

# Sistema Apuntador Autónomo

Trabajo de Fin de Grado

Autor: Manuel Illescas Gómez

Tutor: José López Vicario

Pere Tuset Peiró

# Contenido

- Contexto
- Definición del proyecto
- Objetivos
- Requisitos
- Arquitectura
- Componentes de la solución
- Viabilidad del sistema
- Prototipo del sistema
- Conclusiones

# Contexto

- Inclusión de tecnologías de la información en la vida cotidiana (ordenadores, smartphones, relojes inteligentes, etc.)
- Actividades Lúdicas: eBooks, tablet, consolas, juguetes (Lego Boost, Minsdstorms, Disney Infinity, etc.)
- Actividades Deportivas: podómetros, pulsómetros, monitores de actividad, etc.
  - Geocaching



# Contexto - ¿Qué es el Geocaching?

- Es un juego de búsqueda del tesoro al aire libre donde los jugadores se dirigen a unas coordenadas (latitud y longitud) donde el geocache (tesoro) se encuentra escondido
- Las coordenadas del tesoro son conocidas por los participantes
- Los jugadores utilizan dispositivos GPS, smartphones o dispositivos ad hoc, para alcanzar el destino
- En base a la cartografía, se puede calcular la ruta óptima



# Definición del Proyecto

- Creación de un prototipo de dispositivo para ser utilizado por los jugadores de geocaching en eventos o competiciones
- Aumento de dificultad:
  - No se incluye cartografía de la zona
  - El participante no conoce ubicación del destino
  - No se conoce la distancia hasta el tesoro

