

Arquitetura Não Inversa (NIA)



Estacionário Super-Beacon 1
Qualquer frequência

Super-Beacon móvel
Pode ser qualquer frequência ultrassônica se for Super-Beacon.
Deve ser a mesma frequência se forem Beacons HW v4.9



Beacon móvel:

- Instalado em robô/drone/empilhadeira e interage com ele via UART ou SPI ou I2C ou USB (UART virtual)
- Recebe atualizações de localização do roteador em até $f=40$ Hz
- A taxa de atualização de localização por beacon móvel depende do número de beacons móveis (n) como f/n
- Contém IMU (acelerômetro 3D + giroscópio 3D)

Beacons estacionários:

- Montados no alto em paredes ou tetos
- Possuem qualquer frequência ultrassônica, se Super-Beacon. A mesma frequência de ultrassom se Beacons HW v4.9
- Medem distâncias aos beacons vizinhos e constroem submapas automaticamente
- Comunicam-se com o roteador de forma sem fio em uma banda ISM

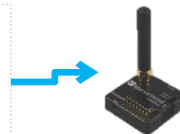


Estacionário Super-Beacon 2
Qualquer frequência

Requisito fundamental para o bom funcionamento do sistema: linha de visão desobstruída entre um beacon móvel e 2 (2D) ou 3 (3D) ou mais beacons estacionários dentro de 30 metros – muito semelhante à visibilidade dos satélites de GPS

Roteador/modem:

- Controlador central do sistema
- Calcula a posição dos beacons móveis em até 40 Hz
- Comunica-se via USB/UART virtual com o Dashboard ou robô
- Suporta até 250 beacons e até 250 submapas



Submapas:

- Recurso avançado que permite construir submapas/clusters/células independentes de beacons em salas ou zonas separadas, criando assim mapas compostos por múltiplos submapas e cobrindo grandes edifícios (com área de milhares de m^2), semelhante à cobertura de uma rede celular

O Sistema de Posicionamento Indoor em NIA consiste em:

- 2 ou mais Beacons Estacionários (recebendo ultrassom)
- 1 ou mais Beacons Móveis (transmitindo ultrassom)
- 1 Router central

Estacionário Super-Beacon N
Qualquer frequência



A distância entre beacons vizinhos é de até 30 metros.

Estacionário Super-Beacon 3
Qualquer frequência



Arquitetura Inversa (IA)



Estacionário
Super-Beacon 1
19kHz

Beacons estacionários:

- Montados em paredes ou tetos
- Em IA, os beacons estacionários pertencentes ao mesmo submapa devem ter frequências de ultrassom diferentes (19 & 25kHz ou 25 & 31 kHz, por exemplo)
- Mede distâncias até os beacons vizinhos e constrói submapas automaticamente
- Comunica-se com o roteador sem fio em uma banda ISM



Estacionário
Super-Beacon 2
25kHz

Requisito fundamental para o bom funcionamento do sistema: linha de visão desobstruída entre um beacon móvel e 2 (2D) ou 3 (3D) ou mais beacons estacionários dentro de 30 metros – muito semelhante à visibilidade dos satélites de GPS



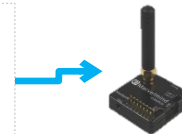
Móvel
Super-Beacon
Qualquer
frequência

Beacon móvel:

- Instalado em robô/pessoa/empilhadeira e interage com eles via UART ou SPI ou I2C ou USB (UART virtual)
- Calcula atualizações de localização internamente em até 40 Hz
- A taxa de atualização de localização por beacon não depende diretamente do número de beacons móveis
- Contém IMU (acelerômetro 3D + giroscópio 3D)

Roteador/modem:

- Controlador central do sistema
- Sincroniza os beacons em até 40 Hz
- Comunica-se via USB/UART virtual com o Dashboard ou robô
- Suporta até 250 beacons e até 250 submapas



Submapas:

- Recurso avançado que permite construir submapas/clusters/células independentes de beacons em salas ou zonas separadas, criando assim mapas compostos por vários submapas e cobrindo grandes edifícios (com áreas de milhares de m2), semelhante à cobertura de uma rede celular

O Sistema de Posicionamento Interno em IA consiste em:

- 2 ou mais Beacons Estacionários (transmitindo ultrassom em diferentes frequências ultrassônicas)
- 1 ou mais Beacons Móveis (recebendo ultrassom em diferentes frequências ultrassônicas ao mesmo tempo)
- 1 x Roteador

Estacionário
Super-Beacon N
37kHz



A distância entre beacons vizinhos é de até 30 metros.

