

Sistema de Posicionamento Interno Preciso ($\pm 2\text{cm}$)

Manual de Instalação

v2026_01_27

Tradução. Versão original em inglês:

https://marvelmind.com/pics/Marvelmind_Robotics_ENG_placement_manual.pdf

Alterações de versão

2026_01_27: Adicionado Rastreamento 3D Simples – para Drones DJI em Ambientes Internos

2025_11_07: Pequenas melhorias

2025_10_07: Pequenas melhorias

2023_07_07_v1.2: Pequenas melhorias

2023_07_03_v1.1:

- [Adicionada Arquitetura Split-Modem](#)

- [Atualizada Arquitetura Multi-Modem](#)

- Pequenas melhorias

2022_04_04_v1:

- Links adicionados à Descrição

- Todos os links atualizados para os relevantes

- Foto do Starter Set alterada

- Todos os casos atualizados de Starter Set HW v4.9 para Starter Set Super-MP-3D

- [Adicionada instalação 2D para Starter Set-Super-MP-3D](#)

- [Adicionada instalação 3D simples do Starter Set Super-MP-3D](#)

- Mini-RX Starter Set – instalação 3D simples – removido (produto fora de produção)

- Slide de drone de inspeção autônoma (IA, 2D, TDMA, Vertical-XZ) – removido temporariamente

2020_07_13_v0.09: Renomeado "Sala com colunas (IA, 2D, TDMA)" -> "Submapas totalmente sobrepostos (IA, 2D, TDMA)"

2019_08_15_v0.08: Adicionados slides Tunnel 1200x25m, inspeção autônoma (NIA, 2D)

2019_07_15_v0.07: Adicionados slides Sala com colunas (IA, 2D, TDMA), Salas + corredor (IA, 2D, TDMA), Drone de inspeção autônomo (IA, 2D, TDMA, Vertical-XZ)

2018_11_07_v0.06: Adicionado slide Rastreamento em tempo real: reduzindo o atraso

2018_10_03_v0.05: Adicionado slide Passos além das configurações padrão

2018_06_25_v0.04: Adicionado conjunto de slides Área de 100x100m com rastreamento usando submapas

2018_06_25_v0.04: Adicionado conjunto de slides Rastreamento de longa distância – área de 30x30m

2018_06_19_v0.03: Adicionado caso Multi-modem 1.5D – rastreamento de veículos no subsolo

2018_06_07_v0.02: Adicionado caso Centro empresarial

2018_05_30_v0.01: Versão inicial

Descrição

O manual fornece conselhos práticos e exemplos de como montar o Sistema de Posicionamento Interno de Precisão ($\pm 2\text{cm}$) para alcançar o melhor desempenho em diferentes aplicações e configurações

Antes do primeiro uso, verifique: 8 passos básicos desde a desembalagem até a condução/voo autônomo

Para saber mais sobre sistemas de posicionamento interno, consulte: Como funcionam os sistemas de posicionamento interno

Conteúdo

[01a: Rastreamento 2D Simples – por exemplo, carro RC em ambiente interno](#)

[01b: Beacons Pareados 2D – localização + direção](#)

[02a: Rastreamento 3D Simples – por exemplo, drone em ambiente interno](#)

[02b: Rastreamento 3D Simples – para Drones DJI em Ambientes Internos](#)

[02c: Beacons Pareados 3D – localização + direção](#)

[02d: Padrão do Microfone RX1](#)

[03: Rastreamento de calçadas, túneis, metrô, minas em 2D](#)

[04: Submapas em 2D](#)

[05: Robô com rodas em área de 46x5m \(navegação 2D\)](#)

[06a: Área de centro empresarial – Rastreamento de pessoas em 2D](#)

[06b: Área de centro empresarial – Rastreamento de pessoas em 2D](#)

[7: Área de 100x100m com rastreamento utilizando submapas](#)

[7.1: Rastreamento 2D amplo \(100x100m\) – múltiplos submapas](#)

[7.2: Visão detalhada do sistema](#)

[7.3: Visão detalhada da montagem do beacon](#)

[7.4: Configuração 2D ideal](#)

[7.5: 2D estendido](#)

[7.6: 2D super-estendido](#)

[7.7: 3D ideal](#)

[7.8: 3D estendido](#)

[7.9: 3D super-estendido](#)

[7.10: Resumo – Área de 100x100m](#)

[8a: Submapas totalmente sobrepostos \(IA, 2D\)](#)

[8b: Submapas totalmente sobrepostos \(IA, 2D, TDMA\)](#)

[9: Salas + corredor \(IA, 2D\)](#)

[9a: Salas + corredor \(IA, 2D, TDMA\)](#)

[10: Salas com colunas + corredor \(IA, 2D, TDMA\)](#)

[11: Túnel 1200x25m, inspeção autônoma \(NIA ou IA, 2D\)](#)

[12: Rastreamento em tempo real: reduzindo o atraso](#)

[13: "Z" estável para drone – configurações e recomendações](#)

[14a: Multi-modem 1.5D – para redes muito grandes](#)

[14b: Arquitetura Split-Modem – para objetos em movimento rápido](#)

[15a: Rastreamento em área de 30x30m](#)

[15b: Rastreamento em área de 30x30m – zonas](#)

[15.1: Passo 1: Construindo o mapa de distâncias \(2, 3\)](#)

[15.1a: Como congelar a distância para um par](#)

[15.2: Passo 2: Construindo o mapa de distâncias \(3, 4\)](#)

[15.3: Passo 3: Construindo o mapa de distâncias \(4, 5\)](#)

[15.4: Etapa 4: Construindo o mapa de distâncias \(2, 5\)](#)

[15.5: Etapa 5: Construindo o mapa de distâncias \(2, 4\)](#)

[15.6: Etapa 6: Construindo o mapa de distâncias \(3, 5\)](#)

[15.6a: Entrada manual de distância](#)

[15.7: Etapa 7\(a\): A configuração final \(rastreamento 3D\)](#)

[15.8: Etapa 7\(b\): A configuração final \(rastreamento 2D\)](#)

[16: Starter Set HW v4.9 – instalação 3D simples](#)

[17: Contatos](#)

Convenções:



Beacon Estacionário



Beacon Móvel



Beacon Mini-RX



Suporte magnético



Modem HW5.1



Submapa/zona

01a: Rastreamento 2D simples – por exemplo, carro RC em ambientes internos

Side view

Top view

Super-Beacon estacionário

- Deve ser colocado em um suporte magnético especial, girado 45 graus em relação à parede, para minimizar sombras na cobertura ultrassônica.
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor possui um feixe de $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado, quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros de distância dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Sala

- Comece com um mapa de tamanho médio, de 6x4 a 6-10m, aproximadamente
- O tamanho máximo do mapa para o Starter Set é de até 1000m²

Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 2 x Super-Beacon estacionários com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
 - 1 x Super-Beacon móvel
 - 1 x Modem HW v5.1
- 2 x Suporte magnético

Notas:

- Projetado para rastreamento 2D (X,Y)
 - Um carro RC em uma sala
 - Um robô de uma roda
 - Uma pessoa
- Não é adequado para drones – é necessário rastreamento 3D (X,Y,Z)

Arquitetura:

- NIA (Recomendado para se familiarizar com o sistema e 1 beacon móvel)
- IA (Recomendado para >2-4 beacons móveis)

Suporte magnético

Girado 45 graus em relação à parede

Super-Beacon móvel

- Colocado em uma empilhadeira/robô, pessoa

≈6-10m

≈4-6m

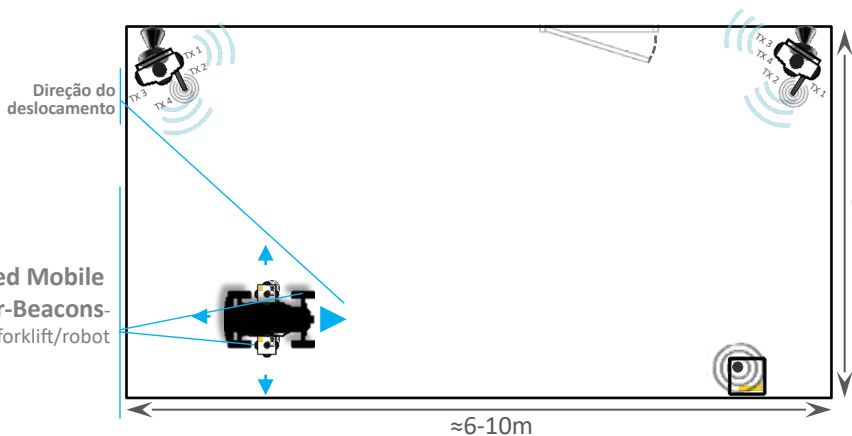
Como montar o Super-Beacon
Para mais informações, consulte a Ajuda: como posicionar os beacons

01b: Beacons Pareados 2D – Localização + Direção

Vista lateral



Vista superior



Paired Mobile Super-Beacons-
forklift/robot

Super-Beacon estacionário

- Devem ser instalados nas paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor tem um feixe de ~90 graus

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros de distância dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Ambiente

- Comece com um mapa de tamanho médio de 6x4 a 6-10m aproximadamente
- O tamanho máximo do mapa para o Starter Set é de até 1000m²

≈4-6m

≈6-10m



Como montar o Super-Beacon
Para mais informações, consulte a Ajuda: como
posicionar os beacons

Configuração:

Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon móvel:

- 2 x Super-Beacon estacionário com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 2 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1
- 2 x Suporte magnético

localização, como em um GPS comum, mas também a direção é necessária

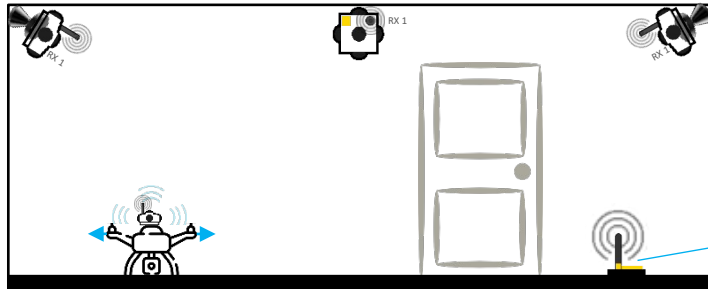
- Utiliza beacons móveis pareados instalados no robô/drone e não depende de bússola, que pode fornecer resultados incorretos em ambientes internos com muito metal ao redor
- Quanto maior a base entre os beacons móveis, mais precisa a direção que pode ser obtida. Precisão direcional razoável com base >20cm. Fortemente recomendado – 0,5m ou mais
- [Vídeo de demonstração sobre a configuração do recurso](#)
- Para saber mais sobre direção/orientação, consulte: IMU

Arquitetura:

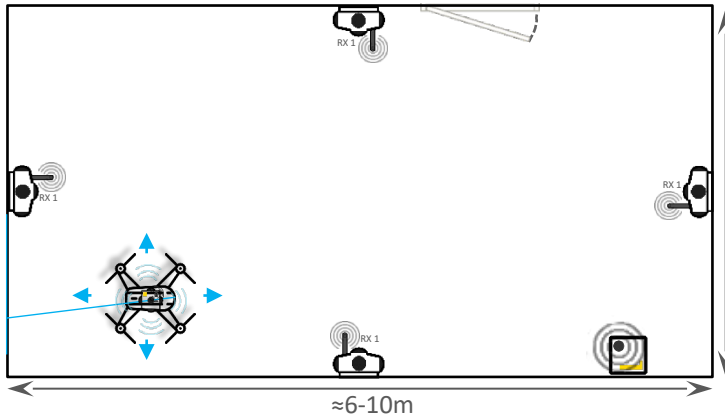
- IA
- NIA (Recomendado para >2-4 beacons móveis)

O2a: Rastreamento 3D Simples – por exemplo, Drone em Ambientes Internos

Vista lateral



Vista superior



Super-Beacon móvel
- Instalado em um drone/copter ou pessoa

Super-Beacon estacionário

- Deve ser instalado em paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Ative apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor tem um feixe de $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre alimentado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Ambiente

- Comece com um mapa de tamanho médio, de 6x4 a 6-10m, aproximadamente
- O tamanho máximo do mapa para o Starter Set é de até 1000m²



Como montar o Super-Beacon
Para mais informações, consulte a Ajuda: como posicionar beacons

Configuração:

- Starter Set Super-MP-3D:

- 4 x Super-Beacon estacionários com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

- 4 x Suporte magnético

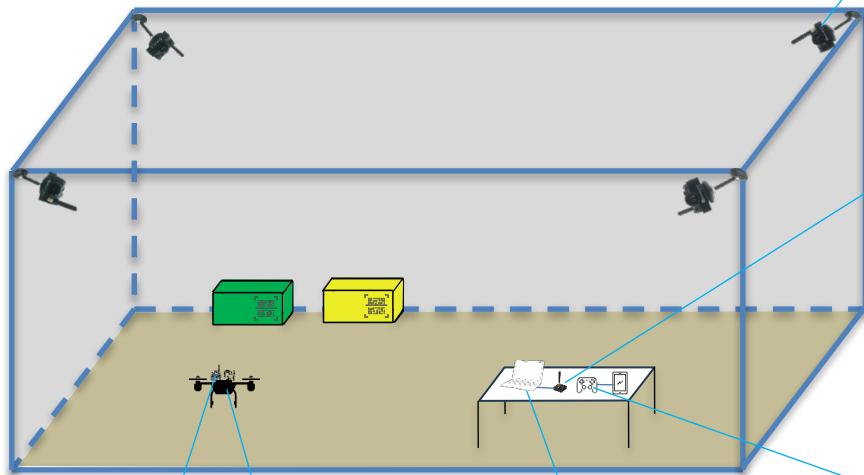
Observações:

- Suporta 3D (X,Y,Z) + 1 redundância
- Projetado para avaliação rápida do "GPS" Interno de Precisão ($\pm 2\text{cm}$) com IMU:
 - Drones
 - Capacetes de VR
 - Sistemas que exigem alta taxa de atualização ou operação em ambientes desafiadores, quando a navegação baseada em ultrassom precisa ser verificada com navegação baseada em IMU
 - Fusão de sensores IMU+ultrassom => pode suportar taxa de atualização de até 100Hz
 - Útil para filtragem adicional de saltos de localização em ambientes desafiadores
 - Quando a IMU é necessária de modo geral

Arquitetura:

- IA
- NIA (Recomendado para drones e copters)

02b: Rastreamento 3D Simples – para Drones DJI em Ambientes Internos



Super-Beacon móvel

- Fixado em um drone

Drone DJI

- A integração funciona via DJI SDK

Dashboard

- Utilizado para a configuração do sistema. Rastreamento visual de drones. Transmite para seu ERP e WMS

Super-Beacon estacionário

- Deve ser fixado nas paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Habilite somente os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor possui feixe de ~90°

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Aplicativo Marvelmind + DJI RC

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

Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D:](#)
 - 4 x Super-Beacon estacionário com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
 - 1 x Super-Beacon móvel
 - 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Suporte magnético
- 1 x Drone DJI
- 1 x DJI RC + smartphone Android com aplicativo Marvelmind DJI
- 1 x notebook Windows/Linux

Observações:

- Consulte o Marvelmind DJI Autonomous Flight Manual para mais informações
- O requisito para o drone DJI é suporte ao MSDK 5.0+. Para mais informações sobre os drones suportados, consulte o DJI MS SDK Tutorial

Arquitetura:

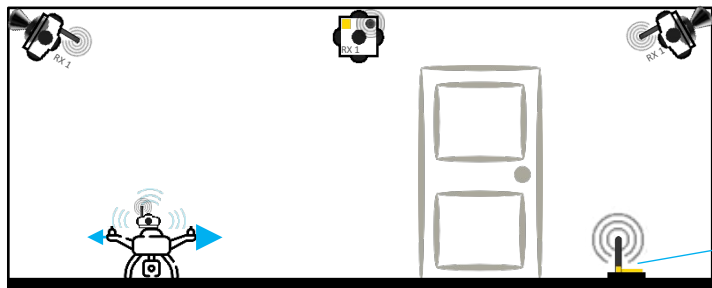
- NIA
- MF NIA



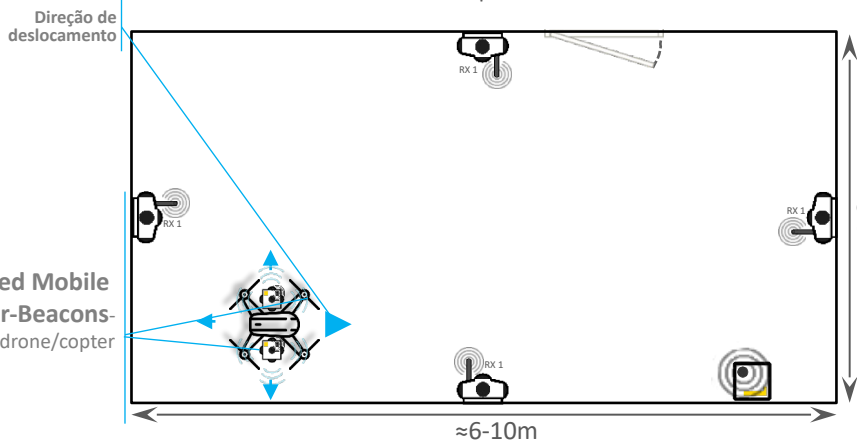
Como montar o Super-Beacon
[Para mais informações, consulte Help: how to place beacons](#)

02c: Beacons Pareados 3D – Localização + Direção

Vista lateral



Vista superior



Paired Mobile Super-Beacons- drone/copter

Super-Beacon estacionário

- Deve ser instalado em paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor possui feixe de $\sim 90^\circ$

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Ambiente

- Comece com um mapa de tamanho médio, de 6x4 a 6-10m ou similar
- O tamanho máximo do mapa para o Starter Set é de até 1000m²



Como montar um beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como posicionar beacons

Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D + Mobile Super-Beacon:](#)

- 4 x Super-Beacon estacionários com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz
- 2 x Super-Beacon móveis
- 1 x Modem HW v5.1

- 4 x Suporte magnético

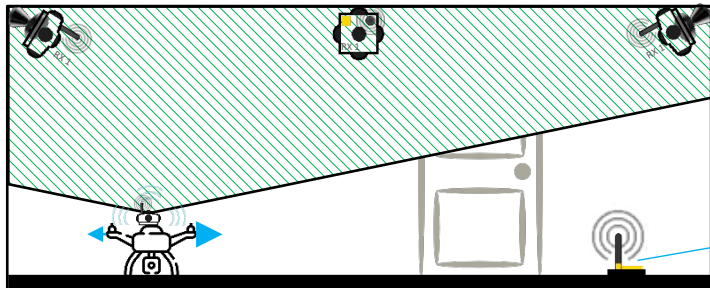
Notas:

- Projetado para os casos em que não apenas a localização, como em um GPS comum, mas também uma direção é necessária
- Utiliza beacons móveis pareados instalados no robô/drone e não depende de bússola, que pode fornecer resultados errados em ambientes internos com muito metal ao redor
- Quanto maior a base entre os beacons móveis, maior a precisão de direção que pode ser obtida. Precisão direcional razoável com base >20cm. Fortemente recomendado – 0,5m ou mais
- [Vídeo de demonstração sobre configuração do recurso](#)
- Para saber mais sobre direção/orientação, confira:

Arquitetura: beacons móveis eu preciso por drone?

- IA
- NIA (Recomendado para drones e copteros)

02d: Padrão do microfone RX1

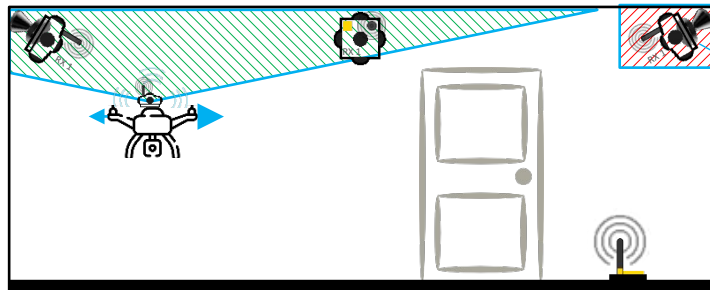


Super-Beacon estacionário

- Deve ser colocado em paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor possui um feixe de ~90 graus

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado, quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros de distância dos beacons, dependendo do RSSI resultante



Super-Beacon estacionário

- O Super-Beacon fica invisível para o beacon móvel, pois o ângulo em relação ao microfone é muito pequeno
- Isso pode levar a um rastreamento ruim ou à ausência total de rastreamento

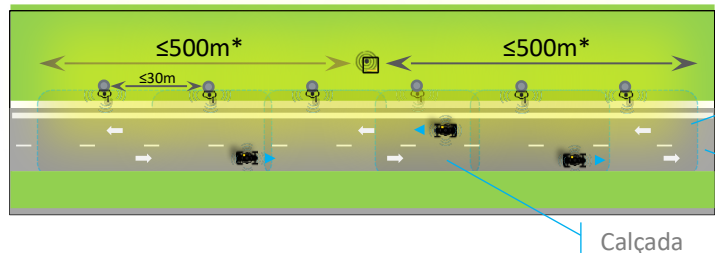
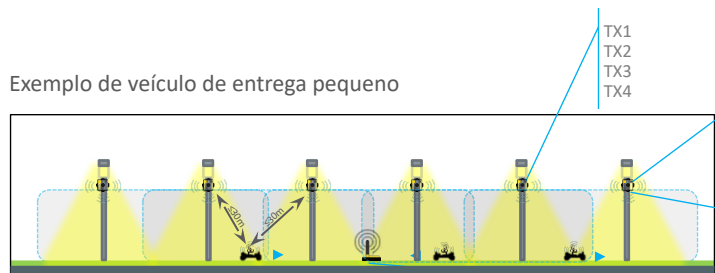
Notas:

- Este slide mostra o padrão do microfone RX1. Ele é baseado na arquitetura 3D IA. Na imagem inferior, é possível ver que o Super-Beacon móvel não consegue ouvir o Super-Beacon estacionário porque o ângulo em relação ao microfone é muito pequeno
- Tente evitar esse tipo de situação posicionando os beacons estacionários o mais alto possível ou não voando muito próximo ao plano dos beacons estacionários
- Para mais informações sobre o microfone, consulte o capítulo 3.6.1 do nosso Manual de Operação e nosso vídeo de Ajuda: Diagrama do microfone

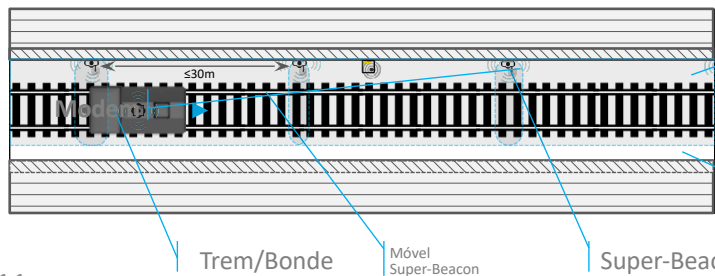


Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como
posicionar os beacons

03: Rastreamento de calçadas, túneis, metrôs e minas em 2D



Exemplo de transporte ferroviário subterrâneo



Super-Beacon estacionário

- Devem ser posicionados no alto dos postes de iluminação – para minimizar sombras no ultrassônico
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos

Poste de iluminação

Modem HW v5.1

- Deve estar sempre ligado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros dos beacons

Submapas ligeiramente sobrepostos

Área de calçada

Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D + N Super-Beacon S:](#)

- N x Super-Beacon estacionário
- N x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

- N x Suporte magnético
- N x Antena Full-Size
- N x Omni-Microphone-IP67 (Recomendado)

Notas:

- Casos externos: Parque, estacionamento, ferrovia
- Casos internos: Metrô, túnel, armazém longo
- Rastreamento 2D (posicionamento linear)
- Consulte a Ajuda: Vídeo do diagrama do microfone
- Para melhor cobertura, o Omni-Microphone-IP67 pode ser utilizado

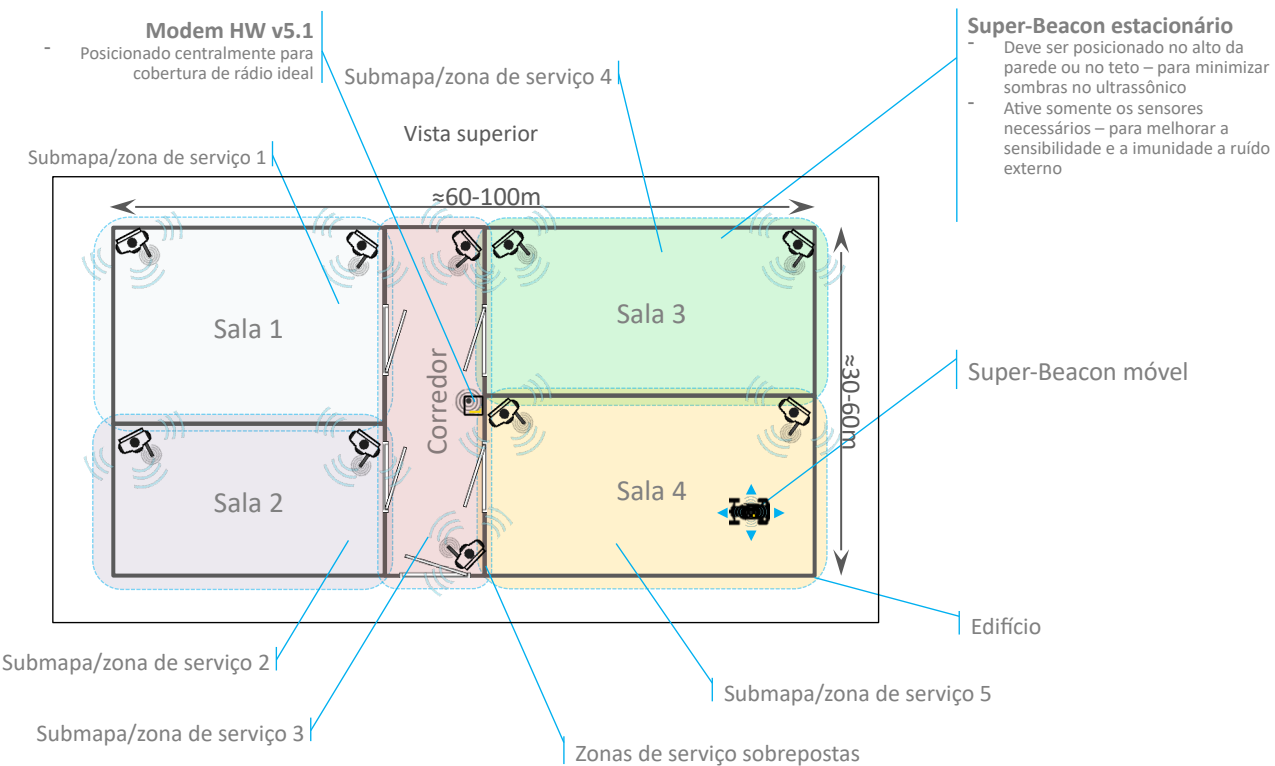
Alcance de rádio limitado a até 400m com uma antena de tamanho completo e até 1km com antena direcional especial em cada direção (2km em espaço aberto)
Pode ser estendido em sistemas Multi-modem



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como posicionar beacons



04: Submapas em 2D



Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacons:](#)
 - 10 x Super-Beacon estacionário
 - 1 x Super-Beacon móvel
 - 1 x Modem HW v5.1
- 10 x Suporte magnético

Observações:

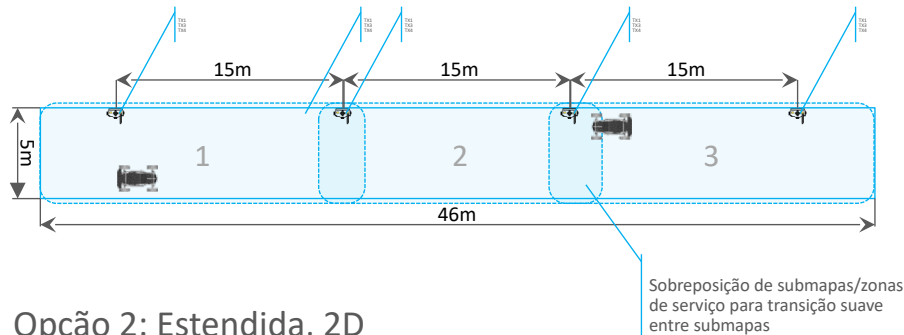
- Projetado para edifícios com múltiplas salas
- Esta configuração específica suporta rastreamento 2D. Também pode ser feita em 3D, se em vez de submapas 2D, forem construídos submapas 3D. Consulte Simple 3D Tracking
- Consulte o Manual de Operação
- Consulte o Vídeo de Ajuda sobre Submapas
- Consulte Simple 2D Tracking para construir mapas 2D corretos
- Consulte em nosso site <https://marvelmind.com/download/> =>
- [Como criar mapas de navegação em ambientes internos](#)
- [Como construir sistemas de posicionamento em ambientes internos de grande porte](#)
- [Como construir mapas maiores que 30x30m?](#)



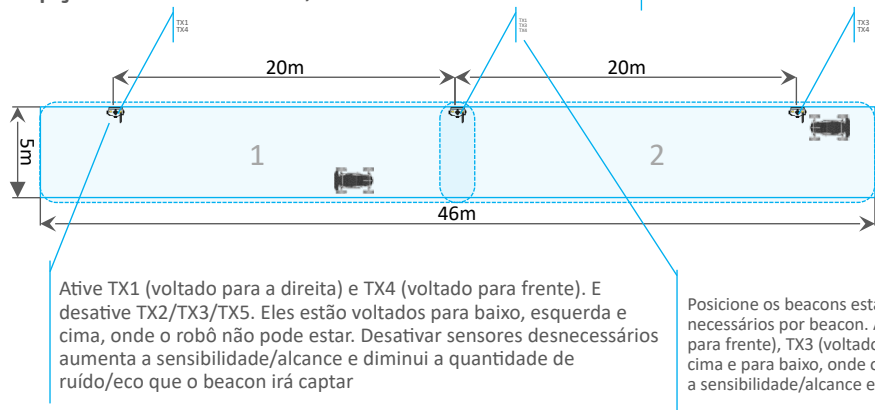
Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como
posicionar beacons

05: Robô com rodas em área de 46x5m (navegação 2D)

