

Proyecto No. 1

(Diagramas de Flujo y codificación en lenguaje C/C++)

El presente, es un documento que contiene el enunciado del proyecto No. 1. La información relacionada con la entrega del mismo será tratada con los líderes de cada equipo.

Introducción

Construcciones Robotizadas SAS ha desarrollado un robot que transporta los materiales al interior del lote donde se realizan sus proyectos de construcción. El robot está compuesto por dos partes: el sistema de desplazamiento y el sistema de manipulación de los materiales. El sistema de desplazamiento (ver Figura 1), utiliza uno de los mecanismos más sencillos pero efectivos, conocido como tracción diferencial. Para simplificar el sistema de manipulación de los materiales de construcción, los ingenieros de Construcciones Robotizadas SAS desarrollaron unos contenedores cúbicos que contienen los materiales; así el robot está en capacidad de transportar objetos de diferentes formas, tamaños, etc.: se trata de una banda transportadora que arroja los contenedores fuera del robot (ver Figura 2).

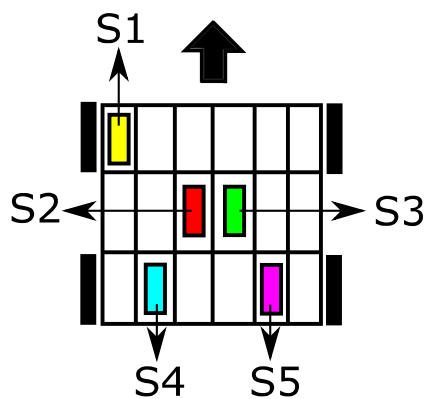


Figura 1. Ubicación de los Sensores a bordo del Robot transportador de materiales

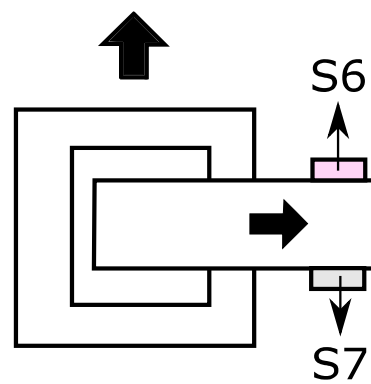


Figura 2. Ubicación de los sensores de la banda transportadora

El terreno

La plataforma que los ingenieros de Construcciones Robóticas SAS desarrollaron se encuentra en su primera versión, y por tanto tiene algunas limitaciones, producto del modelamiento simple del mundo que utilizaron; los ingenieros solo contemplaron las siguientes situaciones:

- Carretera en línea recta.
- Curva a 90° hacia la derecha.
- Curva a 90° hacia la izquierda.

Además, los ingenieros optaron por partir de la base de un terreno plano, que se puede fragmentar utilizando una cuadrícula, de modo que el trazado de la vía garantice que se puede describir con los cuatro elementos que se muestran en la Figura 3, Figura 4, Figura 5 y Figura 6:

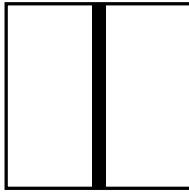


Figura 3. Línea recta

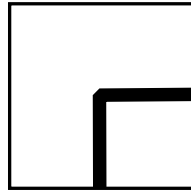


Figura 4. Giro a la Derecha

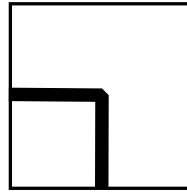


Figura 5. Giro a la Izquierda

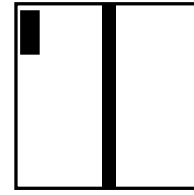


Figura 6. Parada en estación

Sistema de Desplazamiento

Una vez los ingenieros consideraron que el modelo del mundo se ajustaba a las necesidades de su negocio, procedieron a desarrollar el sistema de desplazamiento del robot: Como se explicó en la sección “Introducción” de éste documento, los ingenieros escogieron como mecanismo de desplazamiento para el robot, la tracción diferencial. Para controlar el sistema de desplazamiento de la plataforma, utilizaron los sensores S1, S2 y S3 (ver Figura 7):

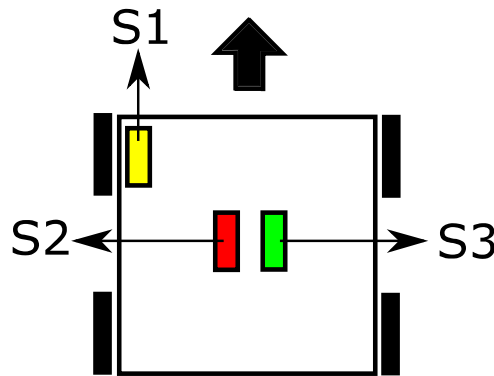


Figura 7. Sistema de desplazamiento

- S1: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. El sensor indica a la plataforma que debe detenerse porque llegó a una estación donde puede o no necesitarse descargar material.
- S2: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. El sensor indica a la plataforma que la línea guía cambió de dirección hacia la izquierda.
- S3: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. El sensor indica a la plataforma que la línea guía cambió de dirección hacia la derecha.