Estacionário
Super-Beacon 3
31kHz



NIA Multifrequência (MF NIA)



Estacionário Super-Beacon 1
Qualquer frequência

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



Beacons estacionários:

- Montados em paredes ou tetos
- Possuem qualquer frequência ultrassônica para Super-Beacon. MF NIA não é suportado por Beacons HW v4.9
- Mede as distâncias até os beacons vizinhos e constrói submapas automaticamente
- Comunica-se com o roteador sem fio em uma banda ISM



Estacionário Super-Beacon 2
Qualquer frequência

Requisito essencial para o bom funcionamento do sistema: linha de visão desobstruída entre um beacon móvel e 2 (2D) ou 3 (3D) ou mais beacons estacionários dentro de 30 metros – muito semelhante à visibilidade dos satélites GPS

Beacon móvel:

- Instalado em robô/pessoa/empilhadeira e interage com eles via UART ou SPI ou I2C ou USB (UART virtual)
- Recebe atualizações de localização do roteador em até 40 Hz
- A taxa de atualização de localização por beacon, para até 8 beacons móveis, é como no IA. Em seguida – como no NIA, mas com uma taxa de atualização até 8 vezes maior
- Contém IMU (acelerômetro 3D + giroscópio 3D)

Roteador/modem:

- Controlador central do sistema
- Calcula a posição dos beacons móveis em até 40 Hz
- Comunica-se via USB/UART virtual com o Dashboard ou robô
- Suporta até 250 beacons e até 250 submapas



Submapas:

- Recurso avançado que permite construir submapas/clusters/células independentes de beacons em salas ou zonas separadas e, assim, criar mapas compostos por múltiplos submapas e cobrir grandes edifícios (com uma área de milhares de m2) como a cobertura de uma rede celular

Sistema de Navegação Indoor em MF NIA:

- 2 ou mais Beacons Estacionários (recebendo ultrassom)
- 1 ou mais Beacons Móveis (transmitindo ultrassom em diferentes frequências ultrassônicas)
- 1 Roteador central

Estacionário Super-Beacon N
Qualquer frequência



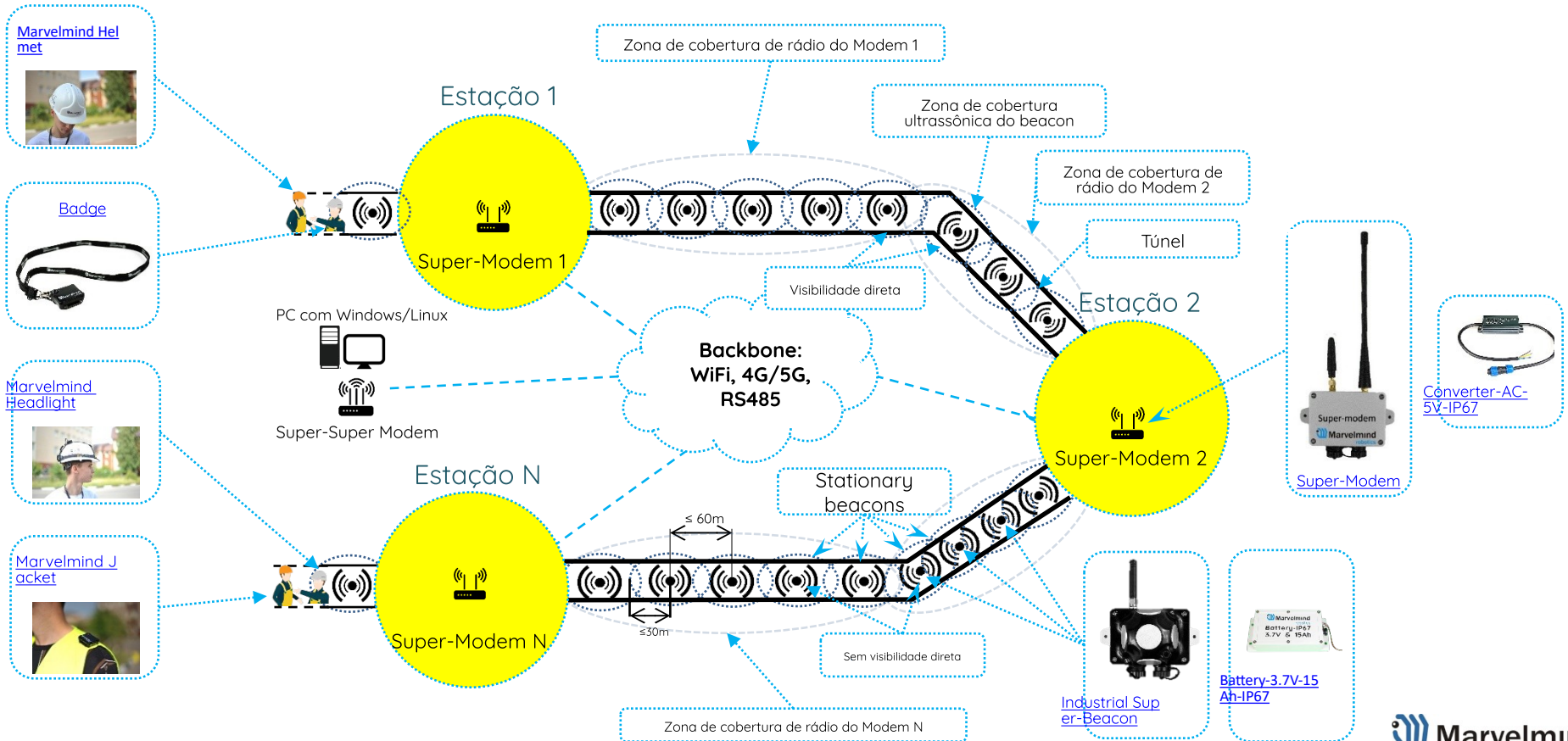
A distância entre beacons vizinhos é de até 30 metros.

