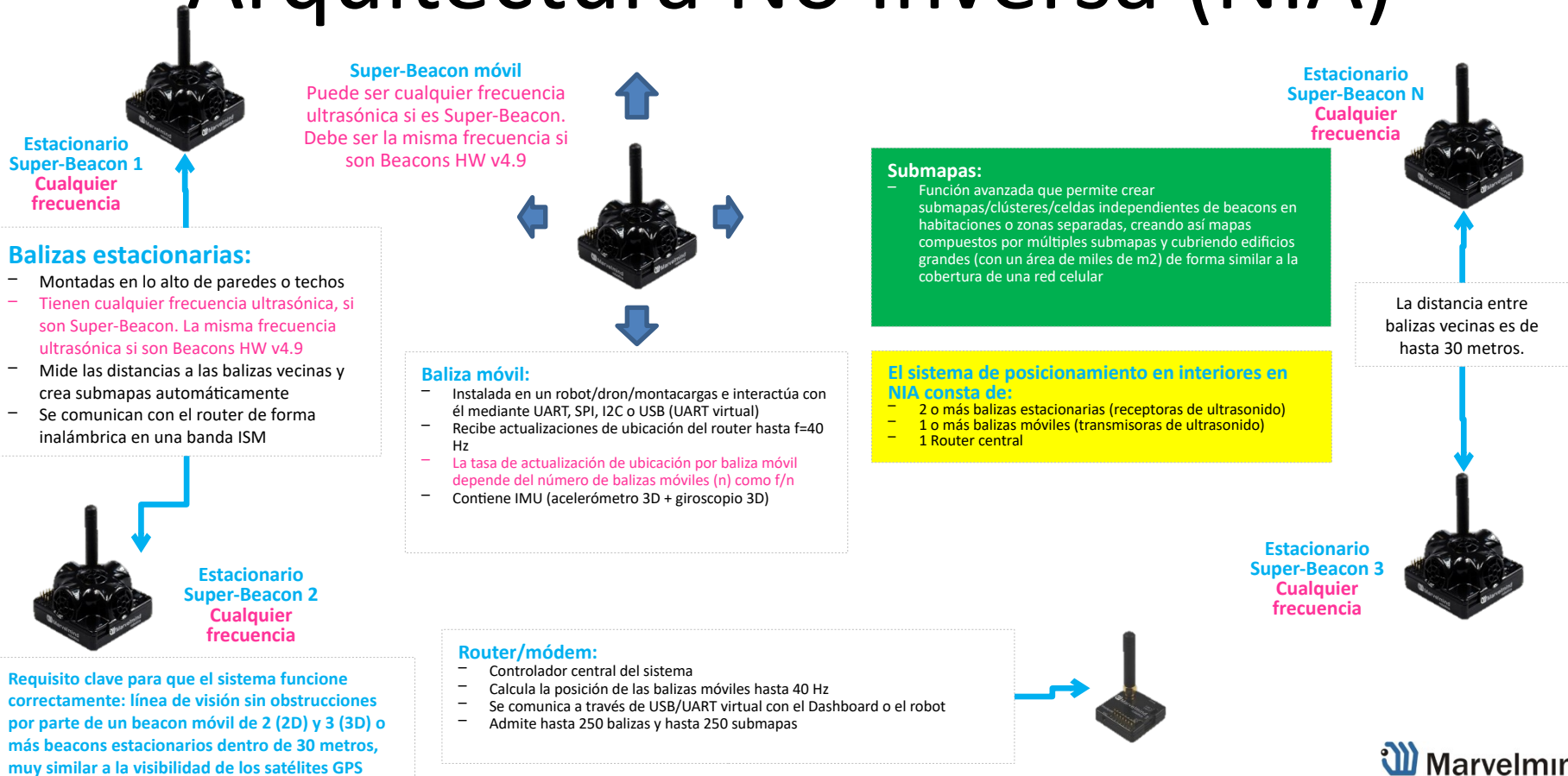


# Arquitectura No Inversa (NIA)



# Arquitectura Inversa (IA)



Estacionario  
Super-Beacon 1  
19kHz



Móvil  
Super-Beacon  
Cualquier  
frecuencia



Estacionario  
Super-Beacon N  
37kHz

La distancia entre balizas vecinas es de hasta 30 metros.