Al notar que el robot tenía la misma forma que los elementos que habían designado para la definición del mapa, los ingenieros decidieron que el tamaño de un cuadrado de la cuadrícula sería el mismo tamaño del robot.

Sistema de Manipulación de Materiales

Como se explicó en la sección “Introducción” de éste documento, el Sistema de Manipulación de Materiales está compuesto por una banda transportadora que saca los contenedores de materiales del robot.

Los contenedores son marcados pintando toda la pared lateral con colores negro o blanco, de manera que mediante los sensores S6 y S7, el sistema de control de la banda transportadora pueda determinar si debe arrojar la caja fuera del robot en la estación donde el robot se encuentra detenido, o no.

Para controlar el sistema de Manipulación de Materiales, los ingenieros de Construcciones Robotizadas SAS utilizaron los sensores S1, S4, S5, S6 y S7 (ver Figura 8).

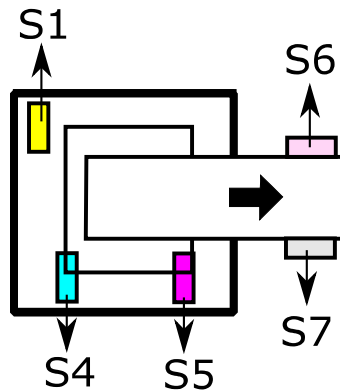


Figura 8. Sistema de manipulación de materiales

- S1: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. El sensor indica a la plataforma que está frente a una estación, y que por lo tanto debe verificar si debe o no arrojar la caja con material que se encuentra próxima a salir.
- S4: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. En combinación con los sensores S5, S6 y S7, entregan la información necesaria para que el sistema determine si debe o no arrojar la caja que se encuentra próxima a salir, como se explica a continuación.
- S5: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. En combinación con los sensores S4, S6 y S7, entregan la información necesaria para que el sistema determine si debe o no arrojar la caja que se encuentra próxima a salir, como se explica a continuación.
- S6: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. En combinación con los sensores S4, S5 y S7, entregan la información necesaria para que el sistema determine si debe o no arrojar la caja que se encuentra próxima a salir, como se explica a continuación.
- S7: El sensor es capaz de distinguir entre dos colores; el blanco y el negro. En combinación con los sensores S4, S5, S6, entregan la información necesaria para que el sistema determine si debe o no arrojar la caja que se encuentra próxima a salir, como se explica a continuación.

El sistema de manipulación de materiales diseñado por los Ingenieros de Construcciones Robotizadas SAS utiliza la información de la Tabla 1 para controlar la banda transportadora: Existen dos variables adicionales a las consignadas en la Tabla 1: el sensor S1 y la información de cuántas cajas hay para entregar.

Los Sensores

Como se puede observar en las secciones anteriores, los sensores que se utilizan en el robot tienen salida binaria (solamente identifican dos opciones: negro o blanco), por tanto, cualquier color que haya en frente, será interpretado como blanco, o como negro, y, cuando haya ausencia de color (éste caso se presenta cuando se acaban las cajas que hay que repartir), el sensor lo interpretará como negro. Para solucionar éste problema, los ingenieros determinaron que el operario del robot debe indicarle al

sistema al momento de iniciar el recorrido, cuántas cajas hay para repartir, de modo que el robot sepa cuándo se terminaron las cajas.

