

TECHNOLOGY

WWW.INFO TECHNOLOGY.COM



El espionaje revelado a partir del caso Snowden podría cambiar la forma de gobierno de Internet y aceleró la iniciativa de los países sudamericanos para desplegar un anillo de fibra óptica. Cómo funciona el mercado de vulnerabilidades y en qué consiste la estrategia nacional de ciberseguridad.

VIGILADOS

**+ BRUCE PERENS**

Entrevista con uno de los pioneros del software de código abierto.

+ IMPRESORAS 3D

Precios y usos de la impresión en tres dimensiones en la Argentina.

+ LIGA DE ROBOTS

Cómo es la competencia en la que las máquinas miden sus habilidades.



TITANES

EN EL RING

Por Mariano Wolfson

Fotos: Gustavo Fernández

Sábado por la tarde. El cielo amenaza con desplomarse y el entorno verde que rodea al campus de la Universidad Aus-

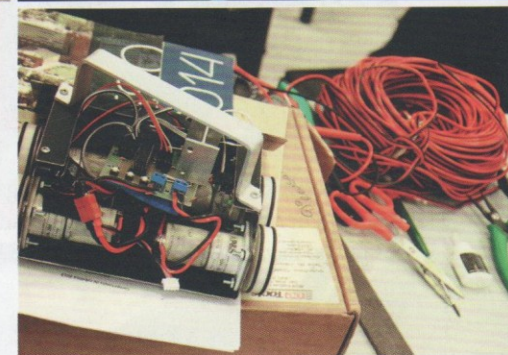
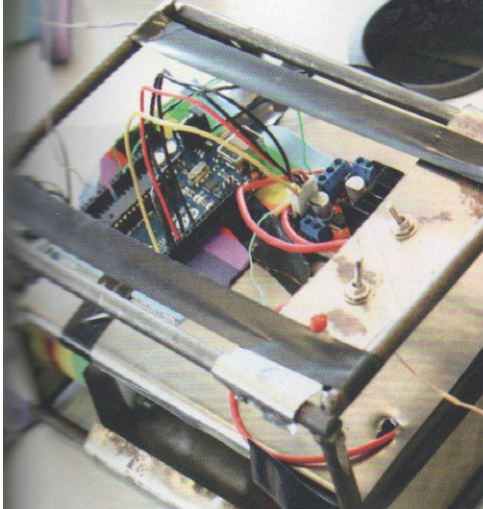
tral en Pilar se relame por anticipado, paladeando las lluvias. Pero en las aulas nadie mira hacia el cielo: el interés está puesto en otro lado, más concretamente en unos pequeños robots de 20 x 20 centímetros y tres kilos de peso que se enfrentan en distintos espacios dispuestos para una

competición de sumo, donde un robot debe sacar al otro del contorno del "tatami", tal como sucede en las contiendas del deporte japonés. Son robots móviles diseñados, contruidos y programados por estudiantes y aficionados.

Un clima juvenil —aunque bastante sereno— inunda las aulas y buena porción de los 150 asistentes son alumnos de escuelas secundarias que forman parte de grupos o talleres de robótica; también hay universitarios y particulares que participan por su cuenta. Y profesores o colaboradores que

acompañan a sus pupilos. Durante las ruedas iniciales la escena se divide en tres salas: una destinada a la categoría de Sumo Mayores, con un único tatami; otra para Mini Sumo y Sumo Menores con dos tatamis; y una tercera para la categoría Teseo, que propone un laberinto que los robots deben recorrer. Más tarde, durante las semifinales y finales, las contiendas de sumo se concentrarán en un único salón.

Sumo Mayores y Mini Sumo son libres (pueden participar alumnos universita-



Robots móviles fabricados por alumnos de colegios secundarios, universitarios y aficionados miden sus fuerzas en una liga nacional. Cómo son estas competencias con distintas categorías y combates cuerpo a cuerpo en los que vale tanto la fuerza como la inteligencia.

rios, profesionales y aficionados); Sumo Menores y Teseo, en cambio, están restringidas a colegios secundarios.

Mientras algunos compiten, en las aulas aledañas otros equipos revisan sus robots, modifican la programación, retocan la distancia entre los sensores o ajustan algún componente mecánico que se desacomodó luego de tanto combate “cuerpo a cuerpo”.