Estacionario  
Super-Beacon 3  
31kHz

## Beacons estacionarios:

- Montados en paredes o techos
- En IA, las balizas estacionarias que pertenecen al mismo submapa deben tener distintas frecuencias de ultrasonido (19 y 25 kHz o 25 y 31 kHz, por ejemplo)
- Mide las distancias a las balizas vecinas y construye submapas automáticamente
- Se comunica con el router de forma inalámbrica en una banda ISM



Estacionaria  
Super-Beacon 2  
25kHz

Requisito clave para que el sistema funcione correctamente: línea de visión sin obstáculos entre un beacon móvil y 2 (2D) o 3 (3D) o más beacons estacionarios dentro de 30 metros, muy similar a la visibilidad de los satélites GPS

## Baliza móvil:

- Se instala en el robot/persona/montacargas e interactúa con ellos a través de UART o SPI o I2C o USB (UART virtual)
- Calcula actualizaciones de ubicación a bordo hasta 40 Hz
- La tasa de actualización de ubicación por baliza no depende directamente del número de balizas móviles
- Contiene IMU (acelerómetro 3D + giroscopio 3D)

## Submapas:

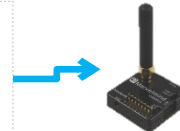
- Función avanzada que permite construir submapas/clústeres/celdas independientes de beacons en habitaciones o zonas separadas y, de este modo, crear mapas compuestos por múltiples submapas que cubren grandes edificios (con un área de miles de m2), de manera similar a la cobertura de una red celular

## El Sistema de Posicionamiento Interior en IA consta de:

- 2 o más balizas estacionarias (que transmiten ultrasonido en diferentes frecuencias ultrasónicas)
- 1 o más balizas móviles (que reciben ultrasonido en diferentes frecuencias ultrasónicas al mismo tiempo)
- 1 x Router

## Router/módem:

- Controlador central del sistema
- Sincroniza las balizas hasta 40 Hz
- Se comunica a través de USB/UART virtual con el Dashboard o el robot
- Admite hasta 250 balizas y hasta 250 submapas



# NIA Multifrecuencia (MF NIA)



Estacionario Super-Beacon 1  
Cualquier frecuencia

Móvil Super-Beacon  
19/22/25/28/31/34/37/45kHz



## Beacons estacionarios:

- Montados en paredes o techos
- Tienen cualquier frecuencia ultrasónica para Super-Beacon. MF NIA no es compatible con Beacons HW v4.9
- Mide distancias a balizas vecinas y construye submapas automáticamente
- Se comunica con el router de forma inalámbrica en una banda ISM



Estacionario Super-Beacon 2  
Cualquier frecuencia

Requisito clave para que el sistema funcione bien: línea de visión sin obstrucciones entre una baliza móvil y 2 (2D) y 3 (3D) o más balizas estacionarias dentro de 30 metros — muy similar a la visibilidad de los satélites GPS

## Baliza móvil:

- Se instala en robot/persona/montacargas e interactúa con ellos mediante UART, SPI, I2C o USB (UART virtual)
- Recibe actualizaciones de ubicación desde el router hasta 40 Hz
- La tasa de actualización de ubicación por baliza, hasta 8 balizas móviles, es como en IA. Luego, como en NIA, pero con una tasa de actualización hasta 8 veces mayor
- Contiene IMU (acelerómetro 3D + giroscopio 3D)

## Router/módem:

- Controlador central del sistema
- Calcula la posición de las balizas móviles hasta 40 Hz
- Se comunica vía USB/UART virtual con Dashboard o con el robot
- Soporta hasta 250 balizas y hasta 250 submapas



## Submapas:

- Función avanzada que permite construir submapas/clústeres/celdas de balizas independientes en salas o zonas separadas y así crear mapas compuestos por múltiples submapas y cubrir edificios grandes (con un área de miles de m2) como la cobertura de una red celular

