Diseño y construcción de un prototipo funcional de vehículo terrestre teledirigido para el mapeo de espacios interiores usando un lidar

Gustavo Andrés Avella Neira

Grado de ingeniería informática
Universitat oberta de Catalunya
Enero/2021

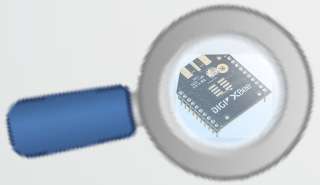
CONTENIDO


Objetivo
Descripción
Teoría
Diseño
Construcción
Conclusiones

OBJETIVO

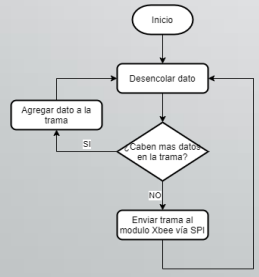
Diseñar y construir un prototipo funcional de vehículo terrestre teledirigido para el mapeo de espacios interiores usando un *lidar* para la toma de medidas y Unity para el dibujado.

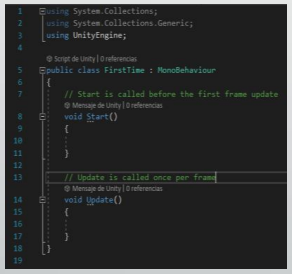
- ✓ **Análisis de componentes**



- ✓ **Experimentación con los componentes**

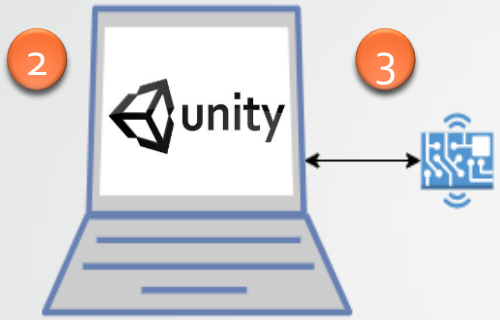
- ✓ **Diseño y programación**

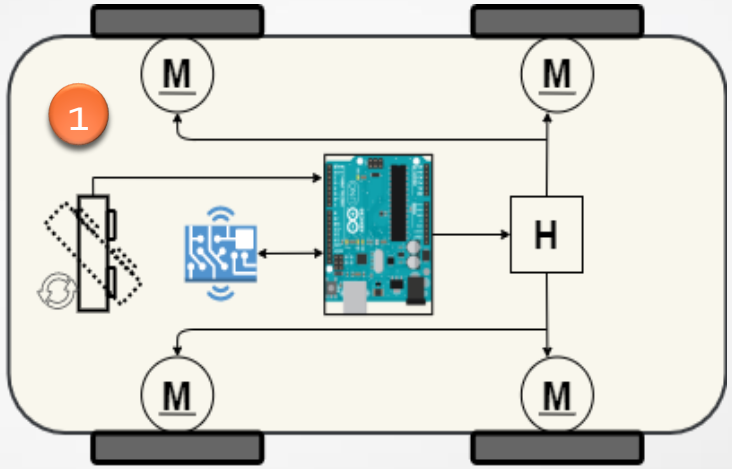




- ✓ **Construcción**

DESCRIPCIÓN





Módulo Xbee

Sensor LIDAR

M Motor DC

H Driver (puente H)

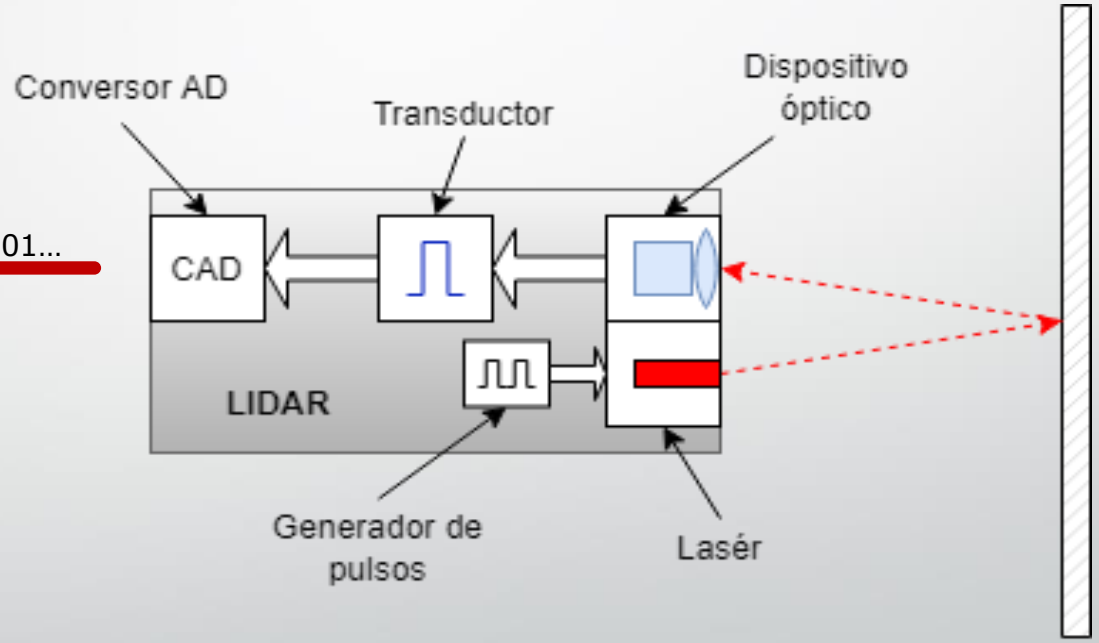
1. Obtención y comunicación de los datos del entorno: lidar ←→ Arduino ←→ Xbee ←→ Xbee ←→ Unity
2. Representación gráfica de los datos del entorno: Unity
3. Control remoto del vehículo: Unity ←→ Xbee ←→ Xbee ←→ Arduino

