



Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

Carrera de Ingeniería Marítima

Proyecto de trabajo de titulación

Modalidad Proyecto Técnico

“Diseño e implementación de un prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible”

Autor:

Iván Fernando Alume Ureta

Tutor: Ing. Carlo Alonso Cano Gordillo

Manta-Ecuador

2025

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A).	CÓDIGO: PAT-04-F-004
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1 Página II de 96

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante: **Alume Ureta Iván Fernando**, legalmente matriculado/a en la carrera de Ingeniería Marítima, período académico 2025-1, cumpliendo el total de 400 horas, cuyo tema del proyecto técnico es **“Diseño e implementación de un prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible”**.

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad del mismo, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

Manta, 15 de agosto de 2025.

Lo certifico,



Carlo Alonso
Cano Gordillo



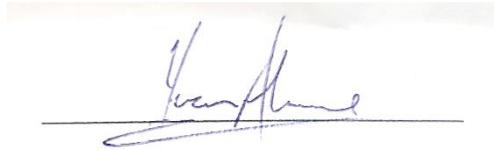
Magíster Carlo Alonso Cano Gordillo
Docente Tutor
Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura

Declaración de autoría y cesión de derechos

El estudiante, Iván Fernando Alume Ureta, egresado de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura, de la carrera de Ingeniería de Ingeniería Marítima, declaro libre y voluntariamente el tema:

“Diseño e implementación de un prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible”, corresponde en su totalidad al suscrito, siendo el Ingeniero Carlo Cano Gordillo, tutor del presente trabajo.

Asimismo, transfiero los derechos y la titularidad a la universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, para que forme parte de su patrimonio de propiedad intelectual de investigadores, trabajos científicos o técnicos y trabajos de titulación.



Iván Fernando Alume Ureta

AUTOR



Carlo Alonso
Cano Gordillo



Magíster Carlo Alonso Cano Gordillo

TUTOR

Dedicatoria

Dedico este trabajo principalmente a mis padres y a todos los que me han apoyado a lo largo de esta travesía de conocimientos y han sido considerados al momento de brindarme su apoyo y ánimos de seguir estudiando y preparándome.

Alune Ureta Iván Fernando

Agradecimiento

Agradecer primero a Dios por guiarme en mi camino de conocimientos y brindarme oportunidades para poder salir adelante en las metas que me propongo. A mis padres por sus consejos y apoyo incondicional en mi travesía como estudiante y a mis amigos que hasta en las condiciones más complicadas en las que me he encontrado me han brindado la mano y nunca me han dejado atrás. También quiero agradecer a mi prima que fue la principal gestora en la obtención de todos los componentes para llevar a cabo este proyecto. Por último, a mi tutor por tenerme paciencia y guiarme en cuanto a tomas de decisiones sobre este proyecto.

Alume Ureta Iván Fernando

Resumen

En el presente proyecto técnico se desarrolla el diseño e implementación de un prototipo didáctico encargado de realizar funciones similares a las de un plotter de navegación, por otra parte, este equipo también estará equipado con sensores para monitorear en tiempo real los niveles y temperaturas en un repositorio que contenga algún tipo de líquido que en este caso será de combustible. Este proyecto surge de la importancia de contar con un equipo innovador que permita un acercamiento a un sistema de navegación marítima y la visualización de datos por medio de sensores, especialmente en la carrera de Ingeniería Marítima de la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí. Con el fin de lograr el objetivo se consultó de diversas fuentes bibliográficas y conferencias grabadas de profesionales expertos en el tema. El prototipo consta de un diseño que está enfocado en lograr un equipo que no solo sea económico y asequible, sino que también sea eficiente y preciso en su posicionamiento y mediciones. Para esto el primer paso fue seleccionar una mono placa raspberry pi4, esta monoplaca se encargará de recibir tanto las señales por parte del dispositivo receptor GPS necesario para el sistema de navegación y sintonizador AIS como las señales dadas por los sensores, también se determina el software necesario para procesar y mostrar dichos datos el cual será Open Plotter, posterior a esto se implementa una pantalla de diez pulgadas para la correcta visualización del programa. Para la puesta en marcha del prototipo se utilizó una embarcación para comprobar tanto la exactitud del receptor GPS y sintonizador AIS en conjunto con el software de navegación, también se utiliza un recipiente para comprobar la exactitud de la medición por parte de los sensores. Este prototipo les permitirá a los estudiantes estar familiarizados con la parte electrónica que puede tener una embarcación.

Abstract

This technical project develops the design and implementation of a didactic prototype responsible for performing functions similar to those of a navigation plotter. Additionally, this equipment will also be equipped with sensors to monitor in real time the levels and temperatures in a repository containing some type of liquid, which in this case will be fuel. This project arises from the importance of having an innovative team that allows for an approach to a maritime navigation system and the visualization of data through sensors, especially in the Maritime Engineering program at the Eloy Alfaro de Manabí University. In order to achieve the objective, various bibliographic sources and videos from people who are immersed in the subject were consulted. The prototype consists of a design aimed at creating a device that is not only economical and accessible, but also efficient and precise in its positioning and measurements. The prototype consists of a design that is focused on achieving a device that is not only economical and affordable but also efficient and precise in its positioning and measurements. The first step was to select a Raspberry Pi 4 single-board computer; this board will be responsible for receiving signals from both the GPS receiver device necessary for the navigation system and the AIS tuner, as well as the signals provided by the sensors. The necessary software to process and display this data, which will be Open Plotter, is also determined. Following this, a ten-inch screen is implemented for the proper visualization of the program. To activate the prototype, a vessel was used to verify both the accuracy of the GPS receiver and AIS tuner in conjunction with the navigation software; a container is also used to verify the measurement accuracy of the sensors. This prototype will allow students to become familiarized with the electronic components that a vessel can have.

Contenido

CERTIFICACIÓN	II
Declaración de autoría y cesión de derechos	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimiento.....	V
Resumen.....	VI
Abstract.....	VII
Introducción	13
Justificación	14
Propuesta técnica	15
Objetivos.....	16
Objetivo general	16
Objetivos específicos	16
1. CAPITULO I: Marco teórico	17
1.1 Fuente de alimentación	17
1.1.1 Tipos de fuente de alimentación	17
1.2 Microcontroladores	19
1.2.1 ¿Qué es un microcontrolador?	19
1.3 Computador de placa única	19
1.3.1 Definición de computador de placa única (SBC).....	19
1.3.2 Características de la SBC	20
1.4 Raspberry pi	20
1.4.1 ¿Qué es Raspberry pi.....	20
1.4.2 Historia	20
1.4.3 Raspberry pi 4 modelo B	21
1.5 Sensores.....	22
1.5.1 ¿Que son los sensores?	22
1.5.2 Clasificación de los sensores	22
1.5.3 Selección de sensores	24
1.6 Receptor GPS	24
1.6.1 Concepto.....	24
1.6.2 Funcionamiento	25
1.6.3 Tipos de receptores satelitales GPS.....	26
Fuente: u-blox, 2021	27
1.6.4 GNSS. Sistema Global de Navegación por Satélite	27

1.6.5 Aportaciones del GPS en el ámbito marítimo	28
1.7 Sistema AIS	29
1.7.1 Que es un sistema AIS	29
1.8 Plotter de navegación	29
1.8.1 Concepto	29
1.8.2 Funcionamiento	30
1.8.3 Diferencia entre un receptor GPS y un plotter	31
1.9 Open plotter	31
1.9.1 Concepto	31
1.9.2 Signal k	32
1.10 Open cpn	32
1.10.1 ¿Que es open cpn?	32
1.10.2 Funciones de la aplicación Open cpn	32
1.11 Cartas náuticas	33
1.12 Pantalla	35
1.12.1 pantalla táctil capacitiva	35
CAPITULO II: Diseño	36
2.1 Diseño del Prototipo	36
2.1.1 Consideraciones necesarias para la elección de la SBC	36
2.1.2 Selección de receptor GPS	37
2.1.3 Selección de sintonizador para sistema AIS	38
2.1.4 Diseño de sistema de medición	39
2.1.5 Selección De Software Náutico	43
2.1.6 Selección de software de navegación	44
2.1.7 Selección de cartas Náuticas	44
2.1.8 Pantalla para visualización de datos	44
2.2 Diagrama de bloques del prototipo	45
2.3 Costos y accesibilidad del Equipo	47
CAPITULO III: Construcción	48
3.1 Ensamble de la raspberry pi en case refrigerado	48
3.2 Instalación de pantalla táctil capacitiva	49
3.3 Instalación de software open plotter	50
.....	51
3.4 Conexión y calibración de receptor satelital GPS	51

3.5 Conexión de receptor de radio para detección de blancos AIS	53
3.6 Conexión de sensor de temperatura	54
3.7 Conexión de sensor de nivel	56
3.8 Instalación de cartas náuticas en open cpn.....	57
CAPITULO IV: Puesta en marcha y análisis de resultados.....	59
4.1 Pruebas de prototipo de navegación.....	59
4.1.1 Pruebas de posicionamiento en lugares puntuales.....	59
4.2 Pruebas de navegación	60
4.2.1 Pruebas de funcionamiento en una embarcación en movimiento	60
4.2.2 Análisis de los resultados obtenidos del prototipo	62
4.3 Pruebas de sensor de temperatura.....	63
4.3.1 Analisis de resultados de sensor de temperatura	64
4.4 Pruebas de sensor de nivel	65
4.4.1 Análisis de resultados de prueba de nivel con recipiente vacío.....	65
4.4.2 Análisis de resultados de prueba de nivel de recipiente con líquido	66
Conclusiones y Recomendaciones.....	68
Conclusiones	68
Recomendaciones.....	70
Referencias.....	71
ANEXOS	74
Anexo A: Componentes y herramientas.....	74
Anexo B: Diseño	77
Anexo C: Construcción	83
Anexo D: Programación en de sensor HCSR-04 en Thonny	87
Anexo E: Manual de uso del prototipo	89

Índice de tablas

Tabla 1 Tabla comparativa de las características de los modelos de raspberry pi	21
Tabla 2 Tabla comparativa de las características de funcionamiento del receptor u-blox frente a otros receptores GPS	27
Tabla 3 tipos de sistema de posicionamiento	28
Tabla 4 Especificaciones de la Raspberry pi 4 modelo B.....	36
Tabla 5 datos ambientales de chip de UBX-G7020-KT	37
Tabla 6 Cualidades del chip UBX-G7020-KT	38
Tabla 7 Equiparación de sensores ultrasónicos	40
Tabla 8 Comparativa del sensor DS18B20 frente a otros sensores de temperatura	42
Tabla 9 Dimensiones de la carcasa.....	48

Índice de figuras

Ilustración 1 Fuente de alimentación lineal.....	18
Ilustración 2 Fuente de alimentación conmutada.....	19
Ilustración 3 Raspberry pi 4 modelo B. tomado de (Raspberry pi, 2025)	21
Ilustración 4 Señales satelitales de un receptor gps.....	25
Ilustración 5 Triangulación para hallar la posición mediante satélites	26
Ilustración 6 Datos emitidos por el sistema AIS.....	29
Ilustración 7 plotter de navegación.....	30
Ilustración 8 funcionamiento de open Plotter en conjunto con signal k.....	31
Ilustración 9 Interfaz de open Cpn, bahía de manta	33
Ilustración 10 Consulta de simbología en open cpn	35
Ilustración 11 Pantalla capacitiva	35
Ilustración 12 Receptor GPS USB VFAN y chip UBX-G7020-KT	37
Ilustración 13 Receptor noelec nesdr SMart v5 y sus antenas.....	38
Ilustración 14 Plano de decibelios contra frecuencia entre NESDR Smart v5 y RTL-SDR v3.	39
Ilustración 15 Sensor Ultrasónico HCSR-04.....	40
Ilustración 16 Diagrama de conexión de sensor ultrasónico a la raspberry pi 4	40
Ilustración 17 conexión física del sensor ultrasónico a la raspberry pi 4	41
Ilustración 18 diagrama de conexión de sensor digital DS18B20 en raspberry pi 4	42
Ilustración 19 Conexión física de sensor DS18B20 en la raspberry pi 4	43
Ilustración 20 Pantalla de inicio de Open plotter.....	43
Ilustración 21 Carta CM93 en Open Cpn	44
Ilustración 22 Pantalla táctil GeekPi capacitiva de 10.1 in conectada por medio de un HDMI a la raspberry pi 4.....	45
Ilustración 23 Diagrama de bloques del prototipo.....	46
Ilustración 24 conexión de ventilador y colocación de disipadores de calor.....	48
Ilustración 25 Colocación de la monoplaca en su respectiva carcasa.....	49
Ilustración 26 Colocación de soportes de Pantalla	49
Ilustración 27 Conexión de pantalla a la Raspberry pi 4	50
Ilustración 28 Descarga de imagen de open Plotter Touchscreen en Open Maine Cloud	50

Ilustración 29 Pantalla de carga de Raspberry pi 4.....	51
Ilustración 30 Pantalla de inicio de Open plotter.....	51
Ilustración 31 Configuración de receptor GPS.....	52
Ilustración 32 Conexión del GPS al servidor	52
Ilustración 33 Conexión física de receptor de radio	53
Ilustración 34 Calibración de receptor noelec v5	54
Ilustración 35 Configuración del sensor de nivel en la App GPIO.....	55
Ilustración 36 Conexión física del sensor de temperatura	55
Ilustración 37 Conexión física y ubicación en el recipiente del sensor ultrasónico	56
Ilustración 38 Programación de sensor ultrasónico en Thonny	57
Ilustración 39 Cartas náuticas cargadas en el Software Open Plotter.....	58
Ilustración 40 Instalación de cartas náuticas en Open Cpn	58
Ilustración 41 Prueba de funcionamiento de receptor GPS, ubicación Cantón Sucre	59
Ilustración 42 Prueba de funcionamiento de receptor GPS, ubicación: Manta Fuente: Autor de tesis	59
Ilustración 43 Prueba de funcionamiento de receptor GPS, ubicación: Manta	60
Ilustración 44 Embarcación siguiendo ruta trazada en el software open cpn Fuente: Autor de tesis	61
Ilustración 45 Embarcación siguiendo ruta trazada en el software open cpn.....	61
Ilustración 46 Consulta de embarcación en la página web Marine Traffic Fuente: Autor de tesis	61
Ilustración 47 Consulta de blanco AIS de una embarcación	61
Ilustración 48 Consulta de embarcación en la página web Marine Traffic.....	62
Ilustración 49 visualización de blancos AIS en la bahía de Manta Fuente: Autor de tesis.....	62
Ilustración 50 visualización de blancos AIS en la bahía de Manta.....	62
Ilustración 51 Visualización de sensor de temperatura (medida1) en signal K Fuente: Autor de tesis	62
Ilustración 52 Visualización de sensor de temperatura (medida1) en signal K	63
Ilustración 53 Visualización de sensor de temperatura (medida2) en signal K	64
Ilustración 54 Visualización de sensor de temperatura (medida2) en signal K Fuente: Autor de tesis	64
Ilustración 55 Visualización de sensor de temperatura (medida3) en signal K	64
Ilustración 56 Información de nivel de líquido en Programa Thonny (tanque vacío)	65
Ilustración 57 Verificación física (recipiente vacío).....	66
Ilustración 58 Información de nivel de líquido en programa Thonny (tanque con líquido).....	66
Ilustración 59 Verificación física de nivel de recipiente.....	67

Introducción

La navegación marítima moderna ha experimentado un gran avance gracias a la incorporación de sistemas electrónicos que facilitan el control, la seguridad y la eficiencia de las embarcaciones. Entre estos dispositivos, destacan los plotters de navegación y los sensores de temperatura y nivel de combustible, elementos fundamentales para una gestión adecuada de la navegación y del funcionamiento del barco.

El plotter de navegación es un dispositivo electrónico que combina información de posicionamiento por GPS con cartas náuticas digitales. Su función principal es mostrar en tiempo real la ubicación exacta de la embarcación y la de las demás embarcaciones a su alrededor sobre un mapa, lo que permite al navegante planificar rutas seguras, evitar obstáculos y conocer con precisión diversos datos como la velocidad, rumbo, profundidad y distancia al destino. Gracias a su capacidad para integrarse con otros sistemas electrónicos el plotter se ha convertido en el centro de control para muchas embarcaciones modernas, tanto recreativas como profesionales.

Por otro lado, los sensores de temperatura y nivel de combustible desempeñan un papel crucial en el monitoreo del estado del motor y la administración del consumo de combustible. Los sensores de temperatura permiten detectar posibles sobrecalentamientos, lo cual es vital para evitar daños mecánicos graves. En tanto, los sensores de nivel de combustible ofrecen información precisa sobre la cantidad de combustible disponible, lo que es esencial para una planificación adecuada de la travesía y para prevenir contratiempos en alta mar. En conjunto, estos sistemas ofrecen una mayor seguridad operativa y permiten una navegación más eficiente y confiable. Su uso se ha vuelto indispensable tanto en embarcaciones recreativas como en barcos comerciales, consolidándose como herramientas clave en la tecnología náutica actual.

Justificación

La necesidad de un prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible nace de la importancia que tiene este equipo al momento de navegar en el mar, ya que este brinda la ubicación de la embarcación en tiempo real con sus respectivas coordenadas, por otro lado la adaptación de sensores de temperatura y nivel de combustible nos proporciona datos importantes que hay que tomar en cuenta como lo es la cantidad de combustible consumido en un determinado tiempo y distancia así como la temperatura en la que se encuentra este o la sala de máquinas de dicha embarcación.

En la carrera de Ingeniería Marítima de la Universidad laica Eloy Alfaro de Manabí existe la necesidad de un equipo de navegación con un buen procesamiento e interfaz de datos. La falta de un equipo como este limita el conocimiento sobre la importancia y la gran ayuda que brindan los equipos electrónicos en una embarcación.

Cabe recalcar que la combinación de datos de navegación, nivel y temperatura de combustible permite una gestión más efectiva de las operaciones. El monitoreo en tiempos real de navegación, nivel y temperatura de combustible a través de sensores y ordenadores de placa ayuda a prevenir situaciones peligrosas, como que el combustible no esté a la temperatura adecuada para dar marcha a un motor, además ayuda a la precisión de consumo evitando que este sea de manera ineficiente. Dentro de lo que es navegación mediante plotters, sistemas de recepción GPS hace que esta sea más eficiente para la embarcación.

Propuesta técnica

Se propone el diseño e implementación de un prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible para la carrera de Ingeniería Marítima en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí. El presente proyecto tiene como finalidad proporcionar una herramienta técnica en el ámbito electrónico que permita a los estudiantes comprender el funcionamiento de un plotter de navegación y de que dispositivos está compuesto y la interacción entre estos, por otro lado, la adaptación de los sensores de temperatura y nivel logran un acercamiento más detallado sobre como estos actúan el tipo de señales que envían a la monoplaca y en que intervalo de tiempo.

Estos tipos de conocimientos son considerables para el aprendizaje y formación técnica en el ámbito de la electrónica dentro de la carrera de ingeniería marítima. La metodología para la elaboración de este proyecto está basada en la búsqueda de equipos compatibles como monoplacas electrónicas receptores de ubicación GPS y sensores de nivel y temperatura necesarios para la construcción del prototipo. También se incluirá una pantalla táctil de 10 in y un software de navegación llamado open plotter para lograr un procesamiento y visualización de datos, esto permitirá una evaluación más cómoda de dichos datos y el grado de exactitud que estos tienen. Se realizarán pruebas de funcionamiento en una embarcación en cuanto a lo que es el sistema de navegación, por otro lado, el funcionamiento de los sensores de temperatura y nivel se realizaran en un recipiente en el que se almacene combustible. Además, se incluirá un manual de uso y funcionamiento con el fin de que los estudiantes y docentes logren usar la máquina de pruebas sin problemas y que aporten a sus conocimientos técnicos.

Objetivos

Objetivo general

Diseñar e implementar un prototipo electrónico de plotter de navegación marítima, para brindar su posicionamiento y monitorear en tiempo real niveles y temperaturas de combustible.

Objetivos específicos

- Establecer la monoplaca electrónica adecuada para la recopilación de datos de ubicación, temperatura y nivel.
- Analizar y Seleccionar la correcta antena receptora GPS, sintonizador AIS y las cartas náuticas con su respectiva información de navegación.
- Determinar los sensores de nivel y temperatura compatibles con el software de navegación.
- Demostrar la exactitud y rapidez que proporciona el sistema al momento realizar sus funciones.
- Desarrollar un manual de uso del prototipo para poder realizar su correcto manejo en clases prácticas.

1. CAPITULO I: Marco teórico

1.1 Fuente de alimentación

Dentro de la electrónica para que los circuitos, equipos y sistemas electrónicos funcionen de forma correcta se debe alimentarles con energía eléctrica de tensión, corriente y frecuencia específicas, caso contrario las variaciones de voltaje de alimentación repercutirán en mayor o menor grado en la señal de salida de los circuitos. Los equipos que son energizados de manera adecuada a partir de una fuente de energía eléctrica disponible son llamadas fuente de alimentación estabilizadas. Esta fuente de alimentación estabilizada logra acomodar las propiedades y parámetros de la fuente de energía eléctrica disponible a las necesidades de un sistemas o circuito al cual se le puede denominar como carga y así este pueda cumpla con sus funciones de manera segura y estable. (Pallàs, 2006)

1.1.1 Tipos de fuente de alimentación

La toma de energía eléctrica puede otorgar una tensión continua o alterna y así mismo la carga puede necesitar una tensión continua o alterna. Existen cuatro tipos genéricos de fuentes de alimentación los cuales son:

Estabilizador de corriente

Este tipo de fuente de alimentación se denomina de esta manera, cuando la salida como la entrada son de corriente alterna (convertidor AC/AC), también se le suele denominar como convertidor de frecuencia.

convertidor de corriente continua

Cuando la entrada y la salida son de corriente continua (cc/cc), este tipo de convertidor puede regular el voltaje de alimentación a la salida dependiendo del tipo de carga que se deba energizar.

Inversor

Este dispositivo cumple la función de transformar la corriente continua que le es suministrada a la entrada en corriente alterna (cc/ac) mediante la rectificación, filtrado y modulación de señal.

Alimentación por antonomasia.

Este tipo de fuente no es otra cosa que un dispositivo que transforma la corriente alterna en corriente continua apta para energizar circuitos electrónicos.

Fuente de alimentación lineal

Una fuente de alimentación lineal reduce el voltaje de entrada por medio de un transformador, luego se corrige la honda mediante un puente de diodos. Para que la corriente logre ser más estable se usan capacitores o condensadores electrolíticos y reguladores de voltaje en conjunto con resistencias y así lograr estabilizar la tensión de salida. (Nieto, 2015)



Ilustración 1 Fuente de alimentación lineal.