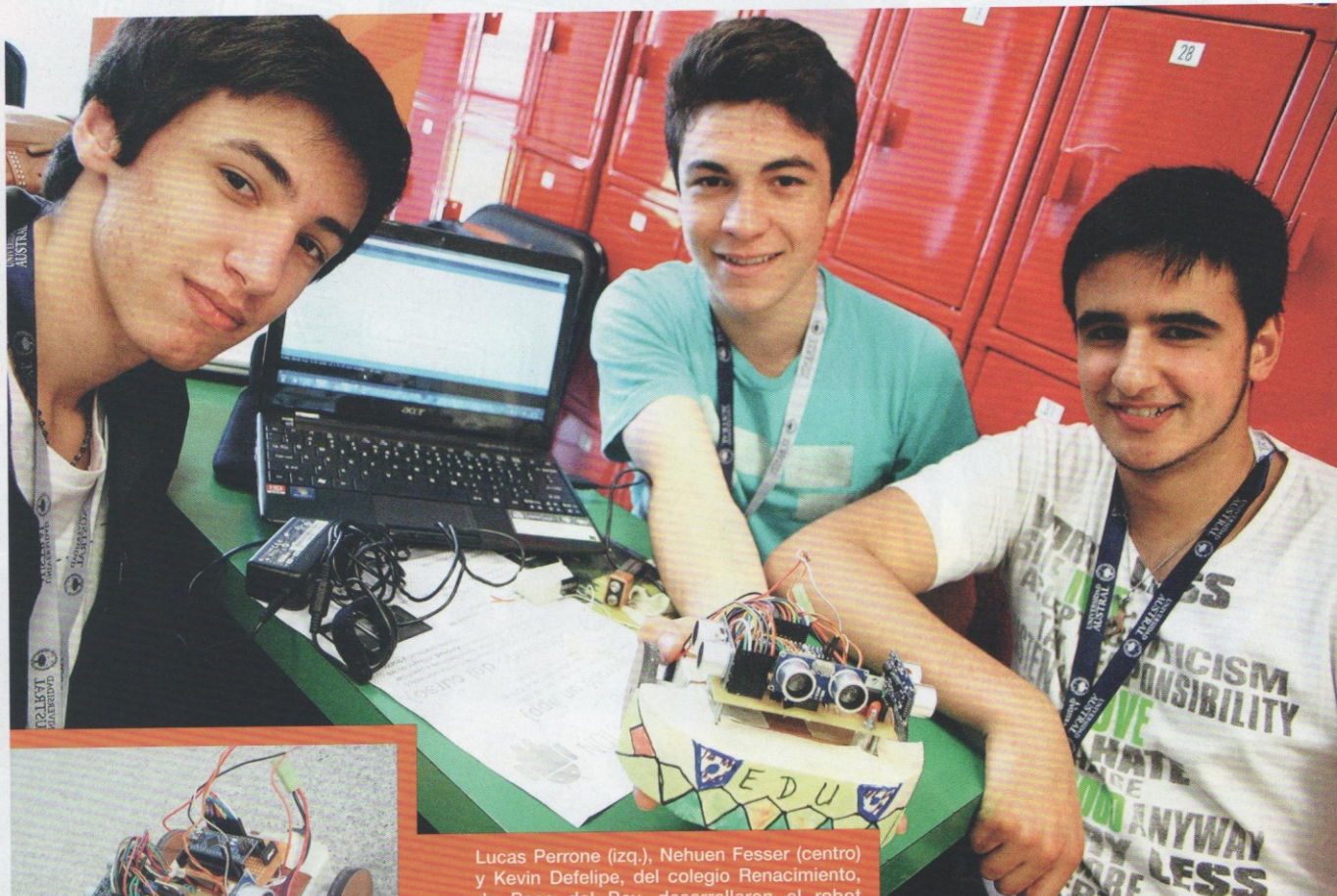
Entre los jóvenes hay nerviosismo y expectativa. Muchas ganas de subirse al podio, pero también deseos de aprender, detec-

tar los avances y las falencias del rival, identificar las propias carencias y hacer los cambios necesarios.

