
REGLAS DE CATEGORÍA OPEN – 2023

Versión 1.0 – Abril 2023

Robots de apoyo avanzados para operaciones de almacén

Introducción

El contexto del concurso tiene por objeto automatizar un entorno con un gran número de paquetes a organizar, Figura 1. La esencia de la competencia se extrae de entornos como almacenes, centros de distribución de productos, stock de tiendas, etc.

La automatización de almacenes ya es una realidad en grandes empresas como Amazon y Alibaba, pero debería serlo en las medianas empresas a la brevedad posible. Piensa en una posible solución. Los participantes deben construir un robot ágil y rápido para organizar tantos paquetes como sea posible en un tiempo limitado.

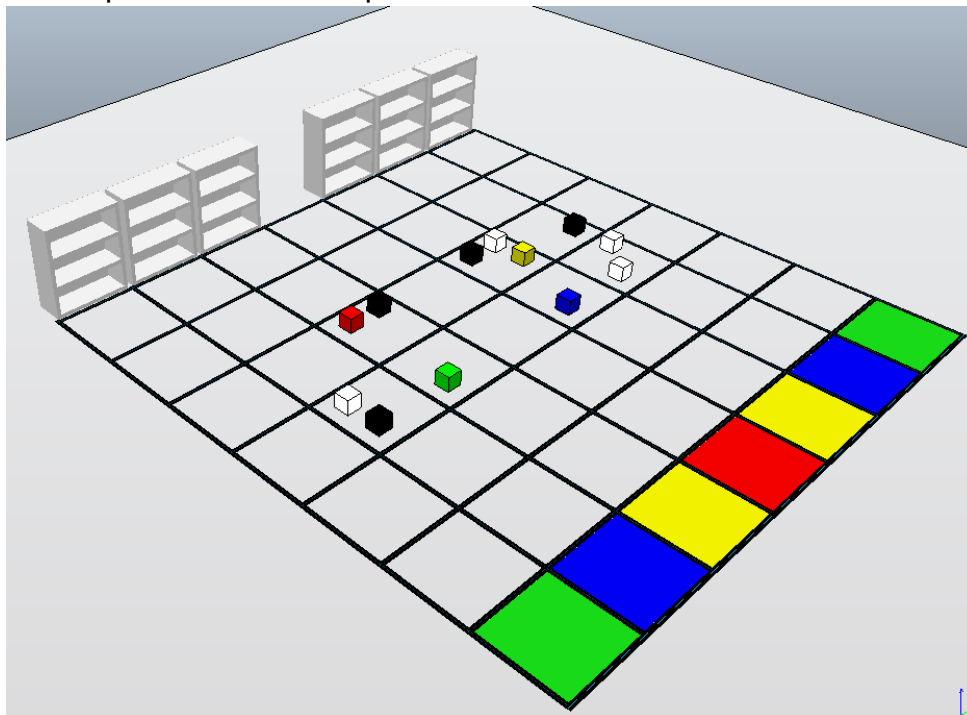


Figura 1 – Vista general del espacio

El objetivo

El robot puede moverse libremente por el escenario, pero no puede chocar ni empujar un paquete fuera de su área. Para alcanzar los objetivos de la competencia, el robot debe tomar cada paquete y dejarlo en su destino. El robot no conocerá su posición inicial en el escenario ni la posición de los paquetes en la zona de paquetes. El objetivo es coger paquetes de una ubicación específica y llevarlos a ubicaciones predefinidas, de forma que, al final, los paquetes se encuentren en una disposición deseada en el escenario propuesto. Los objetivos específicos son:

1. Tomar paquetes de colores (amarillo, rojo, verde, azul) y moverlos a las regiones de descarga con colores equivalentes.
2. Recoger paquetes que contengan códigos 2D y moverlos a cualquier posición respectiva de las estanterías.
3. Recoger paquetes con valores alfabéticos y llevarlos a cualquier posición respectiva en los estantes.

Paquetes

Los paquetes pueden marcarse por colores, códigos 2D o valores alfabéticos. Los colores posibles para los paquetes son verde, amarillo, azul y rojo. El código 2D es una representación bidimensional que contiene 9 combinaciones, del 1 al 9, según los marcadores que pueden obtenerse en el sitio <https://chev.me/arucogen>. Los paquetes alfabéticos son blancos y los paquetes de código 2D son negros. Hay una región específica en el escenario donde los paquetes se colocan inicialmente, llamada región de carga.