Fuente: Nieto, 2015

Fuente de alimentación conmutada

Las fuentes de alimentación conmutadas manejan un principio parecido a las lineales, pero con diferencias destacables. Lo que hacen básicamente es aumentar la frecuencia de 50 o 60 Hz (Esto depende del sitio en el que se encuentre) a más de 100 kHz. Al aumentar la frecuencia, se reducen las pérdidas y con ello se reduce el tamaño del transformador. En este tipo de fuentes la corriente se convierte de alterna a continua para después volverse a convertirse en alterna, pero con una frecuencia distinta, logrando cambiar la frecuencia esta vuelve a convertirse en continua. Por eso muchos circuitos de equipos que son alimentados con fuentes conmutadas se les hace llamar inverters. (Nieto, 2015)



Ilustración 2 Fuente de alimentación conmutada.

Fuente: Nieto, 2015

1.2 Microcontroladores

1.2.1 ¿Qué es un microcontrolador?

Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de un computador: CPU, memoria y unidades de E/S, de tal forma que se puede denominar como un computador completo en un solo circuito integrado. Sus líneas de entrada y salida pueden soportar la conexión de sensores y dispositivos de control que permitan efectuar el proceso de monitoreo deseado.

Por otra parte, se puede decir que un microcontrolador es un microprocesador mejorado, cuya función es controlar equipos electrónicos, adquirir señales físicas y procesar y administrar señales analógicas y digitales. Una tarea típica de un microcontrolador es monitorear las entradas y el estado en el que se encuentra el sistema en tiempo real y así determinar que dispositivos debe activar o desactivar. El programa que este almacenado en este microcontrolador se encuentra básicamente estructurado por saltos, condicionales y operaciones aritmético-lógicas. (Vesga, 2007)

1.3 Computador de placa única

1.3.1 Definición de computador de placa única (SBC)

Un computador de placa única o también conocido como SBC (Single board computer) no es otra cosa que un ordenador construido en una sola placa de circuito impreso, a la cual va acoplado un procesador, memoria, almacenamiento y puertos tanto de entrada como de salida, como USB, HDMI y puertos ethernet. Este tipo de computador es mas compacto que un ordenador tradicional el cual tiene mas componentes los cuales se encuentras separados, como la placa base, la memoria RAM, disco duro de almacenamiento. Una SBC tiene todo integrado en una única monoplaca. (Ziliute, 2024)

1.3.2 Características de la SBC

Algunas características de las SBCs podrían ser:

- **Compactas:** Por motivos de que todo está integrado en una monoplaca, las SBCs son generalmente pequeñas y fáciles de trasladar de un lugar a otro.
- **Coste:** su precio suele ser significativamente más económico que los ordenadores cotidianos, lo que las hace alcanzable para proyectos, prototipos y para usos más especializados.
- **Adaptabilidad:** Pueden adaptarse a una extensa variedad de aplicaciones, desde servidores pequeños, “IoT”, robótica, y sistemas concentrados.
- **Buen rendimiento energético:** Las SBCs están fabricadas para ser eficientes dentro de lo que es el consumo de energía, convirtiéndolas en una opción ideal para aplicaciones donde se requiere un consumo bajo.
- **Conocimientos:** Las SBCs son muy reconocidas y populares para las personas que quieren adentrarse en el ámbito de la programación, ensayar con la electrónica y elaborar una variedad de proyectos.

1.4 Raspberry pi

1.4.1 ¿Qué es Raspberry pi

La Raspberry Pi es una SBC de tamaño compacto, del porte de una tarjeta de crédito, este equipo funciona con sistemas operativos Linux el cual permite la accesibilidad al aprendizaje de programación en Python, scratch etc. Raspberry pi puede ser usada en una amplia cantidad de proyectos digitales como estaciones meteorológicas, sistemas de navegación, soluciones de automatización industrial, dashboards IoT y estaciones multimedia

1.4.2 Historia

La Raspberry Pi fue creada en febrero del 2012 por Raspberry Pi Foundation, el cual su principal motivo era incentivar y enseñar las ciencias básicas de la computación en las escuelas y universidades de Reino Unido. En un principio lanzaron dos modelos, el Modelo A y B. La popularidad del producto se atribuye gracias a su notable y fácil adquisición por el bajo costo, versatilidad y facilidad de manipular y modificar para

diferentes proyectos y a la capacidad de correr el sistema operativo Linux, el cual es un software muy popular entre los desarrolladores por ser de software libre. (Raspberry pi , 2025)

Tabla 1 Tabla comparativa de las características de los modelos de Raspberry pi

Modelo	RAM	Puertos USB	Salida de video	Conectividad
Raspberry Pi 3 B+	1 GB	4× USB 2.0	1× HDMI (Full HD)	Wi-Fi 4, BT 4.2, LAN
Raspberry Pi 4	2–8 GB	2× USB 2.0 + 2× USB 3.0	2× micro HDMI (4K)	Wi-Fi 5, BT 5.0, Gigabit LAN
Raspberry Pi 5	2–16 GB	2× USB 2.0 + 2× USB 3.0	2× micro HDMI (4K@60Hz)	Wi-Fi 5, BT 5.0, PCIe support
Raspberry Pi Zero 2 W	512 MB	1× micro USB	1× mini HDMI (720p/1080p)	Wi-Fi 4, BT 4.2

Fuente: Raspberry pi, 2025

1.4.3 Raspberry pi 4 modelo B

Raspberry Pi 4 modelo B. Se da a conocer en junio de 2019. Cuenta con dos puertos micro-HDMI. Está capacitado para el manejo de una pantalla a 4K a 60 Hz, o dos pantallas 4K a 30 Hz. Cuenta con puertos USB 3.0 y puerto Ethernet. Tiene un procesador Broadcom que triplica el rendimiento en comparación al anterior modelo. Esta raspberry pi4 cuenta con tres clases de modelo, en los cuales variara cantidad de memoria RAM, de 2GB, 4GB, y de 8GB. (Vásquez, 2022)



Ilustración 3 Raspberry pi 4 modelo B. tomado de (Raspberry pi, 2025)

Fuente: Raspberry pi, 2025

1.5 Sensores

1.5.1 ¿Que son los sensores?

Un sensor es un aparato cuya función es convertir las magnitudes físicas o químicas, a las que se le denomina como variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Estas variables van depender de la clase de sensor los cuales podrían ser: temperatura, distancia, presión, inclinación etc. también se puede decir de manera más detallada que los sensores son dispositivos electrónicos que interactúan con el entorno, de forma que van proporcionando información de ciertas variables y poder procesarlas con el fin de generar ordenes o activar procesos. (Serna, 2010)

Un sensor se encuentra siempre en contacto con la variable de instrumentación, de tal manera que es un dispositivo que aprovecha sus propiedades con el único propósito de adaptar la señal que mide y así pueda ser interpretada por otro dispositivo, como por ejemplo el termómetro de mercurio. Se puede asumir también que un sensor es un aparato que transforma una forma de energía a otra. (Reyes, 2019)

Existen dos tipos de sensores los cuales son analógicos y digitales, donde el primero proporciona una señal analógica continua la cual puede ser tomada como el valor de la variable física a medir (voltaje o corriente eléctrica) , por otro lado los digitales producen una señal de salida digital, formando una serie de pulsaciones que pueden ser contadas para luego representar un valor de la variable medida, este tipo de sensores son compatibles con computadoras digitales y más fáciles de implementar en un sistema de automatización y en el control de procesos. (Escalona, 2007)

1.5.2 Clasificación de los sensores

Debido a la gran cantidad de sensores que existen se los puede clasificar de la siguiente manera:

- Forma de detección
- Funcionamiento

Clases de sensores según su forma de detección

Están divididos en dos las cuales son pasiva que se encarga de la medición la respectiva variable sin intervenir en el proceso, mientras que los sensores de detección activa generan una señal y al momento de recibir esa señal este lee su comportamiento que tuvo durante el proceso. Un sensor de detección pasiva sería un ldr ya que detecta las variaciones de iluminación y no interfiere, por otro lado, un ejemplo de sensor de detección activa sería el caso del funcionamiento de un sensor óptico, este genera y envía una señal de luz la cual si regresa se considera que hubo algún rebote en un objeto, caso contrario en el que no haya ningún objeto esta señal no regresara y el sensor determinara que no hay ningún objeto dentro de su rango de funcionamiento. (Mecafenix , 2023)

Sensores según su funcionamiento

Dentro de los sensores existen diferentes clases que funcionan bajo los mismos principios, pero se le añaden variaciones para poder ser utilizados en diferentes otras áreas de aplicación.

- Resistivos: Cambian la resistencia en función de la magnitud que se está midiendo, como temperatura o iluminación.
- Capacitivos: funciona detectando cambios en la capacitancia (almacenan energía eléctrica) que sucede cuando un objeto se acerca o toca el sensor. Este tipo de sensor funciona en base de los principios de electricidad y campos electromagnéticos.
- Inductivos: trabaja bajo el principio de inducción electromagnética para medir las variables por lo que no tienen la necesidad de entrar en contacto físico. Las aplicaciones más comunes son para determinar posición, velocidad, proximidad, etc.
- Ópticos: Utilizan las propiedades de la luz la cual puede ser infrarroja o laser y así poder medir alguna magnitud, por ejemplo, los sensores de presencia y proximidad.

- Piezoeléctricos: Generan un potencial eléctrico en respuesta a la presión ejercida al sensor como tal. A manera de ejemplo están los sensores de fuerza y de deformación.
- Ultrasonido: Generan un sonido y cuando este impacta en algún objeto rebota y retorna a su origen para que el sensor pueda leerlo y generar la información. con los de distancia y nivel.

1.5.3 Selección de sensores

La selección del tipo de sensor a utilizar va a depender del material del objeto el cual debe detectarse. Si el objeto es metálico, se requiere un sensor inductivo, por otro lado, si el objeto es de plástico, papel, o si es líquido (basado en aceite o agua), granulado o en polvo, se requiere un sensor capacitivo. Si el objeto puede llevar un imán, es apropiado un sensor magnético. (Escalona, 2007)

1.6 Receptor GPS

1.6.1 Concepto

GPS (Global Positioning System), es un sistema de cobertura global para determinar la posición y el tiempo, que puede estar formado por una o más constelaciones de satélites, por receptores aeronáuticos. Un receptor GPS permite disponer de posicionamiento instantáneo y de precisión sobre una cartografía digital que se puede descargar en tiempo real desde un proveedor de servicios de navegación. (Olmedillas, 2013)

1.6.2 Servicios que presta GPS

El sistema GPS proporciona 2 servicios, a los que se puede añadir otros dos, no gestionados por el sistema pero que son servicios al usuario, gestionados por instituciones públicas o privadas

SPS. Servicio Estándar de Posicionamiento, en la frecuencia L1 con el código C/A.

PPS. Servicio de Posicionamiento Preciso, en L1 y L2 con el código P. En principio reservado para el ejército americano, actualmente y salvo encripta miento por el código Y, los usuarios pueden acceder. Otras instituciones o agencias dan estos dos servicios:

PPP Posicionamiento de Punto Preciso, es un servicio de posicionamiento mundial preciso, ya que requiere de la disponibilidad de la órbita precisa del satélite de referencia y productos de reloj en tiempo real a través de una red de estaciones de referencia GNSS distribuidas en todo el mundo. Está en fase de desarrollo.

GPS diferencial, es una mejora a la información de la constelación, mediante el uso de una red de estaciones de referencia terrestre.

1.6.2 Funcionamiento

Su funcionamiento está basado, en que el receptor de GPS logra obtener su posicionamiento encontrando el punto de intersección entre tres superficies. Esto se logra mediante la obtención de señales de al menos 4 satélites para hacer los cálculos pertinentes. (Roch, 2024)

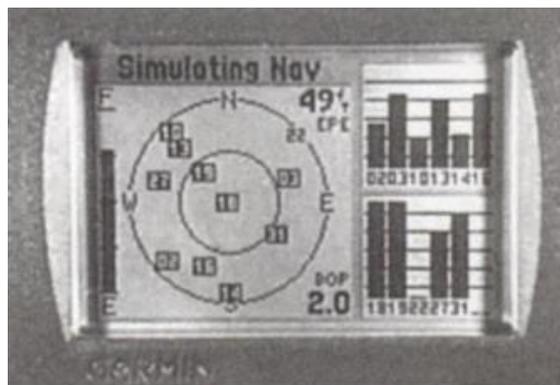


Ilustración 4 Señales satelitales de un receptor gps

Fuente: Roch, 2024

El receptor y la interacción con los cuatro satélites se realiza de la siguiente forma, calcula la distancia desde el satélite 1, determinando que el navegante se encuentra en algún lugar del área circular que rodea este satélite. Por consiguiente, el satélite 1 determina la distancia que el tiene con respecto al satélite 2. En este caso ya el receptor se encuentra en algún lugar de las dos áreas circulares pertenecientes al satélite 1 y 2 el cual debería ser alguna de las dos posiciones donde los círculos se interceptan. La siguiente fase el receptor mide otra distancia, pero hacia un satélite 3, ya con tres círculos pertenecientes a los satélites 1, 2 y 3 la intercepción ocurrirá en un solo punto. Y siendo esta la manera en la que el receptor calcula la posición del navegante. Por otro lado, la señal de un cuarto satélite servirá para sincronizar el tiempo con respecto a los relojes atómicos de este, sino existe esta cuarta señal, uno de los tres satélites se usará para el para el tiempo por ende

solo habría dos satélites dando consigo un posicionamiento bidimensional. (Letham, 2001)

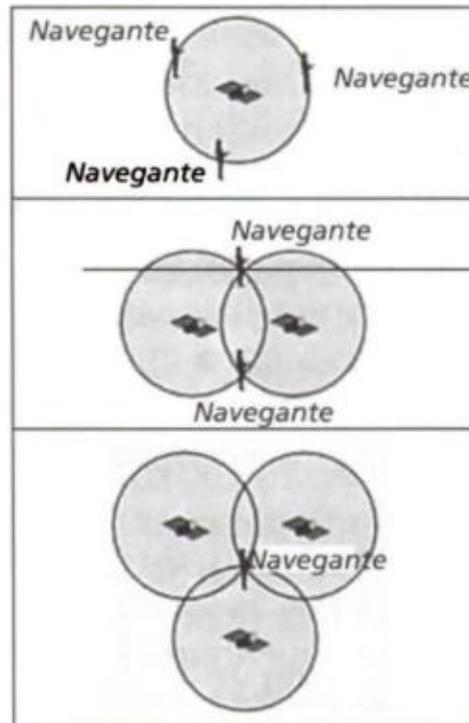


Ilustración 5 Triangulación para hallar la posición mediante satélites

Fuente: Roch, 2024

1.6.3 Tipos de receptores satelitales GPS

Receptores de Una Frecuencia: Estos receptores son usados de manera frecuente en actividades estáticas y de nivelación. Ofrecen un grado de exactitud abarcando un rango que va desde centímetros a decímetros, lo que es aceptable en el ámbito de la topografía.

Receptores de Doble Frecuencia: Cuando se requiere de datos de alta precisión, estos receptores pueden llegar a alcanzar mediciones con una precisión de milímetros. Son esenciales aplicaciones o estudios que requieren una información bien detallada.

Receptores RTK: Son caracterizados por realizar mediciones en tiempo real con una precisión excepcional. Comúnmente se utilizan para levantamientos topográficos y en el ámbito de la ingeniería civil que exigen resultados precisos y una rápida adquisición de datos. (Construneic, 2023)

Tabla 2 Tabla comparativa de las características de funcionamiento del receptor u-blox frente a otros receptores GPS

Modelo	Tipo de Uso	Precisión	GNSS Compatible	Conectividad	Batería
Garmin GPSMAP 66sr	Outdoor / Montañismo	±1-3 m	GPS, GLONASS, Galileo	Bluetooth, Wi-Fi	36 h
Trimble R12i	Topografía / GNSS RTK	Centimétrica	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	Bluetooth, 4G LTE	10 h
u-blox ZED-F9P	Desarrollo / Industrial	Centimétrica (RTK)	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	UART, USB	N/A (módulo)
Bad Elf GNSS Surveyor	Cartografía / GIS	Submétrica (~0.7 m)	GPS, GLONASS	Bluetooth, USB	35 h
Garmin GLO 2	Navegación Vehicular	~3 m	GPS, GLONASS	Bluetooth (iOS/Android)	13 h
Leica GS18 T	Geomática Profesional	Centimétrica	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	Wi-Fi, Bluetooth, 4G	8 h
Emlid Reach RS2+	Topografía / RTK	Centimétrica (RTK)	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	Bluetooth, Wi-Fi, LTE	22 h

Fuente: u-blox, 2021

1.6.4 GNSS. Sistema Global de Navegación por Satélite

El término de GNSS (Global Navigation Satellite System) es la denominación genérica que abarca a los Sistemas de Navegación por Satélite que proporcionan un posicionamiento geoespacial con cobertura global.

GNSS tiene a su disposición a sistemas de navegación como GPS, GLONASS y a otros que mejoran su exactitud, llamados sistemas de aumentación. La determinación más importante a la hora de crear el sistema GNSS ha sido la altura, porque de acuerdo a ésta se es necesario una potencia de señal, banda frecuencias, una señal concreta y un número de satélites. Los sistemas de posicionamiento por satélite otorgan coordenadas

geográficas de un punto y un tiempo con gran exactitud en cualquier sitio del mundo, las 24 horas del día y sin importar la situación climatológica. (Berné, 2014)

Tabla 3 Tipos de sistema de posicionamiento

Sistema	País / Región Responsable	Nº de Satélites (operativos)	Cobertura Global	Precisión Estándar	Estado Actual
GPS (NAVSTAR)	Estados Unidos	~31	Sí	5-10 m	Operativo desde 1995
GLONASS	Rusia	~24	Sí	5-10 m	Totalmente operativo
Galileo	Unión Europea	~28 (24+4 de respaldo)	Sí	1-5 m	Parcialmente operativo (completo en 2026 aprox.)
BeiDou (BDS)	China	~35	Sí	2-5 m	Totalmente operativo desde 2020
QZSS	Japón	4 (previstos 7 en total)	Regional (Asia-Pacífico)	0.6 m (con GPS)	Parcialmente operativo
IRNSS (NavIC)	India	7	Regional (India y alrededores)	10-20 m	Parcialmente operativo
SBAS (Ej.: WAAS, EGNOS, GAGAN)	Varias regiones (EE.UU., Europa, India, etc.)	- (usa satélites geoestacionarios)	Regional	Mejora precisión a 1-2 m	Operativo

Fuente: Taoglas, 2024

1.6.5 Aportaciones del GPS en el ámbito marítimo

El impacto del GPS en el mundo ha sido muy notable, es una tecnología que ha brindado aportes en todos los sectores, como en el ámbito civil y empresarial. En el mundo marítimo se otorgó la gran accesibilidad de conocer nuestra posición en tiempo real, dejando los antiguos métodos como las cartas a papel, así como los diversos instrumentos de posicionamiento, obviamente sin eliminarlos por completo. (Padrón, 2024)

1.7 Sistema AIS

1.7.1 Que es un sistema AIS

El terminal AIS (sistema de identificación automática) es un equipo basado en GNSS adaptado al sector marítimo. Cada terminal AIS instalado en un barco transmite su posición, velocidad y rumbo conjuntamente con información que identifica al barco, sus dimensiones y detalles del transporte que realiza en esos momentos. (Olmedillas, 2013) Existen de dos clases las cuales son tipo A y tipo B, el primero se utiliza en barcos de grandes dimensiones como mercantes, pesqueros entre otros, y su emisión de datos es de 12.5 W mientras que el tipo B es para embarcaciones pequeñas que no están obligadas a llevar sistema AIS y su emisión de datos se realiza a 2 W. (Escuela Náutica Navarra, 2017)

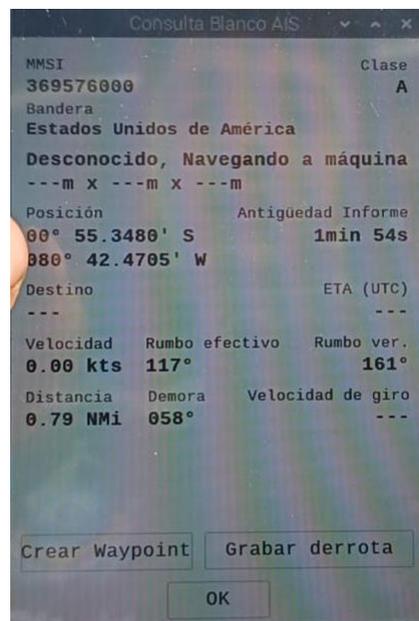


Ilustración 6 Datos emitidos por el sistema AIS

Fuente: Autor de tesis

1.8 Plotter de navegación

1.8.1 Concepto

Un plotter náutico es un equipo que se utiliza para navegar en el mar. Alado de los métodos de navegación tradicionales como las cartas náuticas, los transportadores triangulares o brújulas, el plotter de navegación facilita la navegación por los mares del mundo. Un plotter muestra las cartas náuticas electrónicamente que pueden ser visualizadas en una pantalla digital. La información náutica almacenada en los plotters de

navegación se basa en datos procedentes de fuentes oficiales del país correspondiente. La zona de navegación puede observar en diferentes escalas y resoluciones utilizando la opción de zoom o de ampliación. Cuanto más se de acercamiento a la carta, se podrán observar de manera más detallada los datos como las boyas y los puertos. (SVB, 2025)



Ilustración 7 plotter de navegación

Fuente: Padrón, 2024

1.8.2 Funcionamiento

Una de las principales funciones de un plotter náutico es mostrar la posición actual de la embarcación. La mayoría de los plotters vienen con una antena GPS adaptada, la llamada antena GPS interna. La antena GPS interna funcionará sin inconvenientes siempre y cuando dicho plotter se encuentre a cielo abierto, caso contrario si el dispositivo está ubicado debajo de la cubierta o ubicado en la cabina de mando, la recepción GPS se verá afectada ya que se le dificultará obtener una señal satelital y no pueda determinar la posición. En este tipo de casos será necesario utilizar una antena GPS la cual estará ubicada en una parte despejada de la embarcación. (Nantong Saiyang Electronics Co, 2020)

Otra función que brinda este dispositivo es la capacidad de trazar rutas mediante los waypoints, que no es otra cosa que puntos de referencia creadas por el usuario o utilizar rutas ya creadas. Y visualizar a la velocidad que va la embarcación hacia esos puntos

1.8.3 Diferencia entre un receptor GPS y un plotter

Un receptor GPS muestra las coordenadas de su barco de manera textual y no sobre una carta náutica. El receptor únicamente proporciona una indicación de la latitud y longitud actuales en las que se mueve su barco. Con esta información puede transferir su posición a una carta náutica en papel y seguir trabajando con ella de manera manual. Un receptor GPS se usa en embarcaciones pequeñas o antiguas y también puede utilizarse para introducir los datos del GPS a una radio.