## Sistema de Navegación en Interiores en MF NIA:

- 2 o más Balizas Estacionarias (recibiendo ultrasonido)
- 1 o más Balizas Móviles (transmitiendo ultrasonido en las diferentes frecuencias ultrasónicas)
- 1 Router central

Estacionario Super-Beacon N  
Cualquier frecuencia



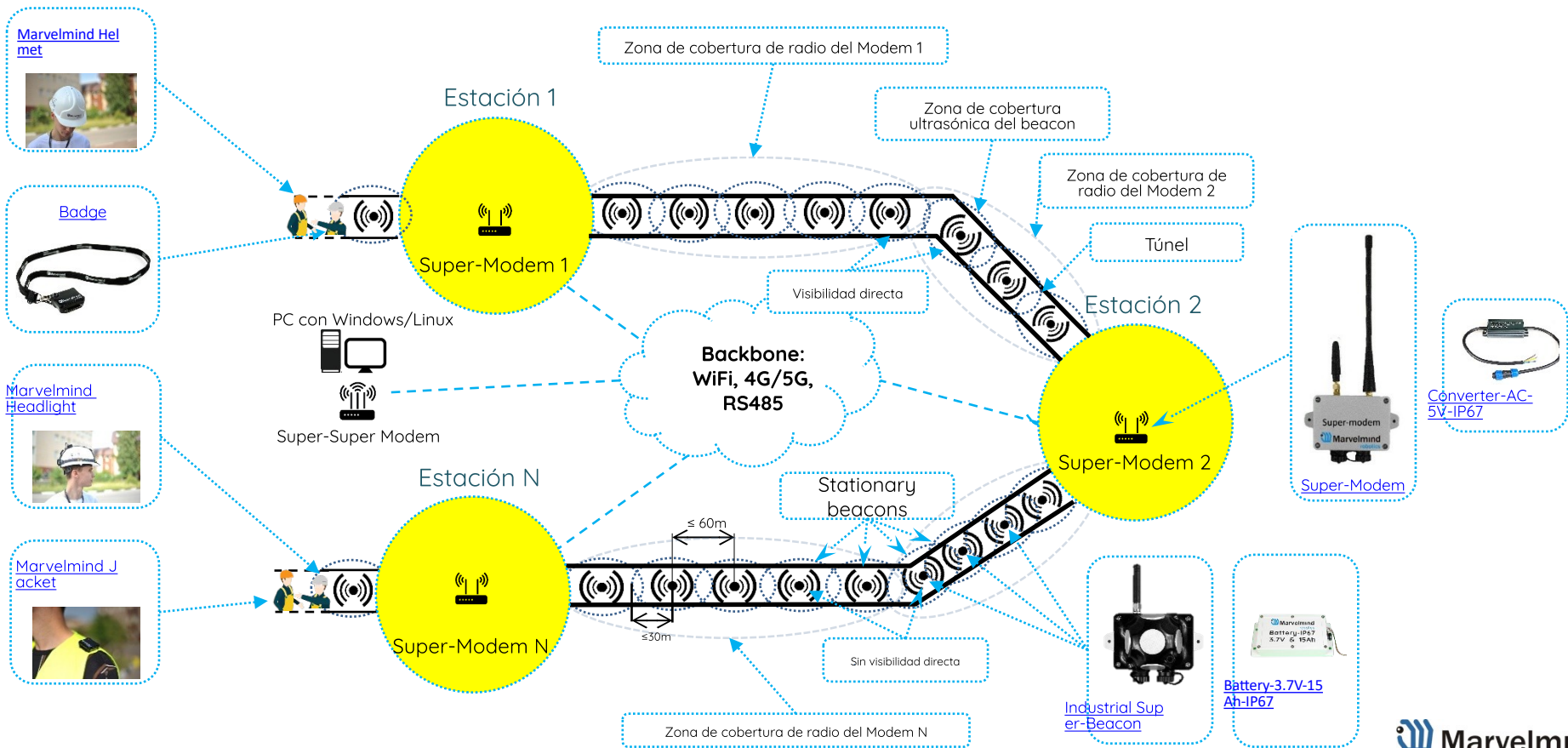
La distancia entre balizas vecinas es de hasta 30 metros.