Especificaciones de paquetes

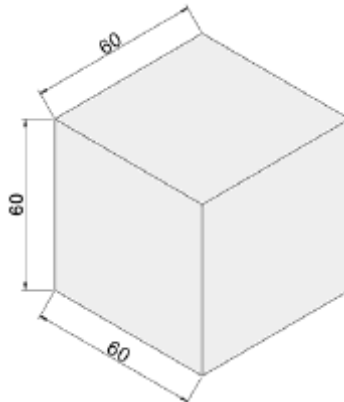


Figura 2 – Forma y dimensiones de los paquetes.

Los paquetes son cubos que miden, aproximadamente, 60 mm x 60 mm x 60 mm, Figura 2, fabricados con una impresora 3D a partir de los filamentos más comunes del mercado, ABS, PLA o PETG. Los ajustes aproximados para la impresión son 1 mm de grosor, 10% de densidad de relleno, 1 mm de grosor en la parte inferior y superior. El peso aproximado es de 50 gramos, que puede variar 10 gramos.

Los cubos alfabéticos son blancos y tienen la misma letra en las 4 caras laterales. Los valores son mayúsculas, de la A (1ª letra) a la I (9ª letra), en negrita, utilizando letra de tipo Arial y el tamaño de 140 (equivalente a una letra de 49 mm de altura). Las letras que pueden aparecer en las caras del cubo son A, B, C, D, E, F, G, H e I.

El código 2D consiste en marcadores que permiten la identificación única de cada cubo, centrados en las caras laterales del cubo con un borde blanco de 5mm de espesor. Cada código 2D debe ocupar la cara completa, estando impreso en cada una de las cuatro caras laterales. En la Figura 3 se pueden ver todos los códigos 2D posibles.

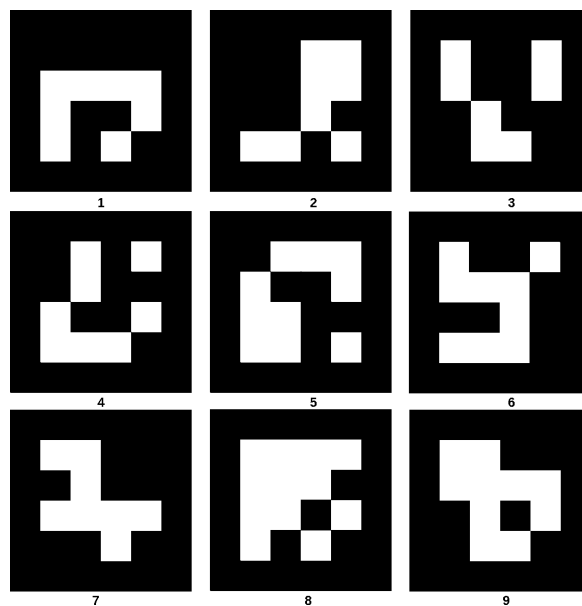


Figura 3 – Códigos 2D del 1 (parte superior izquierda) al 9 (parte inferior derecha).

Escenario

Cada paquete tiene una etiqueta que lo identifica y, consecuentemente, también su destino o región de destino. El escenario contiene tres tipos de regiones: región de tránsito, región de carga de paquetes y región de descarga de paquetes.

El escenario está formado por 49 cuadrados (7x7), ver Tabla I, para la libre circulación del robot, para carga y descarga de paquetes. La región de carga de paquetes consta de dos áreas centralizadas en el escenario. Cada área consta de cuatro cuadrados. La tabla I muestra las dos zonas de carga marcadas en gris e indicadas por las casillas $\{(3,2), (3,3), (4,2), (4,3)\}$ y $\{(3,5), (3,6), (4,5), (4,6)\}$. Este marcado numérico y gris no estará presente en el escenario real y sirve de guía para explicar mejor algunos detalles del escenario. Las casillas de fondo blanco, como se muestra en la Tabla I, tienen por objeto permitir la libre circulación del robot. Hay dos regiones de descarga: una para paquetes alfabéticos o codificados en 2D y otra para paquetes de colores.

