



ESCOLA NAVAL

ta sãnto de biefaire



MESBAH HOUARI

***DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MULTIPLA DE PESSOAL E MATERIAL
POR RFID NOS NAVIOS DA MARINHA***

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências Militares Navais,
na especialidade de Engenheiros Navais Ramo de Armas e Eletrónica**



Alfeite

2015



Mesbah Houari

***DETECÇÃO E IDENTIFICAÇÃO MULTIPLA DE PESSOAL
E MATERIAL POR RFID NOS NAVIOS DA MARINHA***

**Dissertação para obtenção do grau de Mestre em Ciências
Militares Navais, na especialidade de**

[Engenheiros Navais Ramo de Armas e eletrónica]

Orientação de: Professor Doutor António Alves Moreira

Co-orientação de: CFR EN-AEL Fernando Jorge Ribeiro Correia

O Aluno Mestrando

O Orientador

[Mesbah Houari]
Moreira]

[Professor António Alves

AGRADECIMENTOS

RESUMO

ABSTRACT

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Motivação | 2 |
| 1.2. Objetivos | 2 |
| 1.3. Estrutura do documento | 3 |
| 2. Sistemas De Identificação por Rádio-Frequência - RFID | 4 |
| 1.1. Resumo histórico | 4 |
| 2.2. Componentes de um sistema RFID | 7 |
| 2.2.1. Tipos de tags | 9 |
| 2.2.2. Comparação entre tags passivas VS ativas | 16 |
| 2.2.3. Armazenamento | 17 |
| 2.3. Frequências de operação e potências máximas | 19 |
| 2.4. Influência no tipo de construção de antenas nas tags | 24 |
| 2.5. Influência na distância de penetração em objetos | 26 |
| 2.6. Perdas de propagação | 27 |
| 2.7. influência dos outros equipamentos no funcionamentos do RFID | 27 |
| 2.8. Exemplos de aplicações existentes | 28 |
| 2.8.1. Monitorização da recolha de lixo usando RFID: | 28 |
| 2.8.2. Prioridade de acessos de veículos de serviço | 29 |

| | |
|---|----|
| 2.8.3. Lar para vida assistida de idosos melhora em segurança..... | 29 |
| 2.9. Exemplos do material de identificação no mercado: | 30 |
| 2.9.1. Motorola FX-7400 | 31 |
| 2.9.2. Alien | 31 |
| 2.9.3. Caen..... | 32 |
| 2.9.4. Sirit Infinity | 34 |
| 2.10. Conclusões sobre as características dos sistemas RFID | 34 |
| 3. Testes em âmbito simulado e solução proposta | 36 |
| 3.1. Introdução..... | 36 |
| 3.2. Configuração proposta | 36 |
| 3.3 Testes preliminares sobre a viabilidade do sistema (uma pessoa) | 37 |
| 3.2.1. Resultados..... | 43 |
| 3.2.2. Testes preliminares para múltipla captação..... | 44 |
| 3.2.3. Conclusões | 45 |
| 4. TESTES EM AMBIENTE REAL E DISCUSSÃO DE RESULTADOS..... | 49 |
| 4.1. Introdução | 49 |
| 4.2. Requisitos de Implementação | 50 |
| 4.3. Testes..... | 51 |
| 4.3.1 testes no corredor | 51 |
| 4.3.2 Testes no tronco de escadas..... | 57 |