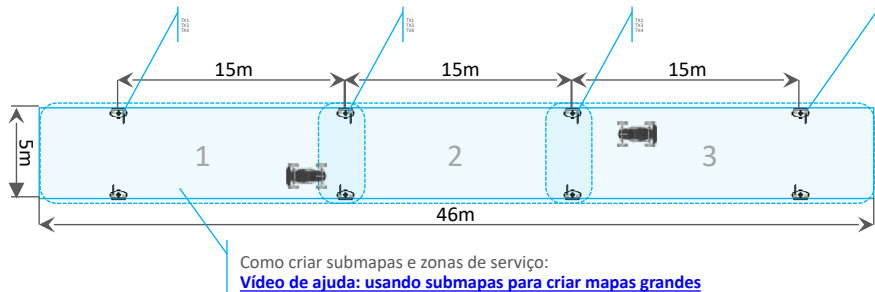
Opção 1: Conservadora ideal, 2D



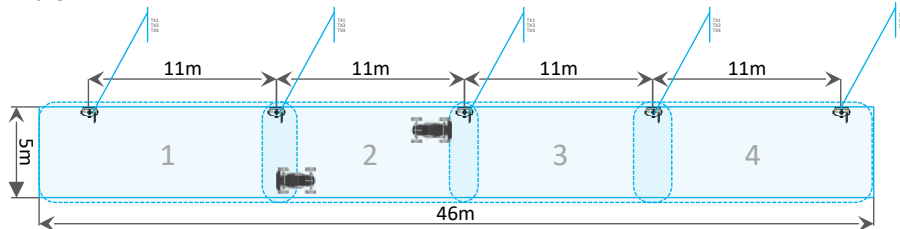
Opção 2: Estendida, 2D



Opção 3: Conservadora ideal, 3D



Opção 4: Conservadora, 2D



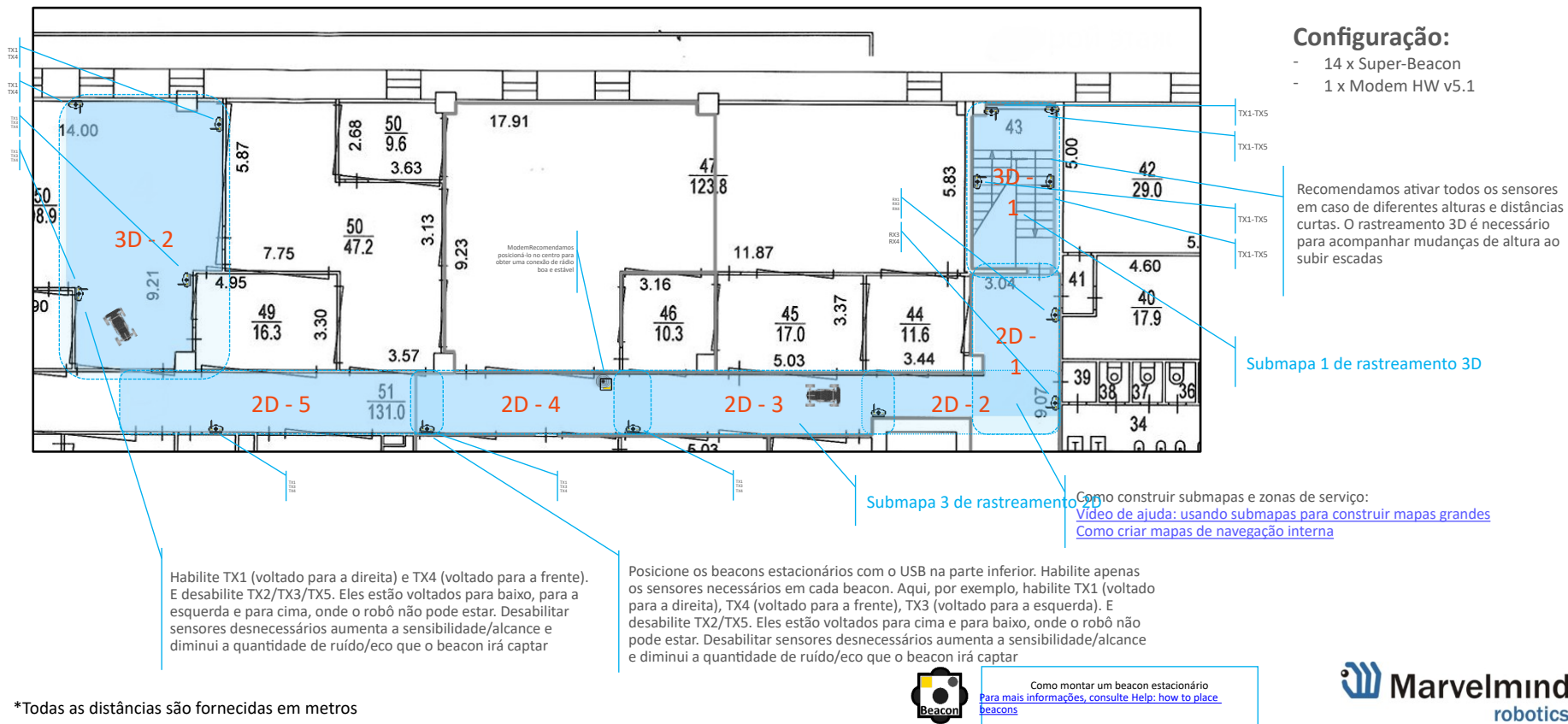
Observação:

- Verifique Robô de Entrega Autônomo – Visão do sistema



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como posicionar beacons

06b: Área de centro comercial – Rastreamento de pessoas em 2D



7: Área de 100x100m com rastreamento utilizando submapas

Os próximos slides explicam as configurações para rastreamento em grandes armazéns de espaço aberto utilizando o "GPS" indoor da Marvelmind em NIA com o recurso de submapas.

Também contém algumas dicas de montagem e instruções de configuração. Fornecemos alguns exemplos, com seus prós e contras. Como o sistema é bastante flexível, diversas opções são apresentadas.

Saiba mais em nossos artigos:

[Como construir grandes sistemas de posicionamento indoor](#)

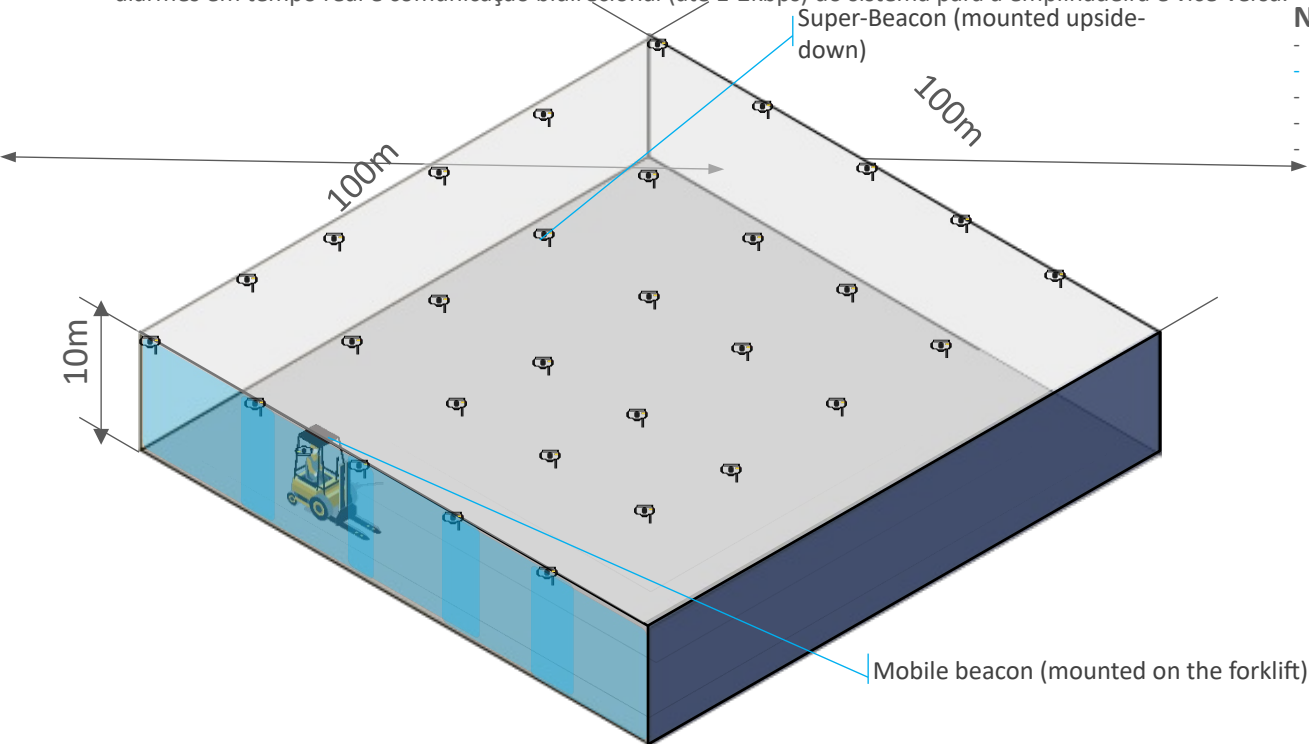
[Como construir mapas maiores que 30x30m?](#)

7.1: Rastreamento 2D grande (100x100m) – múltiplos submapas

Aqui está um exemplo de rastreamento em armazém de espaço aberto utilizando NIA. Super-Beacons estacionários montados no teto de cabeça para baixo. O beacon móvel é montado em uma empilhadeira voltado para cima. O sistema fornece a posição precisa ($\pm 2\text{cm}$) em tempo real do beacon móvel (empilhadeira) em tempo real (1-6Hz), armazena seu trajeto e todas as localizações em um arquivo .CSV para pós-processamento e análise. Também permite alarmes em tempo real e comunicação bidirecional (até 1-2kbps) do sistema para a empilhadeira e vice-versa.

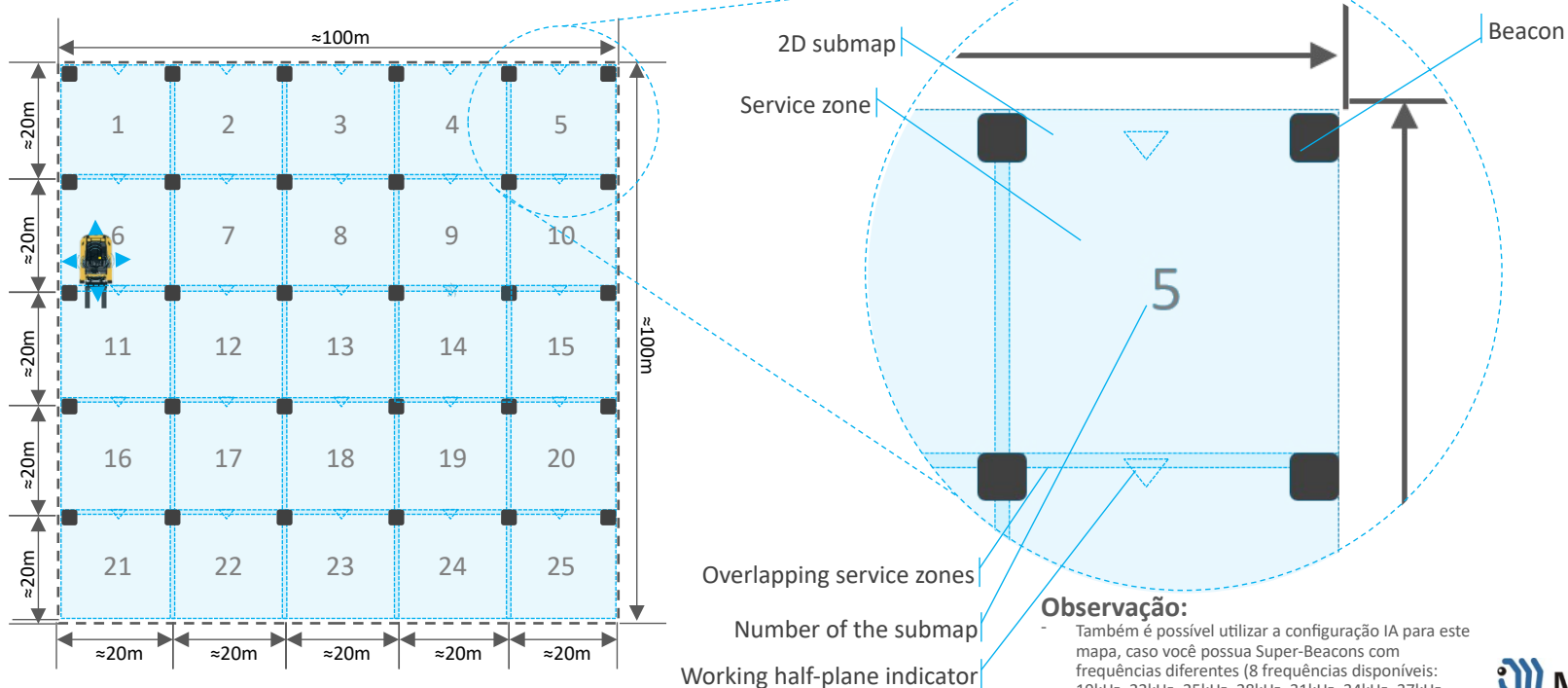
Notas:

- Casos: grandes armazéns de espaço aberto
- Rastreamento 2D (x, y)
- Múltiplos submapas
- Há posicionamento com o uso de NIA
- Também é possível utilizar a configuração IA para este mapa, caso você possua Super-Beacons com frequências diferentes dentre as 8 frequências disponíveis: 19kHz, 22kHz, 25kHz, 28kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz



7.2: Visão detalhada do sistema

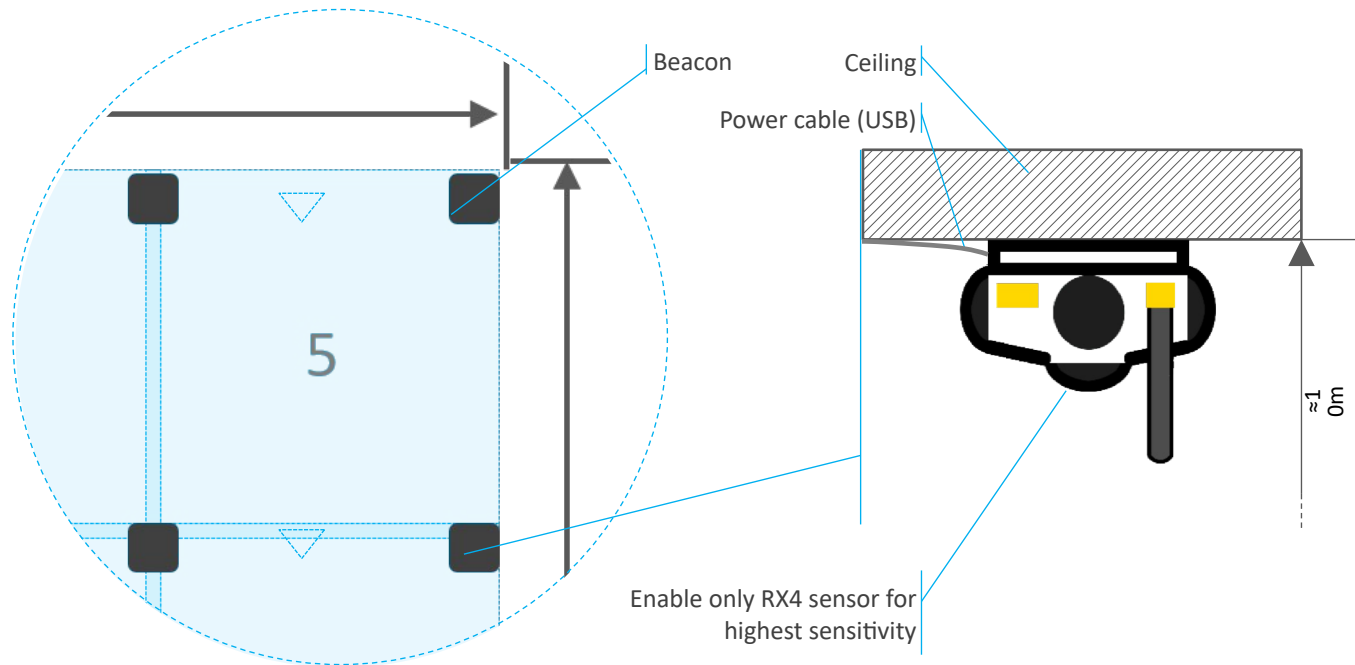
Todo o território a ser rastreado é coberto por Super-Beacons estacionários. Os beacons são colocados no teto em uma grade que permite uma distância inferior a 30m de 2 ou mais Super-Beacons estacionários no teto até um Super-Beacon móvel na empilhadeira em qualquer ponto onde o rastreamento seja necessário. As zonas de serviço se sobrepõem para uma transferência suave. Este é um exemplo de mapa 2D em NIA, portanto, os submapas contêm apenas dois beacons e um indicador especial que mostra a zona de trabalho.