Tabla I: Disposición de los cuadrados

1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7
2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
4,1	4,2	4,3	4,4	4,5	4,6	4,7
5,1	5,2	5,3	5,4	5,5	5,6	5,7
6,1	6,2	6,3	6,4	6,5	6,6	6,7
7,1	7,2	7,3	7,4	7,5	7,6	7,7

Configuración de la zona

Cada casilla del escenario está determinada por un borde negro, con un tamaño interno de 30 cm x 30cm y con un color interno blanco. La anchura de la línea del borde es de aproximadamente 1,9 cm. El tamaño del escenario es de aproximadamente 225,2 cm x 225,2 cm. En la parte inferior, los 7 cuadrados están coloreados y representan la región para descargar los paquetes coloreados (Figura 4).

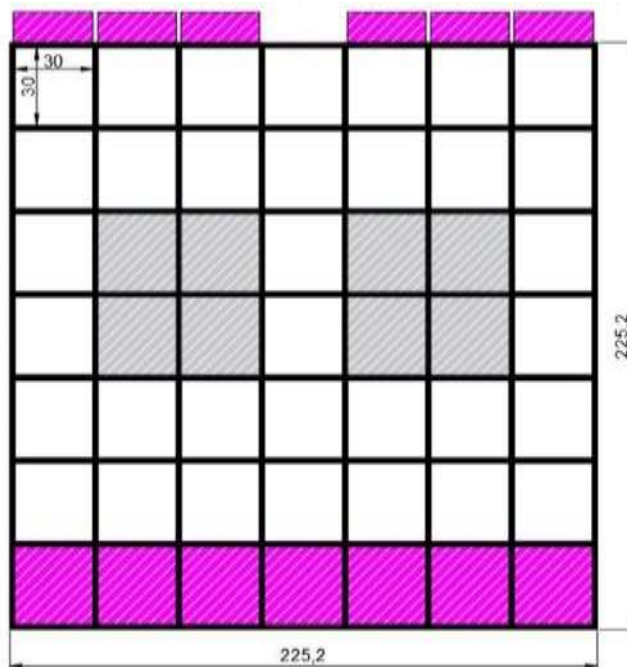


Figura 4 - Dimensiones de la zona de competición con las regiones de carga y descarga sombreadas en gris y púrpura, respectivamente.

En las Figuras 5 y 6, se presenta la vista de perspectiva de los dos paquetes alfabéticos y codificados en 2D sin el borde blanco (parte delantera como trasera mostrada).

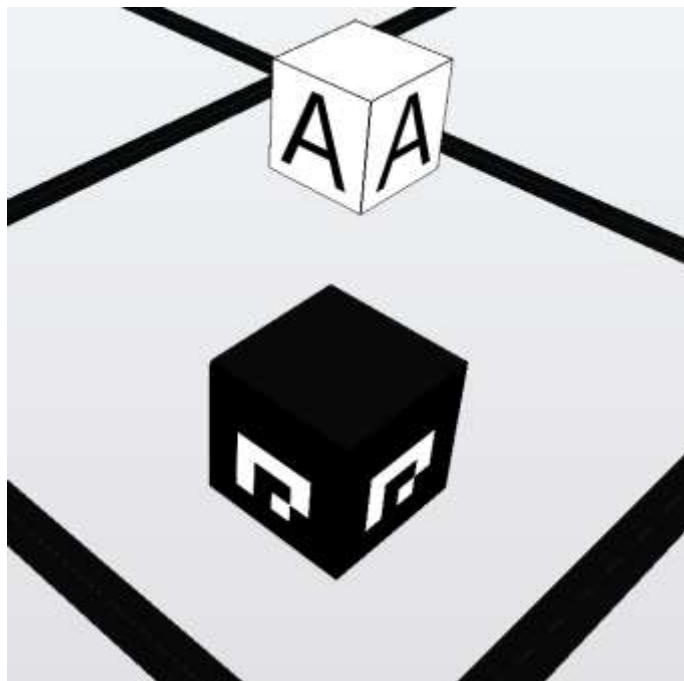


Figura 5 – Vista en perspectiva de los bloques con código 2D e identificación alfabética. Vista frontal.