| | |
|---|----|
| 4.3.3 Testes nos compartimentos | 58 |
| 4.3.4 testes de deteção múltipla | 59 |
| 4.4. Resultados | 61 |
| 4.4.1. Corredor - testes 1 a 46..... | 62 |
| 4.4.2. Tronco de escadas – testes 47 a 50 | 65 |
| 4.4.3. Compartimentos – testes 51 a 60 | 66 |
| 4.4.4. Deteção múltipla - testes 61 a 66 | 68 |
| 4.5. Discussão do resultado | 69 |
| 5. Conclusões..... | 70 |
| Bibliografia | 73 |
| Anexos | 75 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|-----------|
| Tabela 1- Evolução da RFID [4]..... | 7 |
| Tabela 2- Tabela de comparação entre tags passivas e ativas | 16 |
| Tabela 3- Tabela demonstrativa das bandas do funcionamento do RFID..... | 20 |
| Tabela 4- Distância de penetração em materiais comuns..... | 26 |
| Tabela 5- tabela dos testes e respectivos parâmetro | 42 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Resumo histórico dos sistemas RFID | 6 |
| Figura 2- Arquitetura e nomenclatura de um sistema RFID | 8 |
| Figura 3-tipos de fontes de energia e método de transmissão de sinal associado | 9 |
| Figura 4- Cartões com RFID passiva embebida..... | 10 |
| Figura 5- componentes duma tag passiva UHF (Alien tecnologia modelo 9238)..... | 11 |
| Figura 6- Componente básicos do microchip | 11 |
| Figura 7- vários tipos de Antenas para tags UHF | 12 |
| Figura 8- Exemplos de tags ativos | 13 |
| Figura 9- Componentes de um tag ativo | 14 |
| Figura 10- Componente de um tag semi-passiva..... | 16 |
| Figura 11- Regiões com as mesmas regulamentações RFID | 19 |
| Figura 12- Bandas de frequência e Potências máximas permitas por frequência | 22 |
| Figura 13- Tipos de comunicação de um sistema RFID | 23 |
| Figura 14- Acoplamento indutivo (13.56 MHz, antena com 50 cm de diâmetro) e Acoplamento radiativo (900 MHz), com a potência e tempos de atraso associado (Dobkin, 2008, p26) | 24 |
| Figura 15- Exemplos de tags para diferentes bandas de operação..... | 25 |
| Figura 16- Monitorização da recolha de lixo recorrendo a RFID | 28 |
| Figura 17- A tag RFID passiva afixada no pára-brisas, a antena e a pista de saída automática..... | 29 |

| | |
|---|-----------|
| Figura 18- residente usa uma tag wireless AeroScout para pedir ajuda | 30 |
| Figura 19- Equipamento Motorola FX-7400 | 31 |
| Figura 20- Antenas, reader e tags Alien (UHF)..... | 32 |
| Figura 21- Reader de pequenas dimensões da Caen..... | 33 |
| Figura 22- Reader da Caen R4300 | 33 |
| Figura 23- Antena da Infinity 510 | 34 |
| Figura 24- Representação da sala e respetivos dimensões | 39 |
| Figura 25- Testes na sala com duas antenas | 40 |
| Figura 26- Testes no corredor com uma antena só | 41 |
| Figura 27- Testes no corredor com duas antena (circuito fechado) | 41 |
| Figura 28- Testes no corredor com duas antena (circuito aberto) | 42 |
| Figura 29- Testes de captação múltipla..... | 44 |
| Figura 30- Representação do corredor principal, de zonas estanques e tronco de escadas do NRP "Viana do Castelo" | 47 |
| Figura 31- esquema explicativo da solução proposta para zonas no interior do navio | 48 |
| Figura 32- esquema explicativo do modelo de implementação nos espaços exteriores do navio | 49 |
| Figura 33- esquema esplecativo dos testes 1 a 12 | 52 |
| Figura 34- esquema espelcativo dos testes 13 a 24 | 52 |
| Figura 35- Substituição do boné pelo capacete | 53 |

| | |
|--|-----------|
| Figura 36- Testes de verificação da leitura das antenas para atras..... | 54 |
| Figura 37- esquema explicativo dos testes 37 a 40 | 55 |
| Figura 38- Testes com duas antenas no meio de corredor | 56 |
| Figura 39- Esquema explicativo do teste 46 | 57 |
| Figura 40- As duas posições da antena no tronco de escadas | 57 |
| Figura 41- Esquema explicativo dos testes 51 a 58..... | 58 |
| Figura 42- Esquema explicativo do teste n° 59 | 59 |
| Figura 43- Esquema explicativo do teste 62..... | 60 |
| Figura 44- Esquema explicativo do teste 64..... | 60 |
| Figura 45- Esquema explicativo do teste 65..... | 61 |
| Figura 46- Resultado padrão dos testes 1 a 12 | 62 |
| Figura 47- Resultado padrão dos testes 25 a 32 onde foi substituído o boné pelo capacete | 63 |
| Figura 48- Resultado padrão dos testes. 37 a 40 | 64 |
| Figura 49- Esquema explicativo do resultado obtido no uso de duas antena uma em cada compartimento..... | 65 |
| Figura 50- Resultado padrão dos testes realizados no tronco escadas com antena no teto | 66 |
| Figura 51- Resultado padrão dos testes realizado no compartimentos de forma L.. | 67 |
| Figura 52- Esquema explicativo de solução para compartimentos deste tipo | 68 |

