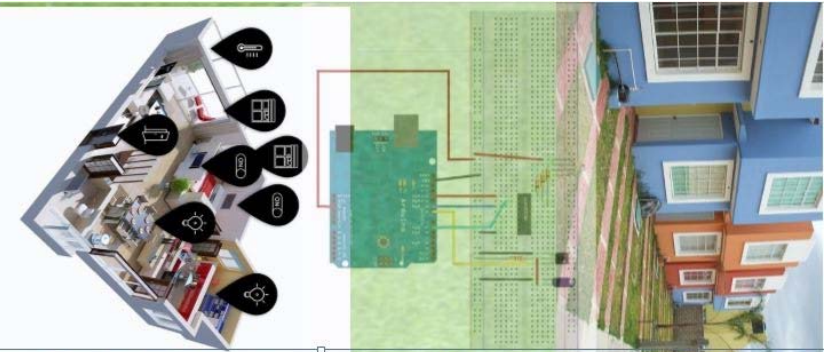


Figura 3 FinDER versión 3.

humano robot, por las siglas en inglés de Human Robot Interface, con el cual es posible tener una representación virtual del robot y así tener una mejor perspectiva del sistema. También es posible ver las interacciones del robot con el exterior, mediante el sistema de navegación (cámaras y algunos sensores), que permite la tele-operación del robot así como su navegación autónoma en que está trabajando actualmente.

Esta última versión del FinDER participó en la *Major Rescue Robot League* de la *RoboCup 2017* celebrada en Nagoya, Japón, en donde los robots son puestos a prueba en diversos escenarios que exigen al máximo sus capacidades de movilidad, navegación, maniobrabilidad, destreza y autonomía. Sin duda los efectos del desarrollo de esta clase de prototipos de rescate incrementarán el potencial y las capacidades de los equipos de rescate, disminuirá el riesgo al que se exponen seres humanos al salvar víctimas, y por consiguiente serán para el beneficio de la sociedad.

Juan Miguel Fernández Aguirre
Estudiante de la carrera de Ingeniería Mecatrónica
Facultad de Ingeniería, UNAM



Primer concurso de “Casas inteligentes”

Convoca Proyecto PAPIME PE107517

“Elaboración de material didáctico, escrito y con el uso de Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), para las asignaturas de Dibujo y Representaciones Gráficas”

Dirigido a los alumnos de Ingeniería Civil que cursen alguna asignatura de Ciencias Básicas.

Bases

Elaboración de un plano arquitectónico a escala 1:50 de un terreno de 8 x 15 metros y con base en él, construir una maqueta a escala 1:20 con al menos dos habitaciones en donde se aprecie la automatización de cuando menos dos de los siguientes mecanismos:

- Apertura automática de zaguán
 - Alarmas en puertas y ventanas
 - Elevador
 - Iluminación automática en jardín
 - Control de temperatura en habitaciones.
 - Equipos de trabajo de 4 a 5 integrantes
 - Control de sensores y actuadores realizado con la tarjeta Arduino
- Concurso: 13 de diciembre, 12:30 horas Auditorio Sotero Prieto
Premios a los tres equipos ganadores.

<https://sites.google.com/site/unammente/robotica/proyecto-domotica>