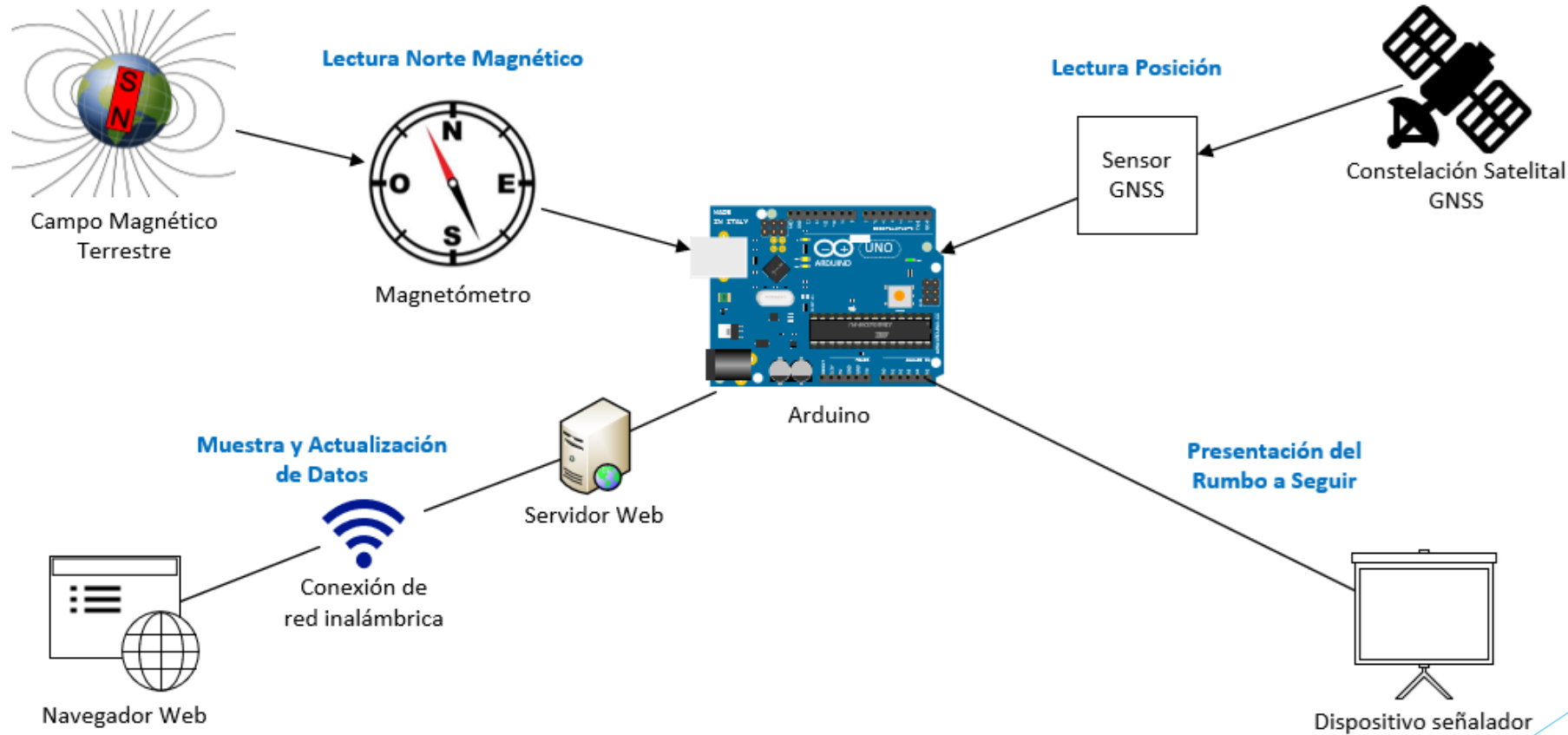
# Objetivos

- El prototipo debe ser funcionalmente autónomo
- Se debe calcular de forma constante el rumbo a seguir para llegar a destino
- Se presentará al usuario la información del rumbo de forma visual
- Los datos almacenados de destino o declinación magnética pueden ser actualizados
- El administrador podrá revisar los datos recibidos por los sensores

# Requisitos

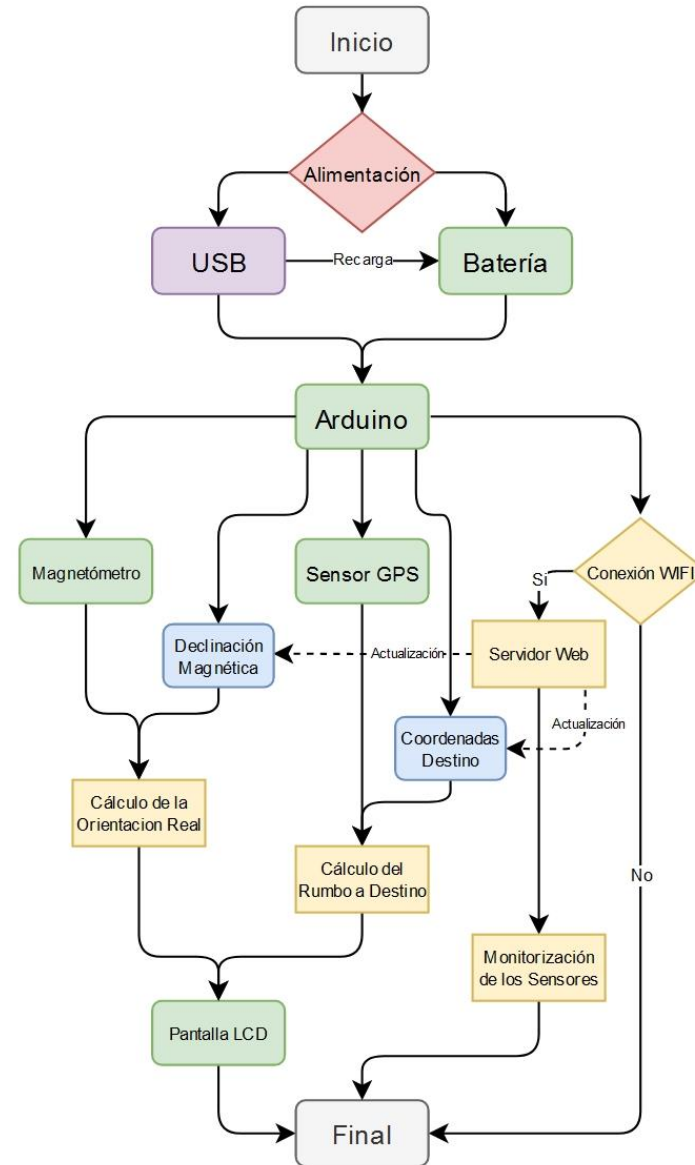
- **Autonomía:** Operable sin conexiones externas y apto para una jornada de trabajo (6 a 8 horas)
- **Portabilidad:** Prototipo de dimensiones y peso reducido para manejarlo con una mano
- **Orientación:** El sistema debe saber hacia donde esta apuntando con respecto al norte geográfico por medio de la orientación magnética con una precisión menor a 3°
- **Posicionamiento:** El prototipo debe ser capaz conocer su ubicación sobre la superficie terrestre con una precisión menor a 10 metros.
- **Direccionamiento:** se debe mostrar de forma visual al usuario el rumbo a seguir en función de la posición y orientación del sistema
- **Reutilización:** El dispositivo debe implementar un método (servicio web) para poder actualizar los datos del sistema