LISTA DE ACRÓNIMOS

- AIDC Automatic Identification and Data Capture
- AIM Association for Automatic Identification and Mobility
- AM Amplitude Modulation
- Auto-ID Automatic Identification
- BAP Battery-assisted passive tags
- BIR Brigadas de Intervenção Rápida
- C2 Comando e Controlo
- EAN European Article Number
- EAS Electronic Article Surveillance
- EN Escola Naval
- FET Field-Effect Transistor
- FSK Frequency shift Keying
- HF High-Frequency
- IFF Identification Friend or Foe
- ISO International Organization for Standardization
- LF Low-Frequency
- OCR Optical Character Recognition

PL Path Loss

PSK Phase-shift Keying

QAM Quadrature Amplitude Modulation

RADAR Radio Detection And Ranging

RFID Radio Frequency Identification

SRD Short-Range Radio Devices

Transponder Transmitter-responder

UHF Ultra-High-Frequency

UID Unique Identification

UPC Universal Product Code

1. Introdução

O elevado desenvolvimento tecnológico dos últimos anos tem trazido à luz do dia cada vez maior e mais complexos desafios. O mundo das telecomunicações necessita constantemente de novas técnicas e tecnologias, tal a ânsia das pessoas em obter os melhores meios de comunicação, mais modernos e com maiores capacidades (quase ilimitadas). Qualquer pessoa usa, sem se aperceber, uma panóplia de instrumentos de comunicação, desde o mais simples e vulgar telefone ao mais complexo e sofisticado telemóvel de tamanho consideravelmente reduzido. Nas grandes empresas e em corporações de agentes governamentais, essa ânsia por mais e melhores meios de comunicação leva ao ainda mais exigente patamar da localização, pois a posição de cada membro de uma equipa ou a localização de um bem essencial pode ser fulcral para reduzir drasticamente o tempo de uma ação. Esta imposição de rapidez de actos que leva, imperativamente, a uma necessidade absoluta de conhecer a localização de todos os meios necessários a uma determinada tarefa ou trabalho, faz com que as grandes empresas de todo o mundo apostem e direcionem os seus recursos cada vez mais para esta área.

Devido ao crescendo significativo no desenvolvimento e uso de sistemas sem fios, a localização de pessoas e bens começou a ser uma realidade. Não só se pretende localizar pessoas (usando tipicamente para esse processo as redes móveis), como cada vez mais se torna imperativo localizar objetos, mercadorias, meios de transporte e até mesmo animais selvagens, através de sistemas cada vez mais simples e pouco dispendiosos. Desde os mais simples objetos (fixos dentro de uma garagem ou armazém) até aos mais complexos (automóveis ou animais em locais remotos), os sistemas de localização são hoje uma tecnologia apetecida pela indústria eletrónica.

Uma das áreas das telecomunicações que têm dado forte impulso ao desenvolvimento de novos sistemas de localização através de ondas rádio é a Identificação por Rádio Frequência (RFID). Devido à sua enorme capacidade de adaptação a todas as áreas de telecomunicações, esta é, de momento, uma das matérias mais debatidas e pesquisadas, com fortes apoios de todos os sectores da sociedade. O

seu leque de aplicações é tão largo e tão abrangente que existem debates importantes sobre os efeitos e impactos sociais que a forte implementação da RFID poderia criar na sociedade atual. O dia-a-dia de uma pessoa seria com certeza mais simples, mais fácil de gerir e provavelmente mais seguro. Contudo, uma perda significativa de privacidade individual poderia não ser bem encarada por alguns blocos da mesma sociedade.

Existindo um equilíbrio, a utilidade desta tecnologia é inquestionável, o seu crescimento inevitável e a aposta no desenvolvimento de novos, mais pequenos e mais abrangentes dispositivos um desafio a agarrar.

1.1. Motivação

A necessidade da marinha de controlar o pessoal e material nos casos normais e caso de emergência. Esta necessidade implica saber rapidamente, em tempo real ou não, onde se encontra uma determinada pessoa ou um artigo pode reduzir drasticamente o tempo de ação de uma determinada busca. Desta forma, podem ser diminuídos tempos de resposta, refletindo-se no aumento da eficácia.

Os sistemas de identificação e localização do pessoal e material são hoje uma tecnologia apetecida pela indústria eletrónica. Com o desenvolvimento destes sistemas é possível efetuar a gestão dos recursos de um navio integrando esse sistema no sistema do comando e controlo do navio.