1.9 Open plotter

1.9.1 Concepto

Open-Plotter es una combinación de software y hardware para ser utilizado como ayuda a la navegación en embarcaciones pequeñas y medianas. También es un completo sistema domótico a bordo. Es de código abierto, de bajo costo, bajo consumo y funciona en ordenadores ARM como Raspberry Pi. (OpenPlotter, 2022)

La función principal de las diferentes aplicaciones que componen OpenPlotter es facilitar la conexión de los sensores con el servidor Signal K y en algunos casos generar directamente datos en formato Signal K a partir de los datos brutos del sensor. (Open-Plotter, 2022)

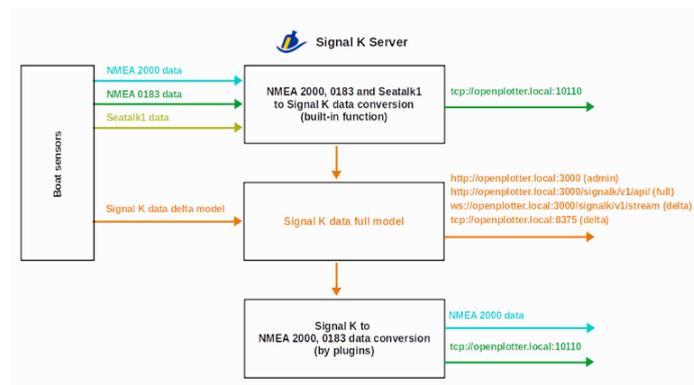


Ilustración 8 funcionamiento de open Plotter en conjunto con signal k

1.9.2 Signal k

Signal K Server es un software diseñado para ser implementado en un buque para actuar como un eje central que:

- Recopila datos de dispositivos y sensores a bordo
- Lo agrega y expone utilizando el estándar de datos Signal K
- Expone los datos recopilados a través de API REST y protocolos websocket a través de una conexión WiFi, LAN o Internet estándar.

A través de la implementación del estándar de datos Signal K, permite el intercambio de datos entre NMEA0183, NMEA2000 y otros protocolos marinos, facilitando la comunicación bidireccional entre los diversos sistemas a bordo. Además, también puede actuar como centro de datos para sensores adicionales, asegurando que sus datos aparezcan dentro del modelo de datos único.

1.10 Open cpn

1.10.1 ¿Que es open cpn?

OpenCPN (Open Chart Plotter Navigator) es un software de navegación marítima creado para navegantes. Soporta diversos formatos de cartas y datos de navegación, también tiene disponibilidad en la elaboración y planificación de rutas, gestión de waypoints, compatibilidad con AIS (Sistema de Identificación Automática) entre otros. (Touros, 2025)

1.10.2 Funciones de la aplicación Open cpn

Funciona como un chart plotter. Los usuarios pueden planificar rutas, determinar puntos de referencia, relacionarse con dispositivos GPS e incluso adicionar datos meteorológicos. El sistema de complementos (plugins) del software permite funciones adicionales. Disponible en varios sistemas operativos, OpenCPN es una solución rentable para navegantes, con funciones semejantes a las de un software de navegación comercial.

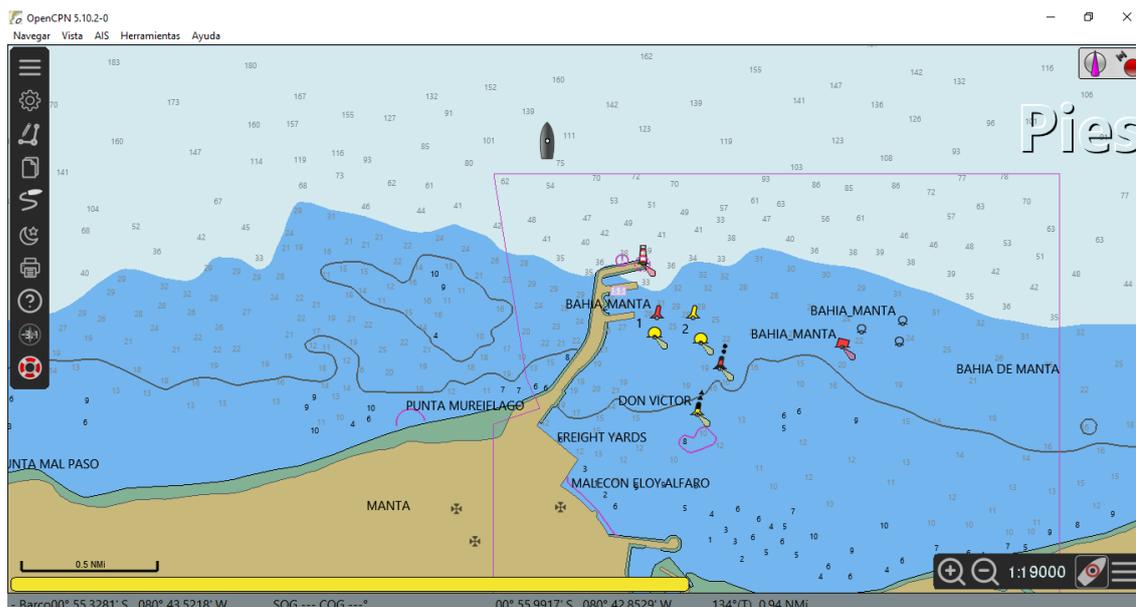


Ilustración 9 Interfaz de open Cpn, bahía de manta

Fuente: Autor de tesis

1.11 Cartas náuticas

1.11.1 Concepto de cartas náuticas

Las cartas son los **mapas utilizados para la navegación** y en ellas se representa toda la superficie terrestre con detalles que pueden ser útiles para el navegante, como el contorno de la costa, faros, arrecifes, sondas, tipo de fondo, declinaciones, corrientes, etc.

Una carta de navegación marítima, mejor conocidas como cartas náuticas, es una representación a escala de una parte de la superficie marítima de la Tierra y de la superficie de tierra adyacente. Es decir, es lo que en tierra conocemos como mapa, pero que se utiliza para la navegación.

Las cartas náuticas que se usan hoy en día para la navegación tienen forma rectangular. Constan de un nombre, que normalmente identifica la zona que representan, y de un número que permite identificarlas con facilidad. Se indica la edición y fecha de publicación de la carta, la entidad que la ha creado, la escala, el tipo de proyección y datum utilizados.

Las cartas de navegación son muy importantes para la seguridad de la navegación. Antes de empezar un viaje en barco será muy importante planificarlo sobre las cartas náuticas, para poder decidir por donde pasaremos sin peligro de chocar con el fondo. También nos

servirán para calcular la distancia de la ruta que vamos a hacer, que será muy importante para determinar la cantidad de víveres y el combustible que necesitará el motor de

¿Qué información proporcionan las cartas?

La importancia de las cartas radica, precisamente, en la **información geográfica** que ofrecen a la embarcación, ayudando en la navegación y evitando percances.

- **Accidentes en la costa:** tales como acantilados, playas, arenales...
- **Accidentes del terreno:** son aquellos accidentes que pueden servir de ayuda en la navegación, como cumbres, montes, lomas...
- **Puntos de referencia:** muchos son los que normalmente se reflejan con objeto de ayudar a la navegación. Además de los ya mencionados, podemos destacar edificaciones como chimeneas, torres, campanarios, puertos, fondeaderos, espigones...
- **Luces:** las más características son las de los faros, indicando su cadencia para poder identificarlos.
- **Boyas y balizas:** luminosas, de recalada, fijas, flotantes...
- **Peligros:** como bajos, arrecifes remolinos, dunas, sondas aisladas por peligro...
- **Zonas prohibidas:** por ejemplo, las de fondeo y pesca de arrastre.

la embarcación, dependiendo de su consumo.

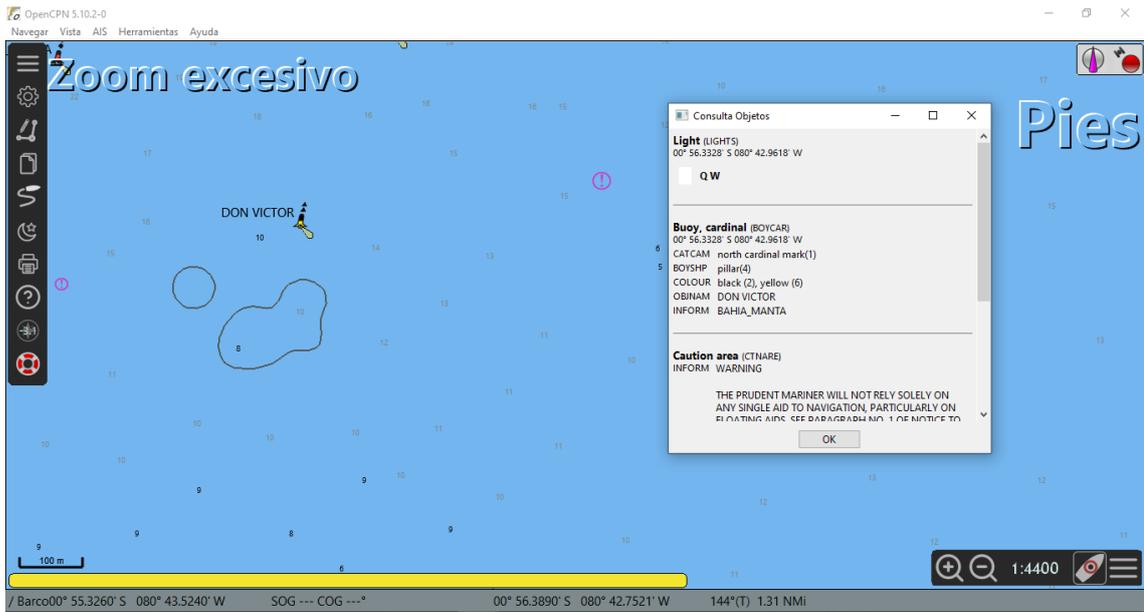


Ilustración 10 Consulta de simbología en open cpn

Fuente: Autor de tesis

1.12 Pantalla

1.12.1 pantalla táctil capacitiva

Una pantalla táctil capacitiva es una pantalla que detecta el contacto a través de variaciones en la capacitancia eléctrica. Por su forma de funcionamiento se ve beneficiada por las propiedades eléctricas del cuerpo humano, donde un dedo o un objeto conductor se acerca a la pantalla creando un cambio en el campo eléctrico el cual se interpretará como un toque. Una ventaja de las pantallas capacitivas sobre las resistivas es que las resistivas necesitan presión para funcionar, en cambio las capacitivas solo necesitan de un ligero toque, gracias a lo que se ha explicado anteriormente. (CDTECH, 2025)



Ilustración 11 Pantalla capacitiva

Fuente: CDTECH, 2025

CAPITULO II: Diseño

2.1 Diseño del Prototipo

2.1.1 Consideraciones necesarias para la elección de la SBC

Las SBC son equipos compactos donde todos sus componentes como memoria RAM y procesadores van integrados, cada una de estas monoplaca destaca en diferentes aplicaciones de acuerdo a las características que cada una posea, para este proyecto será necesario un tipo de monoplaca compatible con el software de navegación open plotter, que cuente con puertos USB, HDMI y pines GPIO donde estarán conectados los sensores, la pantalla táctil, receptor GPS y sintonizador USB RTL2832U y así dar vida al prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible.

2.1.1.1 Control y Procesamiento de Datos

Para el control y procesamiento de datos se optó por usar una SBC raspberry pi 4 modelo B la cual cumple con las consideraciones establecidas anteriormente, por otro lado, en cuanto a lo que es rapidez de procesamiento de datos, cuenta con un buen procesador Broadcom BCM2711, Cortex-A72 de cuatro núcleos (ARM v8) SoC de 64 bits a 1,8 GHz y una Memoria RAM: 8GB LPDDR4.

Tabla 4 Especificaciones de la Raspberry pi 4 modelo B

Modelo	Raspberry Pi 4 Model B
Procesador	Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC @ 1.8GHz
Memoria	1GB, 2GB, 4GB y 8GB LPDDR4 (dependiendo del modelo)
Conectividad	2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth 5.0, BLE Gigabit Ethernet, 2 × USB 3.0 ports; 2 × USB 2.0 ports.
GPIO	Cabezal GPIO estándar de 40 pines
Video y sonido	2 puertos micro-HDMI® × (compatible con hasta 4kp60) Puerto de pantalla MIPI DSI de 2 carriles Puerto de cámara MIPI CSI de 2 carriles Puerto de audio estéreo y video compuesto de 4 polos H.265 (decodificación 4kp60), H264 (decodificación 1080p60, codificación 1080p30)
Ranura para tarjeta sd	Ranura para tarjeta Micro-SD para cargar el sistema operativo y el almacenamiento de datos
voltaje de salida	5 V CC a través del conector USB-C (mínimo 3 A*) 5 V CC a través del cabezal GPIO (mínimo 3 A*)

Fuente: Raspberry pi, 2025

2.1.1.2 Selección de fuente de alimentación

Para poder energizar la Raspberry es necesario una fuente de Alimentación que convierta de 120V-240V a 5.1V a 3000 mA de manera estable, garantizando el correcto funcionamiento de esta, además, se es necesario que esta posea un interruptor de encendido y apagado. Debido a estos requisitos se optó por usar una fuente de alimentación con funda de neopreno de la marca Vilros que cumple a cabalidad con todos estos requisitos.

2.1.2 Selección de receptor GPS

Para la recepción GPS del prototipo, se es necesario realizar una buena búsqueda de una antena receptora compatible con la SBC raspberry pi4, el software de navegación open plotter y la aplicación open Cpn. Por esto se optó por usar la antena receptora GPS vfan, este tipo de receptor cuenta con chip UBX-G7020-KT el cual cuenta con un alto rendimiento y un consumo ultra bajo de energía, por otro lado, dispone de conexión a la monoplaca por medio de USB y es apto para la navegación en embarcaciones, además de su destacable rapidez al momento de detectar los satélites y recibir las señales de estos.



Ilustración 12 Receptor GPS USB VFAN y chip UBX-G7020-KT

Fuente: Amazon, 2025

Tabla 5 datos ambientales de chip de UBX-G7020-KT

Datos ambientales	
Temperatura de funcionamiento	-40°C a 85°C
Temperatura de almacenamiento	-40°C a 25°C
Cumple con ROHS (sin plomo) y ecológico (sin alógenos)	

Tabla 6 Cualidades del chip UBX-G7020-KT

Modelo	Paquete	Tipo	Alimentación	Interfaces	Características	Grado
UBX-G7020-KT	QFN40	GPS / QZSS GLONASS	1,4 v -3,6 v	UART, USB SPI, DDC	Programable, Cristal RTC, Oscilador Interno, Registro de datos	Profesional

2.1.3 Selección de sintonizador para sistema AIS

El sistema AIS es muy importante en un plotter de navegación debido a que se pueden visualizar a las demás embarcaciones a su alrededor. Para poder implementarlo en el prototipo se utilizó un receptor de radio USB la marca Nooelec el cual cuenta RTL-SDR (radio definida por software) y NESDR, además recibe frecuencias en HF/VHF/UHF (100 kHz-1.75GHz). Este Receptor cuenta con un chip RTL2832U y R820T2 que convierte las señales analógicas de radio en digitales y así permitir el procesamiento de datos en nuestro software. teniendo este receptor se hará posible recibir y leer los datos de las embarcaciones que cuenten con sistema AIS encendido.



Ilustración 13 Receptor nooelec nesdr SMart v5 y sus antenas

Fuente: Nooelec, 2025

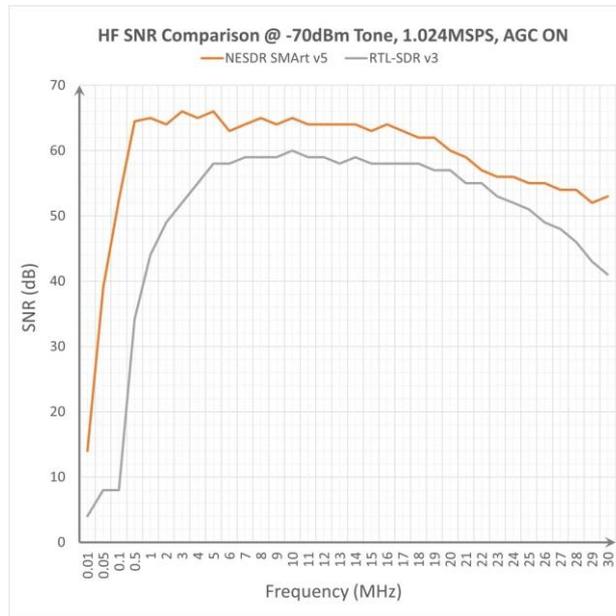


Ilustración 14 Plano de decibelios contra frecuencia entre NESDR Smart v5 y RTL-SDR v3
Fuente: Nooelec, 2025

2.1.4 Diseño de sistema de medición

2.1.4.1 Selección de sensores

Para la selección de sensores de temperatura y nivel, se debe tomar en cuenta el cumplimiento de los siguientes parámetros:

- Simple ejecución
- Exactitud
- Económico
- No impurifica el combustible

2.1.4.2 Selección de sensor de nivel

Una de las mejores formas de realizar la medición de nivel de combustible, es por medio de sensores de ultrasonido los cuales no están en contacto directo con el líquido y a su vez permita conseguir el valor real de la distancia a la que se encuentra dicho líquido.

Para el desarrollo de la parte de medición de nivel del prototipo, se han estimado una variedad de sensores ultrasónicos, con un rango de medición de acuerdo de acuerdo al repositorio.

Tabla 7 Equiparación de sensores ultrasónicos

Características	HCSR-04	SRF10	US-015
Temperatura	15°c a 70°c		0°c a 70°c
Voltaje	5v	5v	5v
Dimensión	43x20x15mm	32x15x10mm	45x20x1,6mm
Comercialización	alta	baja	baja
Rango máximo	4 m	6 m	4m
Rango mínimo	2 cm	6 cm	2 cm



Ilustración 15 Sensor Ultrasónico HCSR-04

Fuente: Vinueza, 2017

En la ilustración 11 se visualiza el sensor ultrasónico HCSR-04, el cual se optó por usar debido a las características descritas en la tabla 7, ya que este es comercial y de fácil adquisición permitiendo optimizar el sistema de medición y dar un mantenimiento rápido.

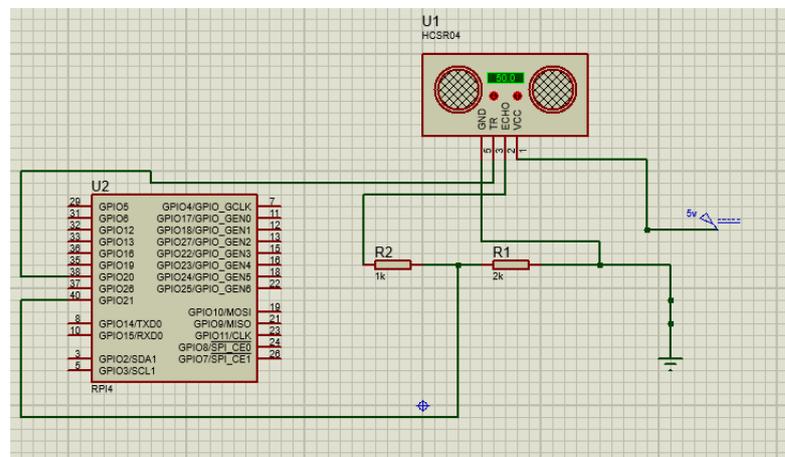


Ilustración 16 Diagrama de conexión de sensor ultrasónico a la raspberry pi 4

Fuente: Propia

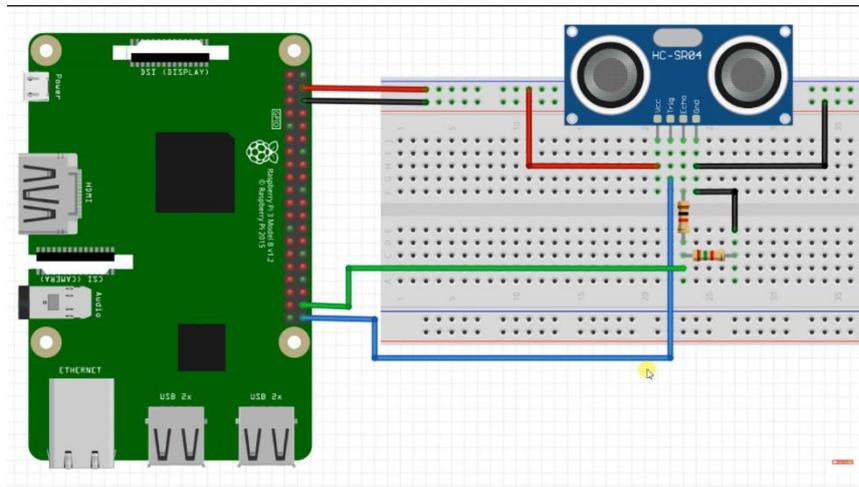


Ilustración 17 conexión física del sensor ultrasónico a la raspberry pi 4

Fuente: kitflix, 2020

Para conectar un sensor ultrasónico a una raspberry pi 4 hay que considerar que esta solo recibe datos digitales a un voltaje de 3.3v y el ultrasónico HC-SR04 funciona a 5v por ende, el Echo que va a ir conectado GPIO 20 enviara 5v lo que podría causar daños en la raspberry a futuro, para evitar este acontecimiento se opta por realizar un divisor de voltaje por medio de dos resistencias de $1k\Omega$ y $2k\Omega$

Formula de divisor de voltaje:

$$V_o = V \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Reemplazando:

$$V_o = 5 \frac{2000\Omega}{1000\Omega + 2000\Omega} = 3.3 V$$

2.1.4.3 Selección de sensor de temperatura

Para la medición de la temperatura se debe usar un sensor compatible con la monoplaca raspberry pi 4, se optó por usar el sensor DS18B20 por su diseño compacto y sus aplicaciones que abarcan entornos donde el monitoreo y el registro de datos son muy precisos. Además, puede alcanzar temperaturas de medición desde los $-55\text{ }^\circ\text{C}$ a $125\text{ }^\circ\text{C}$, por otro lado, este sensor viene con una sonda de acero inoxidable que es impermeable y a prueba de humedad evitando cualquier tipo de cortocircuito. El módulo adaptador tiene

una resistencia pull-up, que puede ser compatible con Raspberry Pi sin una resistencia externa.