TEORÍA

¿QUÉ ES LIDAR?

*LIDAR → *Light Detection and Ranging*

[Angulo, Distancia] ← 0101001101…



TEORÍA

ARDUINO

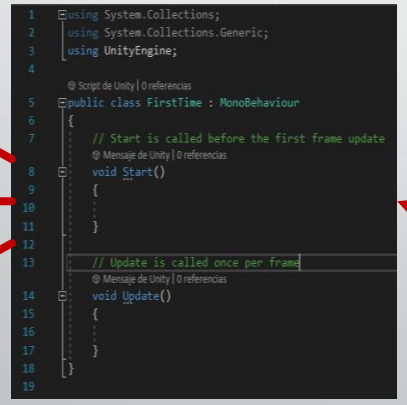
ZIGBEE

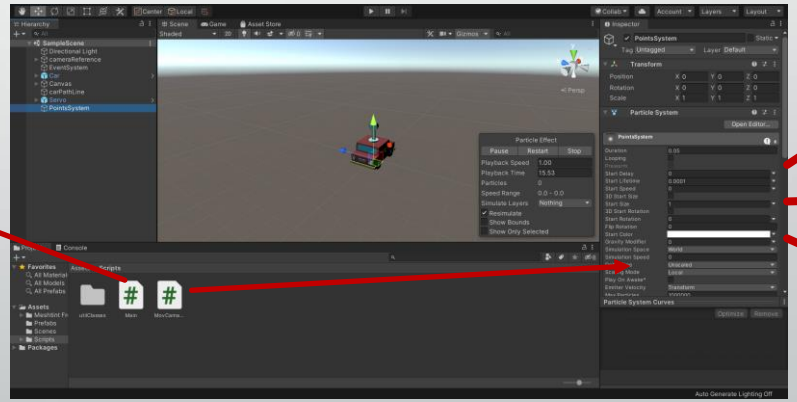
UNITY

Clases

C#

Métodos





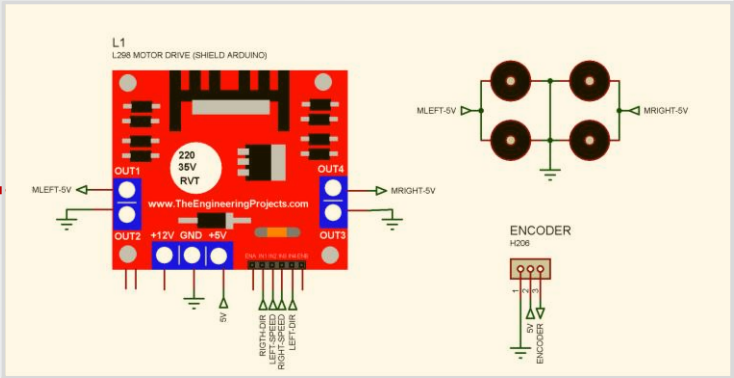
Assets

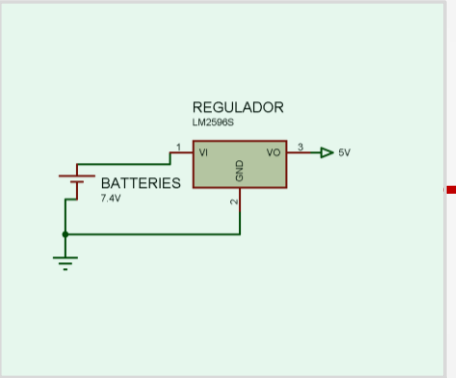
GameObjects

Componentes Scripts

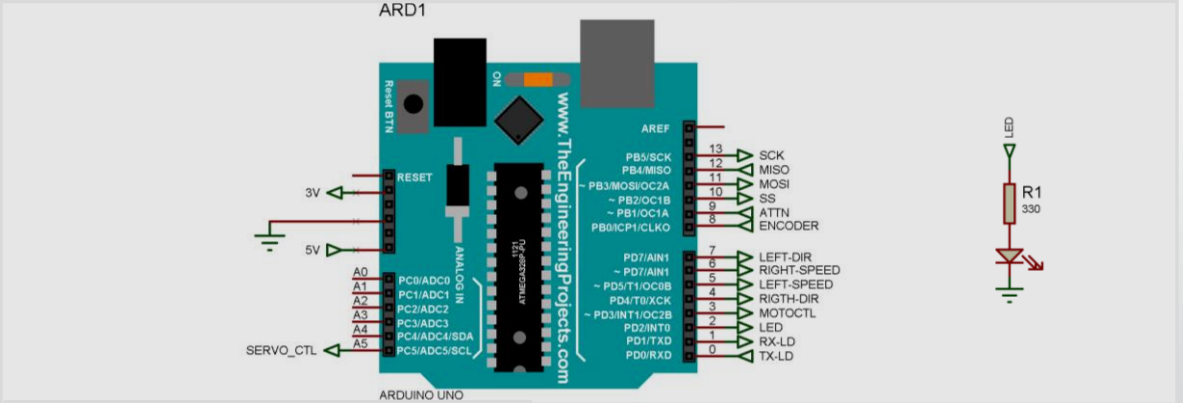
DISEÑO
ELECTRÓNICA

Control de movimiento