Una vez el robot determine que se han terminado las cajas en la banda, debe desplazarse hasta la estación 1 (donde el sensor S5 encontrará el color negro y el sensor S4 encontrará el color blanco) y detenerse allí: éste es considerado el fin del programa.

| S1 | S2 | S3 | S4 | Banda |
|--------|--------|--------|--------|----------------|
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Arroja Caja |
| Blanco | Blanco | Blanco | Negro | No arroja Caja |
| Blanco | Blanco | Negro | Blanco | No arroja Caja |
| Blanco | Blanco | Negro | Negro | No arroja Caja |
| Blanco | Negro | Blanco | Blanco | No arroja Caja |
| Blanco | Negro | Blanco | Negro | Arroja Caja |
| Blanco | Negro | Negro | Blanco | No arroja Caja |
| Blanco | Negro | Negro | Negro | No arroja Caja |
| Negro | Blanco | Blanco | Blanco | No arroja Caja |
| Negro | Blanco | Blanco | Negro | No arroja Caja |
| Negro | Blanco | Negro | Blanco | Arroja Caja |
| Negro | Blanco | Negro | Negro | No arroja Caja |
| Negro | Negro | Blanco | Blanco | No arroja Caja |
| Negro | Negro | Blanco | Negro | No arroja Caja |
| Negro | Negro | Negro | Blanco | No arroja Caja |
| Negro | Negro | Negro | Negro | Arroja Caja |

Tabla 1. Tabla de verdad para el control de la banda transportadora

Las Estaciones

Como se explicó en la sección “Introducción” de éste documento, las estaciones corresponden a los lugares en los que se está llevando a cabo una construcción, es decir, corresponde a los lugares donde el robot debe detenerse para entregar materiales. Las estaciones se numeran de 1 a 4, y pueden estar en desorden: no necesariamente el robot encontrará la estación 2 luego de pasar por la estación 1. La Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12 ilustran las marcas que el robot encontrará en la vía cuando se encuentre frente a una estación: En las marcas se observa siempre la marca que le indica al robot que llegó a una estación (ésta marca es sensada por el sensor S1), y las dos marcas que indican al mecanismo de manipulación de materiales a qué estación corresponde. Es importante notar que nunca puede haber una estación de descarga en una curva; siempre se encontrarán en tramos rectos, tal como la muestran la Figura 9, Figura 10, Figura 11 y Figura 12.

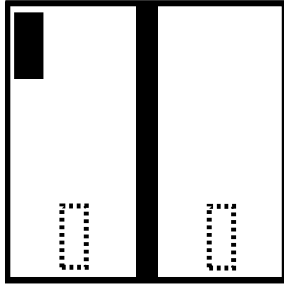


Figura 9. Pintura en la carretera frente a la Estación No. 4

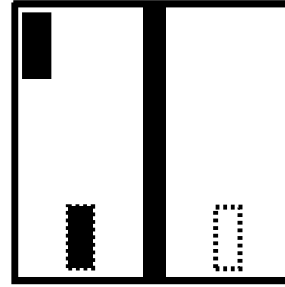


Figura 10. Pintura en la carretera frente a la Estación No. 2

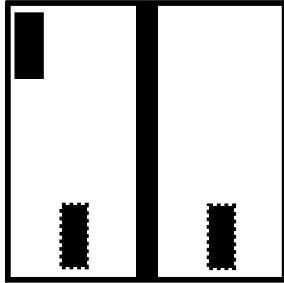


Figura 11. Pintura en la carretera frente a la Estación No. 3

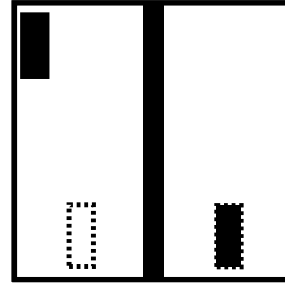


Figura 12. Pintura en la carretera frente a la Estación No. 1

Enunciado

La empresa Construcciones Robotizadas SAS, ha contactado su equipo de ingenieros para solicitar el desarrollo descrito a continuación:

1. Se requiere un diagrama de flujo que resuelva el problema de control del sistema de desplazamiento de la plataforma. Diseñe los mecanismos necesarios para simular la información necesaria. Seguramente requerirá del uso de bucles dentro de su sistema, la empresa ha solicitado que en cada paso por el bucle, no se ejecute más de una acción sobre el robot: a continuación se describe un ejemplo:

Suponga la situación que se muestra en la Figura 13: se ilustra al robot justo antes de llegar a una curva a 90° hacia el lado derecho. El bucle de programación debe hacer el llamado a una función que actualizará la posición del robot para que avance un cuadro en la cuadrícula.