Tabla 8 Comparativa del sensor DS18B20 frente a otros sensores de temperatura

Característica	DS18B20	DHT22 (AM2302)	LM35	TMP36
Tipo de señal	Digital (1-Wire)	Digital (protocolo propio)	Analógica	Analógica
Rango de temperatura	-55 °C a +125 °C	-40 °C a +80 °C	-55 °C a +150 °C	-40 °C a +125 °C
Precisión	±0.5 °C	±0.5 °C	±0.5 °C (a 25 °C)	±1.0 °C (a 25 °C)
Resolución	9 a 12 bits (ajustable)	0.1 °C (fija)	Continua	Continua
Voltaje de operación	3.0V a 5.5V	3.3V a 6V	4V a 30V	2.7V a 5.5V
Impermeable disponible	☑ (en versión con sonda)	✗	✗ (requiere encapsulado adicional)	✗
Compatible con Raspberry Pi	☑	☑	☑ (requiere ADC externo)	☑ (requiere ADC externo)

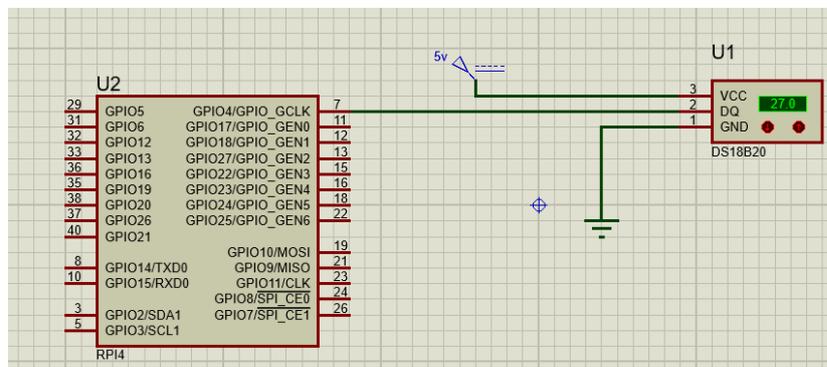


Ilustración 18 diagrama de conexión de sensor digital DS18B20 en raspberry pi 4

Fuente: Autor de tesis

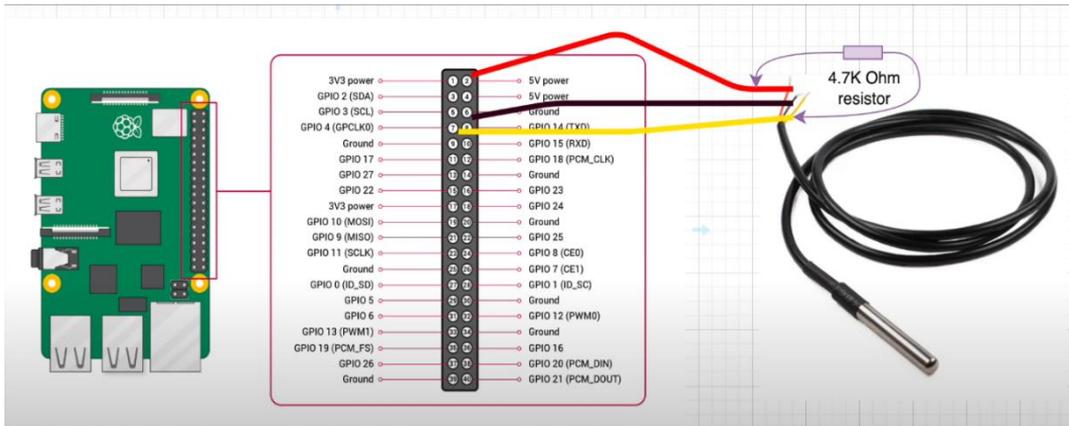


Ilustración 19 Conexión física de sensor DS18B20 en la raspberry pi 4

Fuente: Boating with the Baileys, 2021

2.1.5 Selección De Software Náutico

En este parámetro se utilizó el software open plotter touchscreen, como su nombre lo indica viene habilitado para su manipulación de manera táctil. Este software cuenta con aplicaciones náuticas instaladas dentro de él que son necesarias para el cumplimiento de lectura de sensores y visualización de navegación de la embarcación.

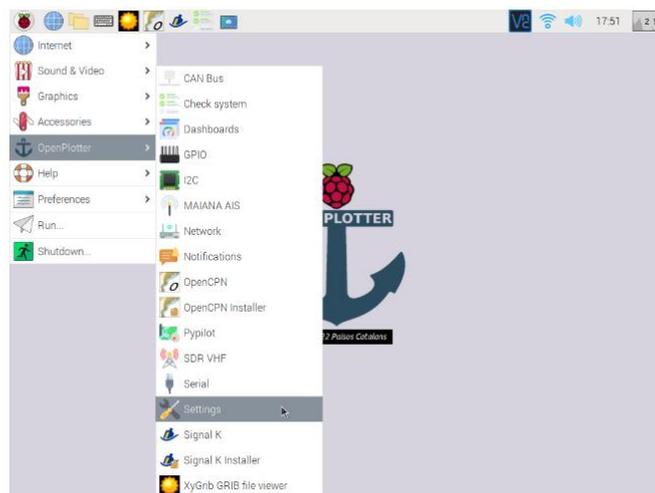


Ilustración 20 Pantalla de inicio de Open plotter

Fuente: Open Marine, 2020

2.1.6 Selección de software de navegación

En cuanto a la selección del software de navegación, se utilizará open cpn el cual tiene una facilidad de manejo debido a sus muchas herramientas que facilita la navegación ya que con él se puede visualizar la cantidad de satélites que recibe el prototipo, rumbo de la embarcación y el trazo de rutas, además tiene fácil acceso a los datos generados por el servidor signal k.

2.1.7 Selección de cartas Náuticas

Dentro de las cartas compatibles con open cpn existen varias cartas, pero en su mayoría se encuentran desactualizadas o con falta de información de algunas zonas marítimas por otro lado, carecen de una buena resolución al momento de realizar un acercamiento para mejorar la visualización de navegación.

Para este prototipo se utilizaron cartas cm93 ya que se asemejan a las cartas náuticas de un plotter real, este tipo de cartas cuenta con mucha información sobre profundidad, zonas peligrosas, boyas, faros etc. con este tipo de carta se logra una mejor visualización y una familiarización más de cerca con respecto a la navegación de una embarcación.

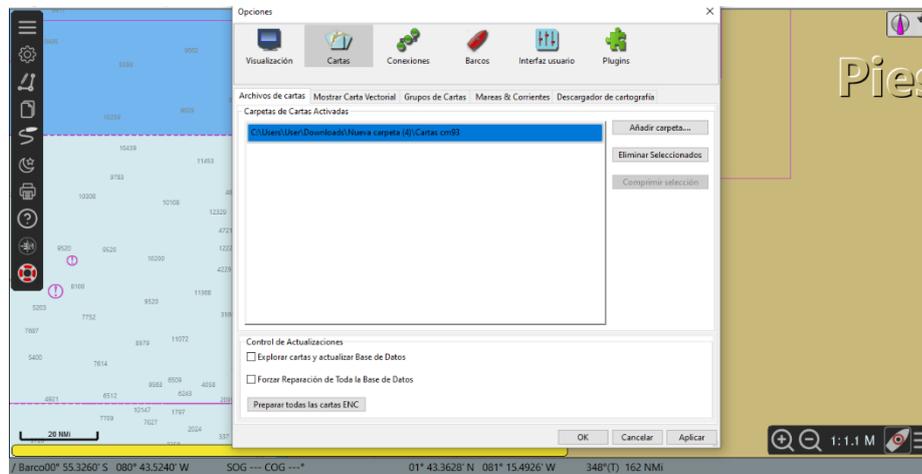


Ilustración 21 Carta CM93 en Open Cpn

Fuente: Autor de tesis

2.1.8 Pantalla para visualización de datos

2.1.8.1 Elección de pantalla táctil

Dentro de las pantallas táctiles existen una gran variedad, pero no todas son compatibles con la monoplaca raspberry pi 4, ya sea porque necesitan de una alimentación superior a 5 voltios o porque los requisitos de la pantalla son superiores a los proporcionados por la raspberry pi 4.



Ilustración 22 Pantalla táctil GeekPi capacitiva de 10.1 in conectada por medio de un HDMI a la raspberry pi 4

Fuente: Amazon, 2025

Para la visualización de datos se escogió una pantalla táctil de 10.1 in de la marca Geewkpi ya que esta es compatible con la raspberry pi 4. En la ilustración 22 se muestra cómo debe de ir conectada dicha pantalla a la monoplaca la cual solo es necesario conectar un cable de poder USB y uno hdmi, una vez realizado esto se podrán visualizar los datos procesados por el equipo.

2.2 Diagrama de bloques del prototipo

Una vez especificado todos los equipos y dispositivos necesarios para dar vida al proyecto se procede a diseñar un diagrama de bloques donde se puede entender con facilidad cada etapa que tiene este prototipo en conjunto con sus componentes para cumplir con sus funciones

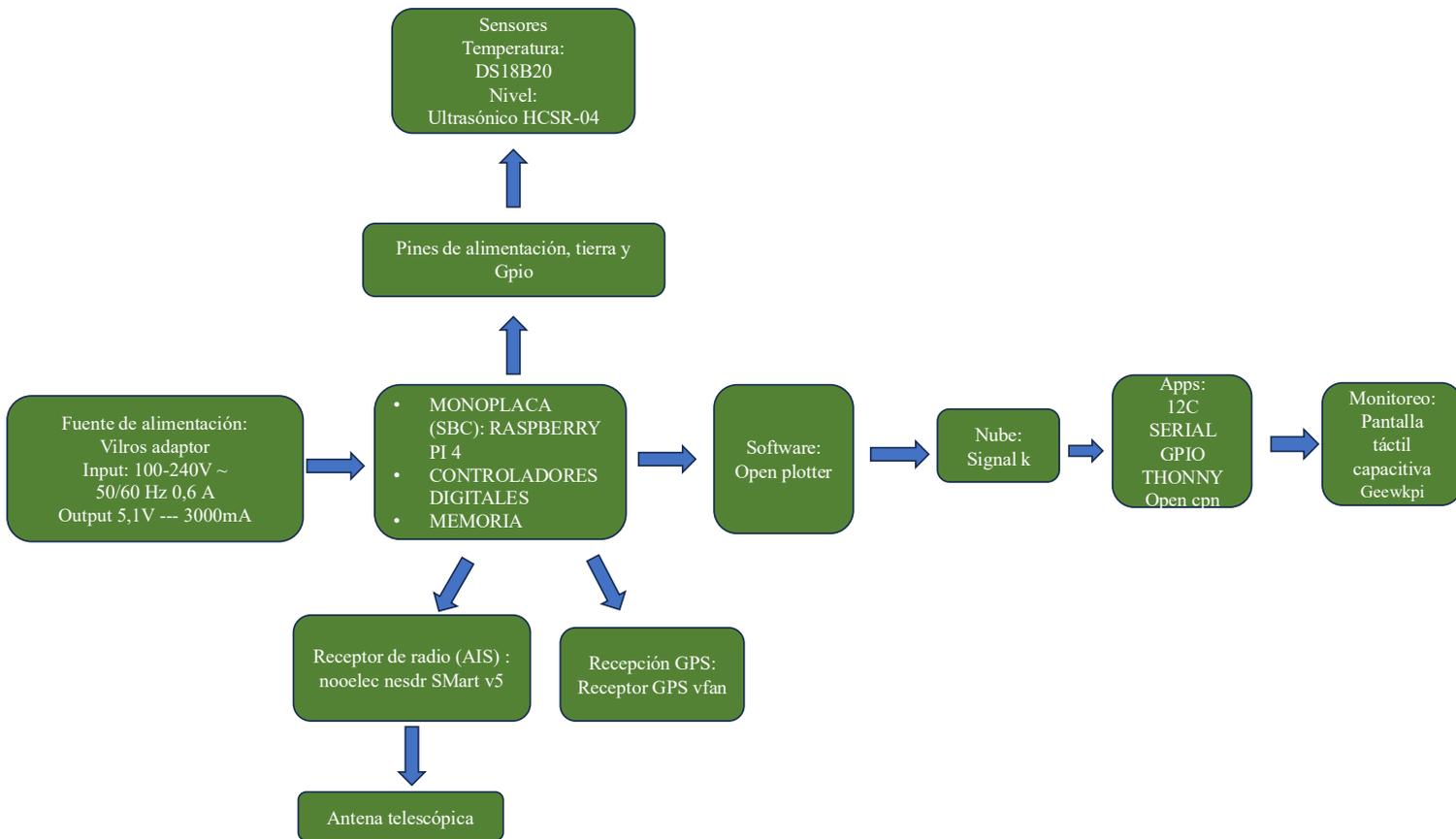


Ilustración 23 Diagrama de bloques del prototipo

Fuente: Autor de tesis

2.3 Costos y accesibilidad del Equipo

El prototipo a desarrollar resulta ser más económico y accesible en comparación a otros equipos reconocidos en el mercado, pues este para lograr las funciones de posicionamiento, navegación, recepción de AIS y sensado utiliza dispositivos de menor valor y fáciles de conseguir.

A continuación, se realiza una tabla comparativa de costos del prototipo frente a otros plotters de navegación comerciales y reconocidos.

Características	Prototipo (Open Plotter)	plotters comerciales(chartplotters)
Cartografía/software	Usa open Cpn con cartas compatibles como: cm93 O-charts, NOAA ENC	Generalmente requieren suscripciones, actualizaciones pagadas o tarjetas con caducidad (Navionics+, etc.)
Instalación y configuración	Requiere conocimientos técnicos: Raspberry Pi, instalación de software, configuración de red/sensores, etc. Muy personalizable	Generalmente plug-and-play, interfaz intuitiva, soporte técnico del fabricante y garantía incluida.
Robustez y visibilidad	Usa hardware (Raspberry Pi). Se necesita carcasa protegida para entornos marinos.	Diseñados específicamente para uso marino: pantallas antirreflejo, resistentes al agua/salitre, robustas (IP ratings), visibles en luz directa.
Flexibilidad	Modular y extensible: Signal K, autopilotos (pypilot), integración NMEA, IoT, dashboards personalizados.	Confiable, pero menos flexible o personalizable. Dependencia del fabricante y su soporte
Costo total	Hardware + sensores + receptores AIS y GPS pantalla táctil capacitiva 10,1": 800\$	Plotters de gama media: 1,000\$-2,500\$ Plotters avanzados con AIS (Raymarine, Garmin, Furuno 15-24"): 2,000\$-6,000\$-10,000\$

CAPITULO III: Construcción

3.1 Ensamble de la raspberry pi en case refrigerado

Se procede a colocar la monoplaca raspberry pi 4 en el respectivo case el cual cuenta con las características necesarias para una buena ventilación, y las aberturas necesarias para la correcta conexión de los distintos puertos y pines GPIO. Posterior a esto se procede a conectar el ventilador en los pines positivo de 5v y negativo de la respectiva raspberry pi 4 y por ultimo los disipadores de calor en elementos importantes de la SBC.

Tabla 9 Dimensiones de la carcasa

Carcasa	largo	ancho	alto
vilros, transparente	92,6mm	63,4mm	32,5mm



Ilustración 24 conexión de ventilador y colocación de disipadores de calor

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 25 Colocación de la monoplaca en su respectiva carcasa

Fuente: Autor de tesis

3.2 Instalación de pantalla táctil capacitiva

Para la instalación de la pantalla táctil, se comienza colocando los debidos soportes detrás de esta con el fin de lograr que esta sea más estable, luego se conectan cables de energía e imagen (HDMI) desde la pantalla hacia la monoplaca.



Ilustración 26 Colocación de soportes de Pantalla

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 27 Conexión de pantalla a la Raspberry pi 4

Fuente: Autor de tesis

3.3 Instalación de software open plotter

Para la instalación del software open plotter necesitaremos descargar la imagen la cual se encuentra en la web en su respectiva página. Una vez descargada la imagen se procede a conectar la micro SD al computador e instalar el software en dicha memoria mediante la aplicación win32DiskImager. Insertamos la micro SD con el programa ya cargado en la Raspberry pi 4, se energiza con la respectiva fuente de alimentación conmutada de 5.1 V. procedente a esto, la monoplaca leerá el programa y comenzará a funcionar de manera correcta y se podrá visualizar en la pantalla. Como último paso en esta instalación se procede a configurar la zona horaria, idioma y región.

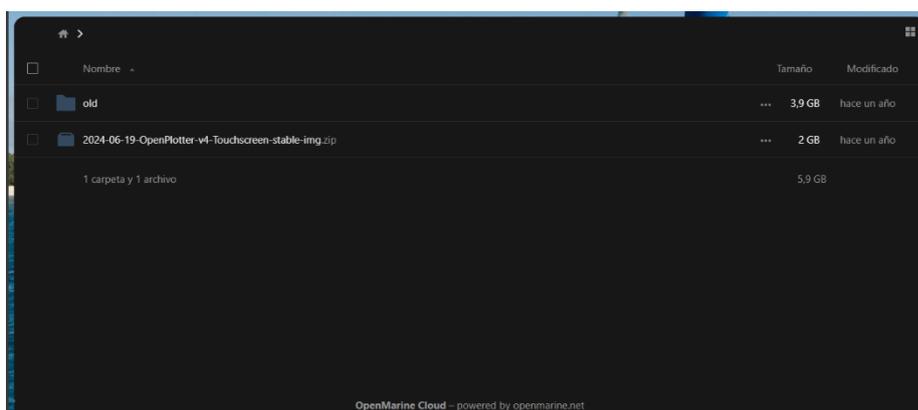


Ilustración 28 Descarga de imagen de open Plotter Touchscreen en Open Maine Cloud

Fuente: Autor de tesis

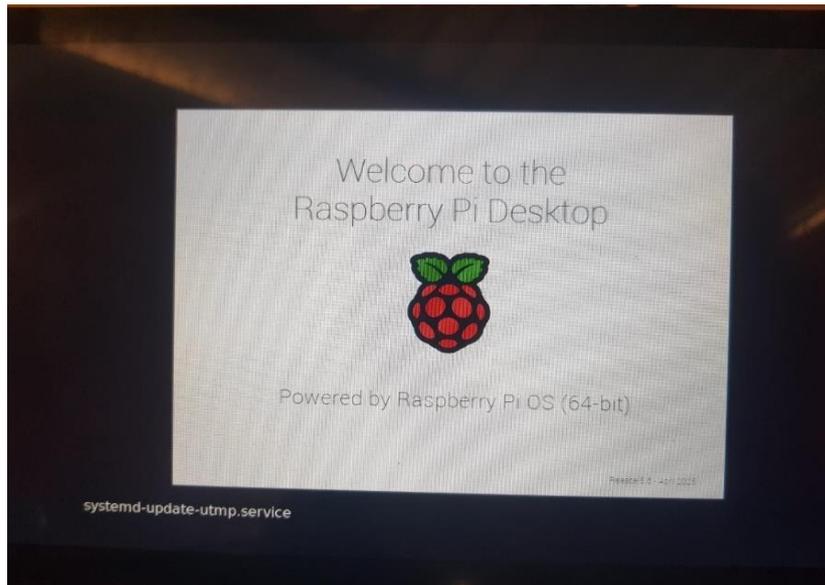


Ilustración 29 Pantalla de carga de Raspberry pi 4

Fuente: Autor de tesis

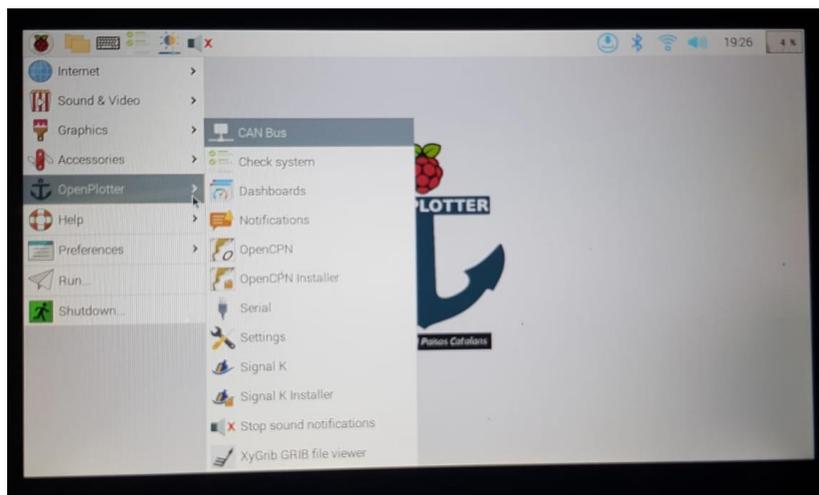


Ilustración 30 Pantalla de inicio de Open plotter

Fuente: Autor de tesis

3.4 Conexión y calibración de receptor satelital GPS

Para obtener la ubicación en tiempo real. Se conecta el terminal USB del receptor GPS satelital a uno de los puertos USB de la raspberry pi 4, para verificar que esta correctamente energizado el receptor emitirá una luz de color roja. Después de este paso dentro de open plotter en la app llamada SERIAL se podrá visualizar el receptor y en que puerto se encuentra conectado, lo siguiente que se realizara es su calibración, para esto

seleccionaremos GPS donde se ubicara el alias, el tipo de data que será NMEA 0183 y la opción remember device. Terminado esto se da en la opción aplicar.

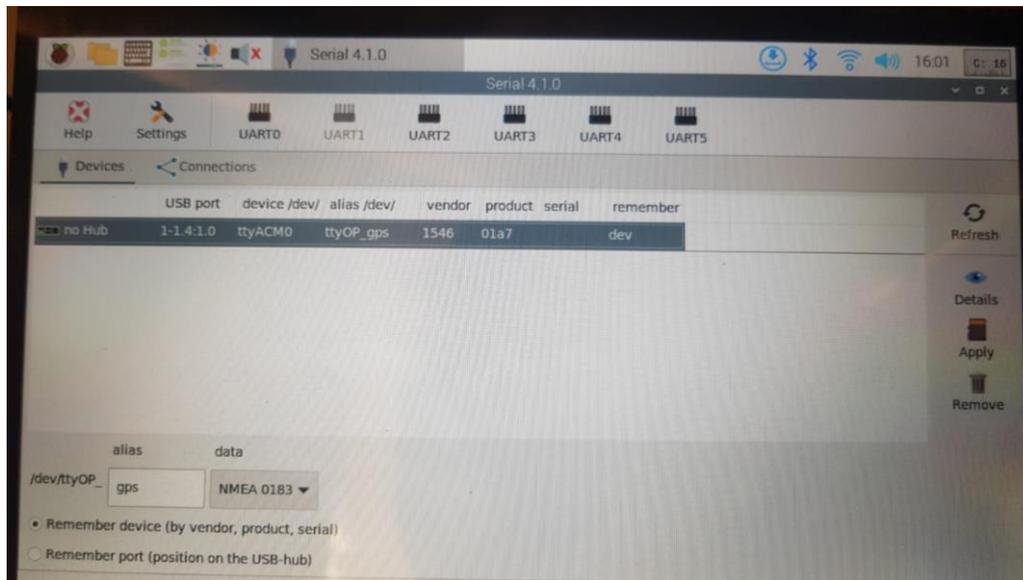


Ilustración 31 Configuración de receptor GPS

Fuente: Autor de tesis

Para conectarlo al servidor signal k, en la misma app se selecciona la opción de conexiones, luego la opción añadir a signal k procedente a esto aparecerá una ventana donde elegiremos el baud rate que será de 38400 y presionamos la función auto. Quedado así el receptor GPS configurado y conectado al servidor signal K.