Estacionario Super-Beacon 3  
Cualquier frecuencia



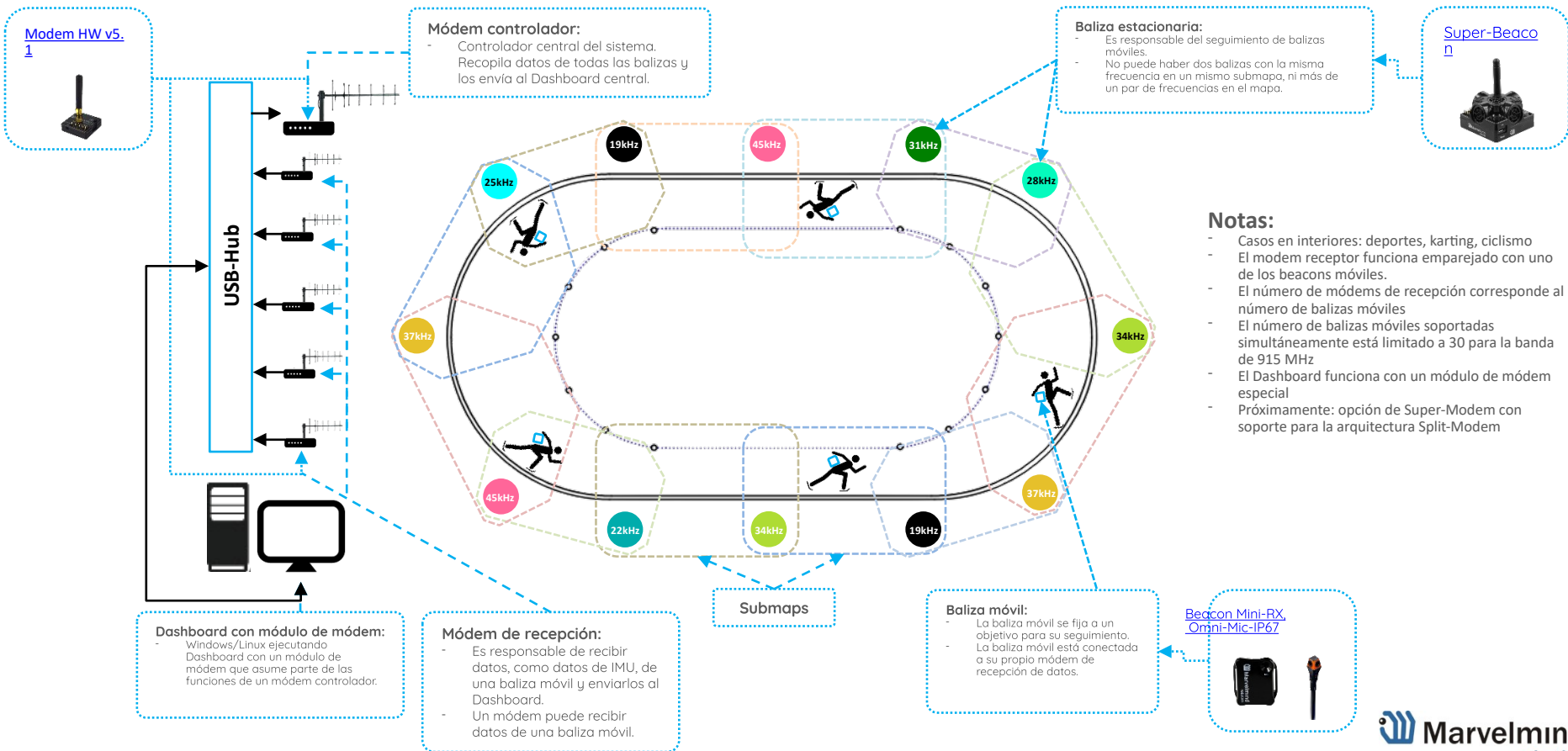
# Arquitectura Multi-Modem para redes muy grandes