Estacionário Super-Beacon 3
Qualquer frequência



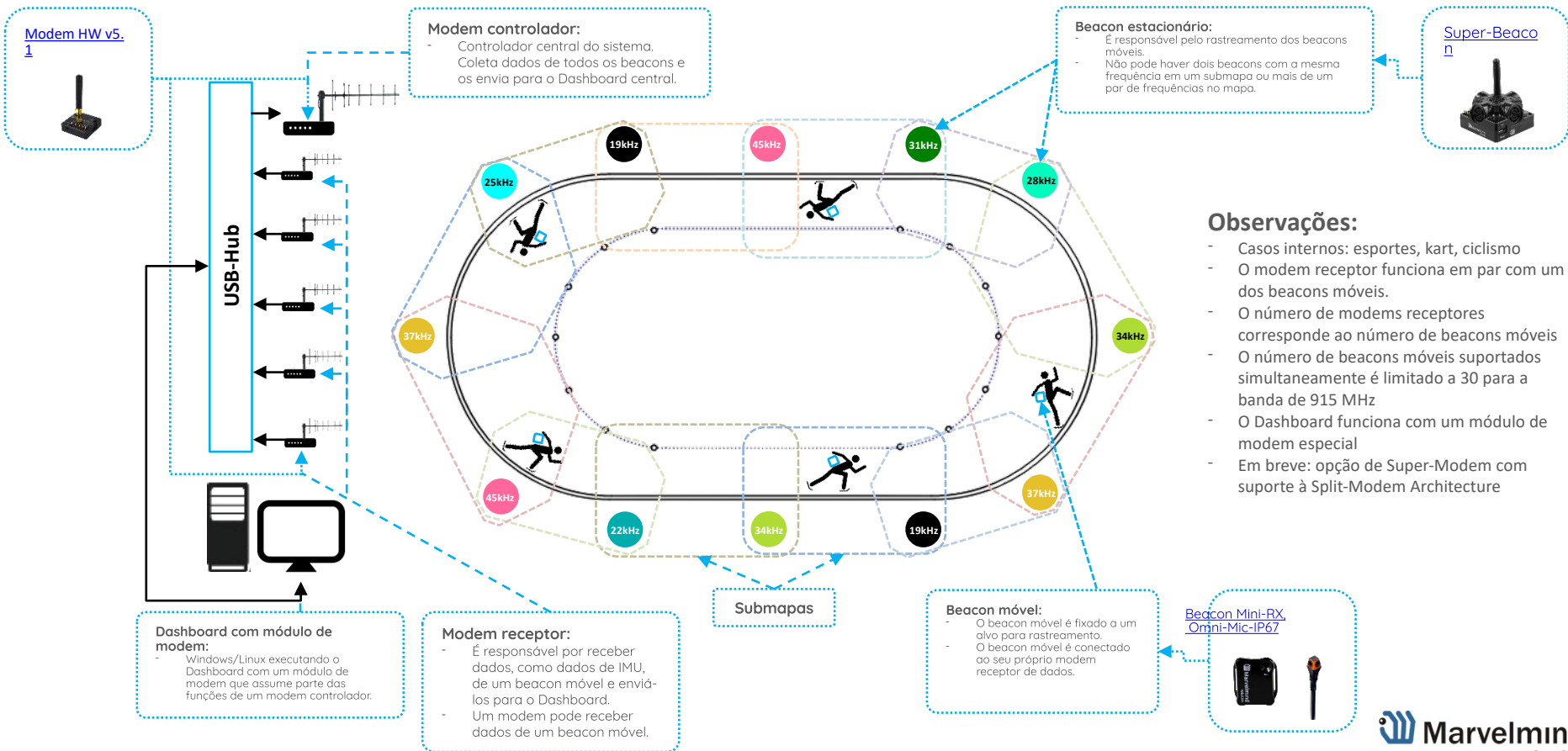
Arquitetura Multi-Modem para redes muito grandes