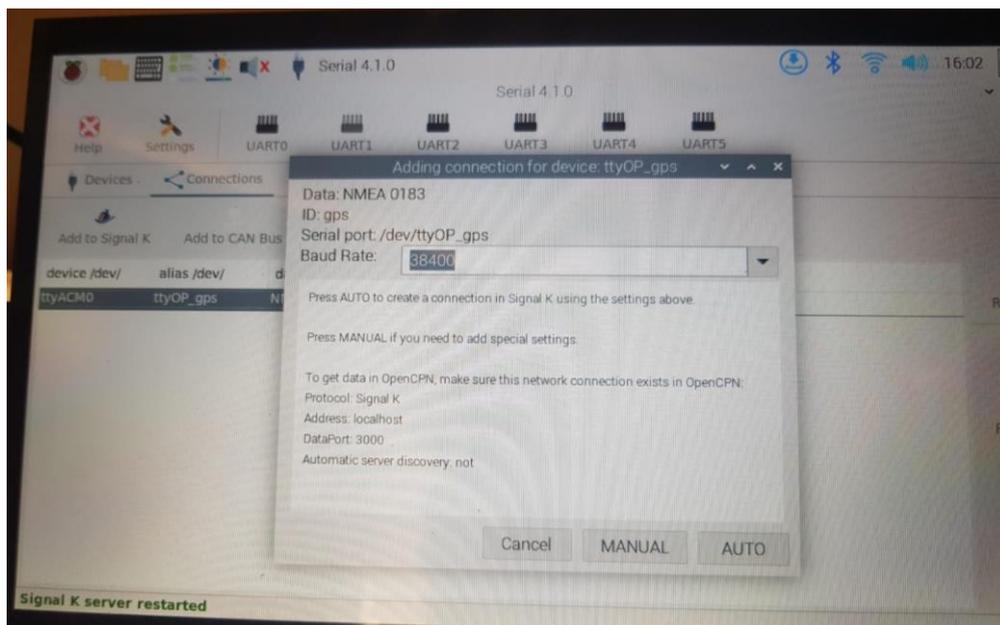


Ilustración 32 Conexión del GPS al servidor

Fuente: Autor de tesis

3.5 Conexión de receptor de radio para detección de blancos AIS

Para que nuestro equipo pueda recibir señales de radio de otras embarcaciones es necesario conectar el receptor de radio noelec a uno de los puertos de la raspberry y a su vez adaptarle a dicho receptor una antena telescópica para pueda mejorar su alcance con respecto a las señales de radio. Una vez conectada la parte física, se procede a configurar dentro del software por medio de la app SDR-VHF en la opción calibración, donde ubicaremos la ganancia de 49.6, la ppm igual a 1, y el canal con mayor potencia dentro de la banda GMS850 que será el 131. Damos en la opción guardar y con eso quedaría configurado el receptor y subido al server signal k. realizado esto, el receptor podrá recibir información de las demás embarcaciones por medio de señales de radio.



Ilustración 33 Conexión física de receptor de radio

Fuente: Autor de tesis

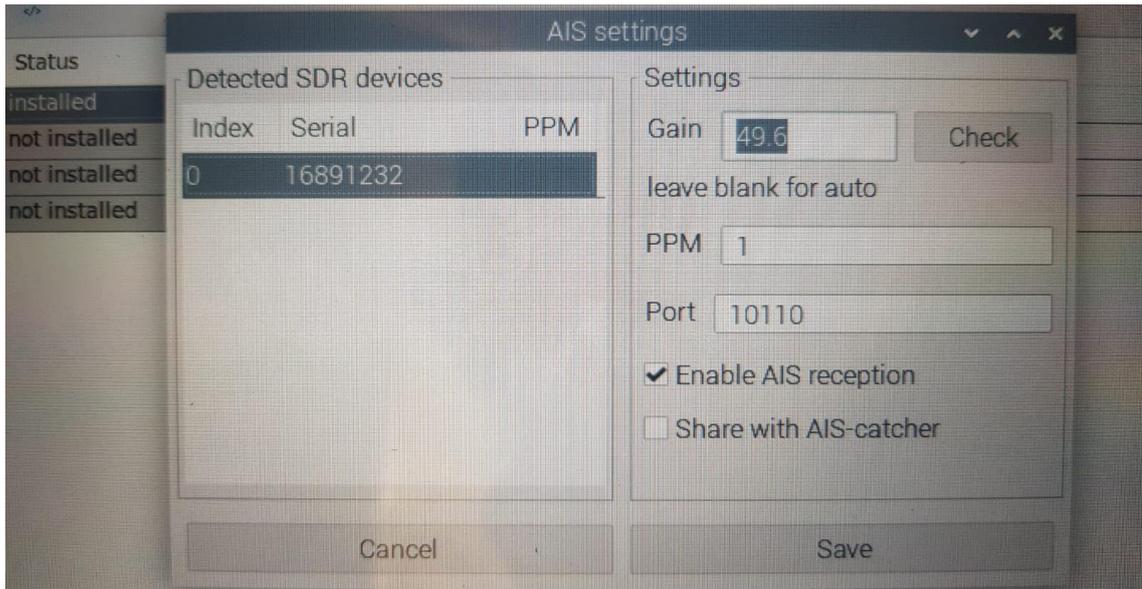


Ilustración 34 Calibración de receptor noelec v5

Fuente: Autor de tesis

3.6 Conexión de sensor de temperatura

Se procede a conectar el sensor de temperatura a su respectivo modulo y posterior se conecta los cables positivo, tierra y de información a los pines de alimentación y GPIO de la monoplaca. Con la parte física conectada se procede a calibrar en la app GPIO de open plotter, donde se selecciona el sensor y en la función editar, en la cual se agrega un nombre, la velocidad de entrega de datos y la corrección de datos. Una vez configurado el sensor, la app lo enlazará a la nube signal k donde se podrá visualizar los datos de temperatura en kelvin.

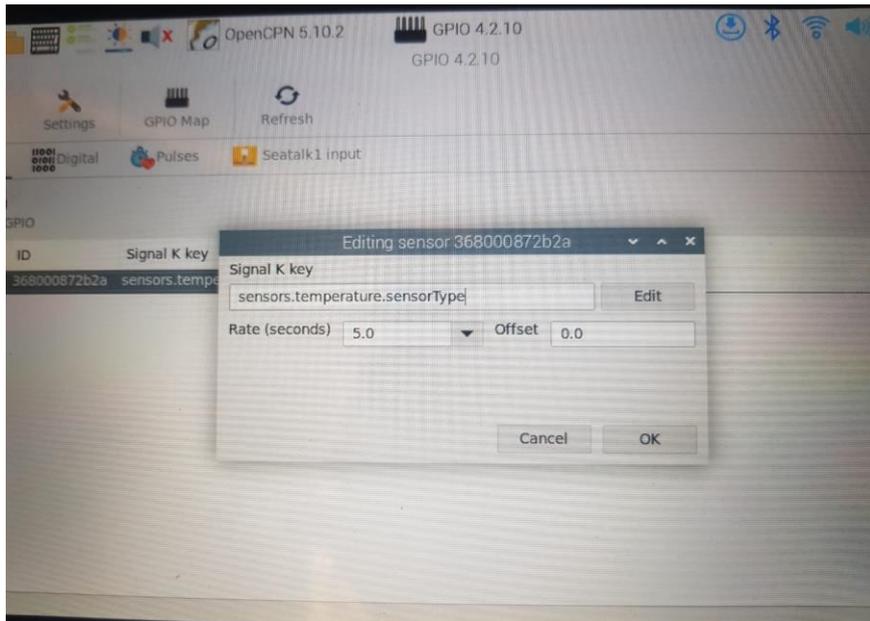


Ilustración 35 Configuración del sensor de nivel en la App GPIO

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 36 Conexión física del sensor de temperatura

Fuente: Autor de tesis

3.7 Conexión de sensor de nivel

Se procede a conectar el sensor ultrasónico HCSR-04 a la monoplaca Raspberry pi 4 al igual que el anterior sensor, se conectan los cables positivo y tierra a sus respectivos pines de alimentación que tiene la monoplaca, además el trig y echo del sensor se ubican en los pines GPIO 21 y 20. una vez conectada la parte física se procede a la programación del sensor mediante el programa Thonny basado en lenguaje Python. Mediante un código de programación se logrará que el sensor ultrasónico envíe datos sobre el nivel de combustible en tiempo real tanto en centímetros como en porcentaje. Para la medición de nivel se utilizó un recipiente 35.5 cm al cual se le hará dos agujeros en la parte superior (la tapa) para la correcta ubicación del sensor.

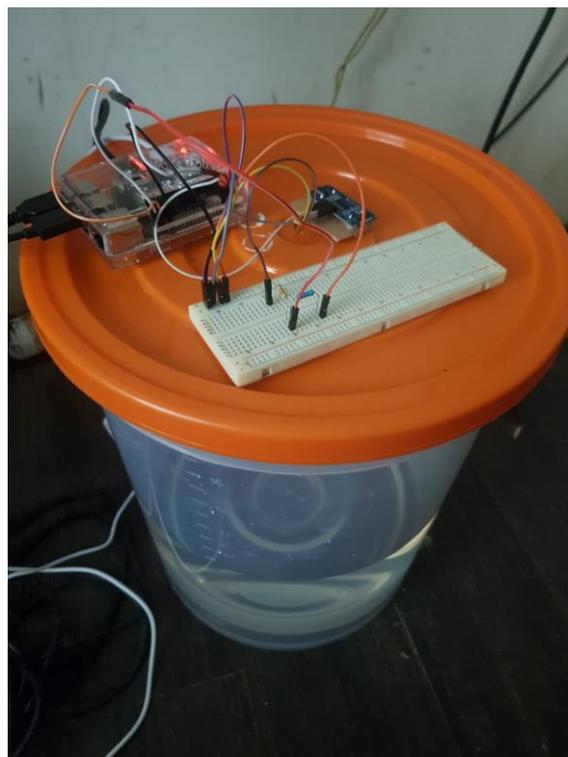


Ilustración 37 Conexión física y ubicación en el recipiente del sensor ultrasónico

Fuente: Autor de tesis

```
Thonny - /home/pi/i...
Thonny - /home/pi/ivan/sensor de nivel de liquido.py @ 5:20
New Load Save Run Debug Over Into Out Stop Zoom Quit Support
sensor de nivel de liquido.py x
4 ECHO=20
5 ALTURA_TANQUE= 35.5
6 GPIO.setmode(GPIO.BCM)
7 while True:
8     print ("Medicion de nivel en curso")
9     GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
10    GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
11    GPIO.output(TRIG,GPIO.OUT)
12    print ("esperando que el sensor se estabilice")
Shell
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel: 16.53 cm
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel: 16.53 cm
Local Python 3 - /usr/bin/python3
```

Ilustración 38 Programación de sensor ultrasónico en Thonny

Fuente: Autor de tesis

3.8 Instalación de cartas náuticas en open cpn

Para la instalación de las cartas náuticas en open cpn se necesita cargar dichas cartas en una memoria y posterior a eso conectar la memoria a uno de los puertos de la SBC. Una vez que el programa detecte la memoria se las copia desde dicha memoria hacia un repositorio del software open plotter. Una vez realizado esto, en la aplicación de navegación open cpn se selecciona en el icono de opciones, cartas náuticas, se añade la carpeta a la lista y se selecciona en la opción aplicar. Dando así una correcta visualización de las costas y áreas marítimas.

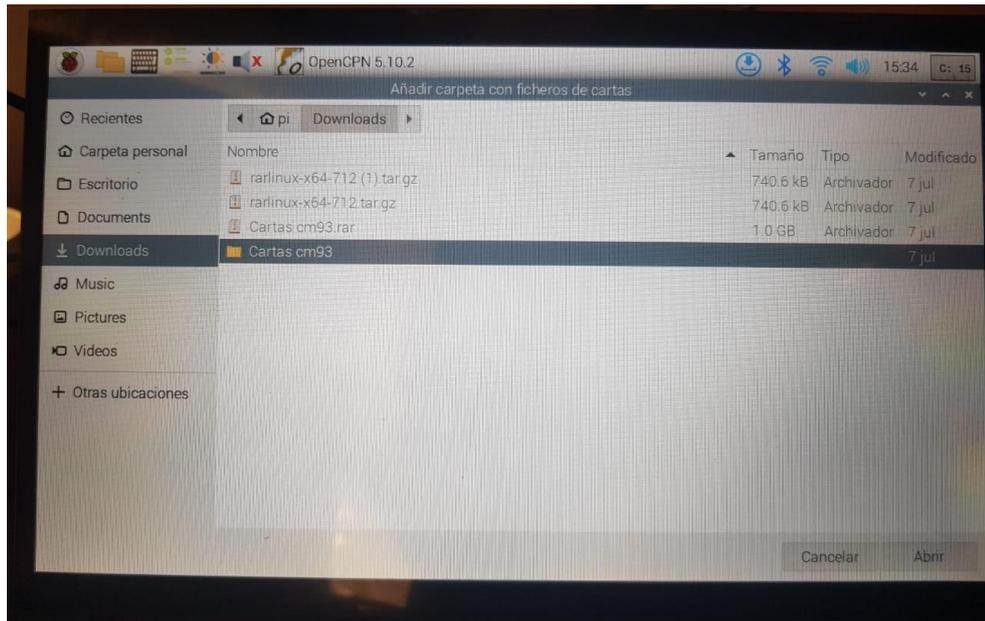


Ilustración 39 Cartas náuticas cargadas en el Software Open Plotter

Fuente: Autor de tesis

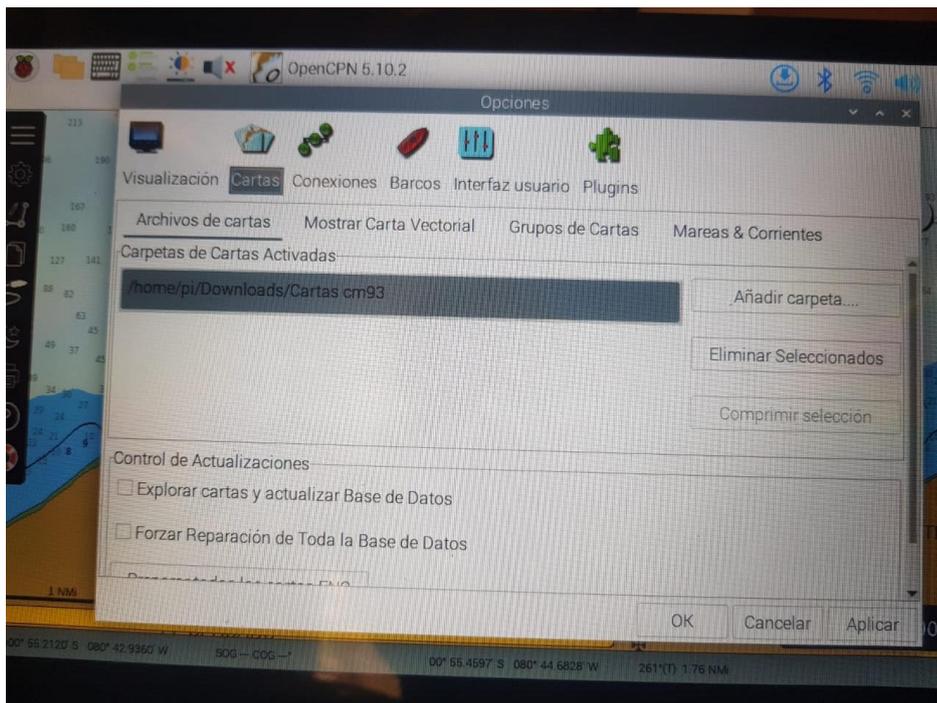


Ilustración 40 Instalación de cartas náuticas en Open Cpn

Fuente: Autor de tesis

CAPITULO IV: Puesta en marcha y análisis de resultados

4.1 Pruebas de prototipo de navegación

4.1.1 Pruebas de posicionamiento en lugares puntuales

Para comprobar el funcionamiento del receptor satelital en conjunto con el programa open cpn. Se probó el receptor en diferentes lugares de la provincia de Manabí, como los cantones Manta y Sucre, demostrando la exactitud del receptor y la cantidad de satélites que logra sintonizar en dichas zonas.

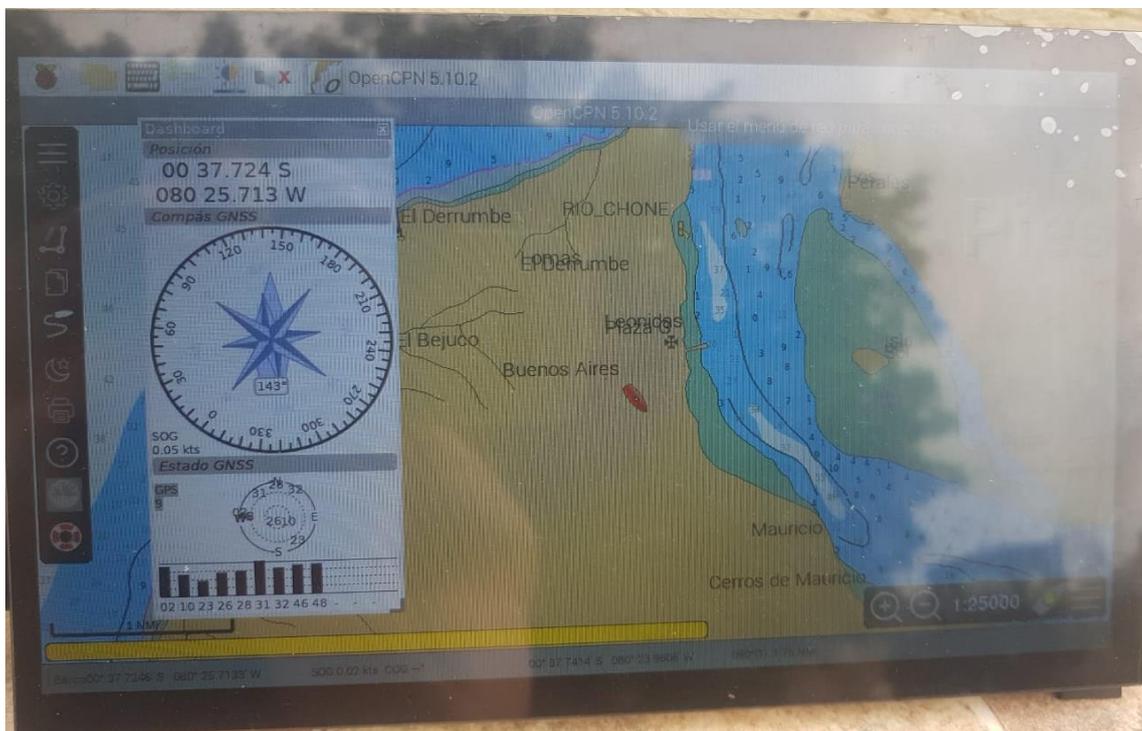


Ilustración 41 Prueba de funcionamiento de receptor GPS, ubicación Cantón Sucre

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 43 Prueba de funcionamiento de receptor GPS, ubicación: Manta

Fuente: Autor de tesis

4.1.1.1 Análisis de los resultados obtenidos del receptor satelital

Como se puede observar en la ilustración 40 y 41, el receptor GPS funciona de manera correcta, recibiendo señales de varios satélites y dando una ubicación precisa con las coordenadas correspondientes. La prueba de funcionamiento en el cantón Sucre se puede visualizar que el receptor logra sintonizar alrededor de 9 satélites, por otro lado, en el cantón Manta, el receptor logra sintonizar 8 satélites. basándonos en la teoría la cual dice que para que un receptor funcione de manera correcta, necesita la señal de al menos 4 satélites, lo que quiere decir que el receptor que está instalado en el prototipo se encuentra por encima del mínimo requerido.

4.2 Pruebas de navegación

4.2.1 Pruebas de funcionamiento en una embarcación en movimiento

El lugar escogido para realizar esta prueba, fue en la bahía de la ciudad de Manta ya que es una ciudad portuaria, donde llegan embarcaciones de varios países que cuentan con equipos de posicionamiento y sistema AIS.

Esta prueba consistió en verificar el funcionamiento del prototipo en conjunto con el receptor GPS y receptor de radio de blancos AIS en una embarcación, que este caso fue una lancha. Una vez instalado el equipo en la embarcación y energizado con una toma de 120V obtenida de un generador de combustión interna se le indica al capitán de la lancha

que de marcha al navío y que se adentre en la bahía con el fin de poder visualizar el movimiento de la embarcación y los blancos AIS emitidos por otras embarcaciones, además, se realizó el trazado de una ruta para que pueda ser seguida por la embarcación.



Ilustración 45 Embarcación siguiendo ruta trazada en el software open cpn

Fuente: Autor de tesis

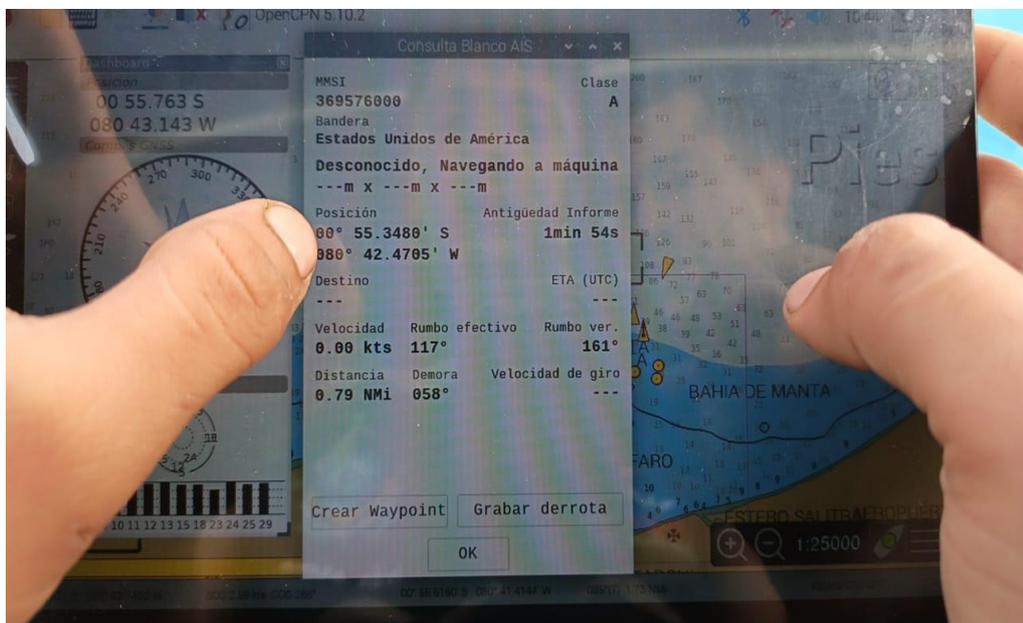


Ilustración 47 Consulta de blanco AIS de una embarcación

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 50 visualización de blancos AIS en la bahía de Manta

Fuente: Autor de tesis

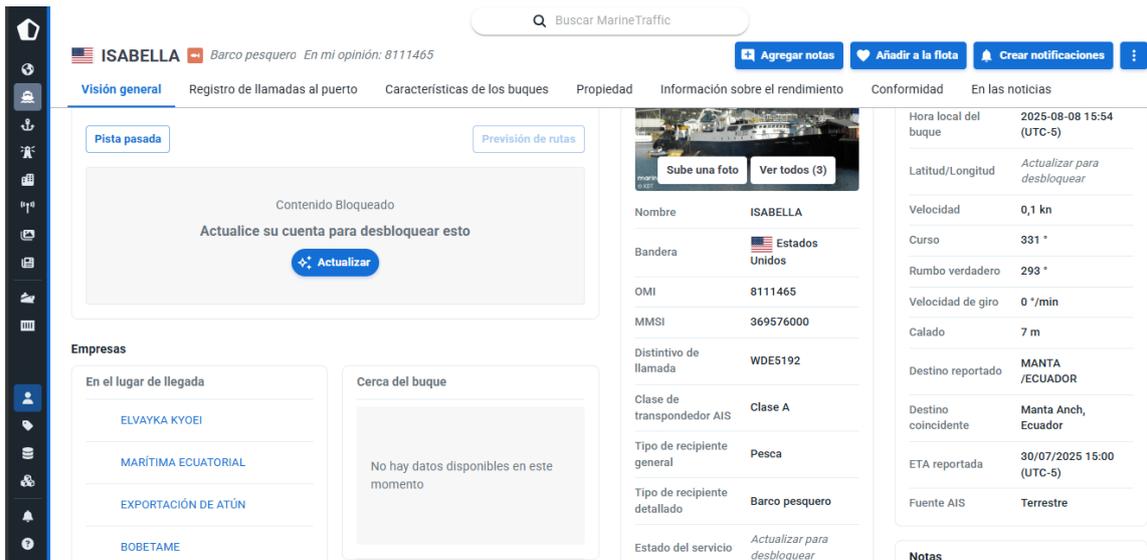


Ilustración 48 Consulta de embarcación en la página web Marine Traffic

Fuente: Autor de tesis

4.2.2 Análisis de los resultados obtenidos del prototipo

Como se puede observar en la ilustración 42, el prototipo cumple con el poder visualizar en cada momento la embarcación siguiendo la ruta trazada en la aplicación open Cpn hacia el muelle de la bahía de Manta, además, en la ilustración 43 y 44 se demuestra que el equipo logra receptor los AIS de las embarcaciones que se encuentran a su alrededor y

visualizarlos en pantalla, logrando también por este medio la consulta de información sobre estos navíos.