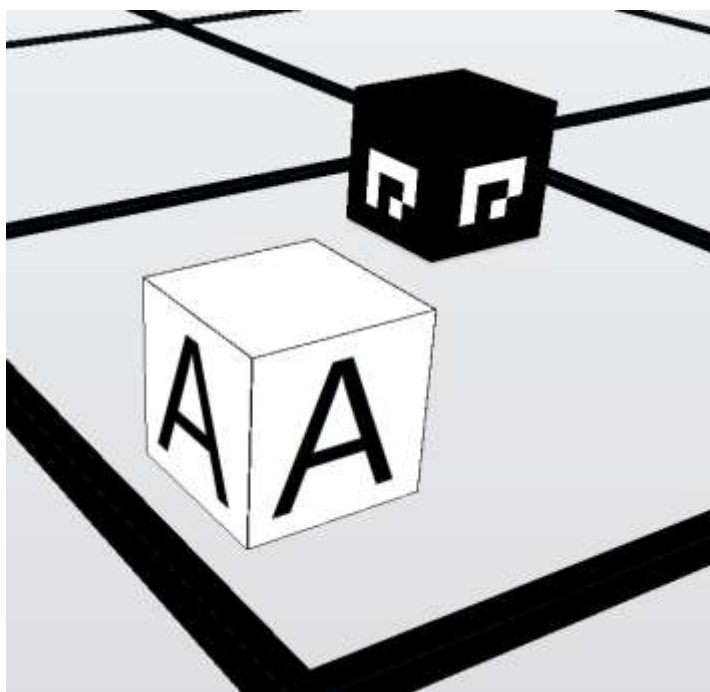


Figura 6 – Vista en perspectiva de los bloques con código 2D e identificación alfabética. Vista trasera.

La región superior, adyacente al límite exterior de la zona, tiene 2 conjuntos de 3 estantes alineados, un conjunto entre el primer y el tercer cuadrado, y otro conjunto entre el quinto y el séptimo cuadrado. Los estantes están dispuestos uno al lado del otro y juntos tienen 9 compartimentos para cada conjunto. Los compartimentos están identificados entre 1(A) y 9(I). El compartimento de la esquina inferior izquierda tiene un valor de 1(A), el segundo de la esquina inferior izquierda tiene un valor de 2(B), el compartimento más alto en la derecha tiene un valor de 9(I), (Figura 7).



Figura 7 - Vista frontal de los compartimentos de la estantería numerados del A (1) al I (9).

Cada estante mide aproximadamente 30 cm de ancho, con 3 partes, 10 cm de alto y 10 cm de profundidad. Por lo tanto, como los estantes están hechos de MDF de 1,5 cm de grosor, sus dimensiones totales serán de aproximadamente 36 cm de alto, 30 cm de ancho y 11,5 cm de profundidad (Figura 8). Como hay cubos con códigos tanto alfabéticos como 2D, sólo se puede insertar un cubo en cualquier posición de los estantes. Pero el equipo puede elegir en qué estantería guardará cada cubo. Así, el equipo puede poner el cubo "A" en el estante izquierdo, posición "A/1", y luego el cubo "1" (código 2D) en el estante derecho, posición "A/1", o viceversa. Y no hay necesidad de poner sólo cubos alfabéticos en un estante, y cubos con códigos 2D en el otro estante. No habrá penalización por "mezclar" los cubos en ambos estantes, por lo que cada equipo puede optimizar su enfoque para colocar los cubos en el estante que sea más adecuado según la estrategia del equipo.

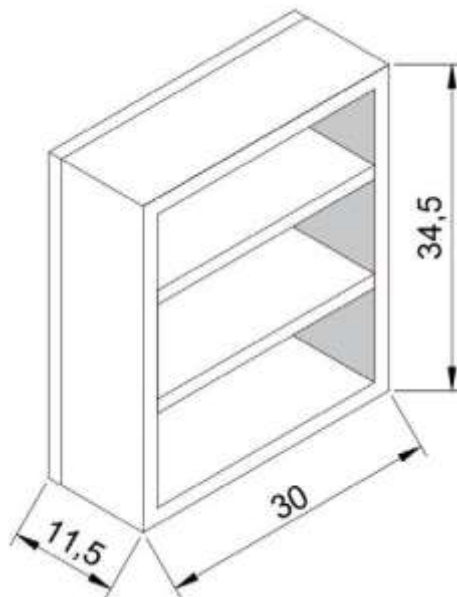


Figura 8 - Dimensiones de los estantes de descarga

Condiciones de iluminación

El comité local intentará proporcionar una iluminación uniforme en todo el recinto. Sin embargo, los equipos deberán estar preparados para calibrar sus robots en función de las condiciones de iluminación del recinto. El comité local tomará medidas para minimizar los efectos de las sombras y la luz natural, empero, estos factores no pueden eliminarse por completo. Por lo tanto, es muy recomendable que los competidores diseñen sus robots para que sean inmunes a las variaciones de iluminación que se puedan presentar en el recinto durante la competición. Desde el inicio de las competiciones, los equipos "jugarán" bajo las condiciones de iluminación existentes sin discusiones ni reclamaciones.