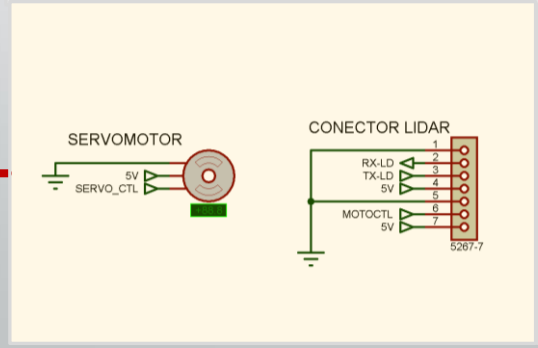


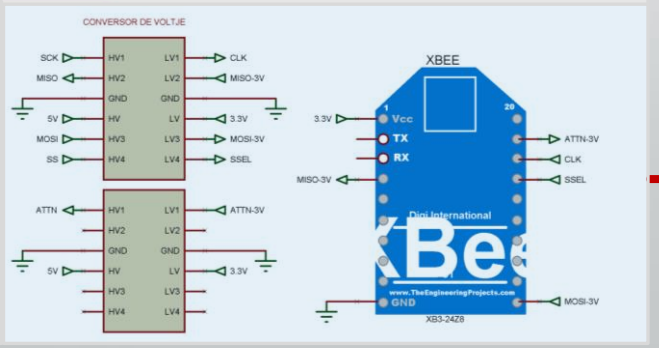


Alimentación



Control del lidar

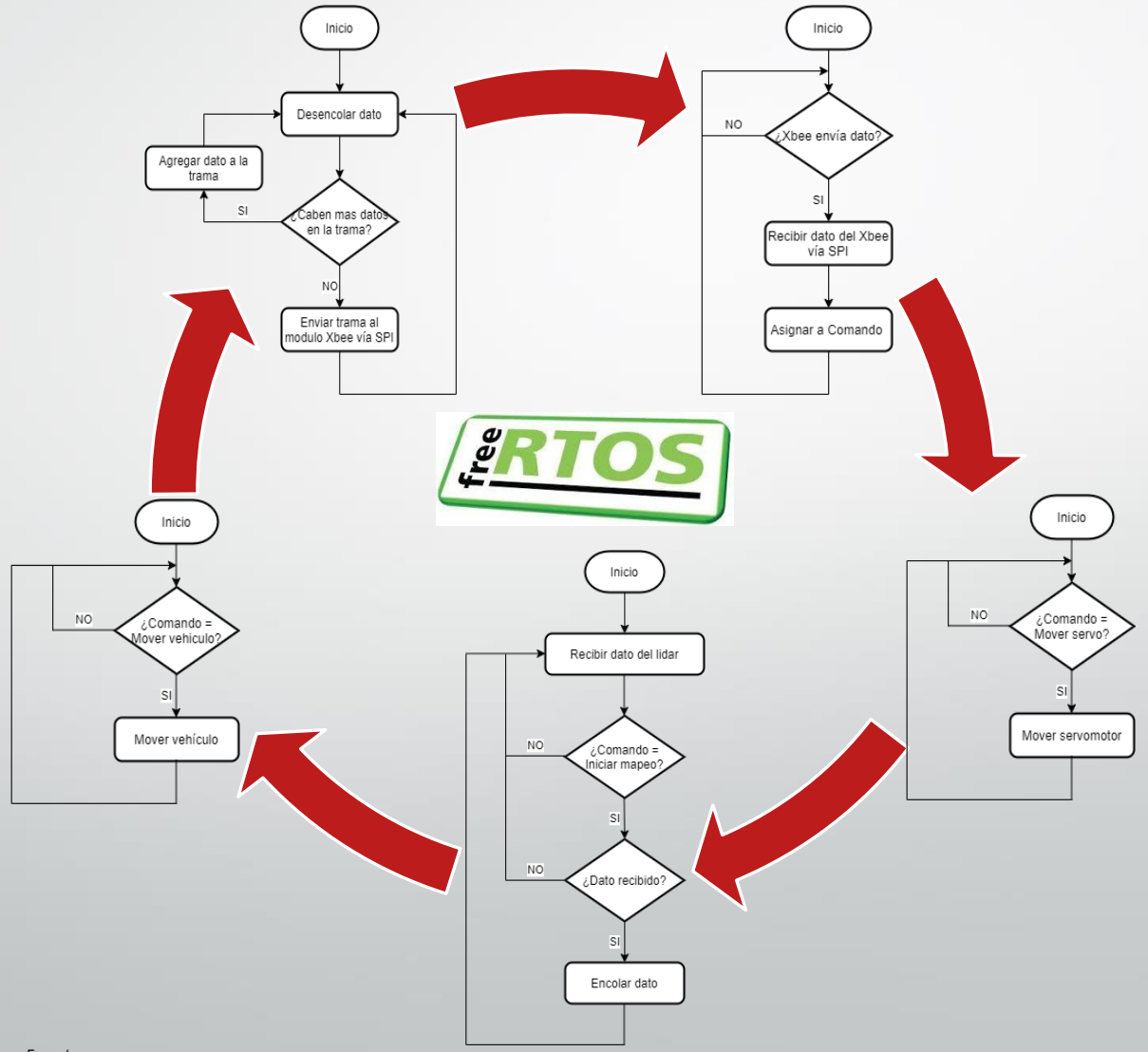




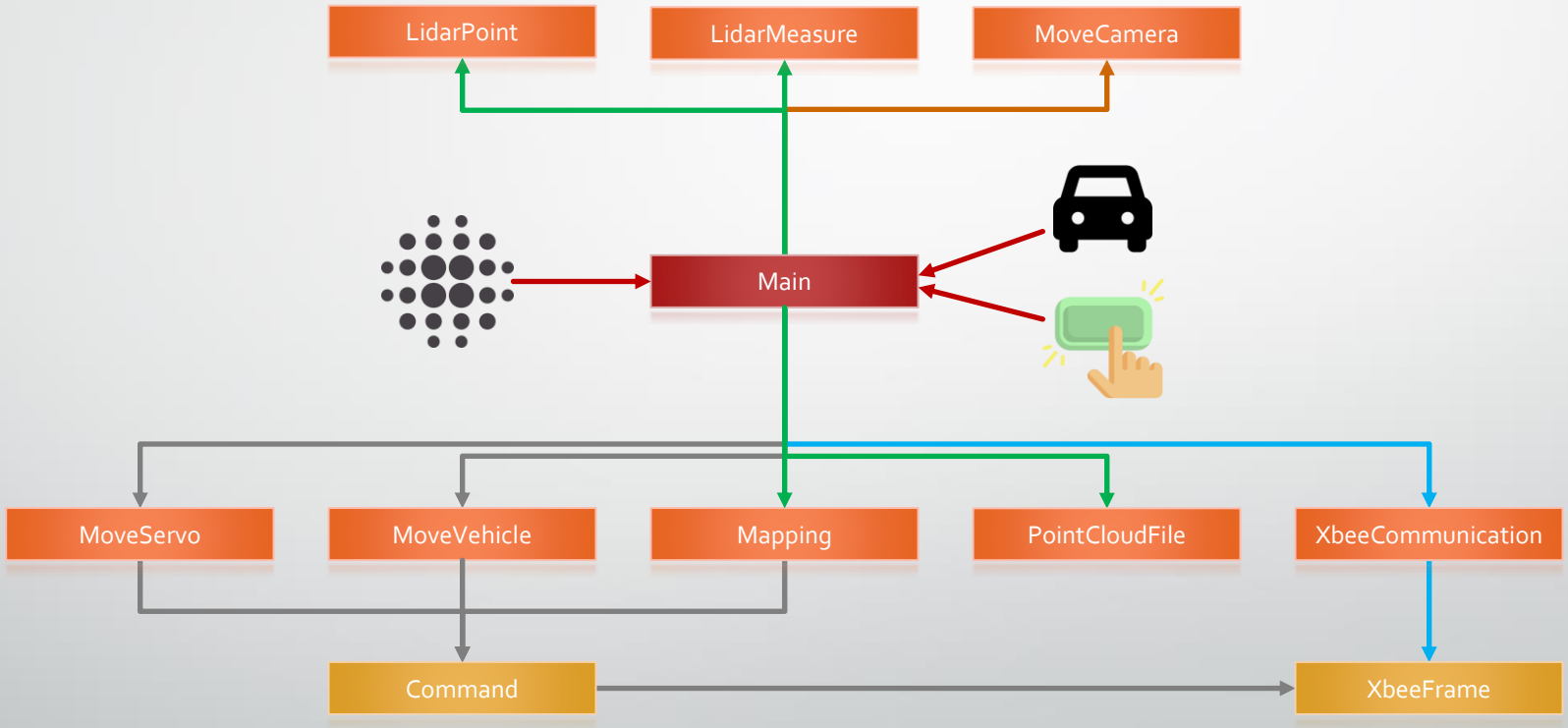
Comunicación inalámbrica

DISEÑO

PROGRAMA ARDUINO

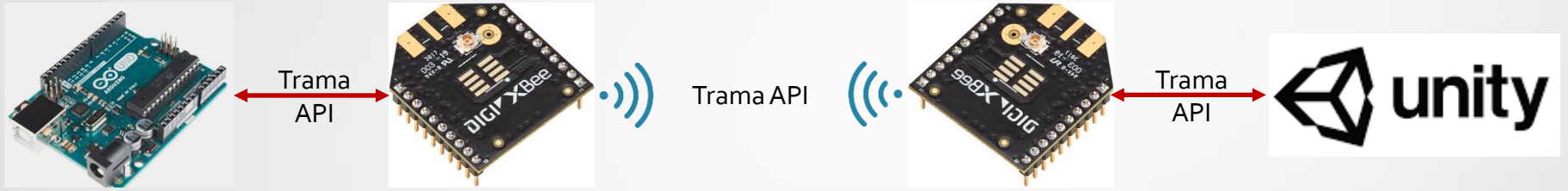


DISEÑO
PROGRAMA UNITY



CONSTRUCCIÓN

COMUNICACIÓN



API: Arduino → Unity

Header	Payload	Checksum
17 bytes	84 Bytes (14 medidas compuestas por un UInt16 y un float)	1 byte

API: Unity → Arduino

Header	Payload	Checksum
17 bytes	3 Bytes (1 comando compuesto por un char y un UInt16)	1 byte

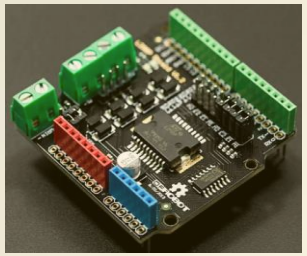
Ejemplo: [Angulo, Distancia] = [1.6370, 1572]

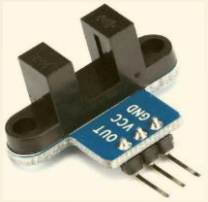
Header																Payload							ChkSm
7E	00	14	10	00	00	13	A2	00	41	BB	C3	3D	FF	FE	00	00	3F	D1	89	37	06	24	47
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