En la ilustración 43 se puede observar la información del blanco AIS de la embarcación seleccionada, en esta imagen se puede ver como el prototipo recibe datos del navío como MMSI (Identidad del Servicio Móvil Marítimo), posicionamiento, la bandera a la cual pertenece, antigüedad del informe y la distancia a la cual se encuentra de nuestra embarcación. A manera de validación de datos como se demuestra en la ilustración 46, se procedió a consultar la embarcación en la página web marine traffic mediante el MMSI obtenido de nuestro equipo, el cual coincidió ya que la embarcación se encontraba en mismo lugar que se observa en la pantalla.

4.3 Pruebas de sensor de temperatura

En el siguiente análisis se podrá visualizar imágenes del funcionamiento del sensor de temperatura el cual está programado para emitir información cada 5 segundos sobre la temperatura a la que se encuentra el combustible, esta información es enviada a la nube signal K donde se podrá observar las variaciones de la temperatura en grados kelvin

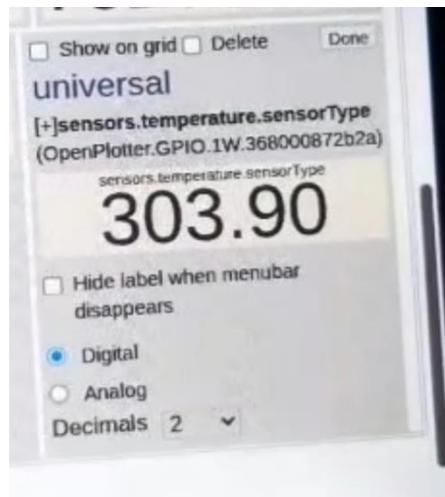


Ilustración 52 Visualización de sensor de temperatura (medida1) en signal K

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 53 Visualización de sensor de temperatura (medida2) en signal K

Fuente: Autor de tesis

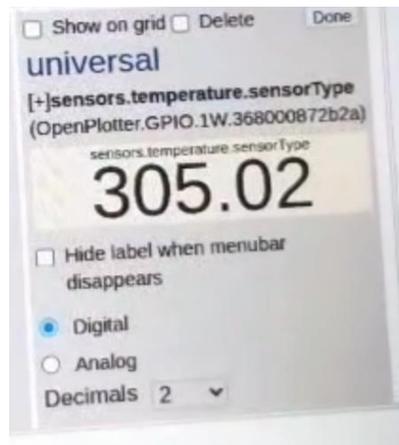


Ilustración 55 Visualización de sensor de temperatura (medida3) en signal K

Fuente: Autor de tesis

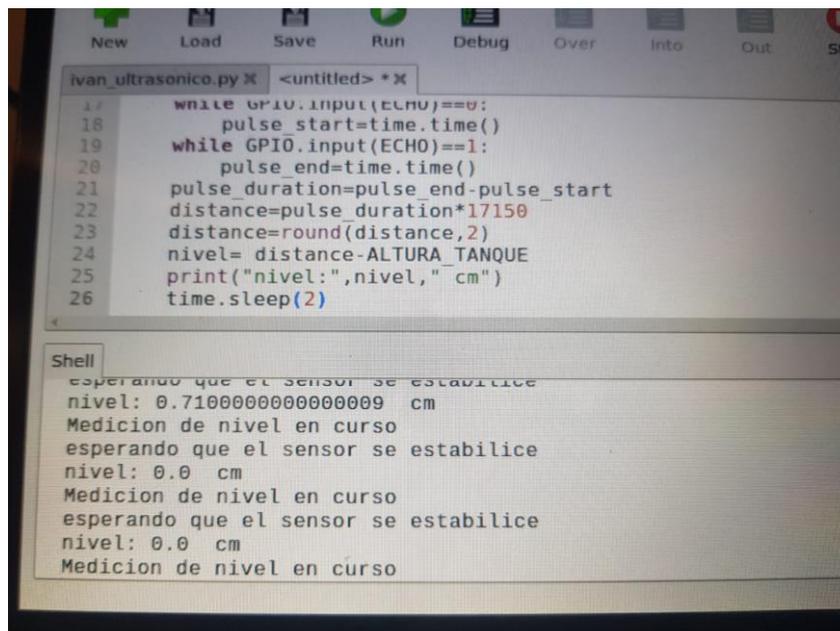
4.3.1 Analisis de resultados de sensor de temperatura

Los datos emitidos por el sensor como se puede observar en las ilustraciones 47,48 y 49 son enviados de manera correcta en grados kelvin y visualizados en el dashboard de la nube signal k. en dichas imágenes se demuestra como el sensor conforme va detectando las variaciones de temperatura las envía hacia la nube. en este caso la temperatura se está elevando ya que paso de 303.90 hacia 305.02 ° k que en centígrados seria 30.75 ° C hasta 31.87 ° C, con esto podemos afirmar que el sensor detecta hasta el más mínimo cambio de temperatura en cada determinado tiempo.

4.4 Pruebas de sensor de nivel

En esta prueba se procederá a utilizar el sensor ultrasónico HCSR-04 ya programado en el software de programación Thonny para medir el nivel de un líquido, una vez colocado dicho sensor en el recipiente que tiene una altura de 34 cm, se da marcha al programa. Se realizan dos clases de pruebas, las cuales fueron con el recipiente vacío en su totalidad y otra con el recipiente con líquido a un nivel determinado.

4.4.1 Análisis de resultados de prueba de nivel con recipiente vacío



```
ivan_ultrasonico.py x <untitled> * x
17 while GPIO.input(ECHO)==0:
18     pulse_start=time.time()
19 while GPIO.input(ECHO)==1:
20     pulse_end=time.time()
21     pulse_duration=pulse_end-pulse_start
22     distance=pulse_duration*17150
23     distance=round(distance,2)
24     nivel= distance-ALTURA_TANQUE
25     print("nivel:",nivel," cm")
26     time.sleep(2)

Shell
esperando que el sensor se estabilice
nivel: 0.7100000000000009 cm
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel: 0.0 cm
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel: 0.0 cm
Medicion de nivel en curso
```

Ilustración 56 Información de nivel de líquido en Programa Thonny (tanque vacío)

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 57 Verificación física (recipiente vacío)

Fuente: Autor de tesis

Esta prueba consiste en dar marcha al sensor en conjunto con el programa al momento de encontrarse vacío el recipiente. En la ilustración 50 se demuestra que el sensor cumple con detectar y emitir una información la cual es de 0.0 cm, indicando que el recipiente se encuentra vacío.

4.4.2 Análisis de resultados de prueba de nivel de recipiente con líquido

```
sensor de nivel de liquido.py x
21 pulse duration=pulse end-pulse start
22 distance=pulse duration*17150

Shell
nivel de combustible: 16.54 cm
porcentaje de combustible: 46.59154929577465 %
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel de combustible: 16.52 cm
porcentaje de combustible: 46.53521126760563 %
Medicion de nivel en curso
esperando que el sensor se estabilice
nivel de combustible: 16.53 cm

Local Python 3 • /usr/bin/python3
```

Ilustración 58 Información de nivel de líquido en programa Thonny (tanque con liquido)

Fuente: Autor de tesis



Ilustración 59 Verificación física de nivel de recipiente

Fuente: Autor de tesis

Como se puede observar en las ilustraciones, el sensor funciona de manera correcta, detectando el nivel al que se encuentra el líquido dentro de este recipiente. El programa recibe la información emitida por el sensor y esta se refleja en la pantalla, mostrando el nivel y porcentaje en el que se encuentra el líquido, los cuales son de 16.53 cm y 46.53%. Realizando las pruebas físicas mediante con una cinta métrica, se comprueba que el sensor está emitiendo una información válida.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

En conclusión, el prototipo electrónico de plotter de navegación marítima y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible que se desarrolló, cumplió con suministrar un sistema eficaz al momento de realizar las funciones como el posicionamiento de una embarcación con sus respectivas coordenadas y el monitoreo en tiempo real de niveles y temperaturas de combustible. Mediante la incorporación de un hardware y software se permitió obtener una serie de datos fidedignos y de gran utilidad que responden a las necesidades de contar con un instrumento de apoyo ideal para una navegación segura y eficiente.

Tras una búsqueda y evaluación comparativa, la monoplaca Raspberry Pi 4 evidenció una adecuada capacidad de procesamiento de datos y funcionamiento con distintos dispositivos conectados a la vez, sin que estos afecten su eficiencia. Esto permitió dar garantía en que el prototipo lograría la obtención de datos de forma óptima y una compatibilidad estable con el software de navegación, dando una clara respuesta del porque esta monoplaca fue escogida. Por otro lado, esta SBC al establecerla como el receptor principal de información del prototipo, nos da garantía a posibles mejoras a futuro.

Los sensores de nivel y temperatura implementados en el proyecto demostraron un perfecto enlace y disponibilidad tanto en la parte de conexión física como de comunicación con el sistema central del prototipo, lo que facilitó por medio de estos una recolección de datos fiables. Durante las pruebas, se verificó que los valores obtenidos mantienen un margen de error aceptable en lo que corresponde al monitoreo de combustible, demostrando que la integración cumple con los requerimientos de exactitud planteados.

La antena receptora GPS y el sintonizador AIS se acoplaron satisfactoriamente al prototipo, contribuyendo información precisa y en tiempo real sobre el posicionamiento de la embarcación en la que se encontraba instalado y la identificación de otras embarcaciones cercanas. Por otro lado, la adaptación de cartas náuticas electrónicas en el prototipo dio paso a validar los beneficios del sistema en lo que respecta a navegación real, proporcionándole al usuario una representación confiable sobre el lugar por el cual navega.

Al momento realizar las puestas en marcha del prototipo en condiciones controladas y en distintos lugares, se demostró que este ofrece una respuesta casi inmediata en la transmisión y actualización de datos. El posicionamiento GPS fue al instante ya que el receptor logro enlazarse con una cantidad considerable de satelitales por encima del mínimo y manteniéndose dentro de los estándares aceptados, en lo que respecta a los datos de las mediciones de nivel y temperatura se actualizaron en tiempo real sin retrasos considerables. Estos resultados corroboran la garantía del sistema en la ejecución de sus funciones principales.

Con la creación del manual del prototipo en cual se abarcan temas como su correcto uso, cuidado y operación, se logró destacar su suma importancia para mantener el equipo operativo. Es de consideración que con la ayuda de este documento , se puede minimizar errores por parte de los operadores que lleguen a manipular y realizar las acciones de navegación y sensado con el prototipo.

Recomendaciones

Se recomienda continuar mejorando el prototipo con la implementación de otros dispositivos usados comúnmente en una embarcación y así llevar un control de datos más detallado y poder abarcar más información sobre las posibles situaciones que se puedan presentar al momento de realizar la actividad de navegación.

En lo que respecta a precisión de datos es importante verificar las calibraciones tanto de los sensores como de los dispositivos de navegación con el fin de mantener una obtención de datos precisa en todo momento, manteniendo así la fiabilidad del prototipo al momento de emitir información recopilada de los dispositivos que se encuentran conectados a él.

Aunque el prototipo demostró ser útil en pruebas controladas, es recomendable realizar una prueba de mayor duración, es decir, que el prototipo recorra rutas de mayor distancia y en diversas condiciones marítimas, con el objetivo de obtener informaciones más precisas sobre su desempeño, fiabilidad y posibles márgenes de error.

En lo que respecta al sistema AIS se recomienda la adaptación de una antena de mayor alcance para mejorar detección de otras embarcaciones que se encuentran a distancias considerables y así conocer los alcances que puede lograr prototipo en el ámbito de la navegación.

Bibliografía

- Escuela Náutica Navarra. (2017). ¿Qué es y cómo funciona? AIS [video]. Youtube.
https://www.youtube.com/watch?v=_PjBuMmRGF4&ab_channel=EscuelaN%C3%A1uticaNavarra
- Berné Valero , J. L., Anquela Julián , A. B., y Garrido Villén , N. (2014). *GNSS. GPS: fundamentos y aplicaciones en Geomática*. Editorial Universidad Politécnica de València.
https://doi.org/https://www.academia.edu/34699683/GNSS_GPS_fundamentos_y_aplicaciones_en_Geom%C3%A1tica
- CDTECH. (2025). *Entendiendo qué es una pantalla táctil capacitiva y sus aplicaciones*.
<https://www.cdtech-display.com/es/knowledges/understanding-what-is-a-capacitive-touch-screen-and-its-applications/>
- Chicaiza, J. (2017). Implementación de un firewall construido a partir de software y una placa de circuitos compacta o SBC (single board computer) en la empresaq TAIIO systems de la ciudad de Popayán. *Repositorio institucional*. [Tesis de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD].
<https://repository.unad.edu.co/handle/10596/17389>
- Construneic. (2023). *Sistema de Posicionamiento Global (GPS) en Topografía*.
<https://construneic.com/topografia/sistema-de-posicionamiento-global-gps-en-topografia/>
- Escalona, I. (2007). *Trasductores y sensores en la automatización industrial*. El Cid Editor. <https://elibro.net/es/ereader/ulead/34463?page=6>
- Jeremy Clark. (2021). OpenPlotter - AIS Connection. Youtube [Video].
<https://youtu.be/PM3sMHuMt1g>
- Kitflix. (2020). How to interface ultrasonic sensor with Raspberry Pi. Youtube [Video].
<https://youtu.be/OTBIXnzcI34>
- Letham, L. (2001). *GPS fácil. Uso del sistema de posicionamiento global (Vol. 67)*. Editorial Paidotribo.
<https://books.google.com.ec/books?id=orjnvjPqELcC&lpg=PA5&ots=InxoFDko bQ&dq=receptor%20gps&lr&hl=es&pg=PA5#v=onepage&q=receptor%20gps&f=false>
- Mecafenix . (2023). *Que son los sensores, que tipos existen y como funcionan*.
<https://www.ingmecafenix.com/automatizacion/sensores/guia-sensores/#Que-son>
- Nantong Saiyang Electronics Co. (2020). *¿Qué Es Un Plotter De Barco Y Por Qué Lo Necesito?* <https://www.saiyongmarine.com/info/what-is-a-boat-gps-chartplotter-and-why-do-i-n-52394311.html>
- Nieto, E. (2015). *Fuentes de alimentación conmutadas en la práctica: Qué son, cómo funcionan, cómo se reparan*. Fidestec Ediciones .

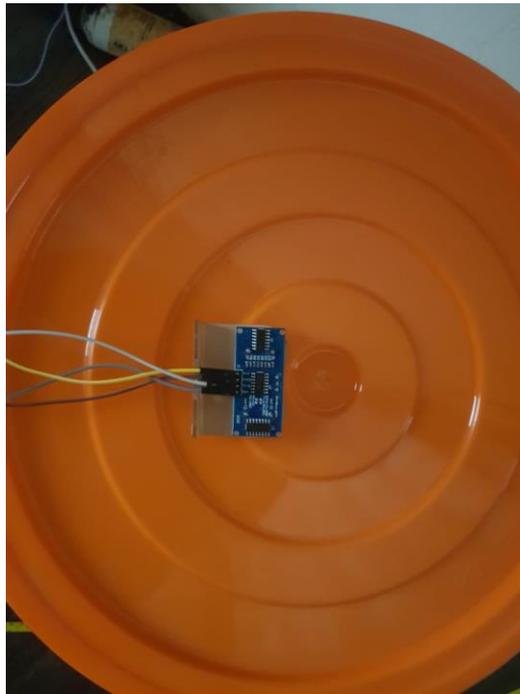
- Olmedillas, J. C. (2013). *Introducción a los sistemas de navegación por satélite*. Editorial UOC. <https://elibro.net/es/ereader/ulead/56745?page=122>
- Olmedillas, J. C. (2013). *Introducción a los sistemas de navegación*. Editorial UOC. <https://elibro.net/es/ereader/ulead/56745?page=18>
- OpenPlotter. (2022). *¿Qué es OpenPlotter?* https://openplotter.readthedocs.io/en/3.x.x/description/what_is_openplotter.html
- Open-Plotter. (2022). *Funcionamiento de Open Plotter*. https://openplotter.readthedocs.io/en/3.x.x/description/how_does_it_work.html
- Padrón Rodríguez, A., y Roters Dubinin, I. (2024). *La influencia del GPS en la navegación y el ámbito marítimo*. (Doctoral dissertation, Universidad de La Laguna).
- Pallàs, R. (2006). *Instrumentos Electronicos Básicos*. Marcombo.
- Raspberry pi . (2025). *¿Que es Raspberry Pi?* <https://raspberrypi.cl/que-es-raspberry/>
- Reyes Flores , E. (2019). Tipos de sensores . *Conciencia Serrana Boletín Científico De La Escuela Preparatoria Ixtlahuaco, 1(2)*, pp. 31-33. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/ixtlahuaco/article/view/4405>
- Roch Moraguez, E. (2024). *Receptores GPS: Cómo Funcionan y Aplicaciones*. <https://lovtechnology.com/receptores-gps-como-funcionan-y-aplicaciones/>
- Serna Ruiz, A., Ros García, F. A., y Rico Noguera , J. C. (2010). *Guía Práctica de Sensores*. Creaciones copyright SL. <https://books.google.com.ec/books?id=CuoXCd6ZZqWC&lpg=PR9&ots=BxgMb-2wl2&dq=que%20es%20un%20sensor&lr&hl=es&pg=PR9#v=onepage&q=que%20es%20un%20sensor&f=false>
- Smart Sailing Boat. (2020). Openplotter instruction video for Raspberry Pi. Youtube [Video]. https://youtu.be/r8CGixM118k?list=PLkGQqdI2UM_p7yHS-K0MJN7Q7y9PMDKQj
- SVB. (2025). *¿Qué es un plotter náutico?* <https://www.svb-marine.es/es/guia/encuentre-el-plotter-nautico-adecuado-para-su-barco.html>
- The Low Cost Sailor. (2021). EP11 - Plotter low cost para el barco, TUTORIAL con la Raspberry Pi y Open Plotter [Video]. Youtube. <https://youtu.be/oqOyNPMbu5o>
- Touros, A. (2025). *OpenCPN*. https://support-marinetraffic-com.translate.goog/en/articles/9552956-opencpn?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc&_x_tr_hist=true
- Vásquez Bautista , O. (2022). Raspberry Pi. *Con-Ciencia Boletín Científico de la Escuela Preparatoria No. 3, 9(18)*, pp. 36-40. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/prepa3/article/view/9464>

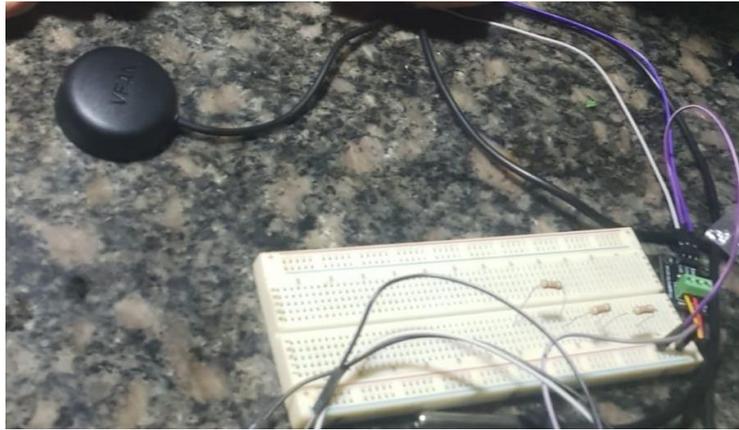
Vesga, J. C. (2007). *Microcontroladores Motorola-Freescale: programación, familias y sus distintas aplicaciones en la industria*. Alfaomega.