Exemplo de segurança em túnel para rastreamento subterrâneo



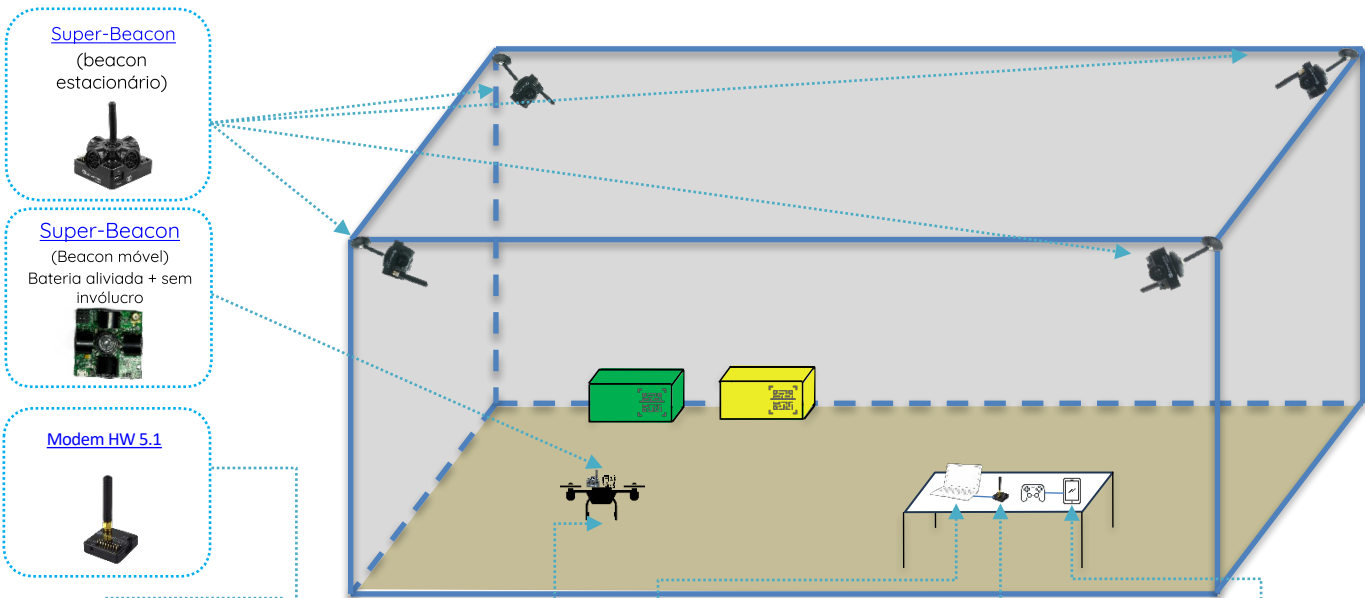
Arquitetura Split-Modem para objetos em movimento rápido

Exemplo de patinação no gelo para rastreamento ágil



Drones DJI autônomos em ambientes internos

Um exemplo para submapa de 20x20 metros + 1 drone



Super-Beacon

(beacon estacionário)



Super-Beacon

(Beacon móvel)

Bateria aliviada + sem invólucro



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

App Marvelmind + DJI RC:

- App Android especial da Marvelmind, que permite controlar um sistema remotamente. Conecta-se a um DJI RC