Baseado das linhas de orientação em cima descritas, o trabalho desenvolvido para esta dissertação de mestrado, aplica se ao estudo sobre o funcionamento e aplicabilidade dos sistemas de identificação automática, nomeadamente, o sistema de radiofrequência (RFID), a bordo dos navios de patrulha oceânica da classe “Viana do Castelo”.

1.2. Objetivos

Esta dissertação realizada sobre o funcionamento e detecção múltipla do pessoal e material usando um sistema de identificação automática, baseado em identificadores de radiofrequência (RFID) tem como objetivos:

- Propor um modelo de implementação do sistema Por forma a conseguir identificar e analisar um e vários *tags* no mesmo tempo .
- Testar a localização e o desempenho de *tags* colocadas no fardamento dos militares, nomeadamente nos “fatos de embarque” da Marinha;
- Estudar a localização e posicionamento da antena de forma melhorar o desempenho das mesmas
- Identificar o número mínimo de leitores e antenas para otimizar a configuração do sistema, de modo a assegurar a máxima cobertura com custos reduzidos;
- Efetuar os testes nos vários ambientes fechado (salas e corredor do departamento) e fechado metálico (corredores e compartimentos do navio)

1.3. Estrutura do documento

A minha dissertação esta dividida em cinco (5) capítulos:

No primeiro capítulo faz-se a introdução ao contexto em que o tema enquadra, passando a motivação que me levou a escolher este tema.

É fundamental começar por um estudo aprofundado do universo da tecnologia em análise, sendo assim apresentado no capítulo 2 um resumo do “estado da arte” do RFID atual, desde a sua história, constituição do sistema, modos de funcionamento entre outros, de forma a melhor inserir e enquadrar o sistema proposto no meio tecnológico a que se destina.

No capítulo 3 descreve-se a arquitetura do projeto no qual se inclui um conjunto de testes preliminares de forma a identificar e validar a funcionalidade do programa desenvolvido na escola naval,

no capítulo 4 descreve-se a descrição e discussão dos testes realizados nos ambientes diferentes abertos, fechado, fechado metálico.

Finalmente, no capítulo 5 são enunciado as conclusões e perspectivas de trabalho futuro.

2. Sistemas De Identificação por Rádio-Frequência - RFID

Os sistemas de identificação por rádio-frequência, conhecidos também pela sigla inglesa RFID (Radio Frequency Identification) consistem, sucintamente, no armazenamento e envio de informação para circuitos integrados compatíveis por meio de sinais eletromagnéticos em rádio frequência (dobkin,2008). Utilizando o mesmo sistema podemos proceder à identificação, localização e monitorização dos mais diversos itens, sejam estes objetos, pessoas, ou outros.

O desenvolvimento que se tem verificado nesta área permitiu que estes sistemas assumissem um papel primordial na indústria e no comércio. Todavia, a continua evolução destes sistemas tornarão possível a sua aplicação às mais diversas utilizações, como a identificação e localização de objetos dentro de armazéns (minimizando o tempo gasto na procura de pessoas, objetos,etc), , monitorização de pessoas e bens, entre outros. Existem ainda aplicações de RFID a ser usadas em diagnósticos médicos, na indústria química, farmacêutica, têxtil ou em simples lojas de roupas ou bibliotecas.

Existem vários métodos de identificação, mas o mais comum é armazenar um número de série que identifica uma pessoa ou objeto, em um microchip que está ligado a uma antena (o chip e a antena juntos são chamados de transponder RFID ou tag RFID). A antena permite que o chip transmita a informação de identificação a um leitor. O leitor converte as ondas de radio de resposta da tag à interrogação pelo leitor em informações digitais que depois podem ser repassadas a computadores que podem fazer uso delas [RFID jornal,2015].

1.1. Resumo histórico

O RFID encontra-se intimamente coeso ao radar, visto que as tags passivas podem ser comparados aos objetos que o radar tenta encontrar. Quando a tag passiva pode ser encontrada dentro do campo detetável por este sistema, de um determinado leitor este vai receber energia proveniente do leitor. Assim sendo, a energia vinda do leitor vai estimular a tag levando a que esta emita um sinal que poderá ser interpretado pelo leitor. Embora o sinal emitido pela tag não seja o sinal refletido emitido pelo leitor, a ideia geral é a mesma que rege o radar, uma vez que uma emissão de energia leva a que haja um sinal de resposta que pode ser lido por um dispositivo à escuta.