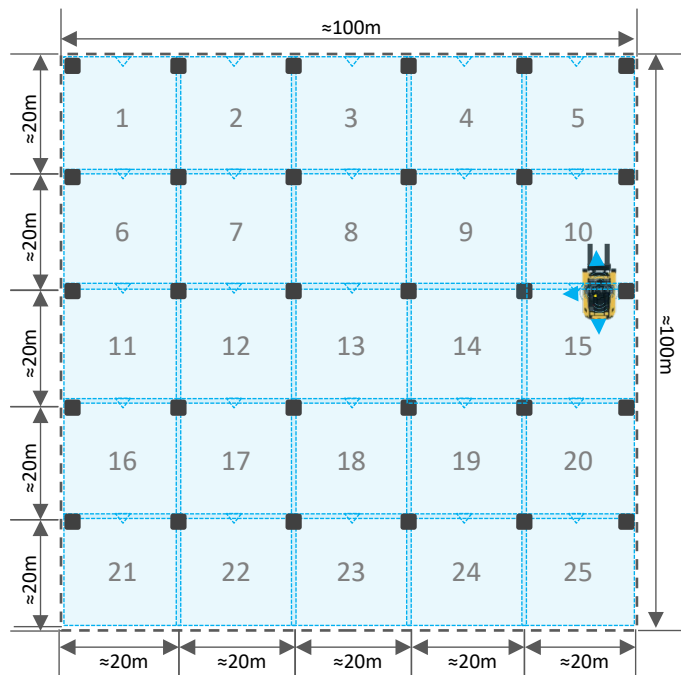
7.3: Visão detalhada da montagem do beacon

Os beacons são colocados no teto de cabeça para baixo. O sensor em funcionamento é o RX4. Quando os outros sensores (RX1, RX2, RX3, RX5) estão desativados, o beacon apresenta a maior sensibilidade na direção do RX4 e resistência a ruídos vindos de outras direções. A altura no exemplo é de 10m.

Os beacons podem funcionar com a bateria LiPoL embutida, mas recomenda-se fornecer uma fonte de alimentação externa (USB comum) ou um conversor ~110/220=>5V USB



7.4: Configuração ótima 2D



Observações:

Como a configuração é para 2D, ela fornece apenas as coordenadas X e Y. A configuração foi projetada para rastreamento, por exemplo, de empilhadeiras em armazéns de espaço aberto sem prateleiras altas.

Prós:

- Rastreamento sólido
- Muito preciso ($\pm 2\text{cm}$)
- Projetado para empilhadeiras

Contras:

- Mais beacons (preço) do que nas configurações estendidas

Configuração:

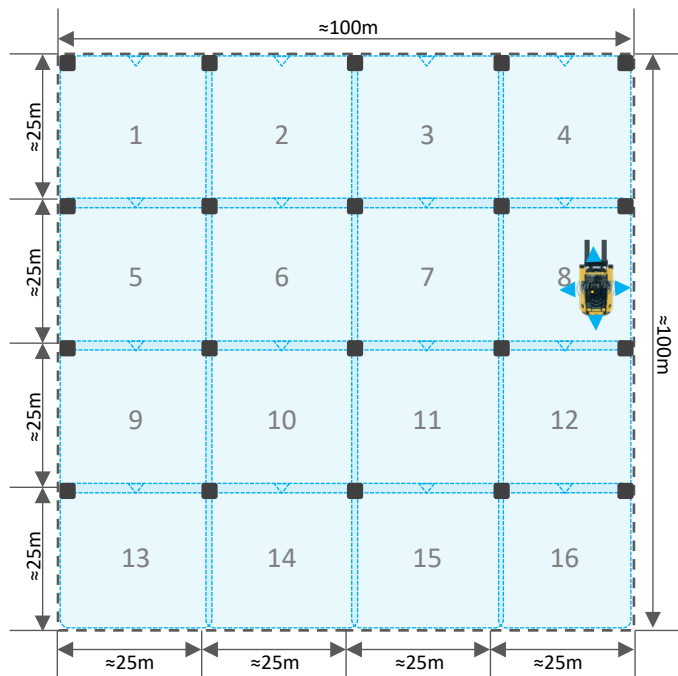
100x100m "2D ideal":

- 30 x Super-Beacon estacionário
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

Confira os vídeos:

- [Robô de Entrega Autônomo – Visão do sistema](#)
- [Rastreamento ao vivo: posicionamento interno preciso](#)
- [Como rastrear com precisão \(\$\pm 2\text{cm}\$ \) 10 empilhadeiras](#)

7.5: 2D estendido



Observações:

A configuração "2D estendido" é, na verdade, a mesma que "2D ideal", mas funciona com distâncias maiores entre os beacons. Porém, o rastreamento pode ser interrompido por ruído externo ou simplesmente por um sinal ultrassônico muito fraco.

Também é em 2D, portanto fornece apenas as coordenadas X e Y.

Vantagens:

- Custo total menor do que a configuração 2D Optimal

Desvantagens:

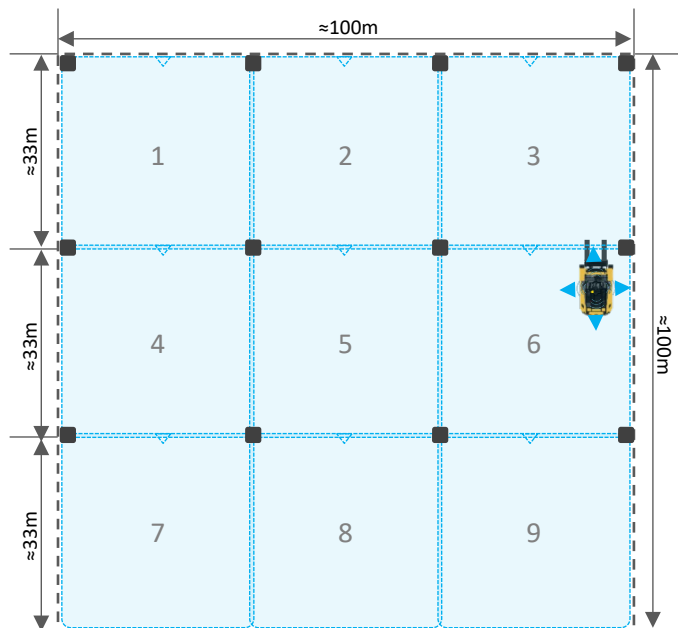
- Potencialmente, rastreamento menos robusto do que a configuração 2D Optimal

Configuração:

100x100m "2D stretched":

- 20 x Super-Beacon estacionário
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

7.6: 2D super-stretched



Observações:

A configuração "2D super-stretched" tem o melhor preço, pois as distâncias são as maiores.

É 2D, portanto fornece apenas as coordenadas X e Y.

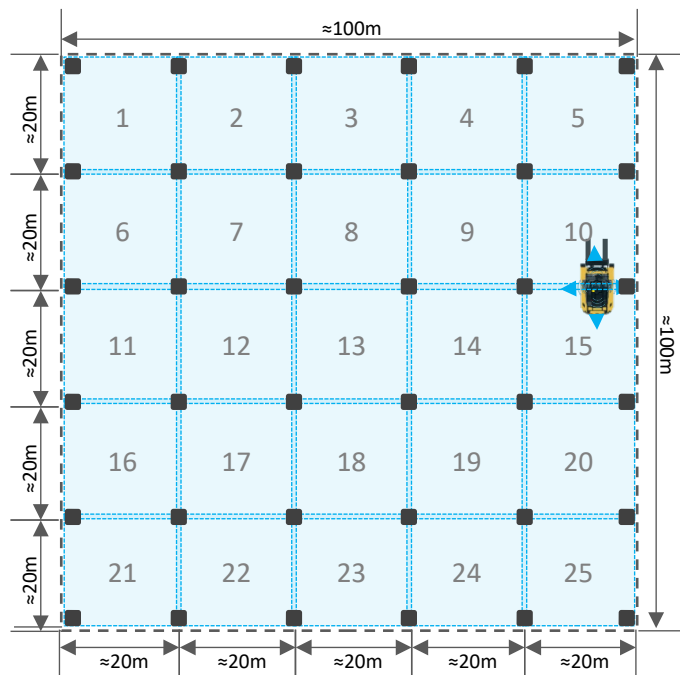
- Vantagens:
- O menor custo total entre as três configurações
- Desvantagens:
- Pode exigir mais ajustes manuais e finos do que outras configurações

Configuração:

100x100m "2D super-stretched":

- 12 x Super-Beacon estacionário
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

7.7: 3D optimal



Observações:

A configuração "3D optimal" é equilibrada na relação preço-desempenho.

A configuração é 3D, portanto fornece posicionamento (X,Y,Z).

Possui redundância 3+1. Isso significa que, se 1 dos 4 beacons no submapa estiver bloqueado, o rastreamento 3D ainda continua existindo.

A configuração é adequada para rastrear, por exemplo, não apenas empilhadeiras, mas também drones em armazéns de espaço aberto sem prateleiras altas.

Prós:

- Rastreamento sólido
- Adequado para drones – fornece 3D (x, y, z)

Contras:

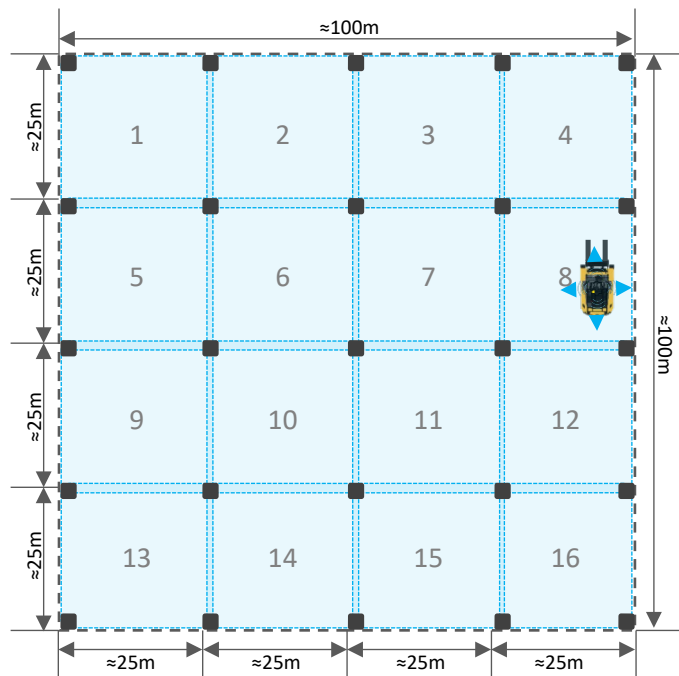
- Mais beacons do que nas configurações estendidas

Configuração:

100x100m "3D optimal":

- 36 x Super-Beacon estacionários
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

7.8: 3D stretched



Observações:

A configuração "3D stretched" é, na verdade, a mesma que a "3D optimal", mas funciona com distâncias maiores. Isso oferece uma vantagem no preço, mas o rastreamento pode ser interrompido por ruídos. A configuração é 3D, portanto fornece posicionamento (X,Y,Z).

Possui redundância 3+1. Isso significa que, se 1 dos 4 beacons no submapa for bloqueado, o rastreamento 3D ainda continuará existindo.

A configuração é adequada para rastreamento, por exemplo, não apenas de empilhadeiras, mas também de drones em armazéns abertos sem prateleiras altas.

Prós:

- Custos menores do que na configuração 3D optimal

Contras:

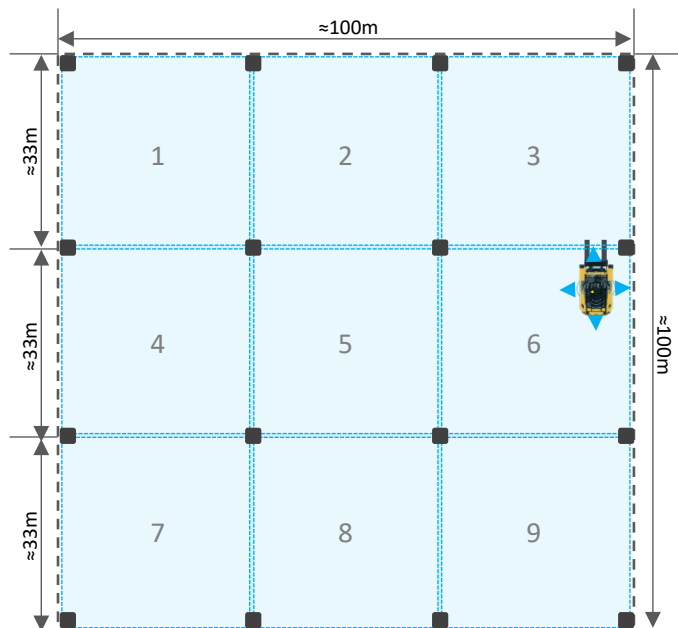
- Configurações mais complexas e desempenho menos sólido do que na configuração 3D optimal

Configuração:

100x100m "3D stretched":

- 25 x Super-Beacon estacionário
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

7.9: 3D super-stretched



Observações:

A configuração "3D super-stretched" tem o melhor preço, pois as distâncias são as maiores, mas foi projetada principalmente para versões futuras de HW/SW. É 3D, portanto fornece apenas as coordenadas X e Y. Possui redundância 3+1. Isso significa que, se 1 dos 4 beacons no submapa for bloqueado, o rastreamento ainda continuará existindo.

Prós:

- O menor custo total entre as três configurações

Contras:

- Pode exigir mais configurações manuais e ajustes finos do que outras configurações

Configuração:

100x100m "3D super-stretched":

- 16 x Super-Beacon estacionário
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1

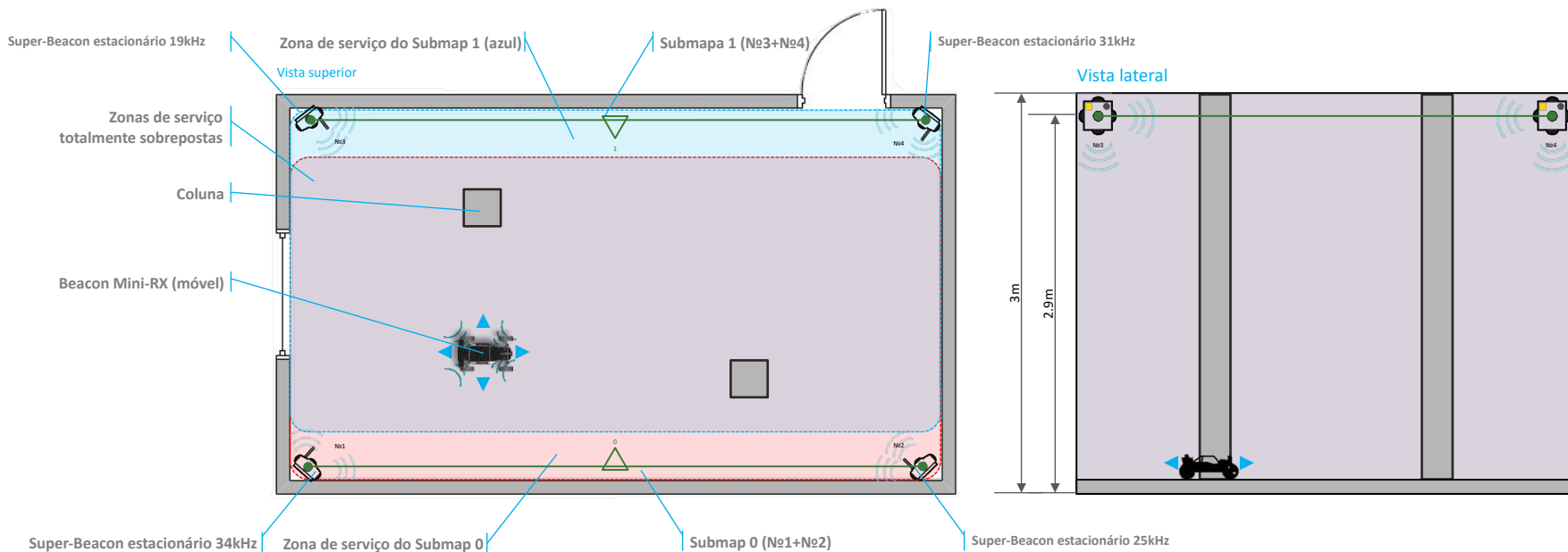
7.10: Resumo – área de 100x100m

Apresentamos diferentes configurações para rastreamento de ativos móveis (veículos, empilhadeiras, drones) em um armazém de 100x100m com precisão de $\pm 2\text{cm}$.