CONSTRUCCIÓN

ELECTRÓNICA

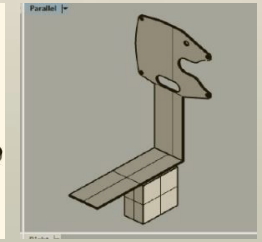
Control de movimiento



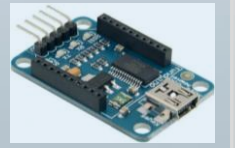


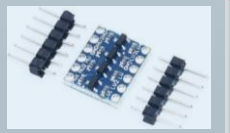
Alimentación

Control del lidar



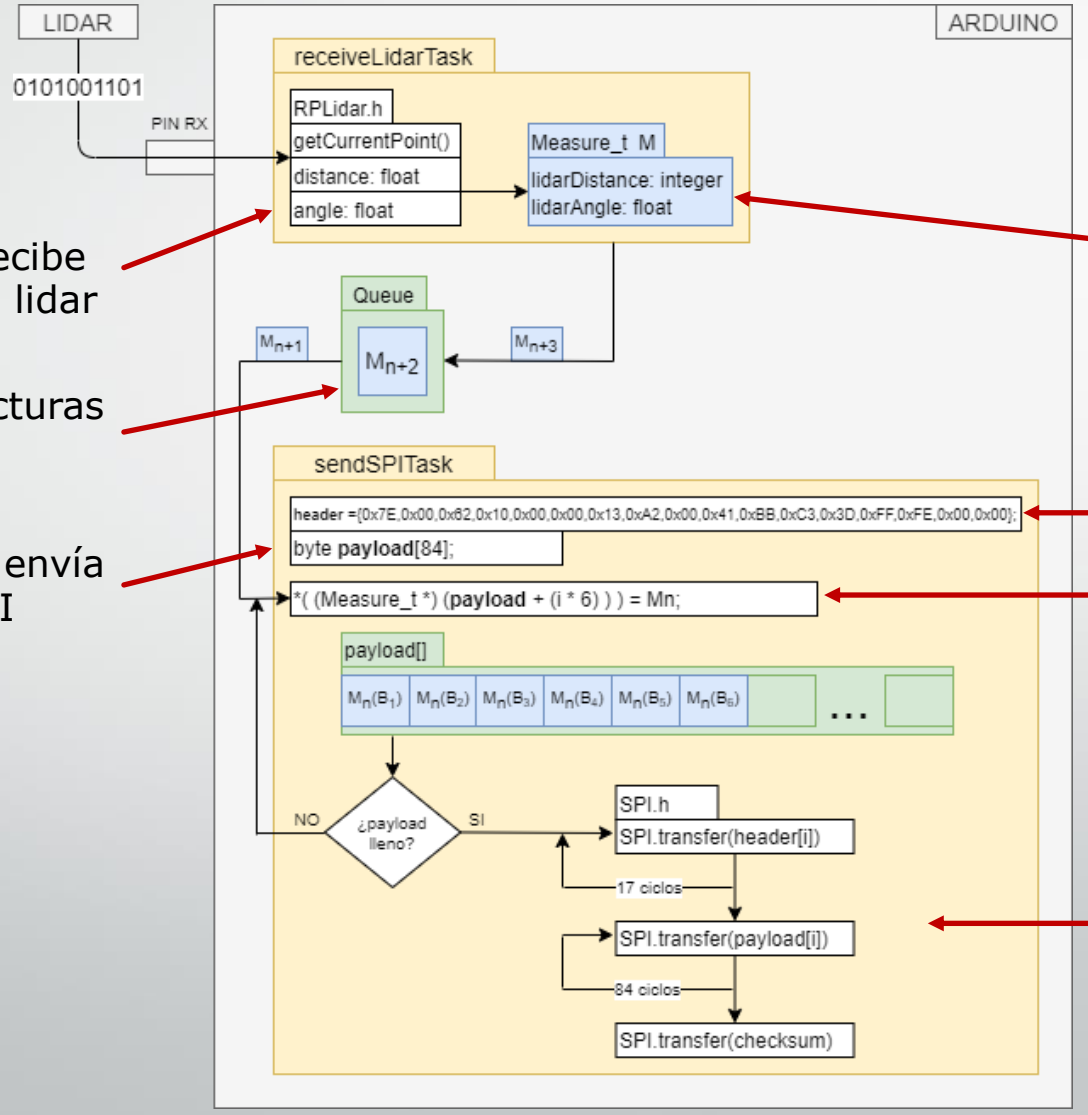
Comunicación inalámbrica





CONSTRUCCIÓN

PROGRAMA ARDUINO – ENVÍO DE TRAMAS



Tarea que recibe medidas del lidar

Cola que almacena estructuras (productor/consumidor)