Reglas del concurso

Para cada equipo en cada ronda, las posiciones de los paquetes se definirán por sorteo. Habrá 12 paquetes colocados aleatoriamente en el escenario al principio de cada ronda: 4 de color, 4 alfabéticos y 4 codificados en 2D. Después del sorteo, el equipo no podrá modificar su robot de ninguna manera. Sólo se permitirán cambios y reprogramaciones una vez finalizada la ronda.

POSICIÓN INICIAL

Al comienzo de la ronda, se sorteará la posición inicial y orientación del robot (la misma para todos los equipos) y la organización colocará los paquetes en la zona. Los organizadores proporcionarán una forma de definir aleatoriamente qué bloques se colocarán en la zona de carga.

La elección aleatoria de la posición/orientación inicial del robot se realizará usando el website: <https://www.random.org/integers/> with two distinct configurations:

- Para la posición de zona: Se extraerán 10 números entre 1 y 7 y se presentarán en dos columnas en el orden en que se extraigan. La posición inicial del robot en la zona será el primer conjunto de números que indiquen un área blanca en la Tabla I.
- Para la orientación del robot: se dibujará un número entre 1 y 4. Sólo representará la orientación del robot en la zona. Las posibilidades se realizan tomando como referencia las estanterías y son:
 - 1 - frente a las estanterías.
 - 2 - con los estantes a la izquierda (girado 90° en el sentido de las agujas del reloj- a la derecha- de los estantes)
 - 3 - con los estantes en la parte trasera (girado 180° a la derecha con respecto a los estantes)
 - 4 - con los estantes a la derecha (girado 270° a la derecha con respecto a los estantes).

Cuando el robot comienza su ronda no puede intervenir, de lo contrario se considerará como un reinicio. El robot comienza la carrera en el punto de salida y será trasladado a esta posición en cada reinicio. Cada robot tendrá un máximo de tres intentos por ronda, por lo tanto, 2 reinicios autorizados. En cada reinicio, todos los paquetes desplazados se colocan de nuevo en la posición inicial del primer intento, pero sin detener el tiempo. El equipo organizador se encargará de reordenar los paquetes.

Si el robot presenta un problema mecánico evidente, si el juez lo permite, el equipo participante puede realizar una intervención en el robot. Pueden volver a empezar (no cuenta como reinicio) y el tiempo no se detiene. Como ejemplo claro de problema mecánico, podemos citar el desprendimiento de una rueda, motor, sensor, batería sin alimentación, o cualquier dificultad no asociada a un mal diseño que impida su normal funcionamiento y pueda ser reparada en el marco de la forma rápida. El equipo, en este caso, y sólo después de la autorización del juez, puede ir a su banco y arreglar el robot. Si el juez no entiende que hubo un problema mecánico, no autorizará el mantenimiento del robot. El tiempo no se detiene en absoluto.

Una ronda se declara terminada de tres maneras:

- Si se acaba el tiempo de la ronda (7,5 minutos).
- Si el equipo decide poner fin a su participación, aunque no se hayan alcanzado todos los objetivos. Vale la pena la puntuación obtenida y el tiempo empleado hasta el momento de la clausura.
- El robot ya ha utilizado los 2 reinicios autorizados.
- Cuando todos los paquetes estén colocados en un lugar adecuado.
- Si el robot sale de la zona cuatro veces.

El robot no puede abandonar la zona. Cada vez que lo haga, será sancionado con - 100 puntos y a la cuarta vez que esto ocurra se dará por finalizada la ronda. Salir de la zona o arena significa cuando cualquier parte del robot se encuentra con el suelo fuera de la arena. Si el robot se atasca o pierde el equilibrio, los miembros del equipo pueden realizar una intervención en su robot, pero se considerará un reinicio y la medición del tiempo no se detendrá.