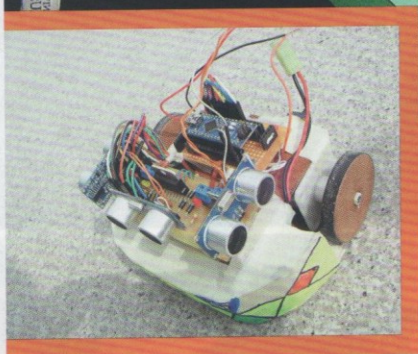
Algunos de estos robots compiten desde hace años y son conocidos por haberse coronado en varios certámenes. Han evolucionado y sumado optimizaciones. Por lo tanto, son los rivales a vencer: todos les quieren ganar y buscan encontrarles los “huecos”, o superar su tecnología.

Es la segunda vez que este certamen de robótica se realiza en la Universidad Austral. Este año el evento —intitulado

“Robocom” — integró el fixture de la Liga Nacional de Robótica. Se trata de una iniciativa que comprende distintas competencias que se realizan en universidades, colegios e institutos educativos de la Argentina. A lo largo del año, los robots van acumulando puntos al participar en los distintos certámenes; para coronarse campeón nacional un robot debe participar de un mínimo de competencias y sumar la mayor cantidad de puntos. La liga tiene su clímax en el certamen de la UTN de Bahía Blanca, que de algún modo



Lucas Perrone (izq.), Nehuen Fesser (centro) y Kevin Defelipe, del colegio Renacimiento, de Paso del Rey, desarrollaron el robot Kratos.



es “el padre de la criatura”, ya que organiza encuentros desde hace una década (este año llevará adelante la 11ª edición).

G

GLADIADORES

Para Pablo Piccioli, profesor de mecánica de la porteña Escuela Raggio, “lo que distingue a una categoría de otra es la tecnología: en Sumo Menores se pueden usar sensores comprados, pero la placa tiene que ser casera; en cambio, en Sumo Mayo-

res y Mini Sumo los sensores también se tienen que fabricar a partir de los componentes”. En Sumo Mayores y Menores los robots pueden pesar hasta tres kilos y medir 20 x 20 centímetros. Los de Mini Sumo pueden pesar hasta medio kilo y medir 10 x 10 centímetros.

La categoría Teseo es una competencia puntual que se propuso para Robocom y no tiene continuidad en la Liga. Se organizó para promover la robótica en colegios secundarios que no tienen materias específicas y que participaron de un taller de un mes dictado por alumnos de la Austral, donde se les suministraron los elementos para armar sus robots. La idea era que éstos pudieran atravesar un laberinto de un extremo a otro y encontrasen la salida de manera autónoma.

“Los robots son atractivos para los chicos del secundario. Y como la Argentina tiene un déficit importante de alumnos en las carreras de ingeniería, la robótica es de algún modo la ‘estrella’ para atraerlos y generarles interés para que empiecen a estudiar estos temas. De ahí el interés por generar un espacio exclusivo para que participen

los chicos”, explica Ignacio Cassol, profesor de la Universidad Austral.

En Robocom se anotaron 54 contendientes: 30 en Sumo Menores, 14 en Mayores y 10 en Mini Sumo. Algunas de las instituciones que dijeron presente a través de sus alumnos son: EEST N°1 Juan Labat de Ayacucho, Instituto Sagrado Corazón de Jesús, Instituto Cardenal Stepinac, EEST N°1 de Ramallo, ITEC Rafael de Aguiar (Mendoza), UTN Bahía Blanca, UTN FRSN (San Nicolás), Equipo de Robótica Pilar, Raggio, La Salle (Florida) y ORT, entre otras.

B

BAJO LA LUPA

Los robots tienen que ser autónomos y

ROBOTS EN REGLA

Al principio de cada torneo hay una instancia de homologación para garantizar que los robots pesen y midan lo que corresponde. Y se toma "el tiempo de homologación", que es el que tarda cada robot en sacar una cajita de 20 x 20 centímetros que se pone en el tatami. En función de este tiempo ingresa en un determinado lugar en los diferentes grupos (los que logran los tiempos más reducidos van como cabezas de serie). Cada combate es al mejor de tres rounds y, una vez definidos los grupos, el árbitro tira una moneda y el ganador decide de qué lado ubicará el robot (donde más le convenga, de acuerdo a la programación), y si prefiere colocarlo primero o luego de que lo haga su rival (generalmente solicita que su contendiente ubique el robot primero). Cuando se termina el primer round, le toca al otro elegir el lado y el turno en que ubicará el robot. Y en caso de darse un tercer round, elige nuevamente el primero.