Tarefa:

- Fornecer voo interno autônomo para drones DJI
- Tirar fotos automaticamente, escanear códigos QR, enviar dados de localização

Solução:

- Sistema Marvelmind Indoor GPS com aplicativo Marvelmind para voo autônomo

Configuração:

- 3-4 x Super-Beacon – beacons estacionários
- 1 x Super-Beacon – um beacon móvel
- 1 x Modem HW 5.1 – um controlador central
- 1 x drone DJI – um objeto rastreador
- 1 x DJI RC + celular Android com o app Marvelmind DJI – um controlador do padrão de voo autônomo de um drone
- 1 x laptop Windows/Linux – usado para instalar o Dashboard e configurar o sistema

Princípio de funcionamento:

- O sistema Marvelmind Indoor GPS nesta configuração fornece rastreamento e voo autônomo de um drone DJI usando o DJI SDK

Resultado:

- Drones DJI voando autonomamente conforme waypoints no Dashboard, tirando fotos ou escaneando e reconhecendo códigos QR/barras, e enviando-os juntamente com suas coordenadas precisas para o WMS ou ERP
- Retorno autônomo à base

Comparação de arquiteturas

	Não-Inverso (NIA)	Inverso (IA)	NIA Multi-Frequência (MF NIA)
Uso típico	<ul style="list-style-type: none"> - 1-4 robôs/drones autônomos - suporta até 250 beacons (estacionários+móveis) - Quando um beacon móvel deve ser instalado em um drone/veículo ruidoso, mas os beacons estacionários estão em locais relativamente mais silenciosos 	<ul style="list-style-type: none"> - Muitos usuários móveis (pessoas, robôs, VR) e quando a taxa de atualização por móvel é importante - suporta até 250 beacons (estacionários+móveis combinados) - Quando os beacons móveis estão em locais mais silenciosos 	<ul style="list-style-type: none"> - 5-16 robôs/drones autônomos - suporta até 250 beacons (estacionários+móveis combinados) - Efetivamente, MF NIA combina o melhor de IA e NIA. Mas é ainda "mais NIA que IA" porque os beacons móveis estão emitindo ultrassom
Não recomendado	<ul style="list-style-type: none"> - Em aplicações onde a emissão de ultrassom do beacon móvel é indesejável 	<ul style="list-style-type: none"> - Para drones – porque os beacons móveis estão recebendo ultrassom. O alcance pode ser limitado a apenas 2-5m. Pode ser melhorado com futuras versões de SW 	<ul style="list-style-type: none"> - Em aplicações onde a emissão de ultrassom do beacon móvel é indesejável
Precisão	<ul style="list-style-type: none"> - $\pm 2\text{cm}$ ou melhor com maior média 	<ul style="list-style-type: none"> - $\pm 2\text{cm}$ ou melhor com maior média 	<ul style="list-style-type: none"> - $\pm 2\text{cm}$ ou melhor com maior média
Taxa de atualização	<ul style="list-style-type: none"> - Depende do número de beacons móveis (n) como f/n – TDMA é usado - Depende ligeiramente do perfil de rádio - Depende dos tamanhos dos submaps - A fusão IMU é suportada por HW e SW 	<ul style="list-style-type: none"> - Não depende do número de beacons móveis porque estão recebendo ultrassom ao mesmo tempo - Depende ligeiramente do perfil de rádio (o mesmo que NIA) - Depende dos tamanhos dos submaps (o mesmo que NIA) - A fusão IMU é suportada por HW. Suporte SW está chegando 	<ul style="list-style-type: none"> - Depende do número de beacons móveis (n) para $n > 8$ – TDMA é usado, ou seja, pode fornecer até 8 vezes maior taxa de atualização que NIA com o mesmo número de móveis. Para até 8 móveis, a taxa de atualização por móvel é igual a IA - O resto – como NIA
Alcance	<ul style="list-style-type: none"> - Pode cobrir um território tão grande quanto desejar usando submaps - Até 30m na vida real e até 50m em condições de laboratório dentro de um único submap, ou seja, beacons estacionários devem ser colocados a cada 30m ou mais próximo (em 1D com chifres – até 120m) 		
Construção de mapa	<ul style="list-style-type: none"> - Pode construir submaps automaticamente e manualmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode construir submaps automaticamente e manualmente 	<ul style="list-style-type: none"> - Pode construir submaps automaticamente e manualmente