Tarea que envía tramas API

Estructura que almacena medidas

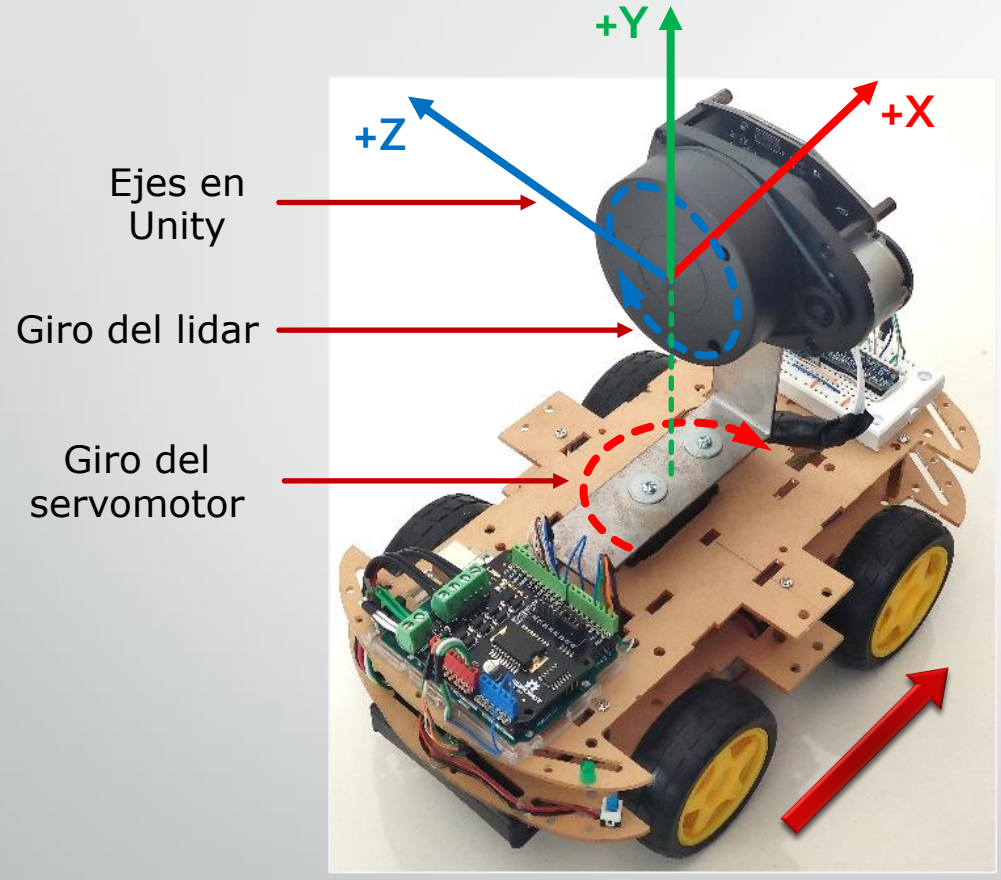
Cabecera constante

Conversión estructura a bytes

Envío de tramas usando SPI.h

CONSTRUCCIÓN

PROGRAMA UNITY – SISTEMA DE COORDENADAS



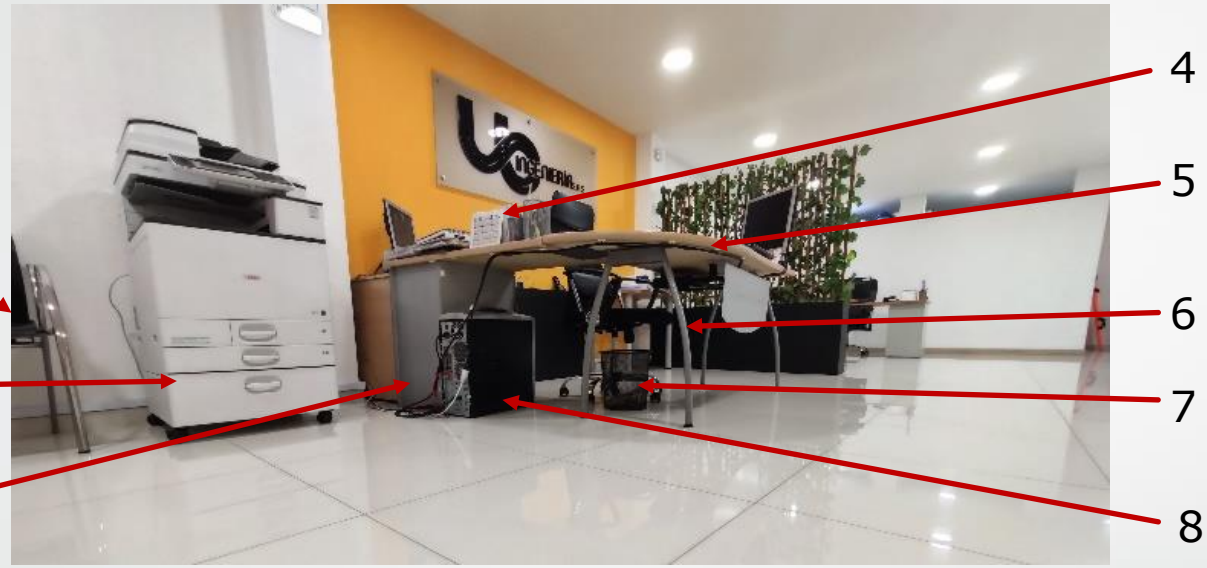