En cada round los contrincantes esperan una señal lumínica y aprietan el botón de "start": el robot debe tener un "delay" de cinco segundos para arrancar, a fin de permitir que los responsables salgan de la línea del perímetro externo al tatami (ubicada a un metro de distancia) para no interferir con los sensores. Luego los robots empiezan sus rutinas: identificar al oponente, defenderse y cuidarse de no salir del tatami. En las competencias hay una ronda de grupos en la cual pelean todos contra todos y pasan los dos mejores. A partir de allí se arman los cruces. Los que llegan a la final pelean en unos seis combates (o más, según cuántos robots hubiera en la fase de grupos).

tienen una parte electrónica y otra mecánica; la primera se divide en dos: los sensores con los que se quedan dentro del tatami y los sensores con los que detectan al robot contrincante. Además, cuentan con un microcontrolador que maneja la lógica interna. La parte mecánica está representada principalmente por los motores y las ruedas.

"Primero se programan, se les carga la estrategia en el microcontrolador y posteriormente ejecutan rutinas de trabajo. Tienen sensores que distinguen el blanco del negro (por eso se desplazan sin caerse del tата-

"Tétanos tiene tres años de evolución. En la Liga 2013 viene en segundo lugar"

Nicolás Páez (izq.) y Diego Ríos, del Instituto Tecnológico Rafael de Aguiar, con el robot Tétanos

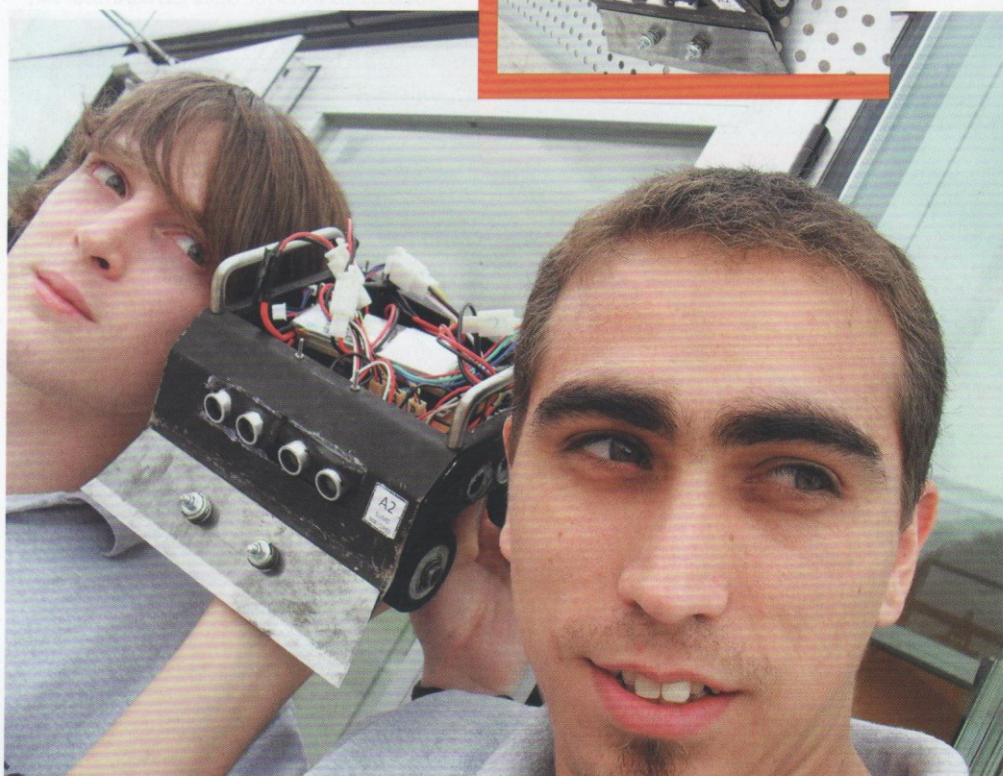
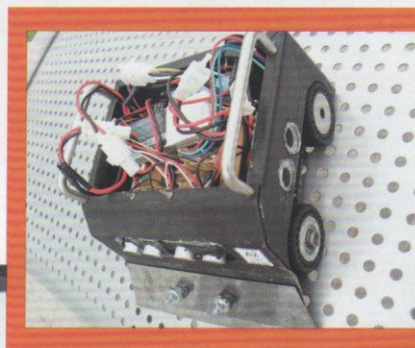
mi, ya que al llegar al borde blanco leen la diferencia de luz y se detienen); y otros sensores (infrarrojos o ultrasónicos) que chequean la periferia y buscan al rival. Cuando en su rutina de búsqueda algún sensor 've' al contrincante, entra la segunda capa de programación, que es la de aproximarse y tratar de sacarlo; si lo que 've' es el sensor lateral, indica cambio de velocidad en los motores para que encare; y cuando los que 'ven' son los sensores de adelante, le indican que avance", explica Piccioli.