Também fornecemos algumas recomendações de montagem e configuração do sistema:

- 2D otimizado
- 2D estendido
- 2D super-estendido
- 3D otimizado
- 3D estendido
- 3D super-estendido

8a: Submaps totalmente sobrepostos (IA, 2D)



Configuração:

- [Inverse Architecture \(IA\):](#)

- 2 x Super-Beacon estacionário 19kHz
- 2 x Super-Beacon estacionário 25kHz
- 2 x Super-Beacon estacionário 31kHz
- 2 x Super-Beacon estacionário 34kHz
- 1 x Mini-RX como beacon móvel (ou mais Mini-RXs para mais objetos móveis)
- 1 x Modem HW v5.1

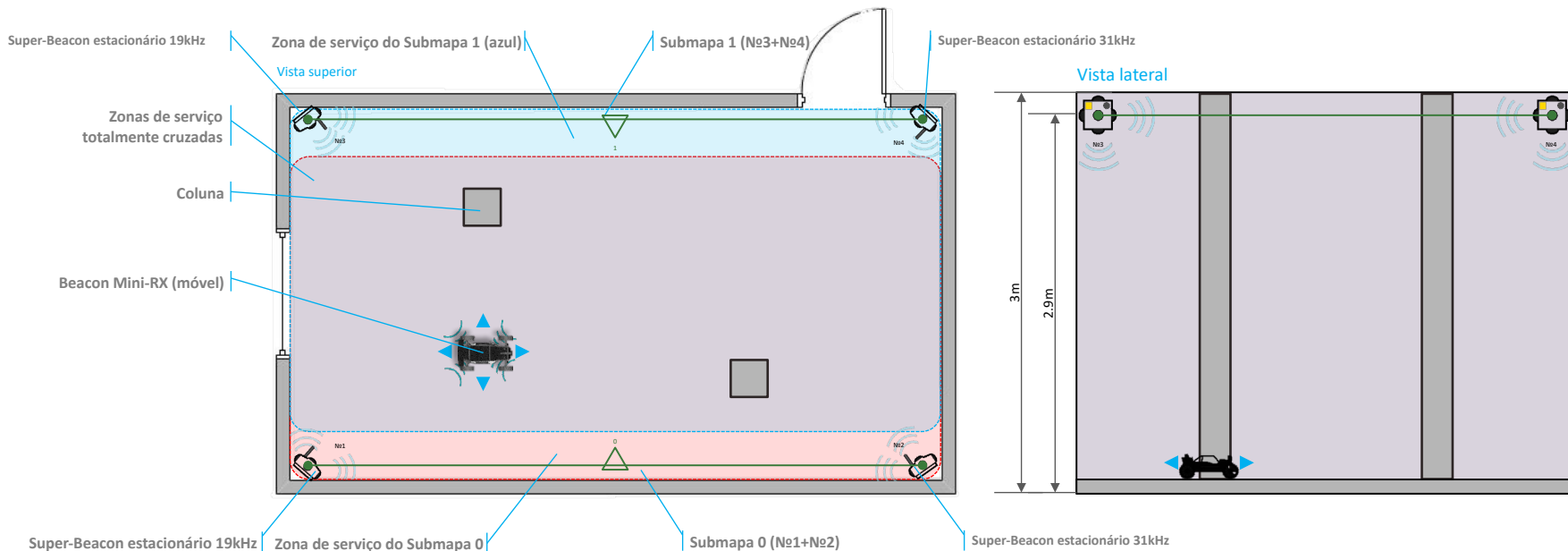
Observações:

- Se um submap estiver obstruído, outro submap fornecerá rastreamento estável
- Em um submap, a frequência de cada beacon não deve se repetir (por exemplo, não podem existir dois beacons de 31kHz, 37kHz, etc. em um mesmo submap)
- Confira o rastreamento preciso ($\pm 2\text{cm}$) de visitantes no vídeo do Cinema Museum



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como
posicionar os beacons

8b: Submapas totalmente sobrepostos (IA, 2D, TDMA)



Configuração:

- [Inverse Architecture \(IA\) com TDMA:](#)
 - 2 x Super-Beacon estacionário 19kHz
 - 2 x Super-Beacon estacionário 31kHz
 - 1 x Mini-RX como beacon móvel (ou mais Mini-RX para mais objetos móveis)
 - 1 x Modem HW v5.1



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como
posicionar beacons

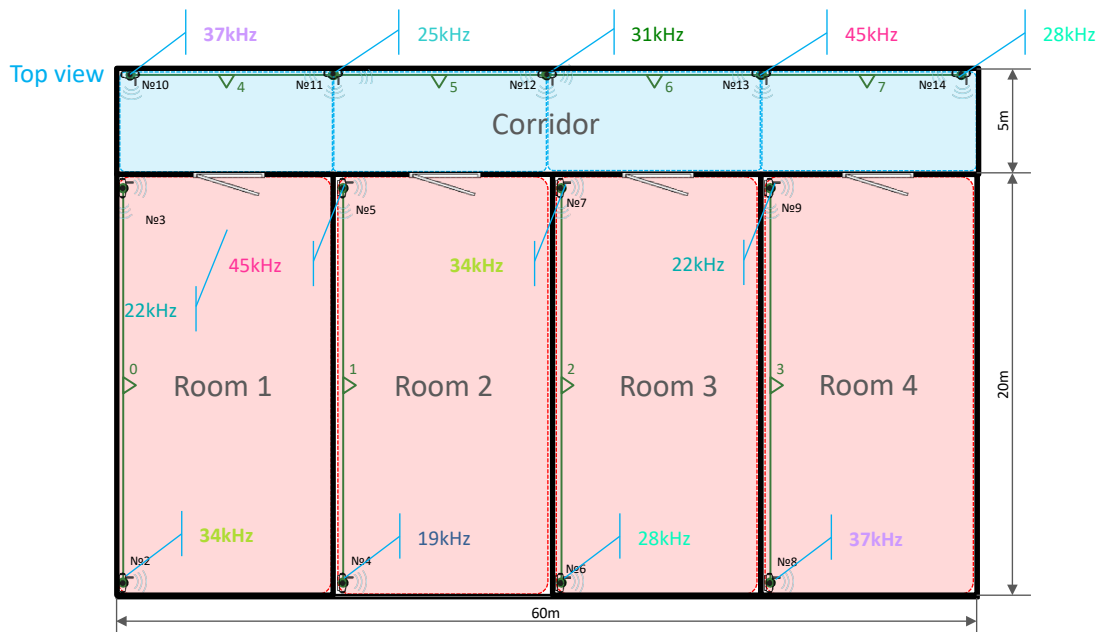
Observações:

- Recurso TDMA, que ajuda a melhorar a qualidade de rastreamento em situações complexas
- Se um submapa estiver obstruído, outro submapa fornecerá rastreamento sólido
- Em um submapa, a frequência de cada beacon não deve se repetir (por exemplo, não pode haver dois beacons de 31kHz, 37kHz, etc. em um mesmo submapa)
- Consulte o Manual de Operação para mais detalhes sobre TDMA (Capítulo 6.2)
- Confira o vídeo interno Track of Marvelmind Jacket
- Confira o vídeo interno Tracking of visitors in Cinema Museum

Configurações do TDMA:

- TDMA sequence length = 2
- TDMA position in sequence:
 - Submapa 0 = 0
 - Submapa 1 = 1

9: Salas + corredor (IA, 2D)



Configuração:

Inverse Architecture (IA) com 8 frequências:

- 1 x Super-Beacon Estacionário 19kHz
- 2 x Super-Beacon Estacionário 22kHz
- 1 x Super-Beacon Estacionário 25kHz
- 2 x Super-Beacon Estacionário 28kHz
- 1 x Mini-RX como beacon móvel (ou mais Mini-RXs para mais objetos móveis)
- 1 x Modem HW v5.1
- 1 x Super-Beacon Estacionário 31kHz
- 2 x Super-Beacon Estacionário 34kHz
- 2 x Super-Beacon Estacionário 37kHz
- 2 x Super-Beacon Estacionário 45kHz

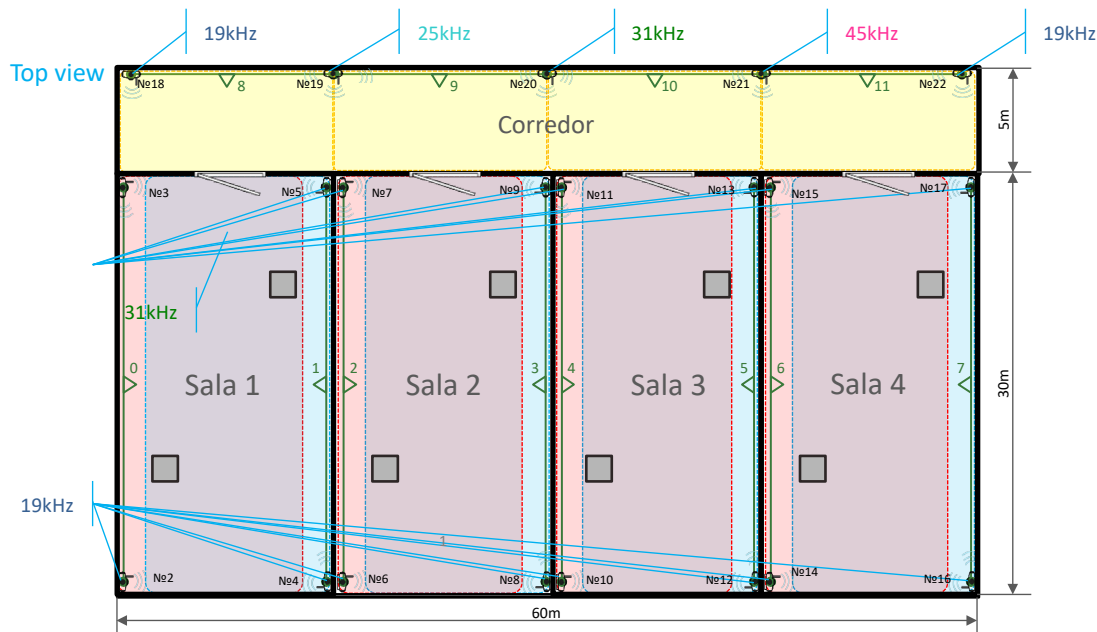


Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte Ajuda: como
posicionar beacons

Notas:

- Projetado para rastrear pessoas ou robôs no escritório
- Esta configuração específica suporta 2D
- Você pode alterar as configurações conforme desejar.
- Em um mesmo submapa, a frequência de cada beacon não deve se repetir (por exemplo, não pode haver dois beacons de 31kHz, 37kHz, etc. no mesmo submapa)
- Consulte o Manual de Operação para mais detalhes sobre TDMA (Capítulo 6.2)
- Consulte o Vídeo de Ajuda sobre Submapas
- Consulte o vídeo Rastreamento de 4 trabalhadores de armazém

10: Salas com colunas + corredor (IA, 2D, TDMA)



Como montar um beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como
posicionar beacons

Configuração:

Inverse Architecture (IA) com TDMA:

- 10 x Super-Beacon Estacionário 19kHz
- 1 x Super-Beacon Estacionário 25kHz
- 9 x Super-Beacon Estacionário 31kHz
- 1 x Super-Beacon Estacionário 45kHz
- 1 x Mini-RX como beacon móvel (ou mais Mini-RXs para mais objetos móveis)
- 1 x Modem HW v5.1

Observações:

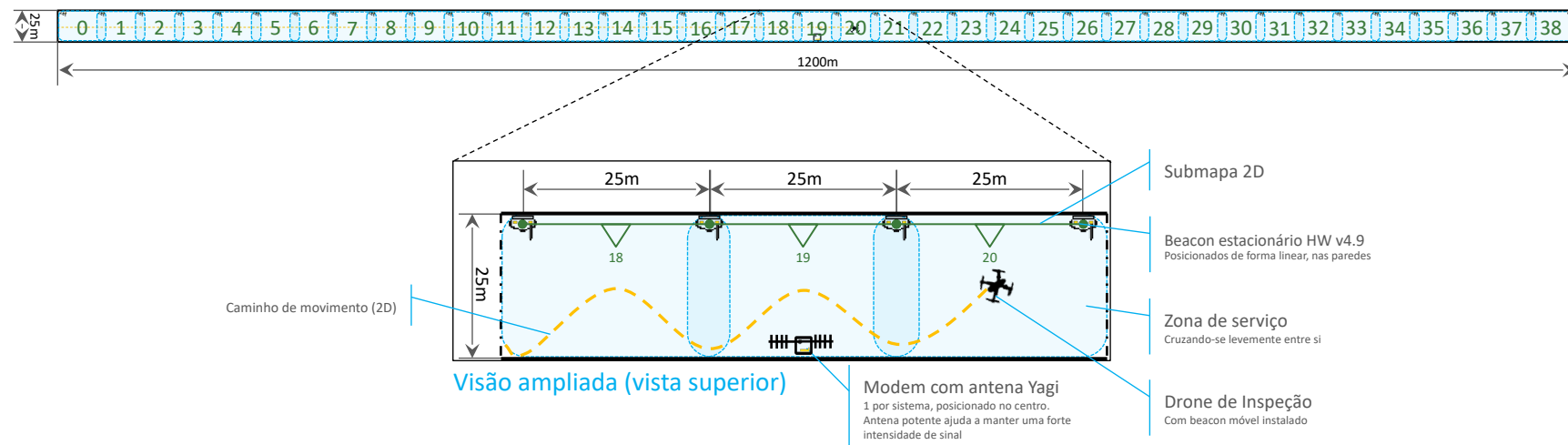
- Projetado para rastreamento de pessoas ou robôs no escritório
- Esta configuração específica suporta 2D
- Em um submapa, a frequência de cada beacon não deve se repetir (por exemplo, não pode haver dois beacons de 31kHz, 37kHz, etc. em um mesmo submapa)
- Consulte o Manual de Operação para mais detalhes sobre o TDMA (Capítulo 6.2)
- Consulte o vídeo de Ajuda sobre Submapas
- Consulte o vídeo de demonstração do TDMA no Museu
- Consulte o vídeo de rastreamento de 4 trabalhadores de armazém

Configurações do TDMA:

- Comprimento da sequência TDMA = 3
- Posição TDMA na sequência:
 - Submapa 0, 2, 4, 6 = 0
 - Submapa 1, 3, 5, 7 = 1
 - Submapa 8, 9, 10, 11 = 2

11: Túnel 1200x25m, inspeção autônoma (NIA ou IA, 2D)

Vista geral (vista superior)



Configuração:

- [Non-Inverse Architecture \(NIA\) ou Inverse Architecture \(IA\)](#):
 - 40 x Super-Beacon estacionário (com 8 frequências para IA)
 - 1 x Modem HW v5.1
 - N x Super-Beacon como beacon móvel

Observações:

- Projetado para inspeção autônoma de túneis
- No IA, em um submapa, a frequência de cada beacon não deve se repetir (por exemplo, não pode haver dois beacons de 31kHz, 37kHz, etc. em um mesmo submapa)
- Consulte o Manual de Operação para mais detalhes (capítulo TDMA)
- Confira o Vídeo de Ajuda sobre Submapas



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como
posicionar beacons

12: Rastreamento em tempo real: reduzindo o atraso

Use esta instrução se precisar do menor atraso possível

1. Desligue o Real-time player

- O Real-time player é um recurso que torna o caminho de rastreamento mais suave. Como ele olha para trás e para frente, há um pequeno atraso. Desligue-o se precisar de menos atraso. Defina o Real-time player como 0/0 ou desative-o. Defina a janela de Real-time Averaging nas configurações do Modem como 0 em vez do padrão 4

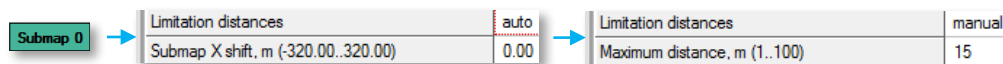
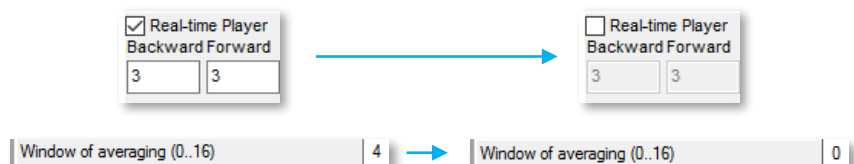
2. Mova o perfil de rádio para uma velocidade maior => 500kbps em vez do padrão 38kbps

3. Alterar a limitação de distâncias

- Vá para as configurações do submapa e altere de Auto para Manual e defina-o como a maior distância entre o beacon móvel e os beacons estacionários no submapa - 10-15m - o que você tiver. A latência será 1,2..1,5/Taxa de atualização, ou seja, para uma taxa de atualização ultrassônica de 16Hz, você terá ~100ms de latência

4. Use fusão IMU + ultrassônica.

- Assim que você tiver uma taxa de atualização de localização de 4-8Hz ou mais, a fusão de sensores funciona bem e você terá uma taxa de atualização resultante de 100Hz e latência em torno de 12-15ms

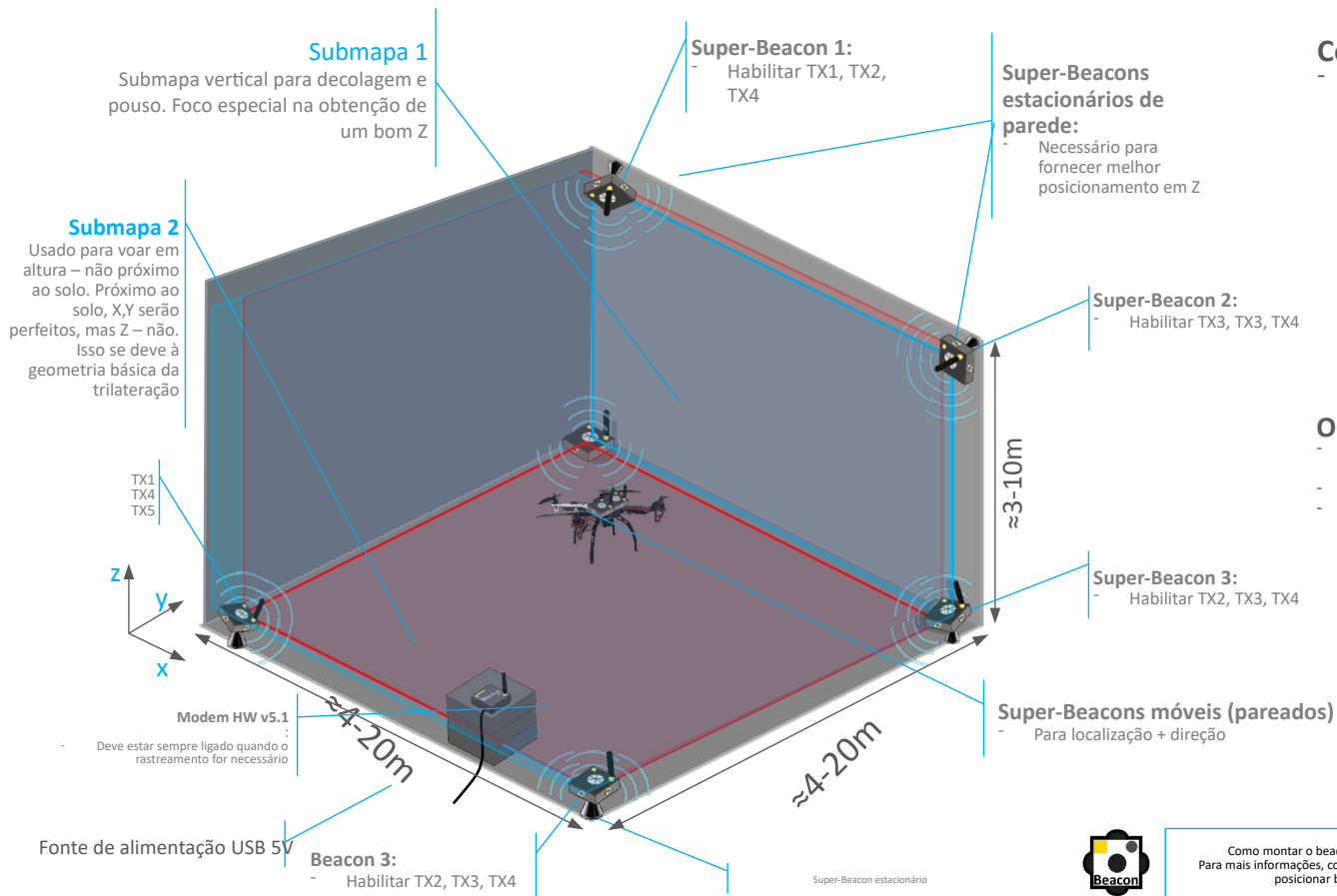


Observação:

- Confira nosso artigo: <https://marvelmind.com/download/> => [Como aumentar a taxa de atualização de localização?](https://marvelmind.com/download/)

Configurações avançadas

13: "Z" estável para drones – configurações e recomendações



Configuração:

- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon:](#)
 - 6 x Super-Beacon estacionário
 - 1 x Super-Beacon móvel (Ou 2 Super-Beacons móveis para suportar o recurso Paired Beacon – você obterá localização + direção)
 - 1 x Modem HW v5.1

Observações:

- Projetado para drones autônomos voando em ambientes internos e bom rastreamento de Z em todas as alturas
- Suporta 3D (X,Y,Z) + N redundância
- Ajuda detalhada em vídeo: Ajuda: Coordenadas Z para cópteros



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como posicionar beacons

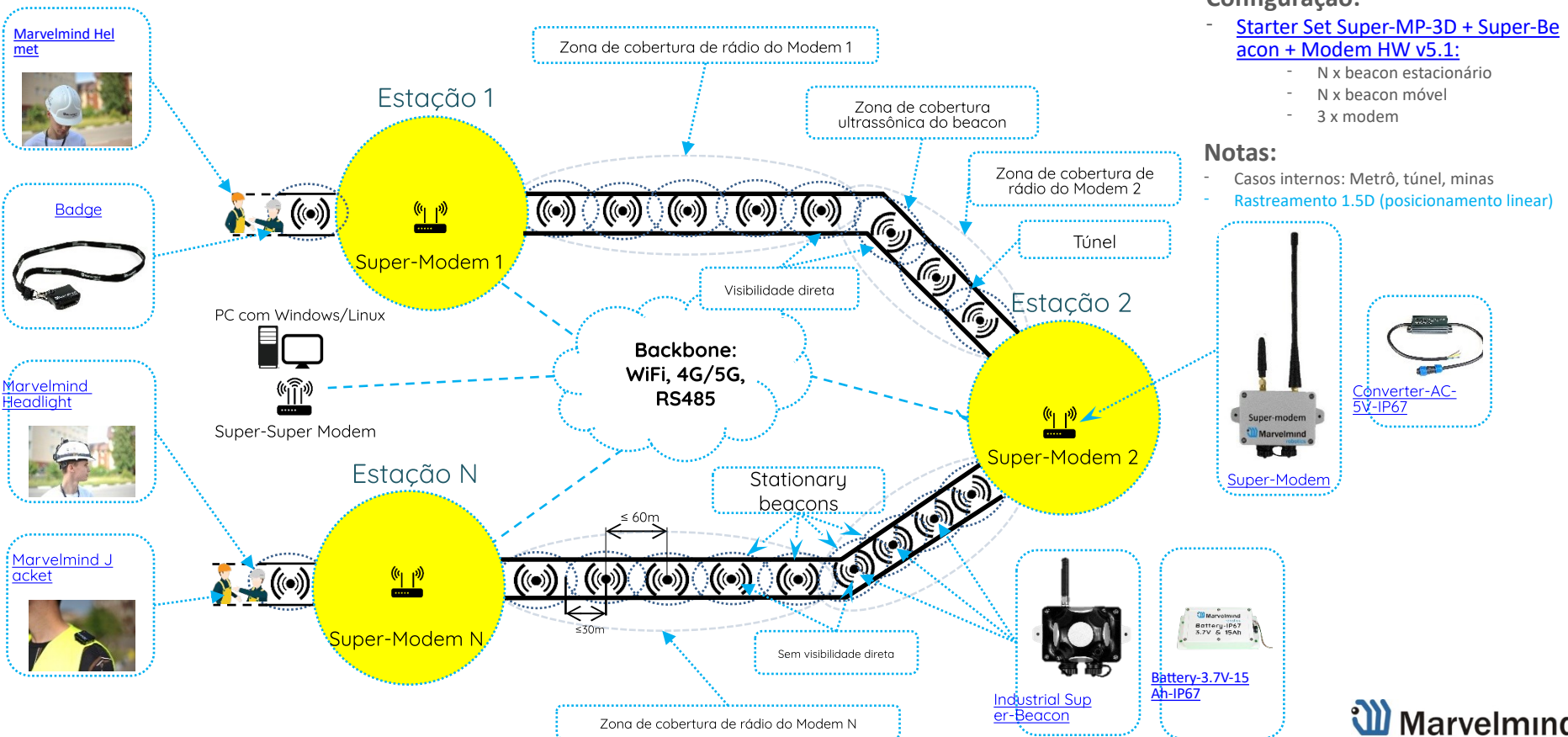
14a: Multi-modem 1.5D – para redes muito grandes

Configuração:

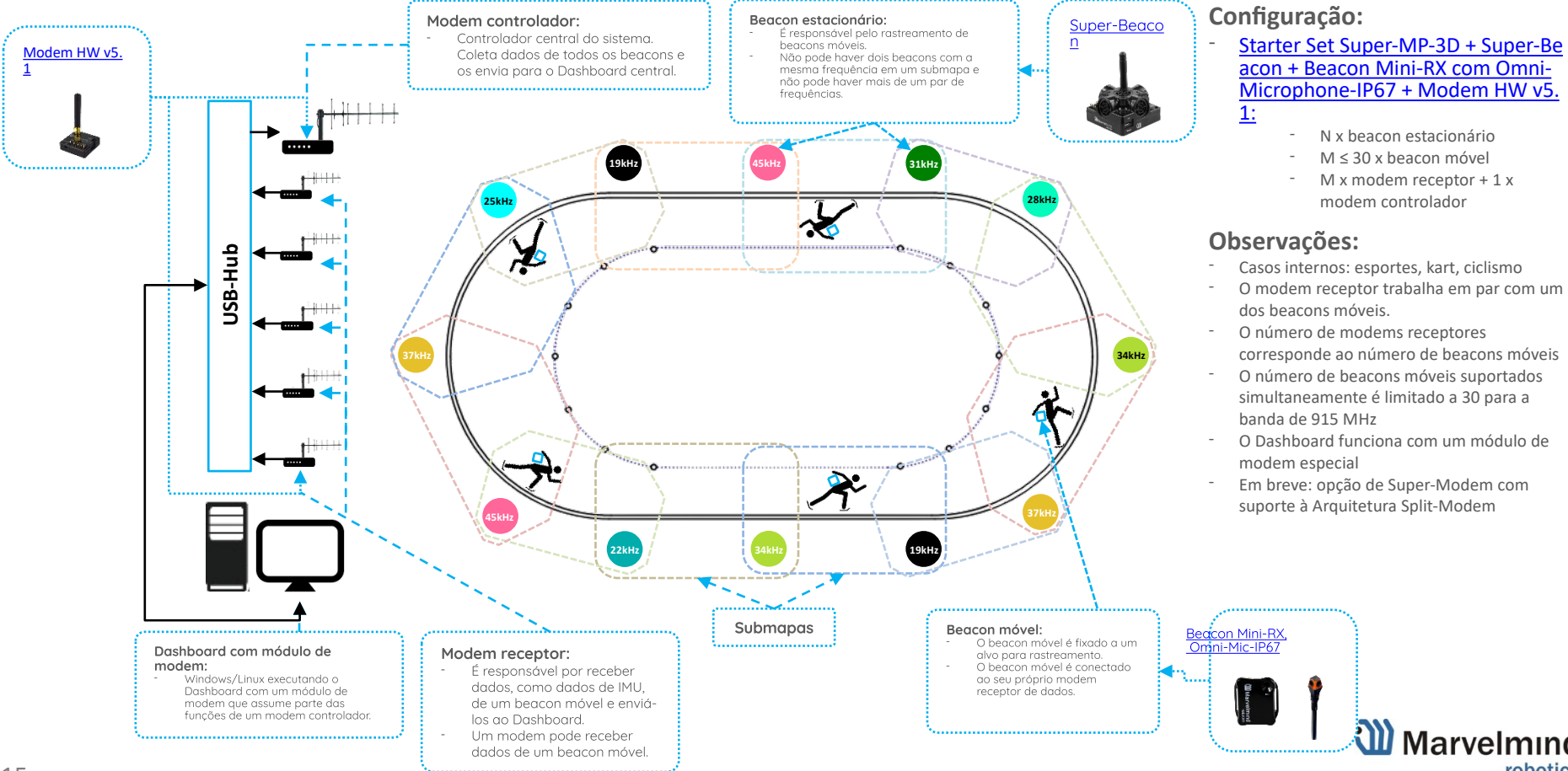
- [Starter Set Super-MP-3D + Super-Beacon + Modem HW v5.1:](#)
 - N x beacon estacionário
 - N x beacon móvel
 - 3 x modem

Notas:

- Casos internos: Metrô, túnel, minas
- [Rastreamento 1.5D \(posicionamento linear\)](#)



14b: Arquitetura Split-Modem – para objetos em movimento rápido



15a: Rastreamento em área de 30x30m

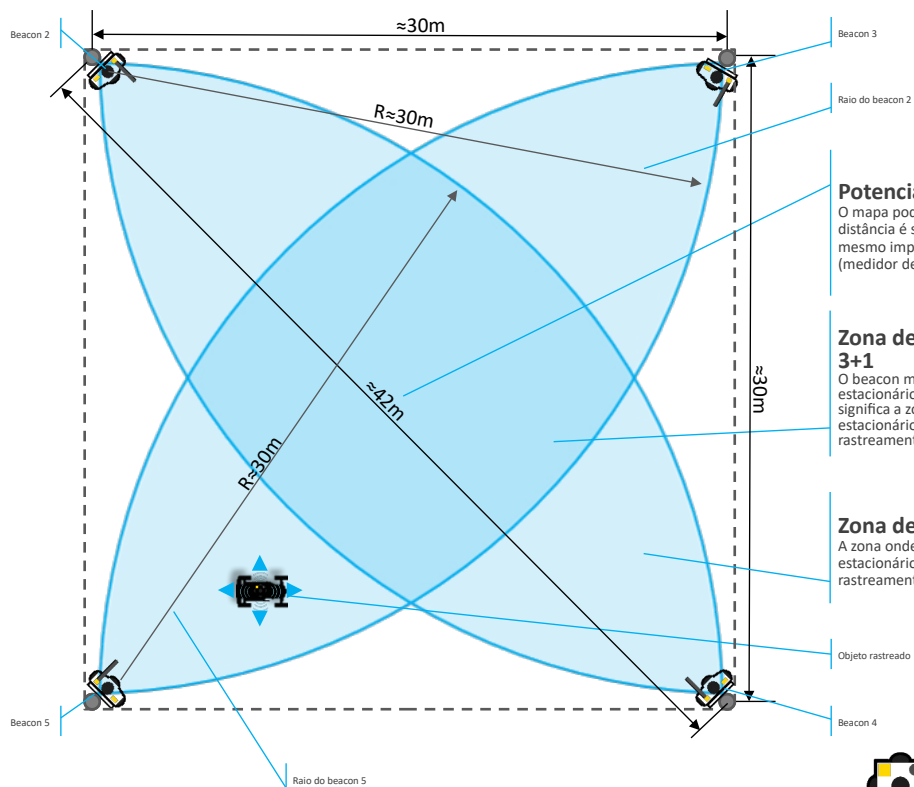
Os próximos slides fornecem instruções para configuração e montagem do sistema para cobrir uma área aberta de 30x30m.