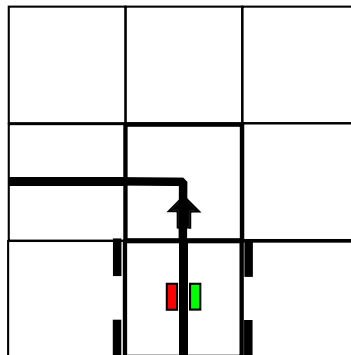


Figura 13. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (paso 1)

Al iniciar la siguiente ejecución del bucle, el robot se encontrará en la posición descrita en la Figura 14. En éste punto el algoritmo de control debe darse cuenta de que el robot ha llegado a una curva y por lo tanto, debe hacer el llamado a una función que actualizará la posición del robot para que gire 90° sobre sí mismo.

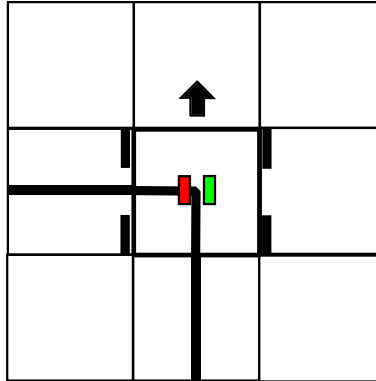


Figura 14. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (paso 2)

Al iniciar la siguiente ejecución del bucle, el robot se encontrará en la posición descrita en la Figura 15. En éste punto, el algoritmo de control debe recordar que viene de hacer un giro, y por tanto debe avanzar una posición hacia adelante para salir de la curva: para ello debe hacer el llamado a una función que actualizará la posición del robot para que avance una posición hacia el frente.

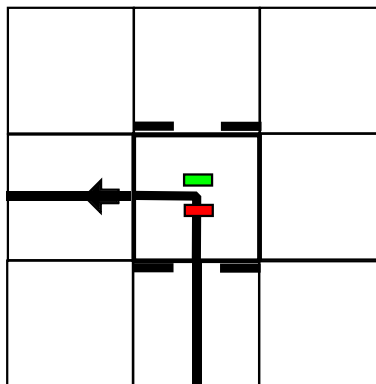


Figura 15. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (paso 3)

Al iniciar la siguiente ejecución del bucle, el robot se encontrará en la posición descrita en la Figura 16. Se da por terminado el ejemplo propuesto.

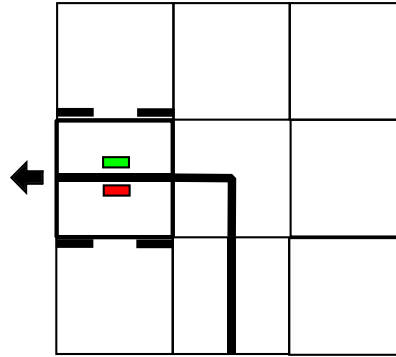


Figura 16. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (paso 4)

2. Codifique la solución propuesta para el numeral anterior en lenguaje C/C++. Utilice los siguientes prototipos de función para su trabajo:
 - a. void Desplazamiento_Avanzar(): Ésta función actualiza la posición del robot, haciéndolo avanzar un cuadro en la dirección en la que apunta el frente del robot.
 - b. Void Desplazamiento_Detener(): Ésta función mantiene la posición del robot. Utilícela cuando necesite que el robot se quede quieto.
 - c. void Desplazamiento_Rotar_AgujasReloj(): Ésta función actualiza la posición del robot, haciéndolo girar sobre su propio eje 90 grados en el sentido de las manecillas del reloj.
 - d. void Desplazamiento_Rotar_Opuesto_AgujasReloj(): Ésta función actualiza la posición del robot, haciéndolo girar sobre su propio eje 90 grados en el sentido contrario al de las manecillas del reloj.
 - e. char S1_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S1:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - f. char S2_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S2:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - g. char S3_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S3:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
3. Se requiere de un diagrama de flujo (un diagrama de flujo independiente), que resuelva el problema de control del sistema de manipulación de materiales. Seguramente requerirá del uso de bucles dentro de su sistema, la empresa ha solicitado que en cada paso por el bucle, no se ejecute más de una acción sobre el robot: a continuación se describe un ejemplo:

Suponga la situación descrita en la Figura 17. Se ilustra el caso en el que se han cargado en el robot recipientes que deben ser dejados en la estación 1 (el primero y segundo) y en la estación 3 (el tercero). Una vez que el sistema detecta que está frente a una estación, la ejecución del bucle determina que se encuentra en la estación 3 y que el siguiente bloque en la cola es para la estación 1, por tanto, hace el llamado a una función que mantiene quieta la banda transportadora.