Algunos robots incorporan una pala retráctil para sacarle el punto de apoyo al rival. "Y en algún momento alguien diseñó un robot bajito para que el otro (que tenía los sensores altos) no lo viera. Así es como fueron realizándose avances", refiere Piccioli. Idealmente, para hacer un robot es preciso tener especialistas que manejen la parte electrónica, la eléctrica (para los motores) y la mecánica (para el mecanizado de las partes y el armado del chasis). Pero esto no siempre se da: "A veces se ven robots con excelente mecánica pero cuya programación no anda; o que tienen muy buena electrónica pero los motores no tienen fuerza. La idea es que confluyan todas las especialidades", destaca Eric Sánchez, integrante del Grupo Robótica y Simulación (GRS) de la UTN Regional Bahía Blanca.

F

FAMA BIEN GANADA

Algunos de los robots presentes en Robocom ya tenían su fama. Uno de ellos era TAZ, representante del GRS de la UTN Bahía Blanca y ganador de la edición 2012 de la Liga en Sumo Mayores. Pero en esta ocasión sería vencido en la semifinal. "TAZ es el campeón nacional defensor. Este año también ganó las dos competencias en las que participó. Está hecho con un microcontrolador PIC, motores eléctricos y plaquetas, y programado con software de Micro-



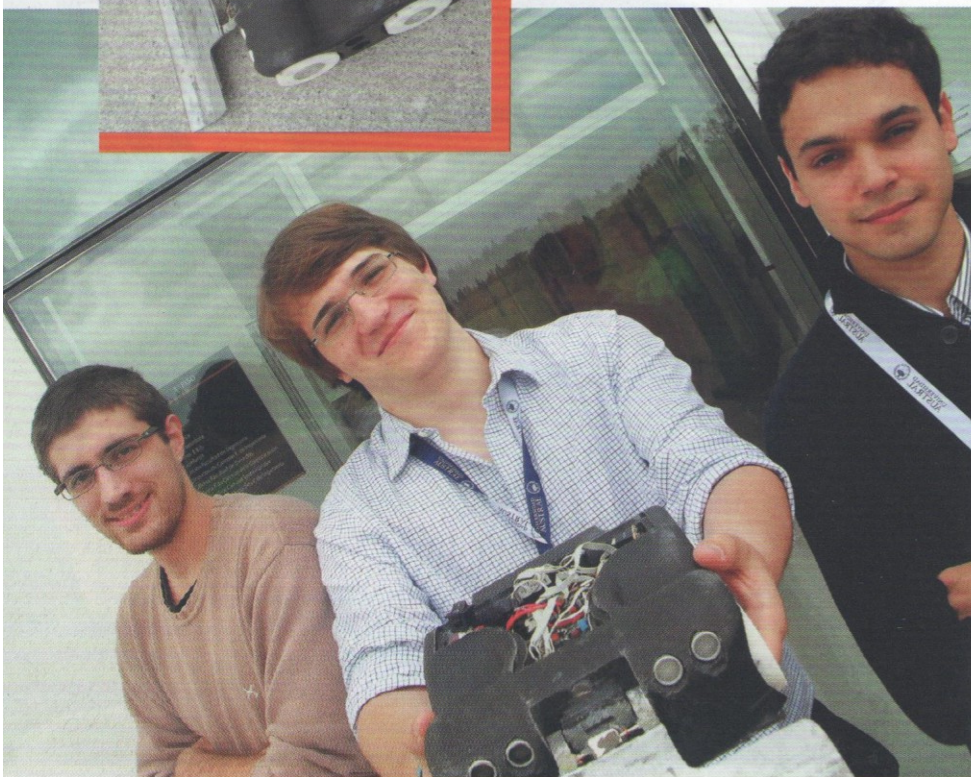
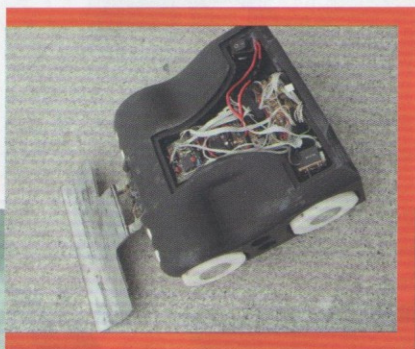
chip. Las ruedas y el chasis son de metal y tiene varios sensores infrarrojos distribuidos. Viene evolucionando hace varios años, con mejoras paulatinas”, detalla Sánchez. Nicolás Douma (20 años, también integrante del GRS) es alumno de ingeniería eléctrica en la UTN Bahía Blanca y trabajó en un robot bautizado Perico: “Cuando me metí con él ya estaba armada la mecánica y terminé la electrónica. Al debutar salió subcampeón en una competencia de San Nicolás, detrás de TAZ”, dice Douma. Perico tiene un microprocesador 16F68, sensores infrarrojos y está programado en C. El Instituto Tecnológico Rafael de Aguiar de San Nicolás (un terciario con carrera de robótica) presentó otro robot destacado en Sumo Mayores, denominado Tétanos. Diego Ríos (25 años, alumno de Robótica) explica que “Tétanos tiene un microprocesador PIC, pero la placa y los sensores de ultrasonido los armamos nosotros”. Su compañero Nicolás Páez (20) comenta que desarrollaron la programación en Microbasic: “Tétanos tiene tres años de evolución. En la Liga 2013 viene en segundo lugar,