Possui diferentes configurações:

1. [2D \(x, y\)](#)
2. [3D \(x, y, z\)](#)

Escolha uma que atenda aos seus requisitos.

15b: Rastreamento em área de 30x30m - zonas



Potencialmente, distância muito longa

O mapa pode ser construído automaticamente, mas como a distância é superior a 30m, pode ser complicado ou até mesmo impossível. Neste caso, use outras formas de medi-la (medidor de distância a laser, trena, etc.)

Zona de rastreamento com redundância 3+1

O beacon móvel deve ser visto por pelo menos 3 beacons estacionários. Zona de rastreamento com redundância 3+1 significa a zona em que o beacon móvel é visto por 4 beacons estacionários. E se um deles for bloqueado, você ainda terá rastreamento 3D (x, y, z) estável

Zona de rastreamento sem redundância

A zona onde o beacon móvel é visto por 3 beacons estacionários. Se um dos beacons for bloqueado – o rastreamento ficará saltando

Configuração:

- Starter Set Super-MP-3D:

- 4 x Super-Beacon estacionários com frequências diferentes dentre 8 (19kHz, 22kHz, 25kHz, 31kHz, 34kHz, 37kHz, 45kHz)
- 1 x Super-Beacon móvel
- 1 x Modem HW v5.1
- 4 x Omni-Microphone-IP67 (Recomendado)

Observações:

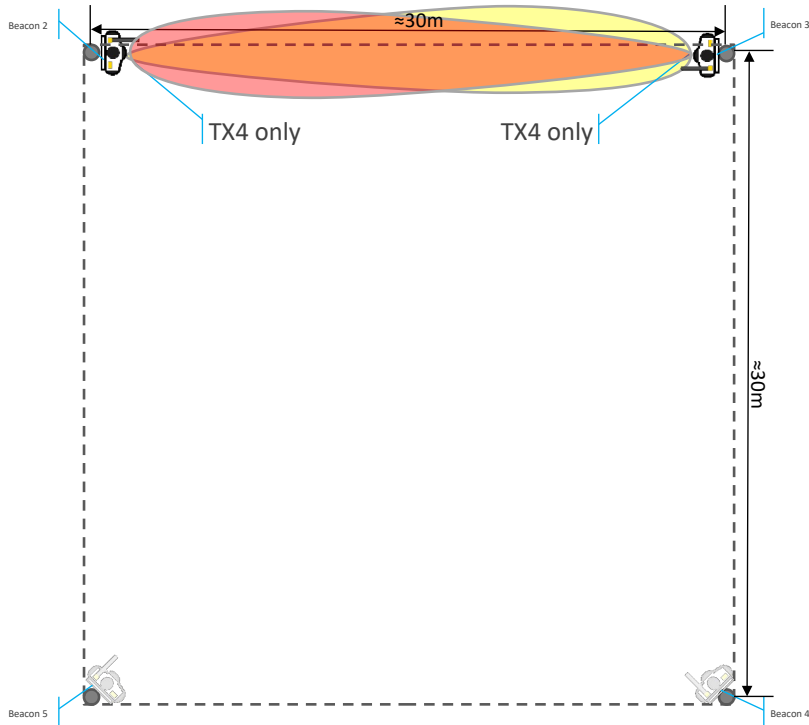
- Suporta 3D (X,Y,Z) + 1 redundância
- Suporta 2D (X, Y)

[Veja as instruções nos próximos slides](#)



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como posicionar beacons

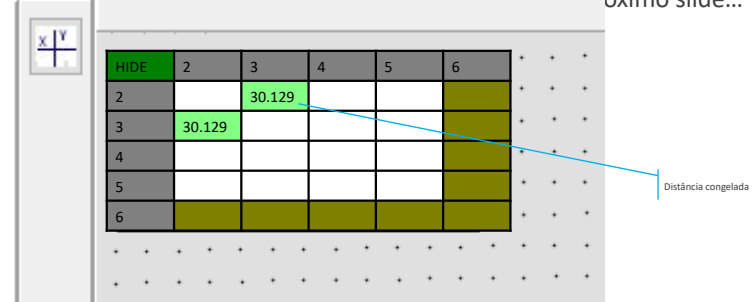
15.1: Passo 1: Construindo o mapa de distâncias (2, 3)



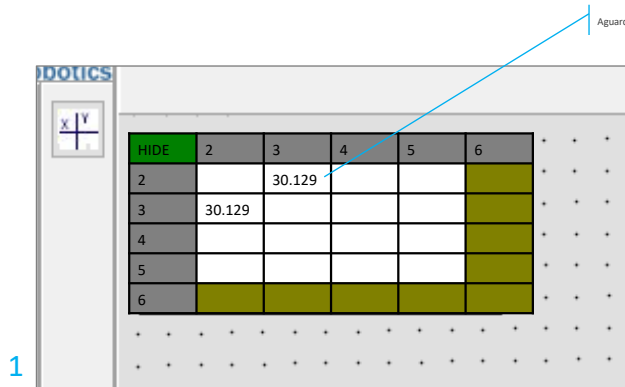
Encontrando a distância entre o beacon 2 e o beacon 3

- Posicione os beacons de frente um para o outro (voltados para o sensor TX4) (para mais informações, consulte nosso vídeo de Ajuda: Diagrama do microfone)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos = 50
- Defina a zona de serviço

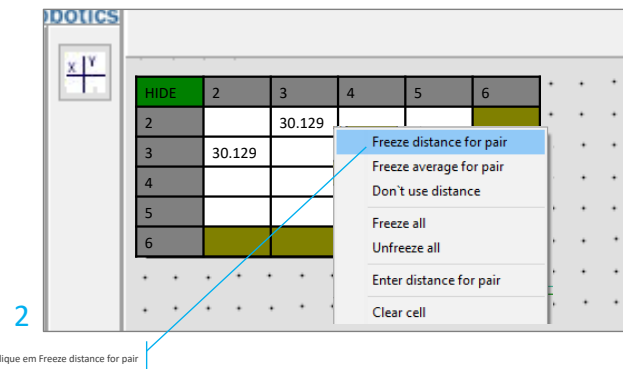
ROBOTICS



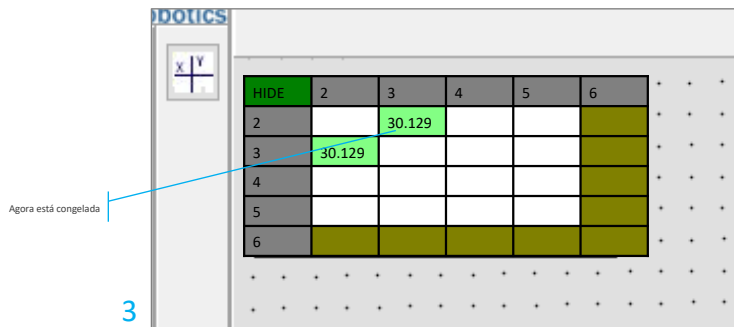
15.1a: Como congelar a distância para o par



Aguarde até que a aba de distância fique branca -> Clique com o botão direito do mouse na aba de distância

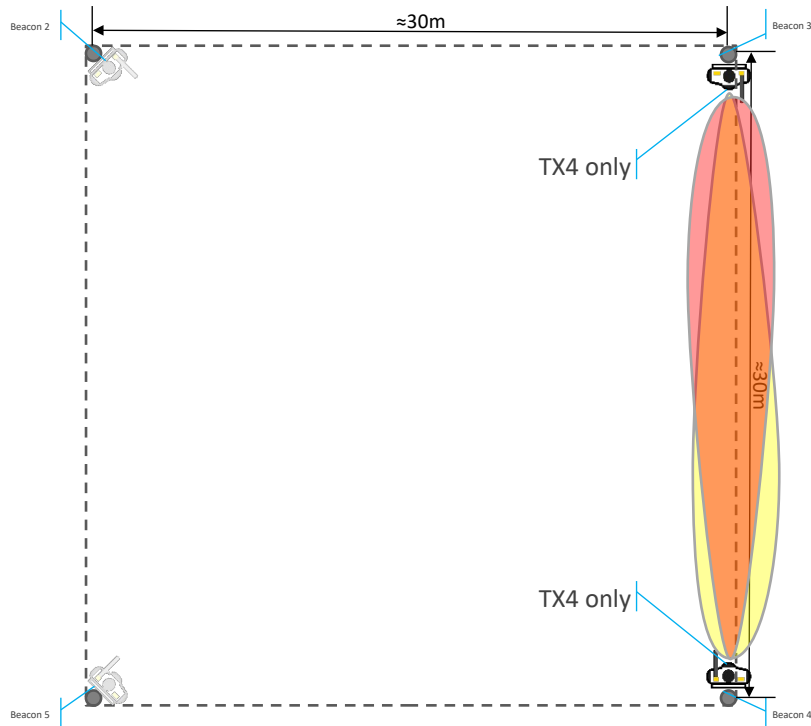


Clique em Freeze distance for pair



Agora está congelada

15.2: Etapa 2: Construindo o mapa de distâncias (3, 4)



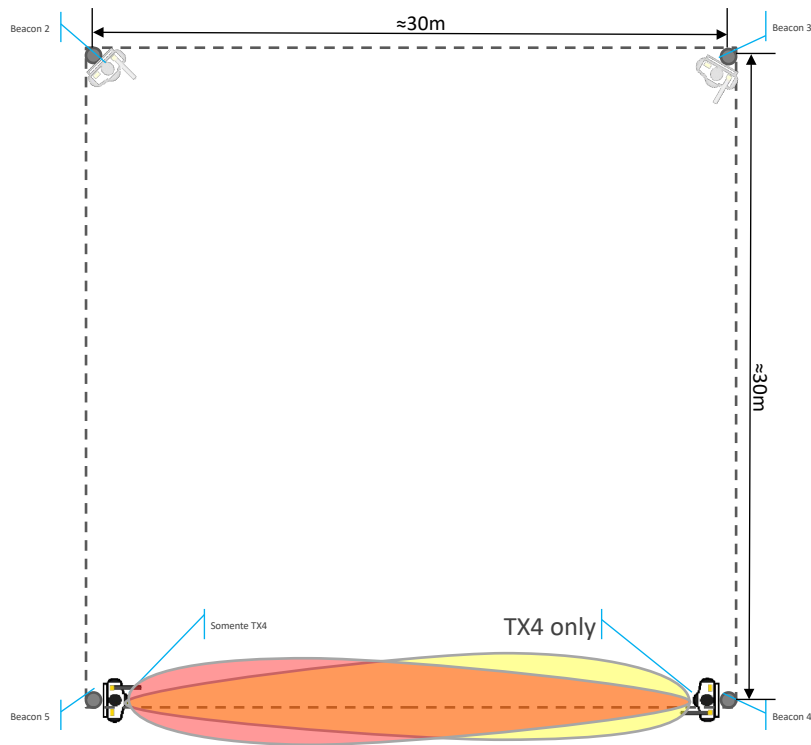
Encontrando a distância entre o beacon 3 e o beacon 4

- Posicione os beacons de frente um para o outro (voltados para o sensor TX4)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos como 50
- Não esqueça de remover todas as limitações de distância (cerca de 45m)
- Congele a distância. Veja como fazer isso neste slide...

DOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124			
5					
6					

15.3: Etapa 3: Construindo o mapa de distâncias (4, 5)



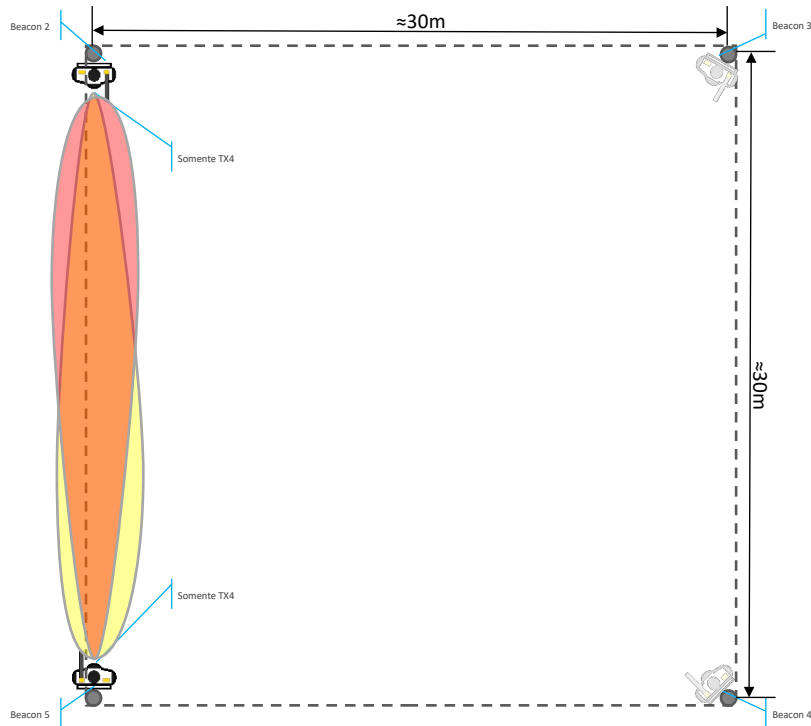
Encontrando a distância entre o beacon 4 e o beacon 5

- Posicione os beacons um de frente para o outro (com o sensor TX4 voltado para o outro)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos para 50
- Não se esqueça de remover todas as limitações de distâncias (cerca de 45m)
- Congele a distância. Veja como fazer isso neste slide...