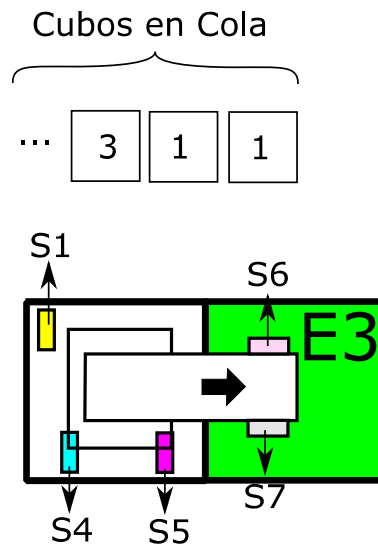


Figura 17. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (Paso 1)

Al iniciar la siguiente ejecución del bucle, el robot se encuentra en la situación descrita por la Figura 18. En éste caso, la ejecución del bucle determina que el robot no se encuentra frente a una estación, por tanto hace el llamado a una función que mantiene quieta la banda transportadora (la misma función utilizada para el paso 1 (ver Figura 17)).

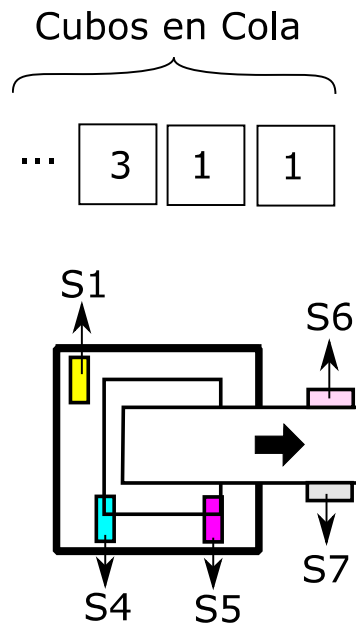


Figura 18. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (Paso 2)

Al iniciar la siguiente ejecución del bucle, el robot se encuentra en la situación descrita por la Figura 19. En éste caso, la ejecución del bucle determina que el robot se encuentra frente a la estación 1, por tanto verifica cuál es el número de la estación en la que debe entregarse el siguiente cubo; al comprobar que son iguales, el bucle hace el llamado a una función que arroja un cubo.

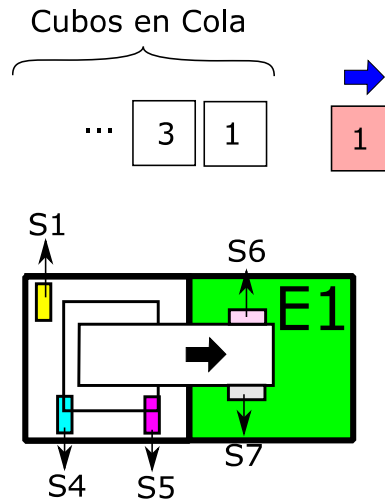


Figura 19. Ejemplo de la forma como debe trabajarse un bucle (Paso 3)

Es importante hacer énfasis en que, aunque el siguiente recipiente en la cola también debe dejarse en la estación actual, el sistema de control del sistema de manipulación de materiales solamente arrojará 1 recipiente: esto significa que cuando el vehículo completo esté en acción, el robot debe dar una vuelta completa para entregar el siguiente recipiente en la cola. Aquí se da por terminado el ejemplo.

4. Codifique la solución propuesta para el numeral anterior en lenguaje C/C++. Utilice los siguientes prototipos de función para su trabajo:
 - a. void Materiales_ArrojarCubo(): Ésta función arroja el primer cubo en la cola de cubos que deben repartirse.
 - b. Void Materiales_No_Arrojar_Cubo: Ésta función mantiene la cola de recipientes tal como estaba.
 - c. char S1_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S1:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - d. char S4_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S4:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - e. char S5_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S5:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - f. char S6_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S6:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
 - a. char S7_Lectura(): Ésta función retorna el color que está leyendo el sensor S7:
 - 'b'=Blanco
 - 'n'=Negro
5. Utilizando la técnica “Loop Fusion”, construya (partiendo de los diagramas de flujo que desarrolló en los numerales 1 y 2 de ésta sección), un diagrama de flujo que implemente la solución final que requiere la compañía Construcciones Robotizadas SAS para controlar su robot.