detrás de TAZ. En todas las horas libres en la Facultad le dedicamos trabajo y estamos muy metidos en el proyecto”, afirma Ríos.

E

EL BATACAZO

La noticia estelar de Robocom fue la “derrota” de TAZ (que finalmente quedó tercero) a manos de un robot del Equipo de Robótica de Pilar (ERP) llamado Chake, que a su vez perdió la final contra Montu, otro “gladiador” creado por el aficionado Walter Wagner. Cuando Chake venció a TAZ la concurrencia estalló en aplausos: “Los integrantes del ERP somos una familia de Pilar; tenemos como hobby la robótica en la modalidad Sumo. Soy un ex estudiante de la Escuela Técnica de Pilar, donde se inició mi interés por la electrónica”, cuenta Sebastián Aguilera (24), quien estudia Higiene y Seguridad. Su equipo parti-



CUÁNTO SALE CONSTRUIR UN ROBOT PARA COMPETIR

• Motores	\$ 600
• Placa y electrónica	\$ 500
• Pic microcontrolador	\$ 40
• Dos baterías	\$ 500
• Cargador de baterías	\$ 160
• Ruedas de poliuretano	\$ 800
• Mecánica inventiva:	
\$ 200 (con productos convencionales como chapa, perfiles de aluminio, remaches y tornillería)	
\$ 500 (usando bloque de plástico para luego mecanizarlo, más el tiempo de fresado)	
• Sensores de proximidad:	
\$50 de costo cada uno (fabricar los caseros infrarrojos)	
US\$ 30 cada uno (ultrasónicos manufacturados, marca Ping de Parallax; los robots de Raggio por ejemplo llevan cinco y sus placas usan un solo Pic)	

Fuente: Pablo Piccioli, Escuela Raggio.

cipa en todas las competencias desde hace cuatro años y en 2012 logró el segundo puesto en la Liga (con el robot Sparta). “Chake significa ‘cuidado’ en lengua guaraní—explica Aguilera—. Demoramos 10 días en construirlo y en los dos rounds fuimos vencedores de TAZ. La clave fue que el chasis de Chake está bien diseñado, sus dimensiones son pequeñas (lo que lo hace menos visible) y tiene fuerza suficiente en los motores como para sacar al rival,

“Para la próxima calibraremos bien los sensores y retocaremos las ruedas”

Martín Carbona (izq.), Javier Isoldi y José González (der), de la Universidad Austral, con el robot Tadeo

con buen agarre en las ruedas. La gente se sorprendió, no esperaba que diera el batacazo. Pesa dos kilos y es muy pequeño.” Este robot cuenta con dos motores y dos sensores infrarrojos; no posee sensores de línea para ver al oponente y dispone de un microcontrolador básico (PIC 16f842a) y algo de programación mediante diagrama de flujo. “Fue armado con unas placas viejas, de las que sacamos componentes electrónicos, y motores usados. Con menos de \$ 1.000 se puede armar algo parecido”, detalla Aguilera.