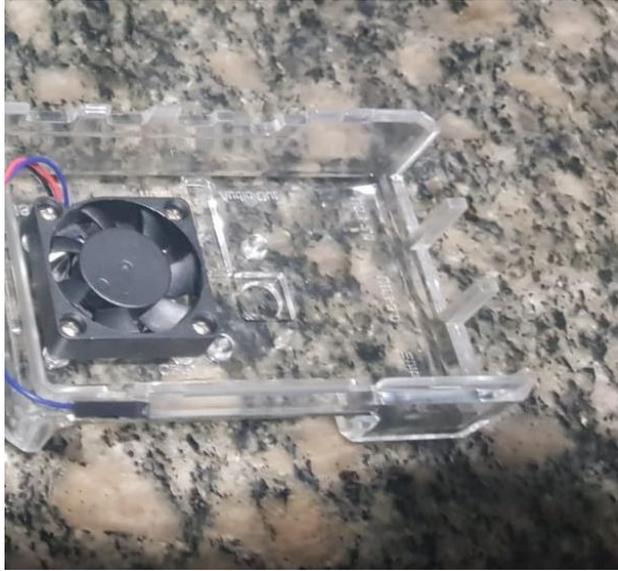
Ziliute, K. (2024). *Diseño e implementación de un sistema de control, supervisión y adquisición de datos(SCADA) mediante ordenadores empujables SBC y lenguaje Python de los dispositivos electrónicos de potencia inteligentes conectados a una SmartGrids*. [Trabajo final de Masterado, Universidad Politècnica de València]. Repositorio Institucional.
<https://riunet.upv.es/server/api/core/bitstreams/2047371b-47b4-4780-9d01-d472a2117d58/content>

ANEXOS

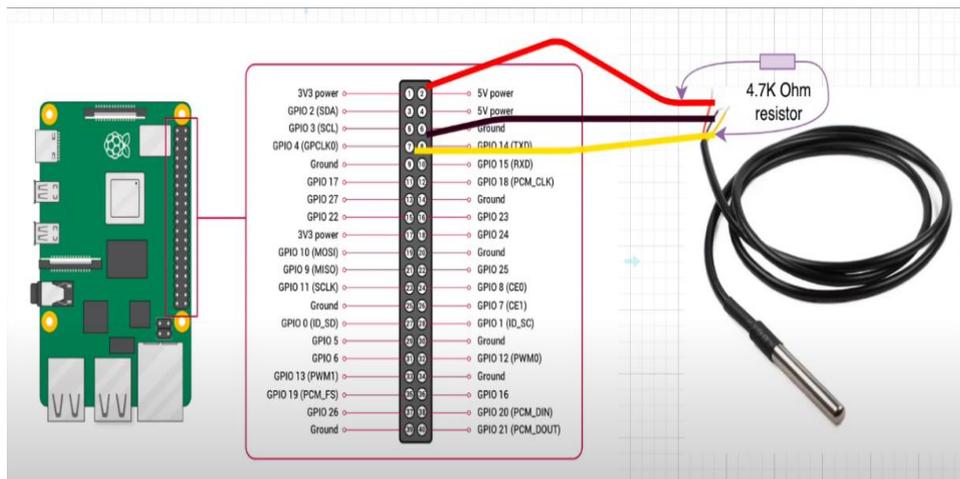
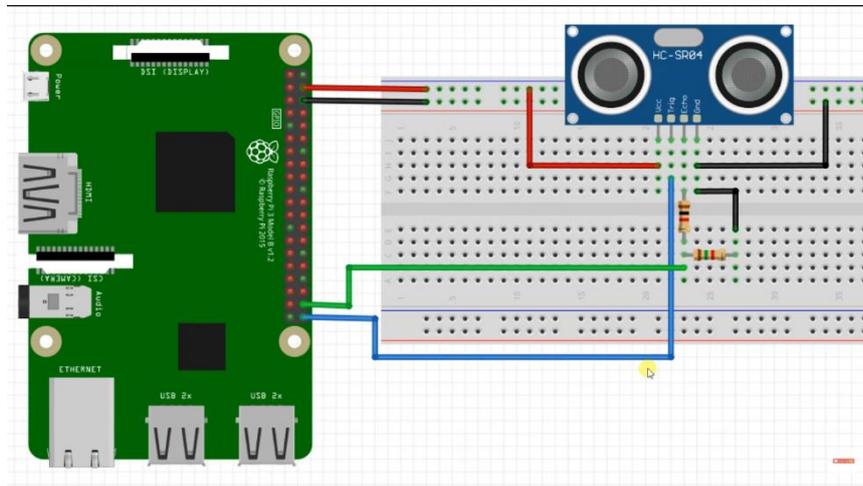
Anexo A: Componentes y herramientas

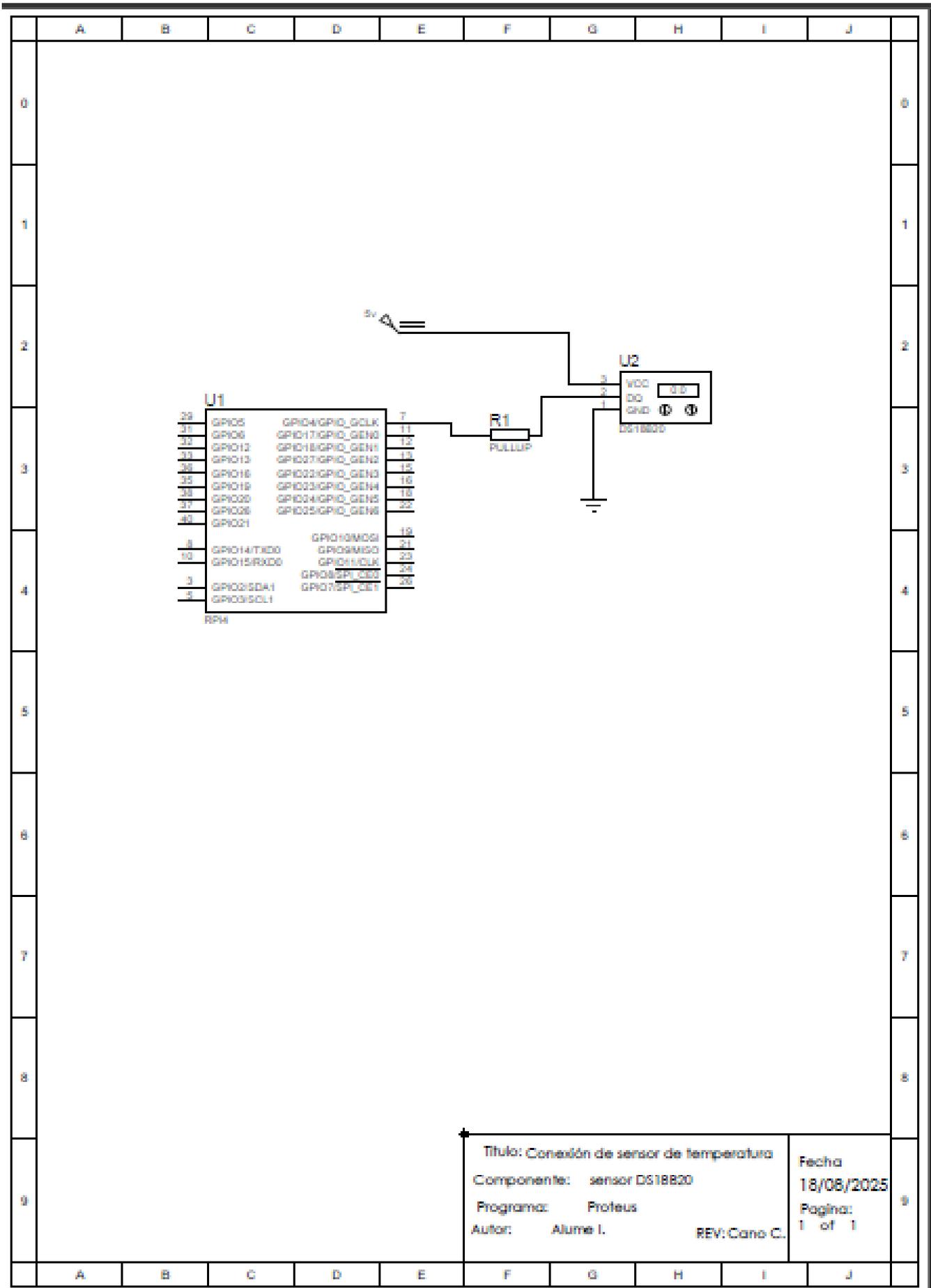


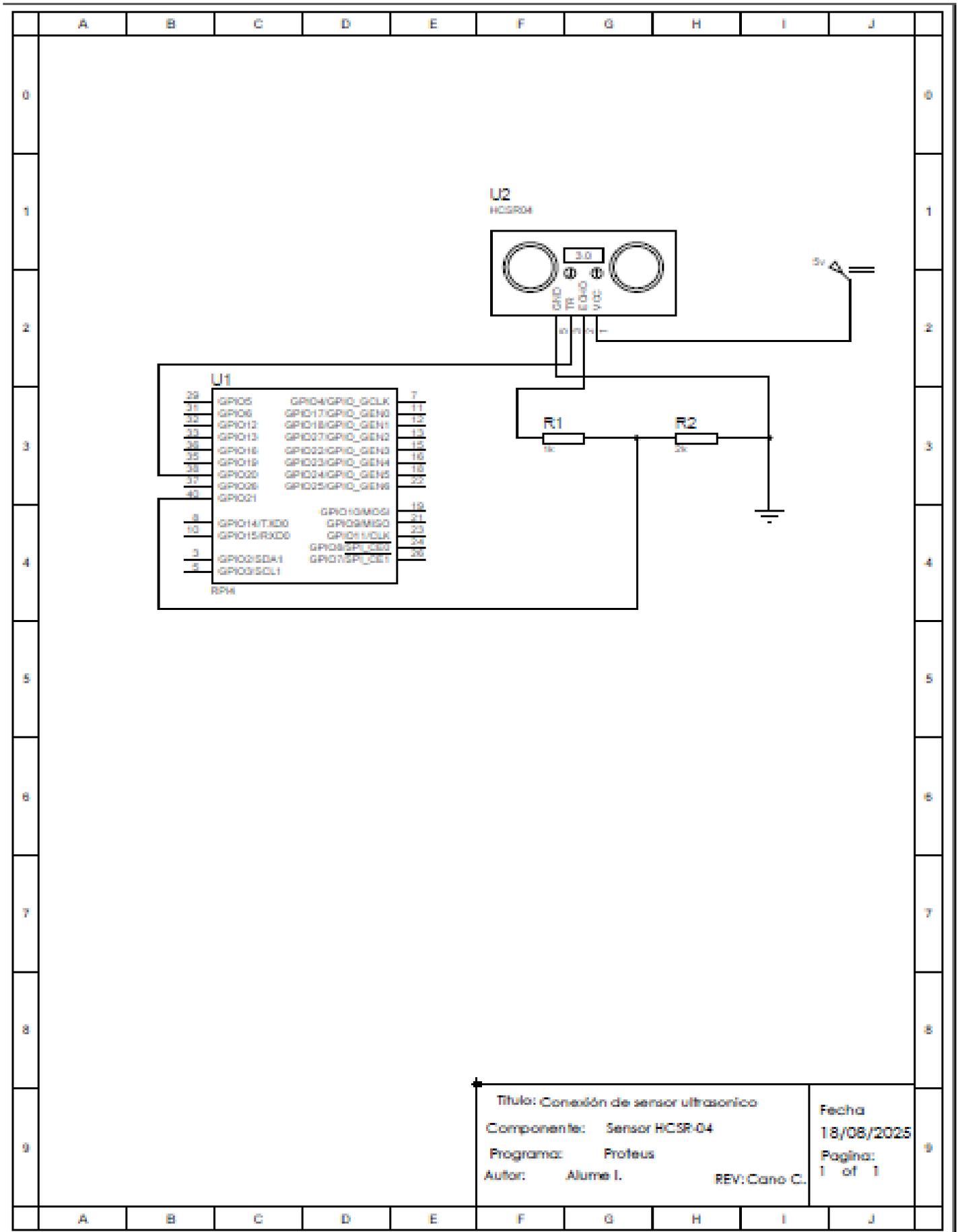


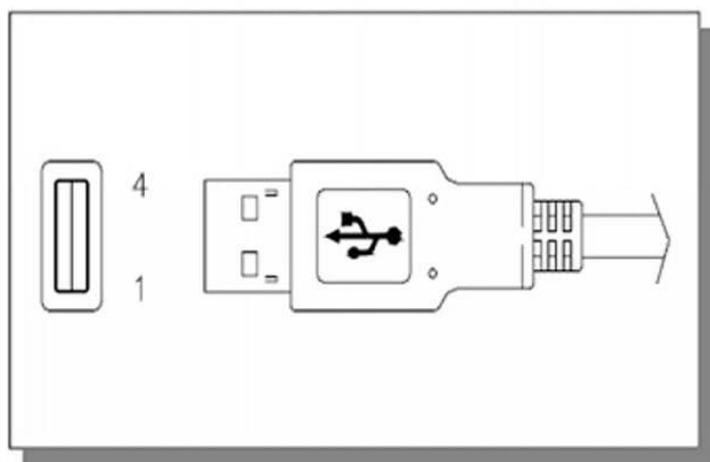
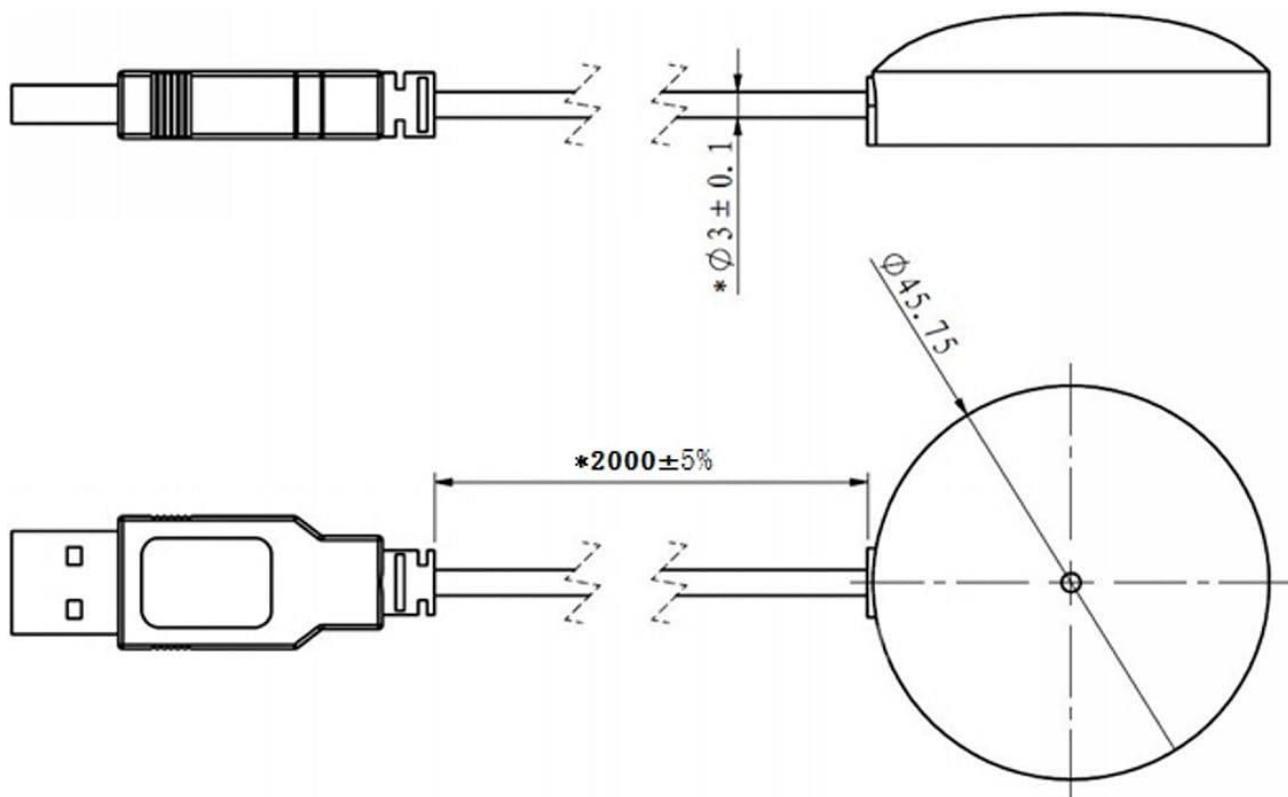


Anexo B: Diseño









Pin	Signal Name
1	+5V
2	D -
3	D +
4	Ground

Ordering Information

SKU	Description	UPC
100701	NESDR SMARt	0010400145804

Description

The NESDR SMARt has been upgraded to cover a wider range of radio frequencies with a range from 100kHz to 1750MHz. The SMARt is a versatile software-defined radio (SDR) that features an extremely accurate TCXO with a high quality heat sink, thermal pads and ESD protection to ensure stable and precise operation.



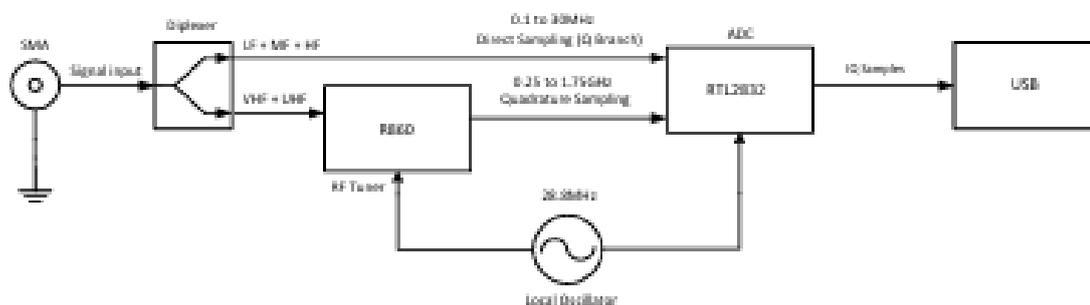
Features

- 0.5PPM TCXO
- 0.1 to 25MHz direct sampling tuning range
- 25 to 1750MHz quadrature sampling tuning range
- 0 - 49.6dB tuner gain
- 7 Bit ADC
- Up to 3.2MSPS sample rate
- 50Ω input SMA connector
- USB type A output
- Lightweight
- FCC, CE and IC certified

Applications

- Software defined radio
- General purpose radio reception
- Low cost radio systems
- Spectrum analysis
- Wideband reception
- Embedded application
- Remote installations
- Lightweight systems

Simplified Schematic



2022-10-04

Revision 3
© 2023 Nooelec Inc. All Rights Reserved.

1 of 3

<https://www.nooelec.com/>

Connectors



Installation Guide

Visit: <https://www.nooelec.com/store/qs>

Recommended Operating Conditions

Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit
Input Voltage	V_{in}	-	5	-	Volts
Input RF Power	P_{in}	-	-	+10	dBm

Electrical Specifications

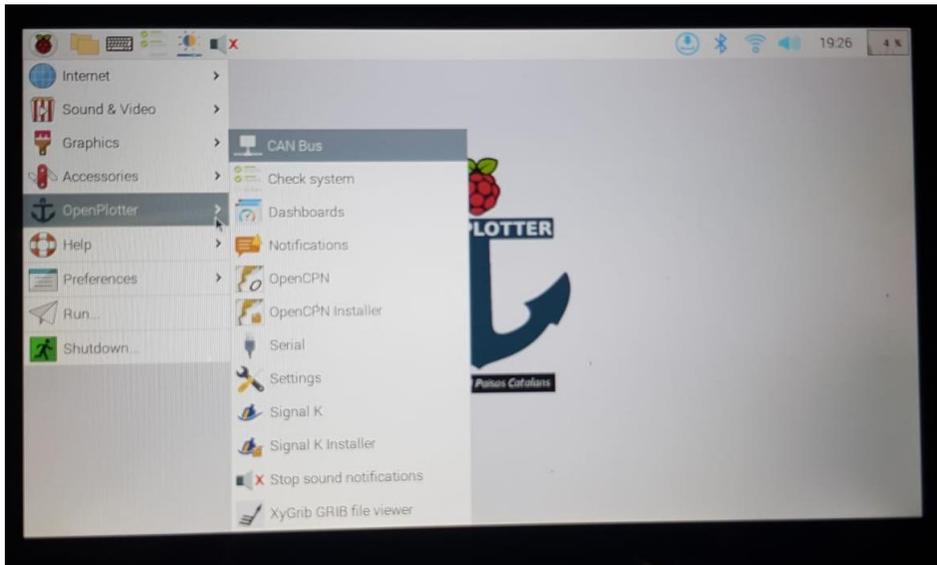
Test conditions unless otherwise specified: 50 Ohm system.

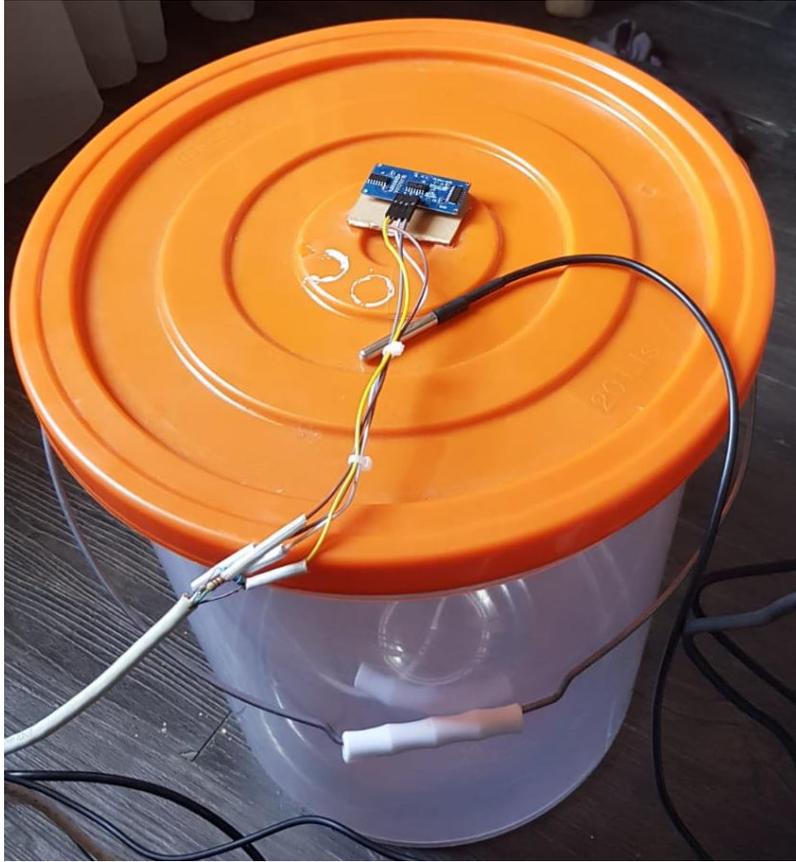
Parameter	Symbol	Min	Typical	Max	Unit
Frequency Range (Direct Sampling Mode)	$f_L - f_H$	0.1	-	25	MHz
Frequency Range (Quadrature Sampling Mode)	$f_L - f_H$	25	-	1750	MHz
Instantaneous Bandwidth	BW_{IF}	0.25	2.4	3.2	MHz
User Controlled Tuner Gain	S_{11}	0	-	49.6	dB
Input Return Loss @ 1 GHz	S_{11}	-8	-12	-16	dB
Noise Figure @ 1 GHz	NF	-	10	-	dB
Operation Supply Current	I_{supply}	270	300	330	mA
TCXO Frequency Stability	-	-	-	± 0.5	ppm
Phase Noise @ 1 kHz	-	-	-	-138	dBc/Hz
Phase Noise @ 10 kHz	-	-	-	-150	dBc/Hz
Phase Noise @ 100 kHz	-	-	-	-152	dBc/Hz
ESD Protection Level	IEC 6100-4	-	23	-	kV

Anexo C: Construcción









Anexo D: Programación en de sensor HCSR-04 en Thonny

```
import RPi.GPIO as GPIO

import time

TRIG=21

ECHO=20

ALTURA_TANQUE= 34

GPIO.setmode(GPIO.BCM)

while True:

    print ("Medicion de nivel en curso")

    GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)

    GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)

    GPIO.output(TRIG,GPIO.OUT)

    print ("esperando que el sensor se estabilice")

    time.sleep(0.2)

    GPIO.output(TRIG,True)

    time.sleep(0.00001)

    GPIO.output(TRIG,False)

    while GPIO.input(ECHO)==0:

        pulse_start=time.time()

    while GPIO.input(ECHO)==1:

        pulse_end=time.time()
```

```
pulse_duration=pulse_end-pulse_start

distance=pulse_duration*17150

distance=round(distance,2)

nivel= ALTURA_TANQUE-distance

nivel=round(nivel,0)

print("nivel de combustible:",nivel," cm")

time.sleep(2)

porcentaje = (nivel/ALTURA_TANQUE)*100

porcentaje=round(porcentaje,2)

print("porcentaje de combustible:",porcentaje,"%")

time.sleep(2)
```

Anexo E: Manual de uso del prototipo



El siguiente manual de uso del prototipo electrónico de plotter de navegación y monitoreo en tiempo real de nivel y temperatura de combustible esta diseñado para guiar a los estudiantes y profesores a través del proceso de uso de la máquina, se abarcan aspectos como la correcta conexión del prototipo en conjunto con los dispositivos de recepción y sensores, y su forma de operación.