# Arquitectura - Componentes



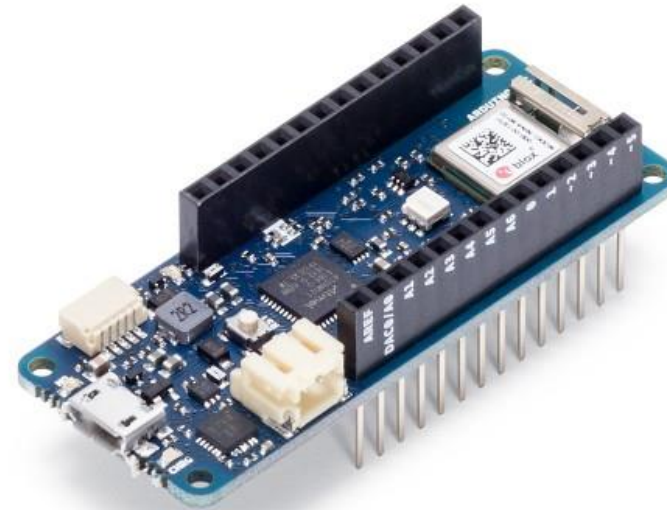


# Arquitectura - Diagrama de Flujo



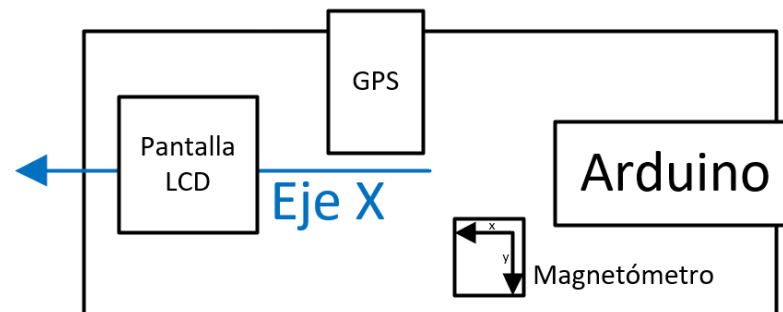
# Plataforma Arduino

- Modulo MKR WiFi 1010 de reducidas dimensiones
- Conectividad Wireless 802.11 b/g/n
- Pines digitales y analógicos suficientes para la integración de los módulos de la arquitectura
- Alimentación directa de sensores a 3,3V sin necesidad de conversión
- Puerto JST para conexión y carga de batería de polímero de litio (LiPo) de 3,7V
- Memoria flash integrada donde se almacenarán los datos de forma persistente.