La estrella de Robocom fue Montu, el robot de Walter Wagner —de Fray Luis Beltrán, Santa Fe—, que se alzó con el primer premio en Sumo Mayores. Ganó seis combates y venció en la final a Chake. Cuando ganó, recibió una ovación: era la primera vez que este analista de sistemas y mecánico naval de 36 años, que participa en competencias desde hace varios años, lograba un primer premio. “Para esta edición hice modificaciones en las ruedas, el control de motores y sensores —relata—. La tecnología es de sensores infrarrojos, microcontrolador de Microchip PIC 16F87, programación en C y cuatro motorreductores eléctricos. Las modificaciones demandaron tres meses.” Originalmente, el diseño de Montu era simple, con dos motores y una inversión de \$ 500: “La primera versión la hice hace cinco años; pero al año siguiente la cambié. En 2012 rehice el chasis desde cero”, detalla Wagner.

P

PROCESOS EVOLUTIVOS

Otro robot reconocido que se presentó en Pilar fue Siux, del colegio La Salle. Ocupó el primer puesto en Sumo Menores. Según Piccioli, “no es que Siux les gane necesariamente a todos los otros robots. Depende de los cruces que se den en la llave”. Los robots de la Escuela Raggio —Paka Paka y Phantom— ocuparon el segundo y tercer puesto en esta categoría. “Paka Paka fue fabricado antes de que apareciera Siux. Y ese año Siux nos tuvo de hijos porque era tan bajito que nuestro robot no lo veía. Entonces el primer paso que dimos fue bajarle los sensores a Paka Paka, pero por su formato encontramos una limitación. Y en 2012 armamos Phantom, un robot con los sensores a ras del piso, diseñado para hacerle la competencia a Siux.” Paka Paka “parte de un bloque de nylon mecanizado con cuatro motores Mabuchi RS 365 RH con caja reductora y baterías



Nicolás Douma (Izq.) y Rogelio Moro, de la UTN Bahía Blanca. A la derecha, el robot Perico.



de polímero de litio. La placa fue diseñada por alumnos del ciclo superior de electrónica. Tiene un procesador PIC 16F628A y un regulador de tensión LM7805. La electrónica de Phantom es la misma, pero en lo mecánico lleva chasis de acero y carrocería de fibra de vidrio; usa sensores de línea blanca CNY70 y de proximidad ultrasónicos Ping Parallax”, detalla Piccioli.

A veces toca pagar derecho de piso. Javier Isoldi y José González, alumnos de Ingeniería Informática de la Universidad Austral, se presentaron por primera vez junto a Martín Carbona (curso diseño industrial en la UADE) con el robot Tadeo. Les tocó “morder el polvo” en la categoría Sumo Mayores. Tadeo usa sensores infrarrojos para permanecer dentro del área de combate, y ultrasónicos para detectar al rival; programado en Arduino, tiene un microcontrolador Atmega368. Se realizó en 2012 por \$ 2.500. “Llevó cuatro meses hacerlo. En la competencia nos fue mal: el problema fue que los sensores detectaban elementos ubicados fuera del tatami, con lo cual empezaba a irse contra el borde y se caía”, comenta Isoldi.

“Es la primera experiencia y eran esperables los problemas. La idea era detectarlos y trabajar sobre ellos. Para la próxima, lo primero será calibrar bien los sensores, hacerle una pala más corta y retocar las ruedas”, agrega. En la categoría Teseo (el laberinto), sólo el robot Kratos, del colegio Renacimiento, logró completar el recorrido y encontrar la ruta de salida. Kevin Defelipe (17), Nehuen Fesser (16) y Lucas Perrone (17) crearon a Kratos en el marco del curso que recibieron en la Austral. El desarrollo les demandó un mes: mide 10 x 10 centímetros y lleva una placa de Arduino, más tres sensores de ultrasonido.

A medida que se acercaban las finales, el clima se calentaba. “A la tarde hubo más ambiente competitivo, pero siempre dentro de un clima cordial, de colaboración y ganas de compartir —dice Cassol—. En las finales sí, hubo más clima de coliseo, con cada equipo viviendo a sus robots.” ■