Ejemplo de seguridad en túneles para seguimiento subterráneo



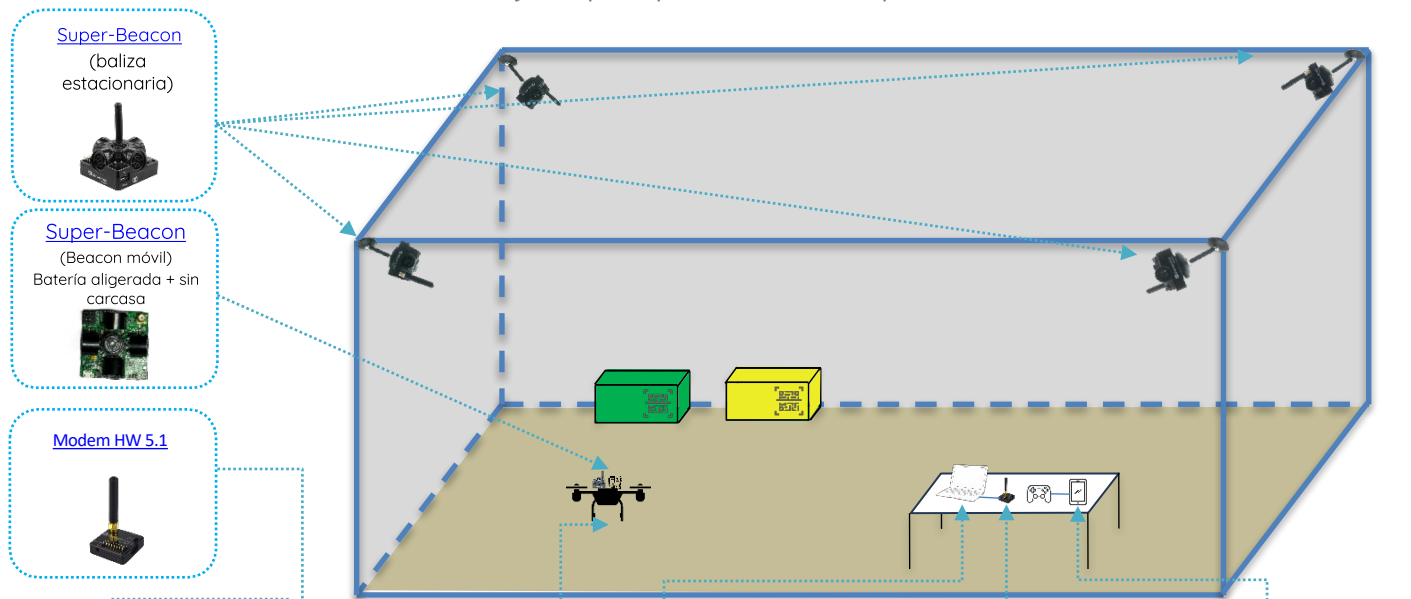
# Arquitectura Split-Modem para objetos de movimiento rápido

## Ejemplo de patinaje sobre hielo para seguimiento rápido



# Drones DJI autónomos en interiores

Un ejemplo para submapa de 20x20 metros + 1 dron



## Super-Beacon

(baliza estacionaria)



## Super-Beacon

(Beacon móvil)  
Batería aligerada + sin carcasa



## Modem HW 5.1



## DJI drone



### DJI drone:

- Marvelmind system supports DJI drones starting from DJI Mini 3. Integration works via DJI SDK

### Dashboard:

- Used for the setup of a system. Visual drone tracking. Streams to your ERP and WMS

### Modem HW 5.1:

- Central controller of the system. Collects data from all beacons and communicates via USB/virtual UART with Dashboard

### Aplicación Marvelmind + DJI RC:

- Aplicación especial Marvelmind para Android, que permite controlar un sistema de forma remota. Se conecta a un DJI RC

### Tarea:

- Proporcionar un vuelo autónomo en interiores para drones DJI
- Tomar fotografías automáticamente, escanear códigos QR, enviar datos de ubicación