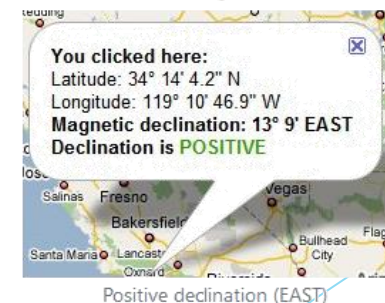
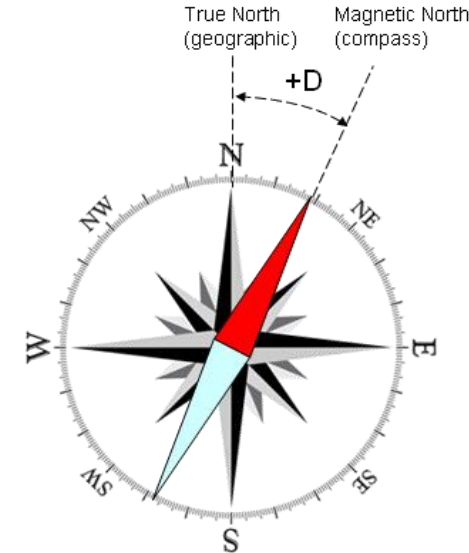
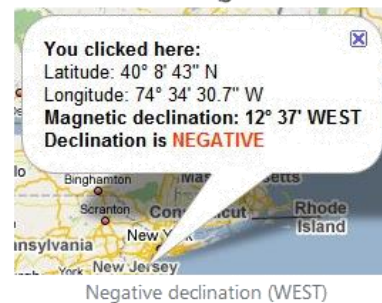
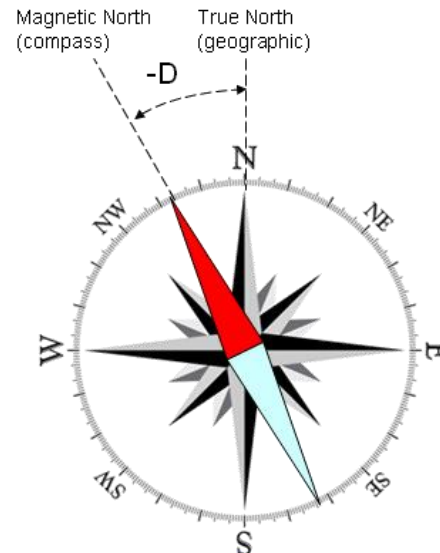
# Magnetómetro

- Se utiliza un magnetómetro para la orientar el dispositivo en función del campo magnético de la tierra.
- El magnetómetro esta alineado con eje longitudinal mayor del prototipo para calcular la dirección a la que apunta
- Se obtendrán medidas de orientación con respecto al norte magnético pero es necesario aplicar una corrección con el norte geográfico (declinación magnética).
- Se realiza un postprocesamiento de las mediciones para evitar errores



# Magnetómetro - Declinación Magnética

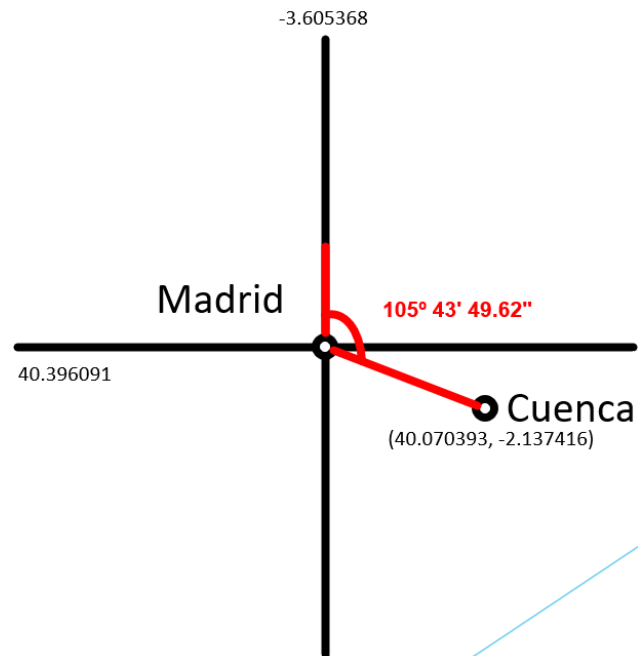
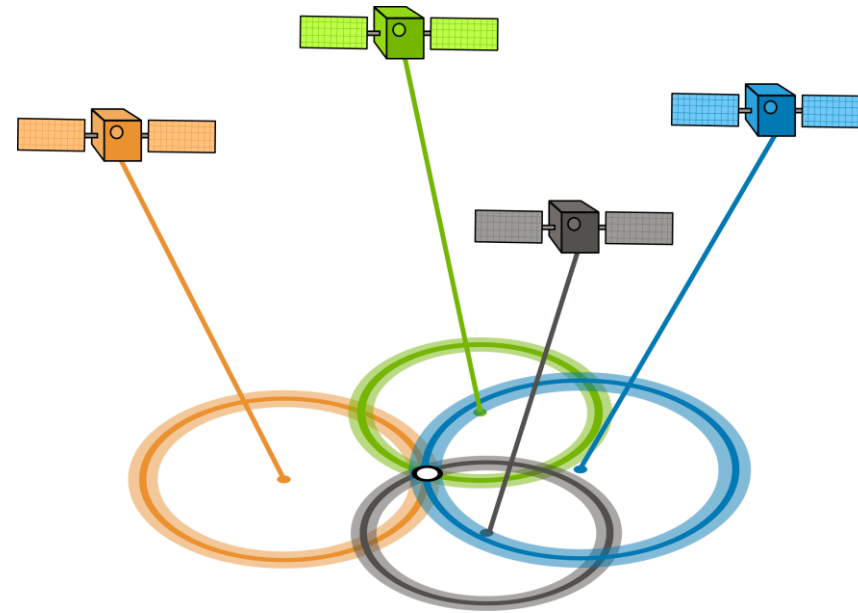
- Depende tanto de la zona geográfica como del momento de uso puesto que el campo magnético terrestre varía con el tiempo.
- Corrige el valor obtenido por el magnetómetro para obtener la orientación con el norte verdadero.
- El valor de declinación magnética de la zona se almacena en la memoria interna del dispositivo.