Coordenadas de los puntos sin mover el vehículo:

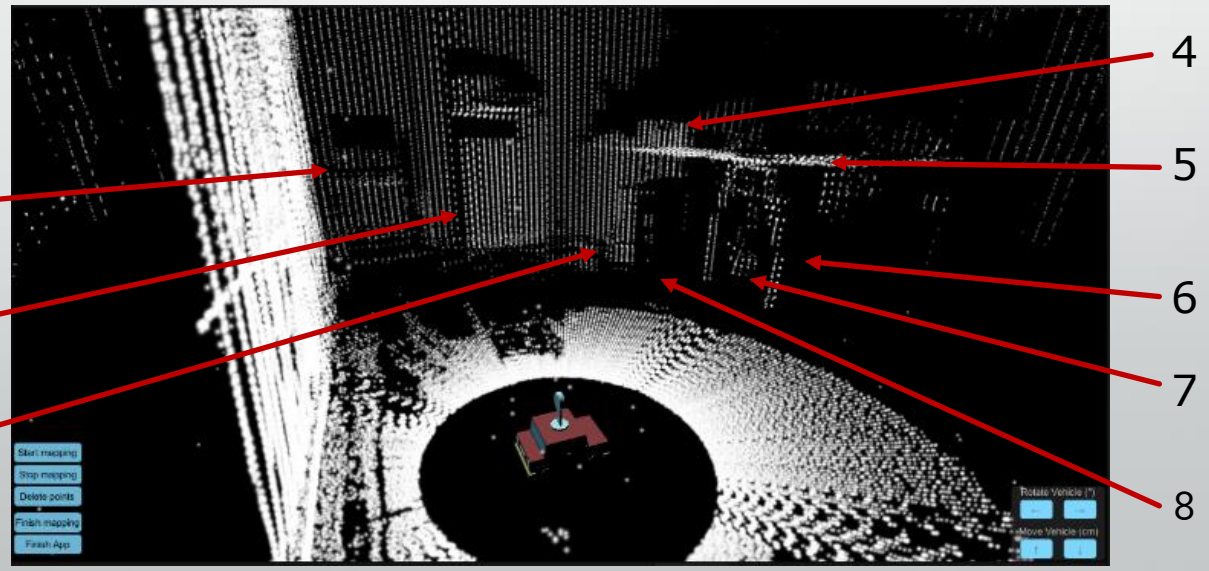
$$Yo' = D * sen\beta$$
$$Ho' = D * cos\beta$$
$$Xo' = Ho' * sen\alpha$$
$$Zo' = Ho' * cos\alpha$$

Coordenadas de los puntos después de mover el vehículo (desplazamiento y rotación de ejes):