### Solución:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS con una aplicación Marvelmind para vuelo autónomo

### Configuración:

- 3-4 x Super-Beacon - balizas estacionarias
- 1 x Super-Beacon - una baliza móvil
- 1 x Modem HW 5.1 - un controlador central
- 1 x dron DJI - un objeto rastreado
- 1 x DJI RC + teléfono Android con la aplicación Marvelmind DJI - un controlador del patrón de vuelo autónomo de un dron
- 1 x portátil Windows/Linux - utilizado para instalar el Dashboard y configurar el sistema

### Principio de funcionamiento:

- El sistema Marvelmind Indoor GPS en esta configuración proporciona seguimiento y vuelo autónomo de un dron DJI utilizando DJI SDK

### Resultado:

- Drones DJI volando de forma autónoma según los waypoints en el Dashboard, tomando fotografías o escaneando y reconociendo códigos QR/de barras, y enviándolos junto con sus coordenadas precisas al WMS o ERP
- Retorno autónomo a la base

# Comparación de arquitecturas

	No Inversa (NIA)	Inversa (IA)	Multi-Frecuencia NIA (MF NIA)
<b>Uso típico</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 1-4 robots/drones autónomos - soporta hasta 250 balizas (estacionarias+móviles)</li> <li>- Cuando una baliza móvil debe instalarse en un dron/vehículo ruidoso, pero las balizas estacionarias están en lugares relativamente más silenciosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Muchos usuarios móviles (personas, robots, VR) y cuando la tasa de actualización por móvil es importante - soporta hasta 250 balizas (estacionarias+móviles combinadas)</li> <li>- Cuando las balizas móviles están en lugares más silenciosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 5-16 robots/drones autónomos - soporta hasta 250 balizas (estacionarias+móviles combinadas)</li> <li>- Efectivamente, MF NIA combina lo mejor de IA y NIA. Pero sigue siendo "más NIA que IA" porque las balizas móviles emiten ultrasonido</li> </ul>
<b>No recomendado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En aplicaciones donde la emisión de ultrasonido de la baliza móvil es indeseable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Para drones - porque las balizas móviles reciben ultrasonido. El alcance puede limitarse a solo 2-5m. Puede mejorarse con futuras versiones de SW</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- En aplicaciones donde la emisión de ultrasonido de la baliza móvil es indeseable</li> </ul>
<b>Precisión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o mejor con más promediado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o mejor con más promediado</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- <math>\pm 2\text{cm}</math> o mejor con más promediado</li> </ul>
<b>Tasa de actualización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depende del número de balizas móviles (n) como <math>f/n</math> - se utiliza TDMA</li> <li>- Depende ligeramente del perfil de radio</li> <li>- Depende de los tamaños de los submapas</li> <li>- La fusión IMU es soportada por hardware y software</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No depende del número de balizas móviles porque reciben ultrasonido al mismo tiempo</li> <li>- Depende ligeramente del perfil de radio (igual que NIA)</li> <li>- Depende de los tamaños de los submapas (igual que NIA)</li> <li>- La fusión IMU es soportada por hardware. El soporte de SW está por venir</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Depende del número de balizas móviles (n) para <math>n &gt; 8</math> - se utiliza TDMA, es decir, puede proporcionar hasta 8 veces mayor tasa de actualización que NIA con el mismo número de móviles. Para hasta 8 móviles, la tasa de actualización por móvil es igual a IA</li> <li>- El resto - como NIA</li> </ul>
<b>Alcance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede cubrir un territorio tan grande como desees utilizando submapas</li> <li>- Hasta 30m en la vida real y hasta 50m en condiciones de laboratorio dentro de un submapa único, es decir, las balizas estacionarias deben colocarse cada 30m o más cerca (en 1D con cuernos - hasta 120m)</li> </ul>		
<b>Construcción de mapas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede construir submapas automática y manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede construir submapas automática y manualmente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede construir submapas automática y manualmente</li> </ul>

Versión 2025\_01\_08