Ejemplo de un Escenario

La Figura 20 ilustra un posible escenario donde el robot debiera actuar. Es importante notar los siguientes aspectos:

- Las estaciones no necesariamente se encuentran en orden (aunque éste también es un caso posible).
- El robot debe completar tantas vueltas como sea necesario para deshacerse de todos los cubos que tiene en su interior.
- Una vez se haya deshecho del último cubo, el robot debe dirigirse a la estación 1 (Ver ítem marcado como E1 en la Figura 20). Y detenerse ahí, éste se considera el fin del programa.

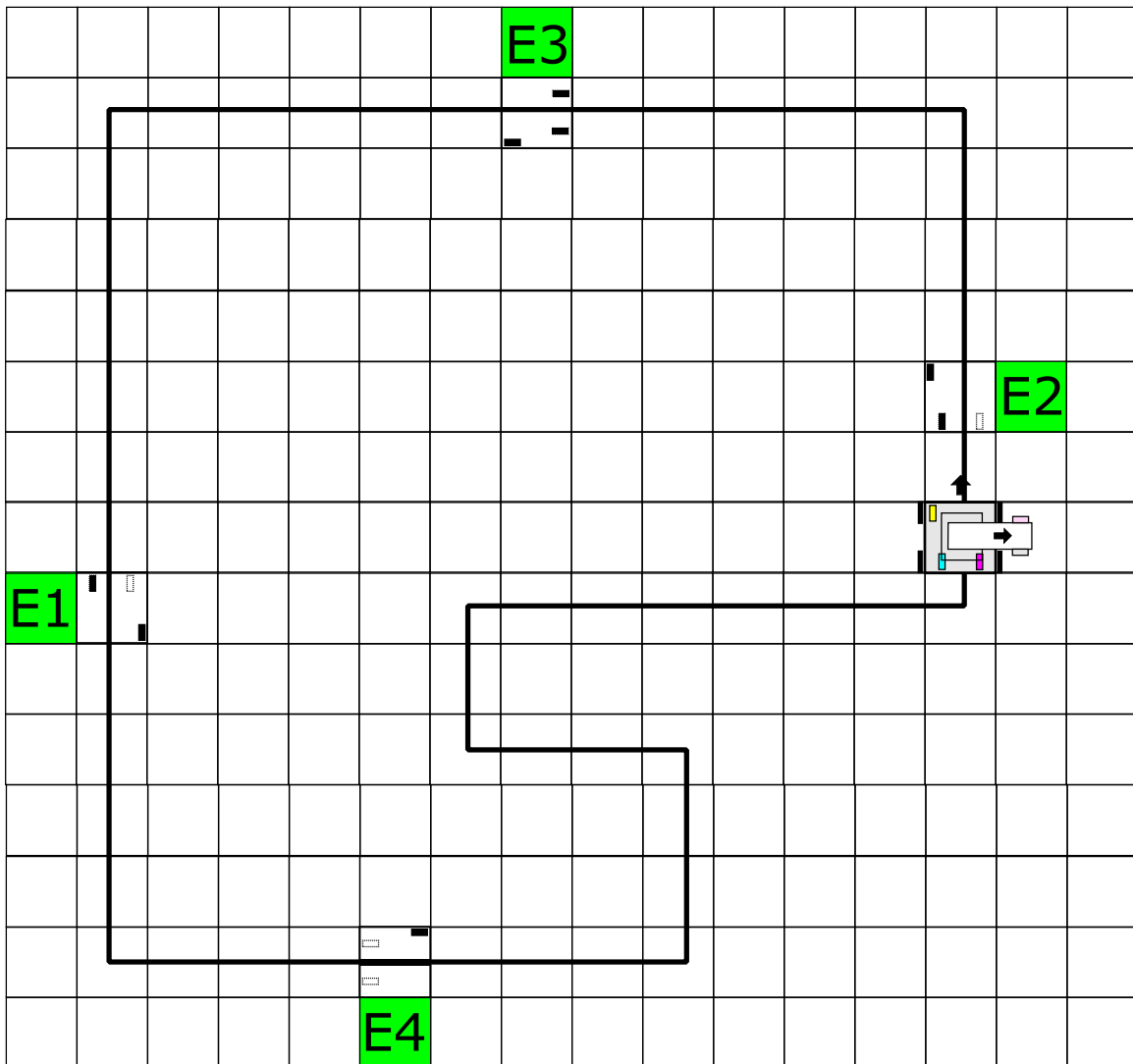


Figura 20. Ejemplo de un escenario en el de trabajo del Robot Constructor