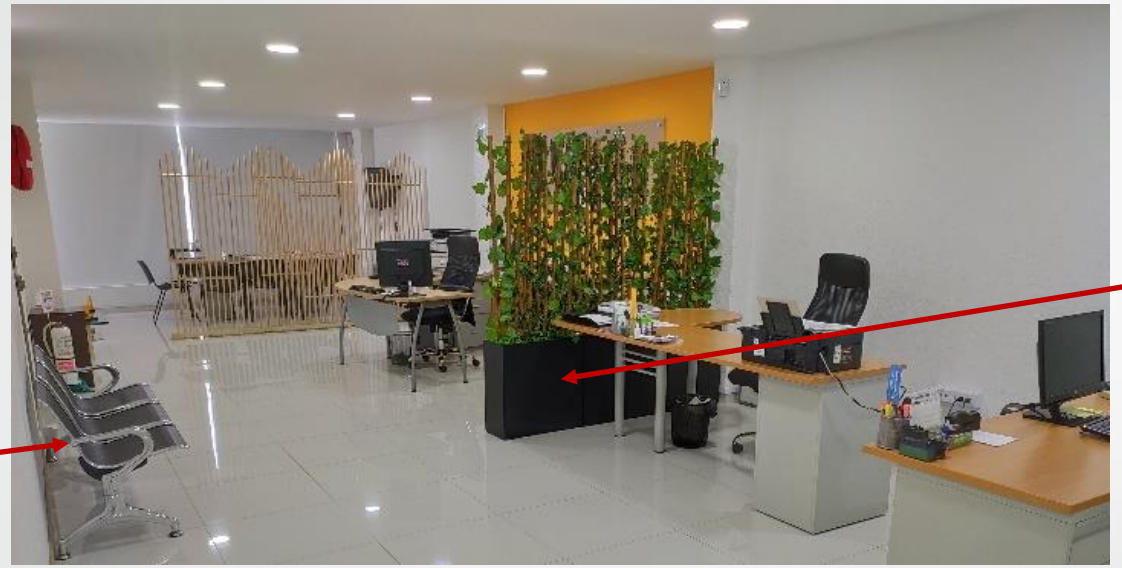
$$X_f = Xo'cos\theta + Zo'sen\theta + X_v$$
$$Y_f = Yo' + Y_v$$
$$Z_f = Zo'cos\theta - Xo'sen\theta + Z_v$$

PRUEBAS


1
2
3
4
5
6
7
8 – Superficie negra

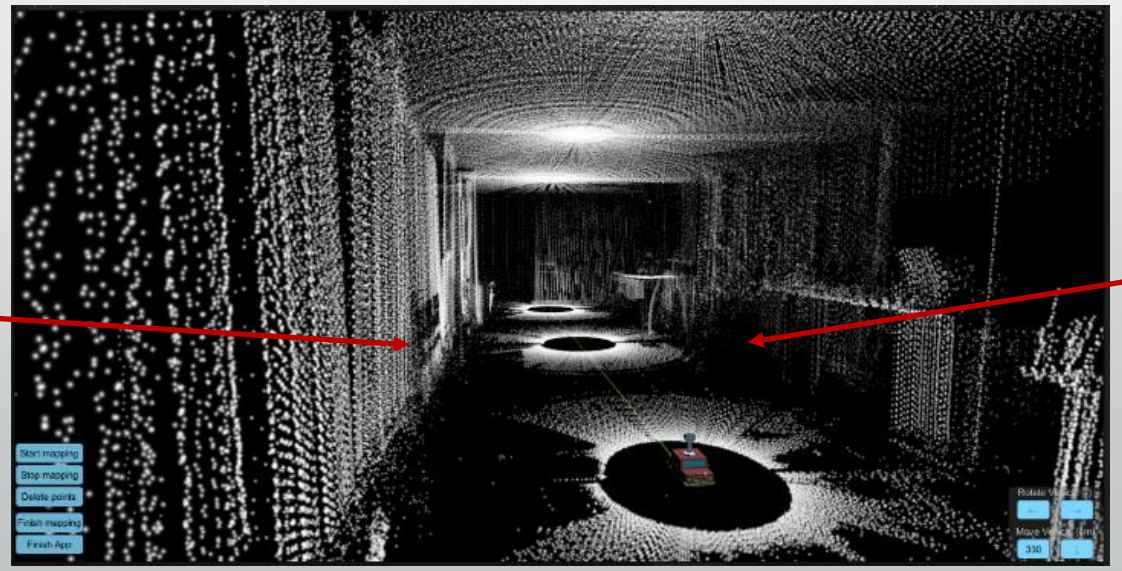

1
2
3
4
5
6
7
8
Start mapping
Stop mapping
Delete points
Finish mapping
Finish App
Rotate Vehicle (°)
Move Vehicle (cm)

PRUEBAS



1 - Superficie negra y reflectante

2 - Superficie negra



1

2

PRUEBAS - VIDEO

Enlace a YouTube

CONCLUSIONES

- ✓ La tecnología lidar se presenta como una solución efectiva para el mapeo de interiores. No obstante implica un consumo de recursos enorme para las comunicaciones y para el hardware; adicionalmente muestra dificultades para mapear superficies negras y transparentes.
- ✓ Los módulos Xbee no alcanzaron la velocidad de transmisión de datos deseada. De manera que, una primera mejora al TFG es usar una tecnología, como Bluetooth o wifi, que soporte una mayor velocidad en la transmisión de los datos.
- ✓ El uso de bibliotecas no siempre son la mejor solución o no son suficientes.
- ✓ El uso de un sistema de partículas para la gestión de los puntos mejoró el rendimiento y facilitó el dibujado con respecto al uso de objetos como las esferas; sin embargo, no fue suficiente. Unity tiene otra solución para el manejo de partículas que se denomina Visual Effect Graph que puede gestionar fácilmente millones de partículas y que podría usarse como otra mejora a futuro del presente proyecto.

Diseño y construcción de un prototipo funcional de vehículo terrestre teledirigido para el mapeo de espacios interiores usando un lidar

¡Gracias!