As origens do RFID remontam à Segunda Guerra Mundial. Segundo Mark Roberti (The History of RFID Technology, 2006), a utilização da tecnologia RADAR (Radio Detection And Ranging – detecção e telemetria por radiofrequência) por parte dos países beligerantes, era usada principalmente para detectar aeronaves em aproximação dos seus territórios. No entanto, esta tecnologia não permitia distinguir se as aeronaves em aproximação eram amigas ou inimigas.

Os pilotos alemães quando faziam a viagem de regresso às suas bases, efectuavam uma rotação completa com o avião, alterando assim o padrão das ondas eletromagnéticas refletidas para as antenas de radar em terra. Com este método, os operadores alemães do radar em terra distinguiam os aviões alemães dos inimigos, sendo este método considerado o primeiro sistema passivo RFID (Roberti, 2006). No entanto, não demorou muito tempo até as forças aliadas entenderem o motivo para os aviões alemães efetuarem rotações coordenadas em pleno voo sem razão aparente.

Por outro lado, os aliados tinham um método mais eficiente, considerado o primeiro sistema ativo RFID (Roberti, 2006). Sob a coordenação do físico Sir Robert Alexander Watson-Watt, desenvolveram um sistema ativo de identificação de aeronaves amigas ou inimigas (IFF – Identification Friend or Foe). Este conceito (ainda usado na atualidade), baseia-se num transponder colocado na aeronave, que quando recebe o sinal de um radar, transmite um sinal que identifica a aeronave como amiga.

alguns desenvolvimentos em torno do conceito IFF aplicado em áreas fora da aviação, tendo a partir de 1980 surgido sistemas de pagamento automático de portagens, através de um transponder colocado no automóvel (Roberti, 2006). Surgiram também

procedimentos de vigilância eletrônica de artigos (EAS – Electronic Article Surveillance) em lojas, para ajudar a prevenir roubos. Estes baseiam-se numa tag colocada no artigo que se pretende vigiar, e num leitor colocado à saída da loja.

Nos últimos vinte anos, a progressiva necessidade de utilizar sistemas de identificação por radiofrequência nas linhas de produção das fábricas, ou de identificar à distância objectos mais pequenos e de menor custo (livros, roupa, medicamentos, etc.), conduziu à criação de associações de fabricantes e distribuidores com o objectivo de criar padrões que regulem as tecnologias RFID, e que levem à redução do custo destes sistemas (Roberti, 2006).na figura 1 esta representado os eventos mais importantes desde de 1846 até 2005, e na tabela 1 esta resumido por decadas desde 1950 até de hoje, o que foi feito em cada decada.

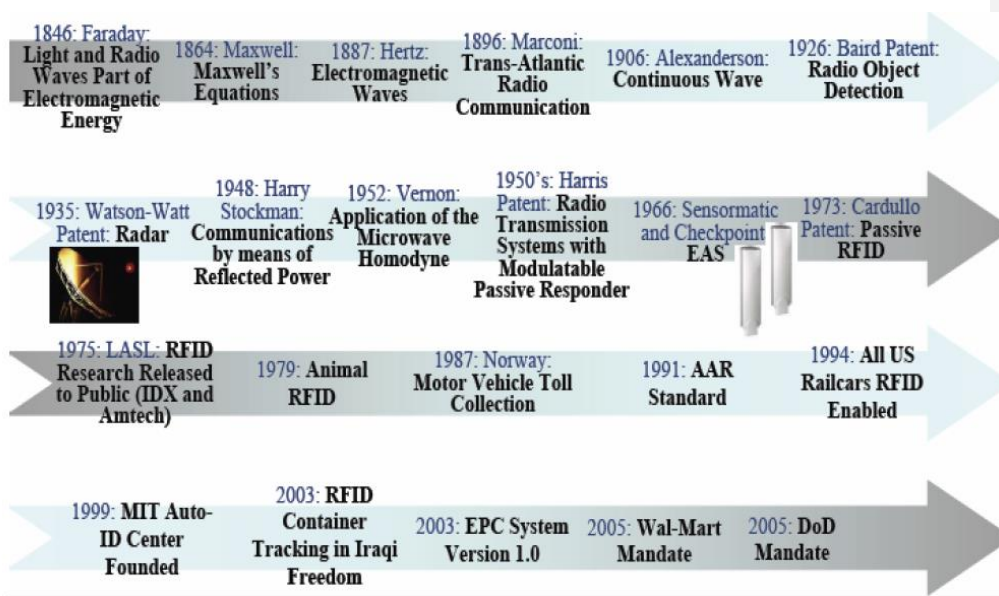


Figura 1 – Resumo histórico dos sistemas RFID

Tabela 1- Evolução da RFID [4]