The screenshot shows a software interface with a coordinate system icon (x, y) and a table of distance measurements. The table has columns labeled 'HIDE', '2', '3', '4', '5', and '6'. The rows are numbered 2 through 6. The values in the table are:

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129			
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5			30.127		
6					

15.4: Etapa 4: Construindo o mapa de distâncias (2, 5)



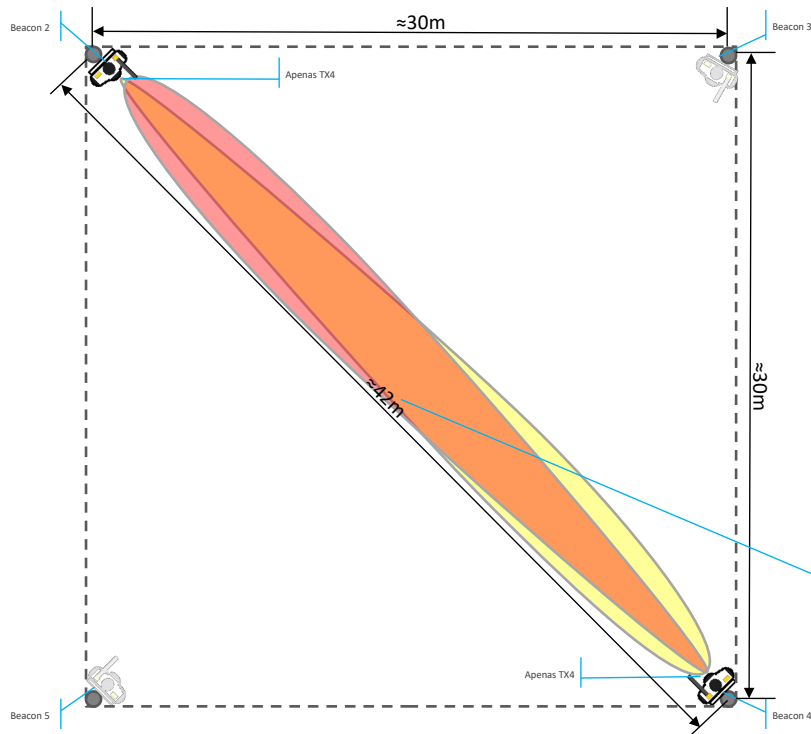
Encontrando a distância entre o beacon 2 e o beacon 5

- Posicione os beacons de frente um para o outro (sensor TX4 voltado)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos para 50
- Não se esqueça de elevar todas as limitações de distância (cerca de 45m)
- Congele a distância. Para saber como fazer isso, veja este slide...

ROBOTICS

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129		30.125	
3	30.129		30.124		
4		30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

15.5: Etapa 5: Construindo o mapa de distâncias (2, 4)



Encontrando a distância entre o beacon 2 e o beacon 4

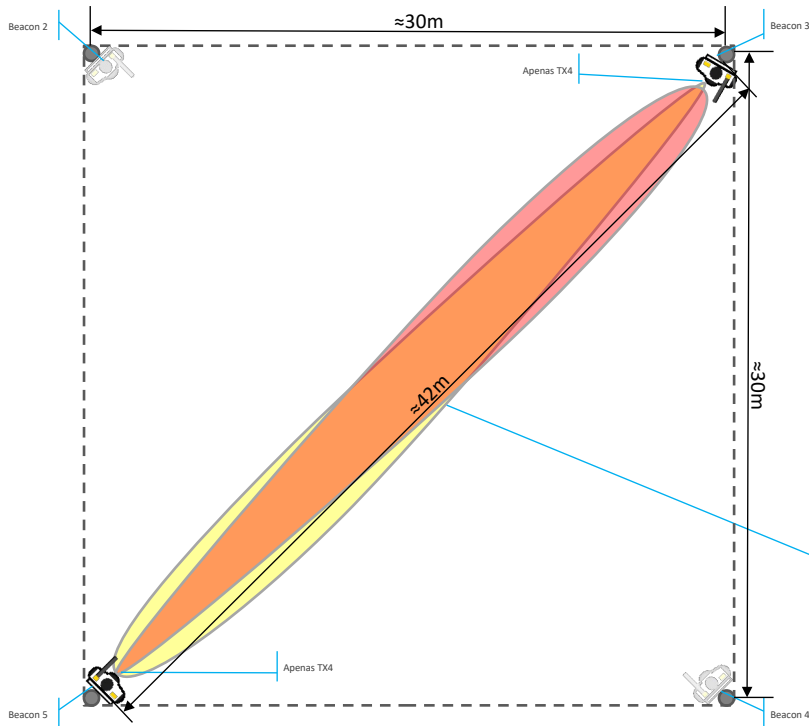
- Posicione os beacons de frente um para o outro (sensor TX4 voltado)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos para 50
- Não se esqueça de remover todas as limitações de distâncias (cerca de 45m)
- Congele a distância. Veja como fazer isso neste slide...

A captura de tela mostra uma interface de software com uma tabela de dados. A tabela tem 6 colunas e 6 linhas. A primeira coluna é rotulada 'HIDE'. Os dados na tabela são:

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124		
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125		30.127		
6					

O mapa ainda pode ser construído automaticamente, mas como a distância é superior a 30m, pode ser complicado. Neste caso, utilize outras formas de medi-la (medidor de distância a laser, trena, etc.). Em seguida, insira manualmente

15.6: Passo 6: Construindo o mapa de distâncias (3, 5)



Encontrando a distância entre o beacon 3 e o beacon 5

- Posicione os beacons voltados um para o outro (com o sensor TX4 voltado para frente)
- Ligue apenas o sensor TX4
- Defina o número de períodos como 50
- Não se esqueça de elevar todas as limitações de distâncias (cerca de 45m)
- Congele a distância. Como fazer isso, veja neste slide...

Interface de software de robótica mostrando uma grade de medições de distância entre beacons. A grade tem 6 linhas e 6 colunas. As células contêm valores numéricos de distância em metros.

HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125	
3	30.129		30.124	42.319	
4	42.321	30.124		30.127	
5	30.125	42.319	30.127		
6					

O mapa ainda pode ser construído automaticamente, mas como a distância é superior a 30m, pode ser complicado. Neste caso, utilize outras formas de medição (medidor de distância a laser, trena, etc.). Em seguida, insira manualmente

15.6a: Entrada manual de distância

Clique com o botão direito do mouse na aba de distância

1

robotics

HIDE	2	3	4
2		21.300	
3	21.300		
4	0.225	0.225	

- Unfreeze distance for pair
- Freeze all
- Unfreeze all
- Enter distance for pair
- Clear cell

X=21.300

3

2

robotics

HIDE	2	3	4
2		21.300	
3	21.300		
4	0.222	0.222	

- Unfreeze distance for pair
- Freeze all
- Unfreeze all
- Enter distance for pair
- Clear cell

X=21.300

3

Clique em Enter distance for pair

3

Enter distance

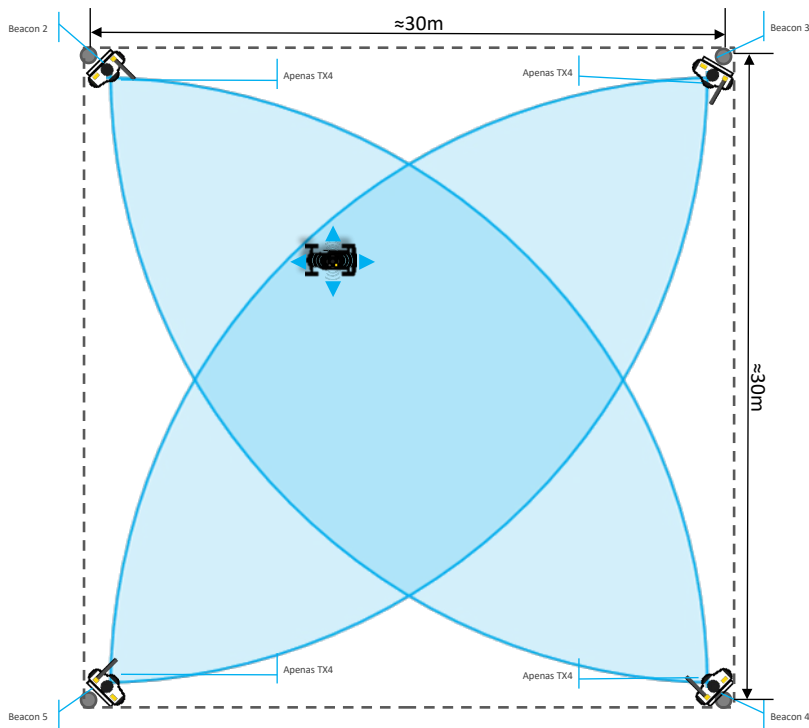
Enter distance (meters)

21.300

OK Cancel

Insira a distância

15.7: Passo 7(a): A configuração final (rastreamento 3D)



Configuração final para 3D

- Oriente os beacons para o centro
- Ligue somente o sensor TX4 – você terá a maior sensibilidade e a maior resistência a ruídos provenientes de outras direções
- Congele o mapa

DOUCS

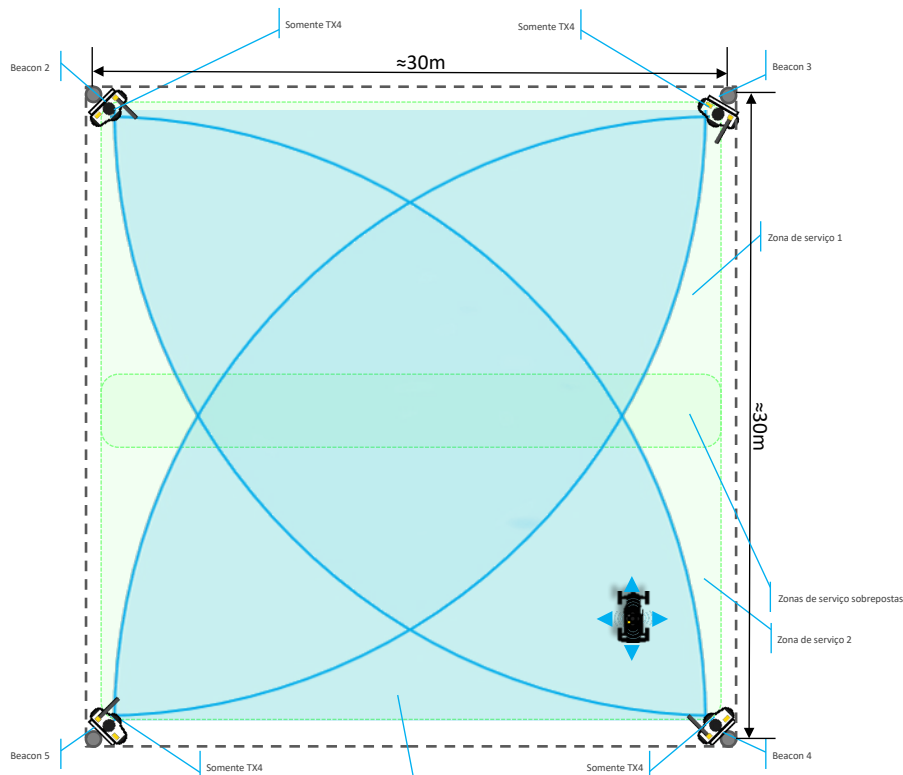
HIDE	2	3	4	5	6
2		30.129	42.321	30.125				
3	30.129		30.124	42.319				
4	42.321	30.124		30.127				
5	30.125	42.319	30.127					
6								

Agora, concluímos a instalação e a configuração.

Isso nos deu a oportunidade de rastrear em uma grande área no modo 3D (x, y, z) com redundância 3+1 em alguma zona.

A zona de rastreamento não é realmente limitada a 30 m, mas dentro de 30 m ela é mais confiável, estável e segura.

15.8: Passo 7(b): A configuração final (rastreamento 2D)



Maior cobertura

Como podemos ver, a área de rastreamento da configuração 2D é maior, mas não fornece Z (altura) nem redundância. Escolha a configuração que melhor se adequa ao seu caso

Configuração final para 2D

- Oriente os beacons para o centro (voltados para o sensor TX4)
- Ligue somente o sensor TX4 (outra opção é ligar TX1, TX2, TX3. Depende da situação)
- Construa dois submapas. Vídeo sobre construção de submapas
- Rastreie robôs, pessoas, carros autônomos e qualquer outra coisa

Agora, concluímos a instalação e a configuração.

Isso nos deu a oportunidade de rastrear em uma grande área no modo 2D (x, y).

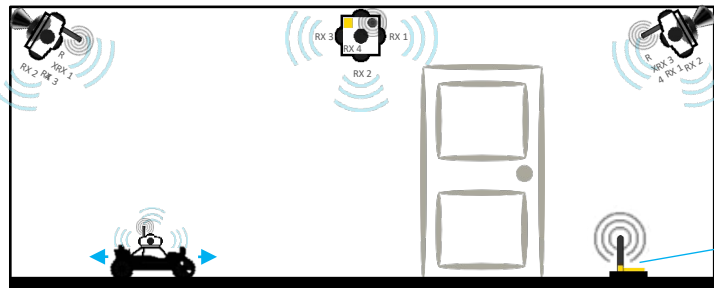
A zona de rastreamento possível em 2D é maior do que em 3D – veja as zonas azuis, mas não possui medição do eixo Z nem redundância.

A zona de rastreamento não é realmente limitada a 30 m, mas dentro de 30 m ela é mais confiável, estável e segura.

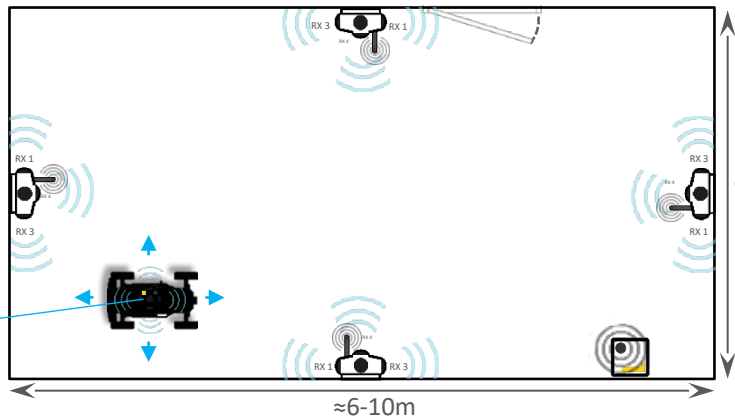
Configurações legadas

16: Starter Set HW v4.9 – instalação 3D simples

Vista lateral



Vista superior



Beacon HW v4.9

- Instalado em uma empilhadeira/robô ou pessoa

Beacon estacionário HW v4.9

- Deve ser posicionado em paredes ou no teto – para minimizar sombras na cobertura ultrassônica
- Habilite apenas os sensores necessários – para melhorar a sensibilidade e a imunidade a ruídos externos. Cada sensor tem feixe de $\sim 90^\circ$

Modem HW v4.9

- Deve estar sempre ligado quando o rastreamento for necessário
- Pode ser posicionado a dezenas ou centenas de metros de distância dos beacons, dependendo da antena e do RSSI resultante

Sala

- Comece com um mapa de tamanho médio de 6x4 a 6-10 m ou semelhante
- O tamanho máximo do mapa para o Starter Set é de até 1000 m²

≈4-6m

≈6-10m



Como montar o beacon estacionário
Para mais informações, consulte a Ajuda: como posicionar beacons

Configuração:

[Starter Set – HW v4.9:](#)

- 4 x Beacon estacionário HW v4.9
- 1 x Beacon HW v4.9
- 1 x Modem HW v4.9

Notas:

- Projetado para avaliação rápida e geral do "GPS" Interno Preciso ($\pm 2\text{cm}$)
- Suporta 3D (X,Y,Z) + 1 redundância, por exemplo:
 - Uma empilhadeira e armazém
 - Um robô sobre rodas
 - Um drone
 - Uma pessoa
 - Rastreamento de um capacete de VR
- Fora de produção, mas ainda disponível para compra. Recebe apenas atualizações de SW para correção de bugs.

17: Contatos

- <https://marvelmind.com/help/>
- [Canal do Marvelmind no YouTube](#)
- [FAQ](#)
- Para suporte adicional, envie suas dúvidas para info@marvelmind.com