Puntaje

La puntuación tiene dos (2) partes. La primera parte está relacionada con la presentación del TDP (Team Description Paper o Papel de descripción del equipo), y la segunda con la rendimientto en la arena (70% de la puntuación total).

La **presentación del TDP (30% de la puntuación total)** debe reflejar el documento presentado a la organización para la inscripción del equipo. La presentación se realizará en una reunión con al menos un representante de cada equipo. El tiempo de presentación de cada equipo no podrá ser inferior a 5 minutos ni superior a 10 minutos. La estructura de la reunión tendrá el siguiente orden:

1. Entrada de todos los evaluadores, miembros del equipo que estará bajo evaluación y otros espectadores - sin hora definida.
2. Inicio de compartir pantalla - 1 minuto.
3. Presentación del TDP (no menos de 5 ni más de 10 minutos).
4. Preguntas de los evaluadores - hasta 5 minutos para cada evaluador.
5. Preguntas del público - hasta 5 minutos.
6. Fin de la presentación de pantalla - 1 minuto.

El tiempo total de cada presentación debe ser de máximo 30 minutos, incluyendo todos los pasos descritos anteriormente.

Hay 5 (cinco) criterios de evaluación, cada uno contribuye al 20% de la nota de cada evaluador. La puntuación será la media de las notas finales de cada evaluador. Los criterios serán:

- Adecuación del tiempo de presentación: se examina si los equipos han aprovechado eficazmente el tiempo disponible.
- Dominio del tema: considera si los miembros que participan en la presentación dominan el tema del reto y el proyecto del equipo;
- Estrategia: considera si el equipo presentó una estrategia clara y consistente para resolver el problema.
- Innovación: considera si el proyecto del equipo aporta alguna innovación tanto a la solución del problema como al propio proyecto.
- Alineación con el problema real: considera si el enfoque propuesto sería aplicable en el mundo real (por ejemplo, en un almacén real).

Para garantizar la mayor igualdad posible en las evaluaciones, los jueces no deben tener ninguna relación con los equipos evaluados. Si se produce este tipo de conflicto de intereses, el juez en cuestión no podrá evaluar al equipo en la presentación del TDP. El **performance en la arena (70% de la puntuación total)** se contabiliza en dos fases. La primera fase indica el intento de llevar el primer paquete a la posición correcta. En la segunda, la puntuación se asigna a cada intento de recoger y llevar el paquete a una posición de destino.

En la primera fase, los puntajes se asignan como se indica a continuación:

- 10 puntos por colocarse delante de un paquete.
- 20 puntos por recoger el paquete.
- 50 puntos por avanzar en la dirección correcta de la zona de destino del paquete.

Al alcanzar 80 puntos en este primer momento, no se contabilizarán más puntos para esta fase.

En la segunda fase, el robot podrá llevar cualquier paquete a su posición correspondiente. El **primer paquete de cada tipo entregado dará el doble de sus puntos**. Las puntuaciones de la segunda fase sólo serán válidas si el robot resuelve completamente cada tarea, recogiendo y entregando cada paquete en la posición correspondiente de una de las estanterías, o en la región de color correcta. Son posibles las siguientes puntuaciones:

- Paquetes de colores:
- 100* puntos por cada paquete de color entregado en la región correcta.
 - Máximo 500 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente proporcionará 200 puntos, los otros 3, 100 puntos cada uno).
- Paquetes de códigos 2D: 125* puntos por cada paquete con código 2D entregado en la posición correcta.
 - Máximo 625 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente proporcionará 250 puntos, los otros 3, 125 puntos cada uno).
- Paquetes con valores alfabéticos: 150* puntos por cada paquete alfabético entregado.
 - Máximo 750 puntos por 4 intentos correctos (el primer paquete entregado correctamente proporcionará 300 puntos, los otros 3, 150 puntos cada uno).

(*El primer paquete de cada tipo dará el doble de sus puntos).

Si algún equipo alcanza la puntuación máxima, se lanzará un desafío extra. El robot entra en la arena en una posición aleatoria para recoger un paquete de una de las estanterías en una posición aleatoria. El robot debe entregar el paquete en una de las regiones de carga. La puntuación para el desafío extra es de 4000 puntos. El juez de la competición tiene total libertad para definir los detalles del desafío extra.