# Sensor GNSS

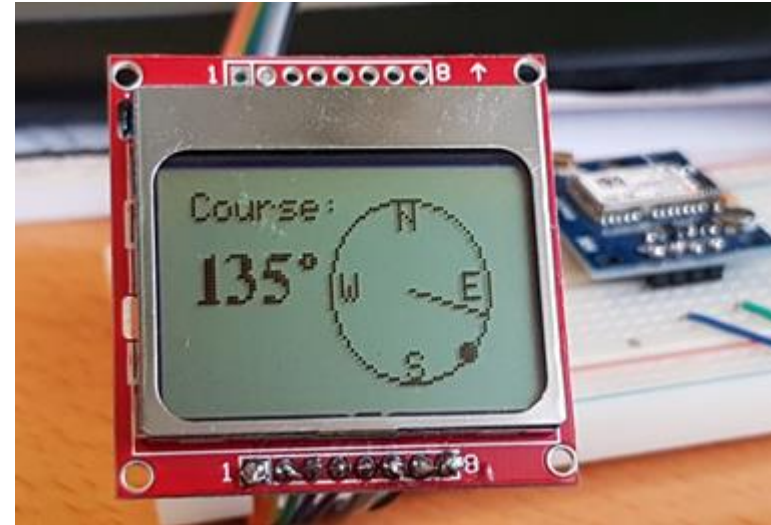
- Se integra un sensor GPS con antena activa que permite obtener las coordenadas de nuestra ubicación con un error menor a 2,5 metros

- Con la posición del dispositivo y las coordenadas del geocache escondido se calcula el ángulo de rumbo a seguir para llegar a destino