Instalación

Conexiones a realizar en el prototipo antes de poner en marcha:

Estas conexiones por seguridad deben ser realizadas con el equipo sin energizar.

1. Se conecta la raspberry pi4 a la fuente de alimentación, se debe verificar que el interruptor conectado incorporado a la fuente este en posición de off (0).
2. Se conecta la pantalla táctil a la raspberry pi tanto la parte de alimentación como la parte de video, usando los cables con terminales USB y tipo C, en la parte de video se conecta el mini HDMI a los puertos a los puertos HDMI de la raspberry pi4 y el otro terminal HDMI hacia el puerto de video de la pantalla táctil.

3. Se procede a conectar el receptor GPS a uno de los puertos USB de la raspberry pi4.
4. Se conecta la extensión USB a uno de los puertos de la raspberry pi 4.
5. Una vez conectada la extensión USB se procede a conectar en esta el receptor de radio nooelec v5.
6. El siguiente paso después de conectar el receptor de radio a la raspberry pi 4, es conectar la antena, esto se realiza mediante la conexión del cable de la antena a la salida coaxial hembra que dispone el dispositivo.
7. Se procede a conectar el sensor digital de temperatura DS18B20. Para energizar este sensor se puede conectar el cable positivo a los pines de alimentación de 3.3V los cuales son el pin 1, 17 y el cable de tierra puede ir a los pines 9,14,25. Por último se conecta el cable de información a los pines GPIO disponibles el cual puede ser el pin 7 (GPIO 4)
8. Para el funcionamiento del sensor HCSR-04, se conecta el pin de alimentación del sensor al pin 2 (5V), el de tierra ira en el pin 34, el Trig al pin 21 y el Echo al pin 20 de la monoplaca.

Operación

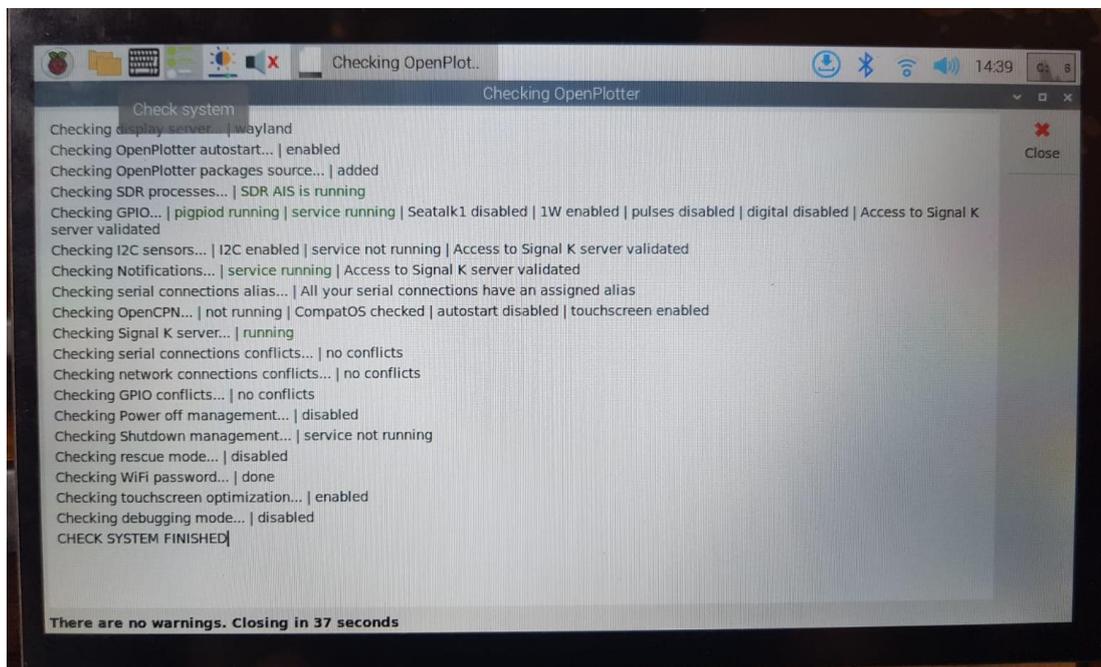
Antes de su uso

- Verificar que la fuente de alimentación este conectada a una toma de 120V o 220V para su correcto funcionamiento.
- En caso de usar otro tipo de fuente de alimentación esta debe proporcionar 5V DC y una corriente nominal mínima de 3 A
- Verificar que todos los componentes del prototipo estén bien conectados tanto sensores como receptores y pantalla.
- No colocar sobre una superficie conductora mientras esta en funcionamiento
- No exponer el equipo a ningún tipo de fuente de calor; esta diseñado para un funcionamiento fiable a temperatura ambiente normal

- Evite manipular las raspberry pi4 mientras este encendido. Sujételo por los bordes para minimizar el riesgo de daños por descargas electrostáticas.
- Usar el equipo en un lugar ventilado
- No exponer la placa a fuentes de luz de alta intensidad (por ejemplo, flash de xenón o laser)

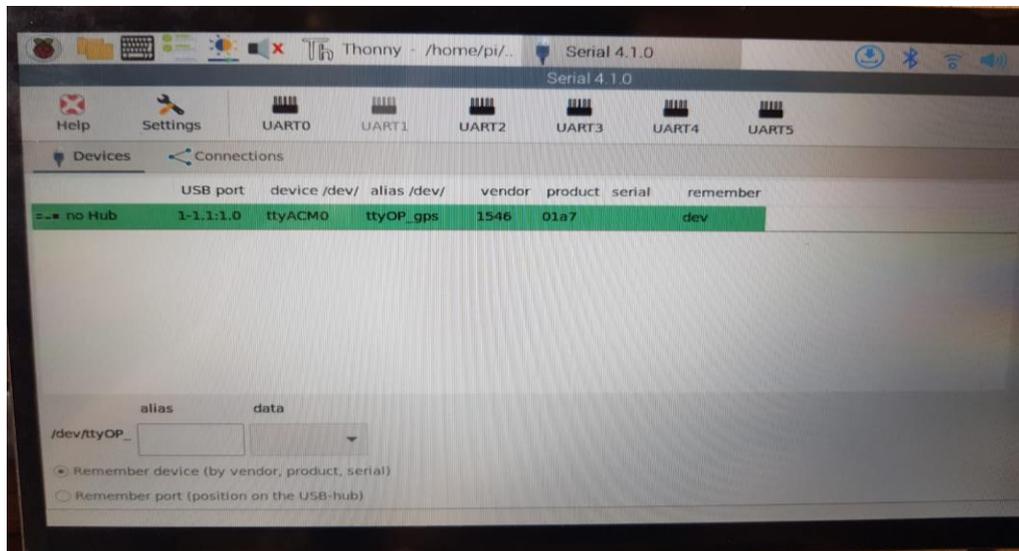
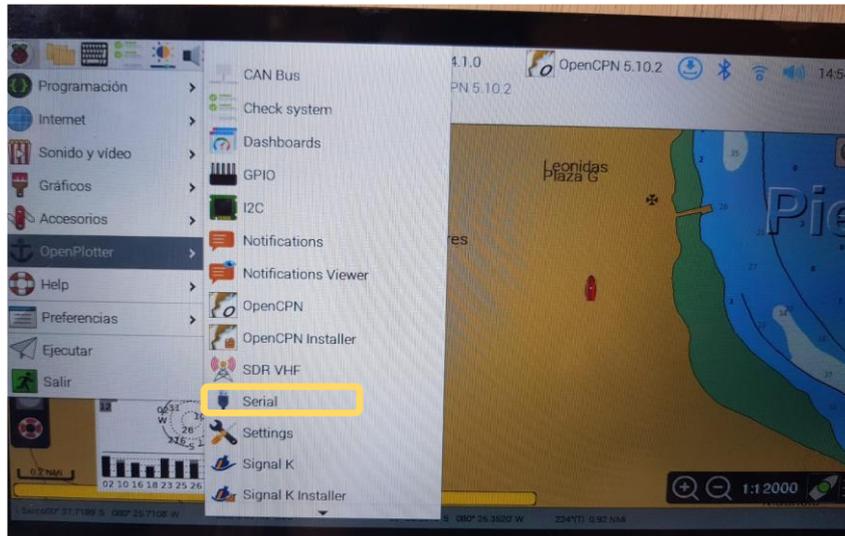
Procedimiento de encendido

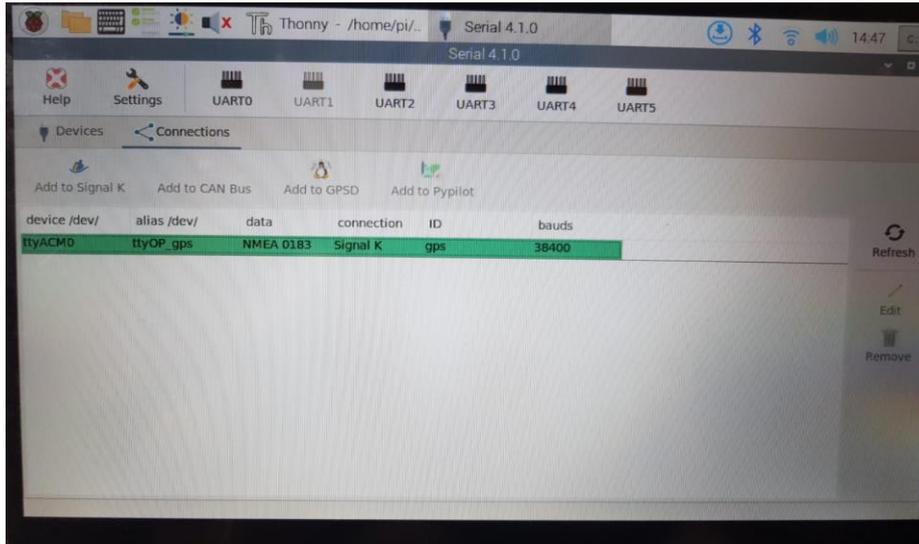
1. Se conecta la fuente de alimentación y se presiona el interruptor para dar marcha al prototipo, verificar que los dos leds de la raspberry pi4 estén encendidos ya que eso nos indica que arrancho de manera correcta.
2. Una vez energizada la monoplaca se visualizará en la pantalla el correcto inicio del software. Después de unos minutos, saldrá la pantalla de inicio y un cheking list que hace el software para verificar que los dispositivos y programas se encuentran funcionando de manera correcta y cuales no. Después unos segundos esta pestaña desaparece



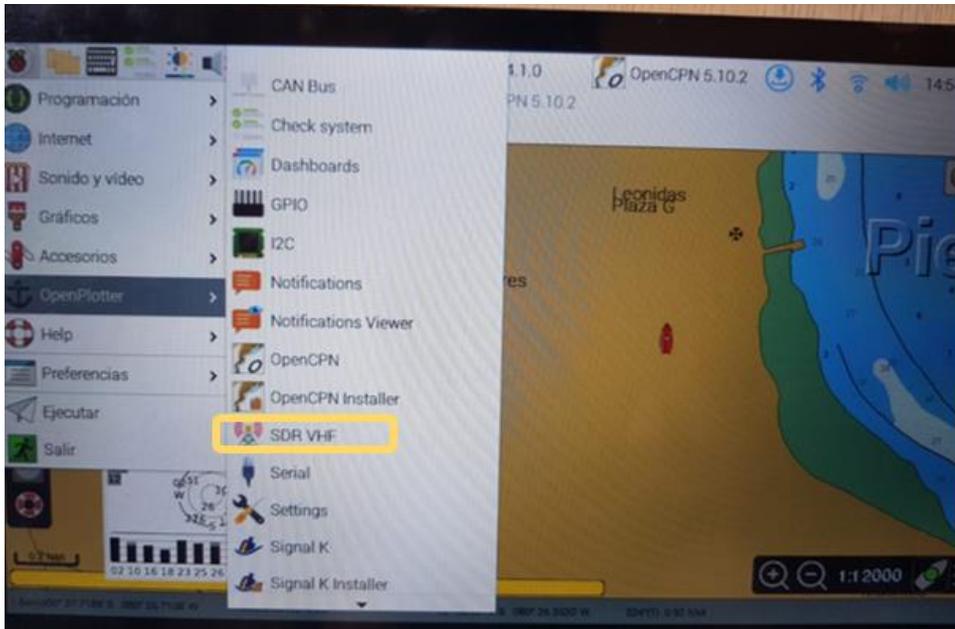
3. A modo de verificación de la correcta conexión del receptor GPS se debe trasladar a la aplicación SERIAL. en la pestaña dispositivo se podrá visualizar el dispositivo ya configurado al igual que en la pestaña conexiones. En caso de

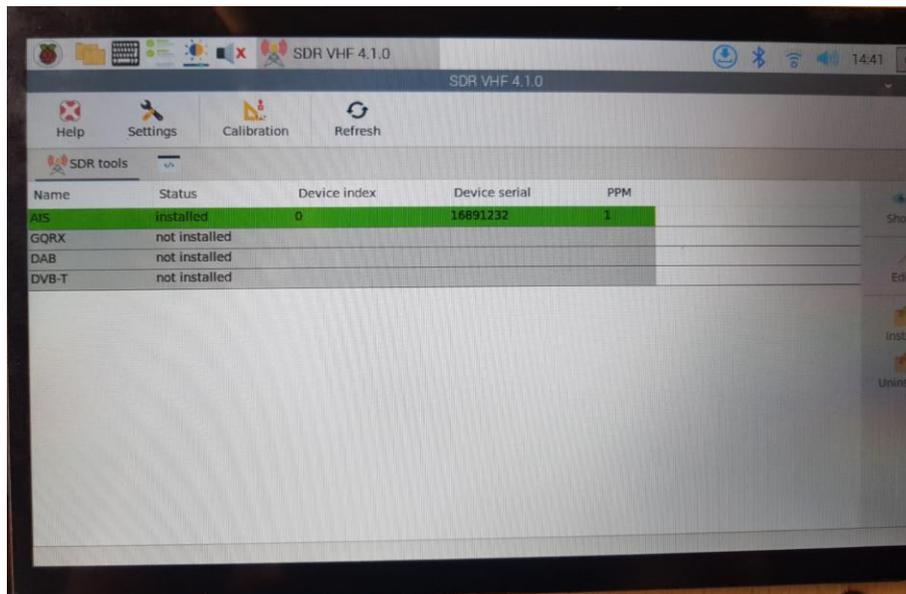
cambiar de receptor o probar otro, revisar el capítulo III en el apartado “3.4 Conexión y calibración de receptor satelital GPS”



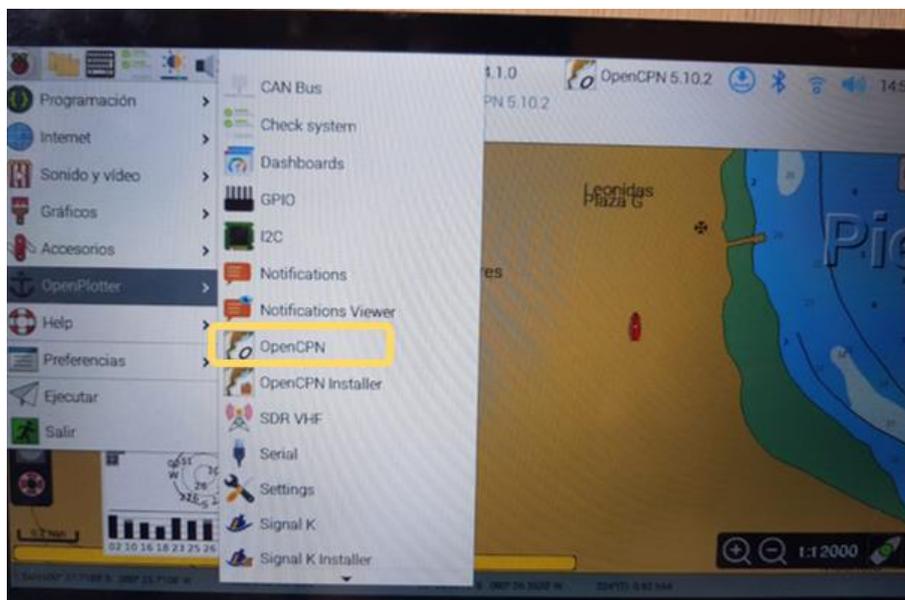


- Al igual que el proceso anterior se verifica que el receptor de radio nooelec este correctamente conectado y configurado. Para esto es necesario ir a la aplicación SDR VHF la cual nos indicara si el dispositivo se encuentra funcionando y si se encuentra vinculado a signal k.





5. Ejecutar la aplicación Open cpn para poder visualizar nuestro posicionamiento y movimientos que realizamos y el posicionamiento de las demás embarcaciones. de en Verificar que el receptor GPS debe estar ubicado en lugar despejado al igual que la antena del receptor de radio para un mejor funcionamiento



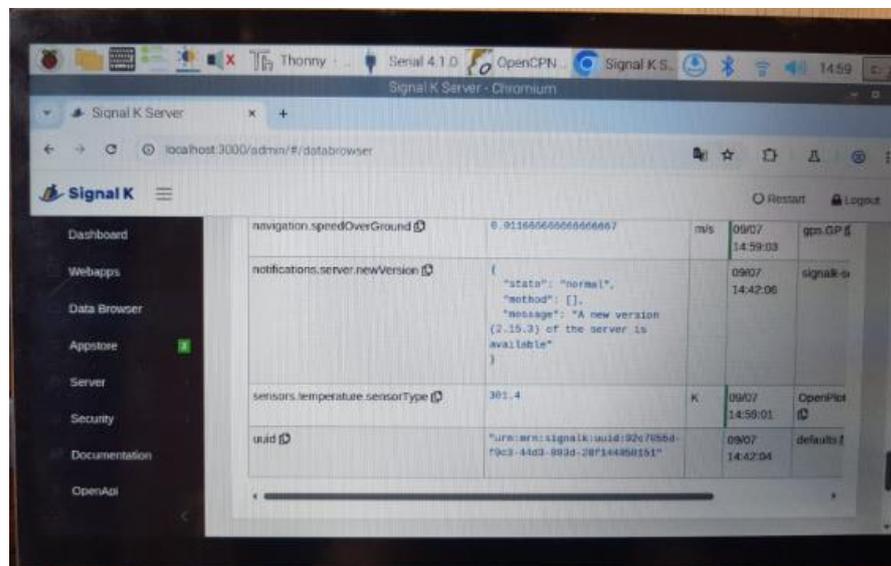
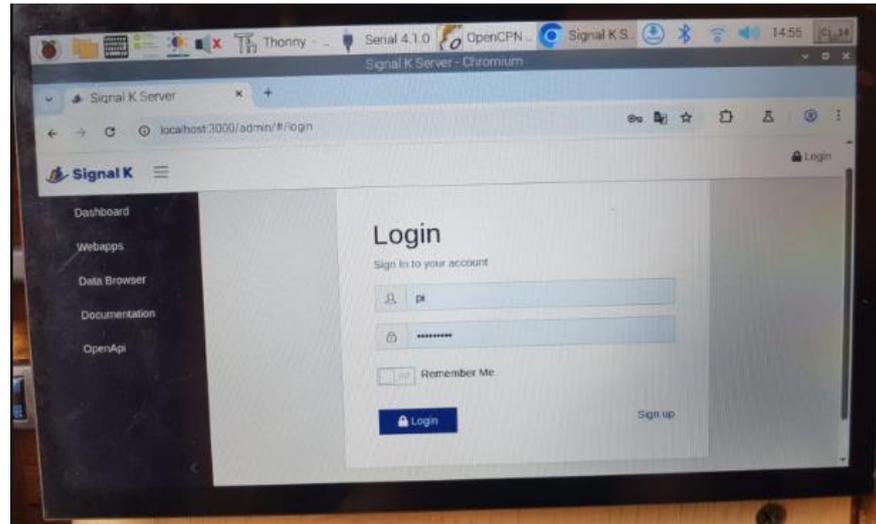
6. Para poder visualizar los datos de temperatura es necesario entrar al servidor signal k. por lo tanto debe selección en menú la opción open plotter y en el listado

que aparecerá presionar en signal k, automáticamente se abrirá una pestaña del navegador que lo dirigirá al server, ingresar usuario y contraseña los cuales son:

Usuario: pi

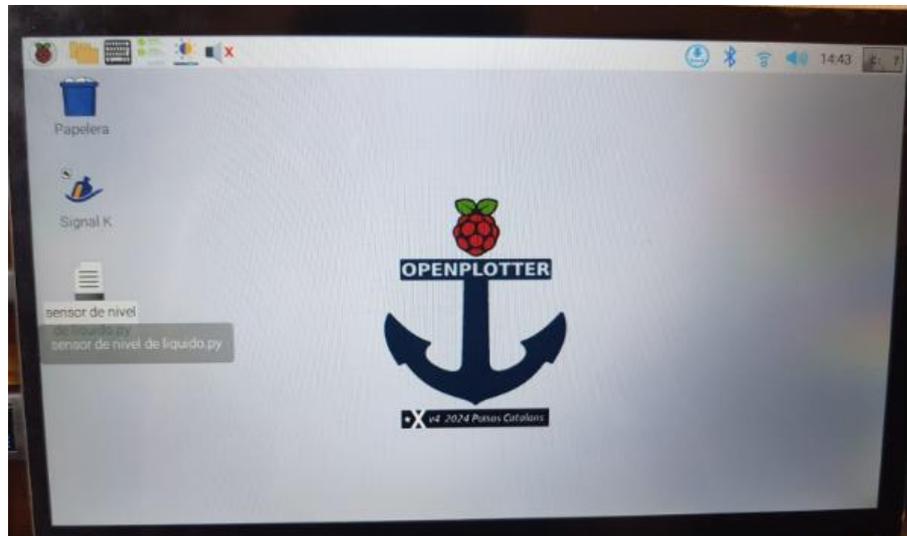
Contraseña: raspberry

En la barra de menú ubicarse en web apps. Seleccionar la aplicación dashboard en la cual se visualizará los datos de temperatura emitidos por el sensor.



7. En lo que respecta al sensor ultrasónico para medición de nivel, el código de programación ya se encuentra cargado en la aplicación de Thonny y ubicado en la pantalla de inicio. Se presiona el archivo que tiene por nombre “sensor de nivel” y se abrirá el programa, una vez realizado esto se da en la opción RUN y el

programa comenzará a arrojar los resultados emitidos por el sensor. **Verificar la correcta posición del Sensor en la parte superior del recipiente.**



Procedimiento de apagado

Para el proceso de apagado se debe cerrar todas las aplicaciones que estén abiertas, una vez realizado esto se procede a ir a la barra de menú y se selecciona la opción salir. Aparecerá una ventana en la cual se presiona la opción shutdown (apagar) una vez realizado esto el software dejará de funcionar y la pantalla se tornará de color negro. Luego de estos pasos se procede a desenergizar el prototipo ubicando el interruptor de la fuente en posición de apagado.