Si el robot toca el paquete, sólo podrá retirarlo de la zona de carga si el paquete se levanta. En este contexto, si el robot arrastra el paquete fuera de su zona, el equipo será penalizado con una puntuación negativa relativa al valor de puntuación asociado al paquete.

Reglas generales:

- En cada reanudación, se restablece la puntuación, se mantiene el tiempo y los paquetes vuelven a la posición inicial de salida. Cada ronda tiene un máximo de dos reinicios. Corresponde al equipo decidir si mantener la puntuación hasta el momento y dar por finalizada la participación o si intentarán una reanudación con una nueva puntuación igual a cero. SIEMPRE SE CONSIDERARÁ como puntuación del equipo para la ronda, la puntuación del último intento.
- El primer y principal criterio para determinar el ganador es la puntuación más alta. En caso de empate, el segundo criterio será el menor tiempo. En caso de empate en ambos criterios, se realizará una ronda extra de desempate. Durante las rondas finales, cuando haya un empate en la puntuación, se realizará inmediatamente una ronda extra para determinar el 1º, 2º y 3º puesto.

Cualquier consideración o excepción queda a discreción de jueces y organizadores.

La ejecución de las rondas

Antes de comenzar las rondas, si el equipo considera necesario realizar una calibración del color o de la iluminación, se dará un minuto extra a cada equipo antes de su ronda. Hay dos tipos de rondas, clasificatorias y la final:

Rondas Clasificatorias:

- Deben participar todos los equipos inscritos en la categoría IEEE Open.
- Consta de 04 rondas por equipo. Este número puede variar, a discreción de los jueces/organización del evento.
- El tiempo máximo por equipo para realizar la ronda es de 7,5 minutos con 1 minuto extra de calibración inicial.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. En cada reinicio, la puntuación será cero y el tiempo no se detendrá (tiempo corriendo).
- Se tendrá en cuenta la mejor puntuación de las cuatro rondas para decidir qué equipos pasarán a las rondas finales. Los cuatro mejores equipos se clasificarán para las finales.
- Si hay empate, se elegirá a quien haya obtenido la puntuación en el menor tiempo. Si persiste el empate, debe realizarse una nueva ronda entre los equipos empatados.
- Cada equipo tiene 1 minuto para presentarse en la arena, después de ese período, el tiempo de la competición comienza a correr.

Ronda Final:

- Asisten los cuatro primeros equipos de las rondas clasificatorias.
- Consiste de 03 rondas.
- El tiempo máximo por equipo para realizar la prueba es de 7,5 minutos + 1 minuto de calibración.
- Cada equipo puede reiniciar su robot dos veces por ronda. En cada reinicio, la puntuación será cero y el tiempo no se detendrá (tiempo corriendo).
- Se tendrá en cuenta la mejor puntuación de las 03 rondas para determinar los campeones.
- Si se produce un empate, se jugará una cuarta ronda entre los equipos empatados para definir su puesto.
- Cada equipo dispone de 1 minuto para presentarse en la arena, transcurrido ese tiempo, comienza a correr el tiempo de la competición.

Requisitos para participar

Los interesados en participar en la Competencia Latinoamericana de Robótica LARC categoría IEEE OPEN deberán conformar equipos de estudiantes de pregrado o posgrado de cualquier institución educativa de cualquier país. No obstante, también podrán participar estudiantes de secundaria. Para inscribirse, los equipos deberán presentar un documento que describa el desarrollo y funcionamiento del robot (TDP) en formato IEEE. Este TDP será utilizado para que los ganadores realicen un breve informe a los demás competidores. Por favor, verifique los plazos límite en la página web del evento.

El Jurado

El JURADO está compuesto por un miembro de la presidencia organizadora, un auxiliar de la organización y un miembro de otro equipo que no compita en el partido, elegidos antes del inicio del partido. El JURADO es responsable de la ejecución de la ronda.

Situaciones extraordinarias durante el concurso

Si existiera alguna situación no contemplada en las normas mencionadas, o cualquier duda sobre la puntuación, corresponderá a los jueces y a los organizadores del concurso considerar el caso con la mayor imparcialidad posible y decidir. Es importante mencionar que cualquier hecho que no esté explícito en las reglas no puede ser considerado automáticamente como admisible en el concurso. Los hechos que falten serán siempre tratados como **situaciones extraordinarias** y deberán ser tanto juzgados como permitidos o no, por los jueces y la organización.