# Pantalla LCD

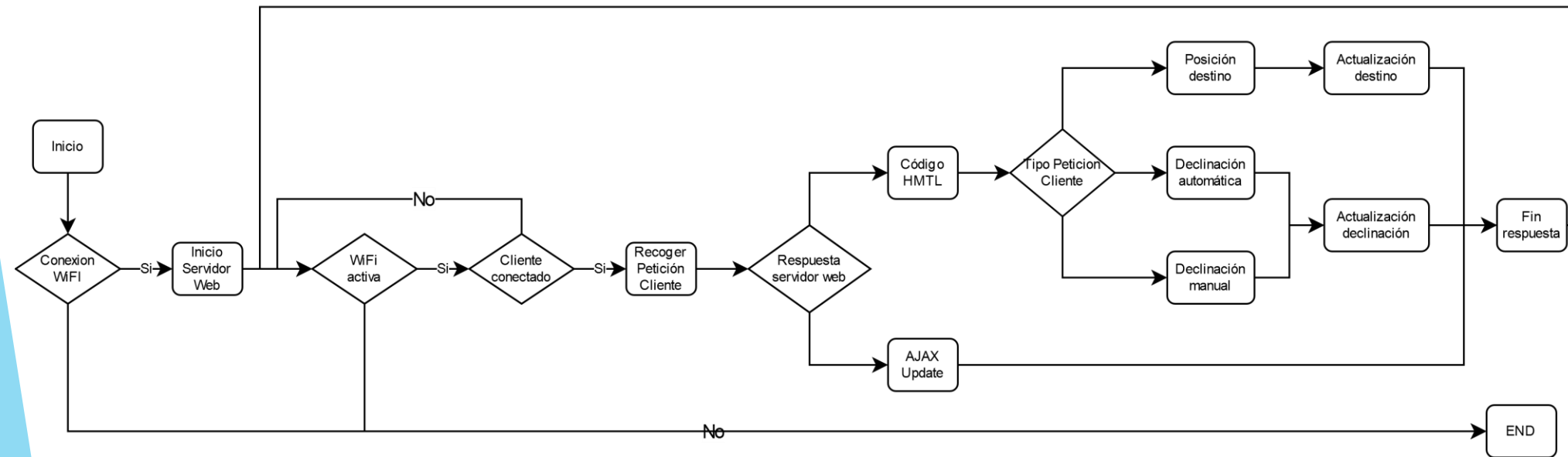
- Se utiliza una pantalla LCD para la presentación de los datos obtenidos (matriz 84x48 puntos)
- Información del curso a seguir en forma de punto proyectado en el límite de la esfera de la Rosa de los Vientos
- La orientación del dispositivo se muestra como una línea radial como dato numérico
- Los datos son actualizados en tiempo real según el movimiento (traslación y rotación) del sistema



# Servicio Web

- Servicio web activo solo si se establece una conexión wireless (WiFi) en los 15s tras el inicio del sistema. (Ahorro de batería)
- Administración del dispositivo a través de un navegador web estándar
- Monitorización de sensores: visualización de los valores recogidos por los sensores
- Administración del dispositivo: permite la modificación de los valores almacenados en la memoria Flash del sistema.
  - Actualización manual de los datos de declinación magnética y coordenadas de destino
  - Actualización automática de la declinación magnética mediante una conexión con los servicios del NOAA

# Servicio Web - Funcionamiento





# Servicio Web - Video Demostrativo



## Sensor measurements

Current Azimuth value: 164° 32' 25.63"

Current Position:

Latitude= 40.396007

Longitude= -3.605347

## Magnetic Declination

Current Magnetic Declination value: -0.283333

Manual Update: Insert new Magnetic Declination:

Automatic Magnetic Declination Update

## Course to destination

Current destination coordinates:

Latitude= 40.070393

Longitude= -2.137416

New Target Latitude:  New Target Longitude:

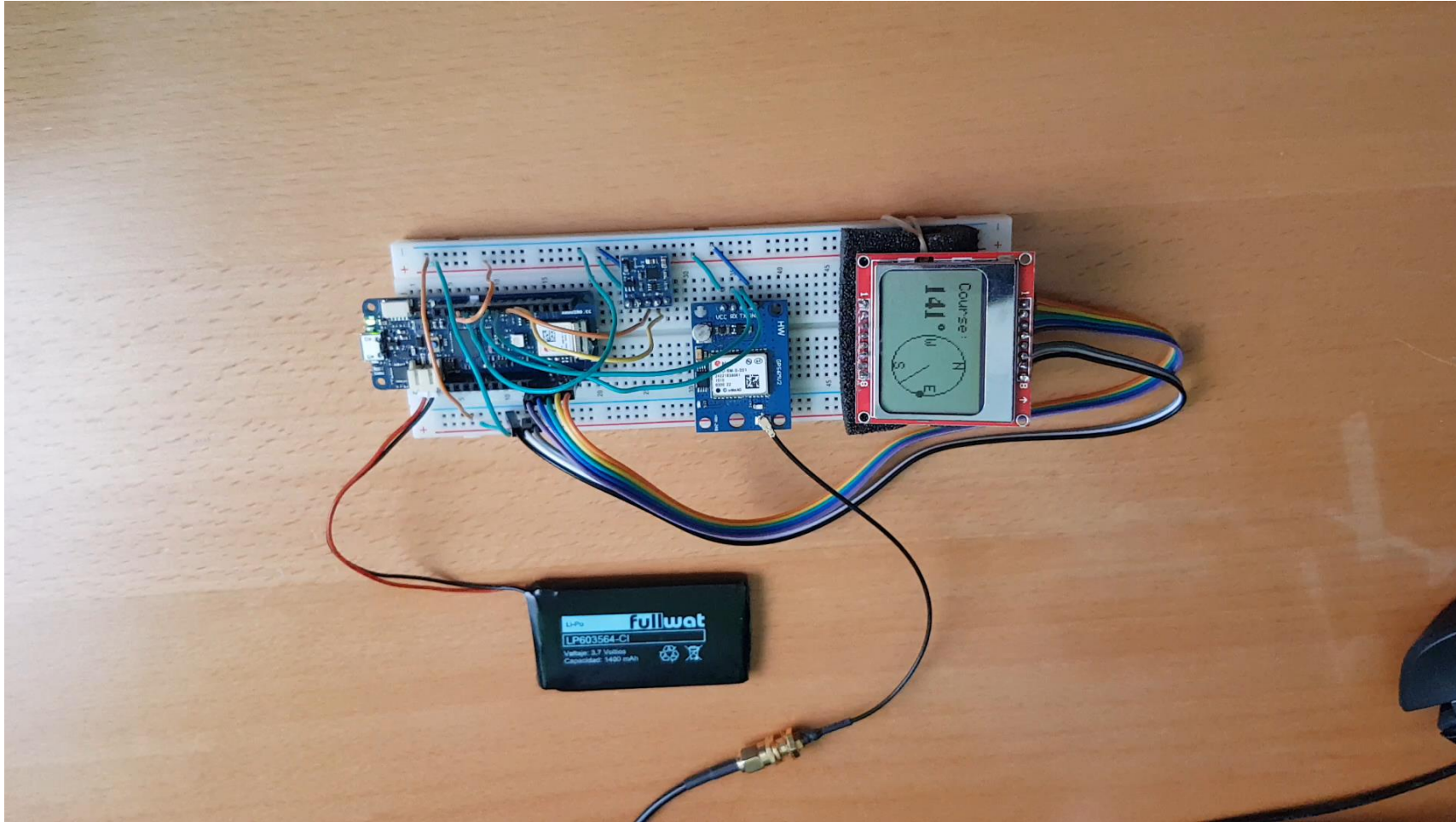
Current Course: 105° 43' 36.14"

# Viabilidad del Sistema

- Viable técnicamente: basado en hardware disponible actualmente en el mercado (COTS) y una integración software ad hoc para las necesidades del proyecto.
- Viable económicamente:
  - Coste de los materiales del prototipo: 59€
  - Coste de desarrollo: 10.605 €
  - Precio de venta con un 15% de beneficio (67,85 €) por debajo de sus principales competidores (precio >120€)
  - Retorno de la inversión a partir de 1025 unidades
- Viable legalmente: En cumplimiento de la ley vigente no se perturba el espacio radioeléctrico puesto que solo se utilizan la banda de emisión abierta de 2.4GHz



# Prototipo del Sistema



# Conclusiones

- Tras la realización del trabajo de fin de grado se ha conseguido diseñar un prototipo del sistema que cumple con los objetivos iniciales definidos
- Es un producto viable económica, técnica y legalmente que puede competir con los actuales sistemas comerciales
- Futuras líneas de acción
  - Creación de una carcasa estanca para recubrir el dispositivo y protegerlo de la intemperie
  - Abaratar coste de los materiales utilizados, en concreto la plataforma Arduino por otra de similares prestaciones y menor coste (ESP32)
  - Selección de coordenadas de destino a través de un mapa interactivo en el servicio web.

**i Gracias !**