| Década | Eventos |
|---------------|---|
| 1950-1960 | Primeiras explorações da RFID e experimentações laboratoriais |
| 1960-1970 | Desenvolvimento da teoria da RFID Primeiras aplicações experimentais no terreno |
| 1970-1980 | Explosão no desenvolvimento da RFID Aceleração dos testes Implementações embrionárias de RFID |
| 1980-1990 | Aplicações comerciais de RFID entram no mercado |
| 1990-2000 | Surgimento de standards RFID é largamente utilizado começando a fazer parte da vida de cada um |
| 2000-2015 | RFID é mais específico e mais utilizado nas várias áreas desde de: medicina, mercadorias... Permite poupar muito tempo e localizar em tempo real pessoas e bens. |

2.2. Componentes de um sistema RFID

Um sistema RFID é constituído por dois blocos, a tag (etiqueta de RFID) e o reader (interrogador). Ver a Figura 2

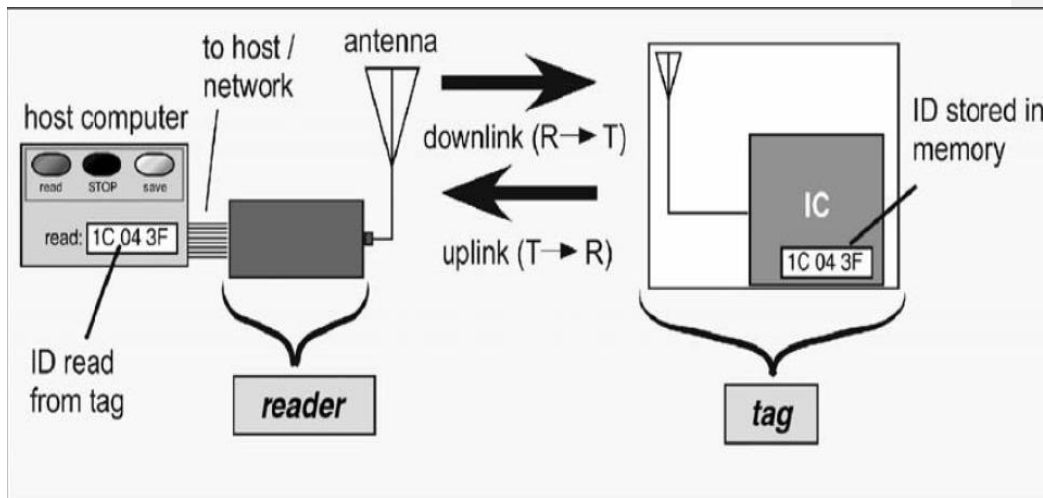


Figura 2- Arquitetura e nomenclatura de um sistema RFID

Fonte: (Dobkin, 2008, p. 22)

A *tag* é um dispositivo cujo objetivo consiste em identificar o item no qual foi aplicado. Partindo do pressuposto que se está a usar uma *tag* passiva, esta reenvia a informação incluída no seu chip após o pedido do reader. A informação nela contida pode variar desde um conjunto de dados relativos a um determinado produto. No entanto, se for uma *tag* ativa, esta pode emitir informação sem a necessária solicitação do reader. (Finkenzeller,2010)

O outro bloco do sistema, o reader, é responsável por interpretar a informação que as tags possuem e proceder a toda a comunicação existente com os sistemas exteriores, tais como as redes de dados onde o reader está ligado, o acesso a uma base de dados onde está guardada a informação associada a cada tag, ou ao sistema de gestão. O reader é responsável pela gestão de acessos, impedir repetições, ou corrigir possíveis erros que possam surgir (Finkenzeller,2010).

O reader é responsável por todas estas tarefas, uma vez que a *tag* é um dispositivo de baixa capacidade de cálculo. Assim, a responsabilidade de todas as tarefas recai sobre o reader. Desta forma, todos os mecanismos de segurança, gestão e controlo do sistema deverão ser colocados reader. Por consequência, o reader é mais complexidade e com mais recursos computacionais.

2.2.1. Tipos de tags

Dependendo do tipo de alimentação utilizada para ativar as tags, podemos considerar três tipos: as passivas, as semi-passivas (ou semi-ativas) e as ativas.

Esta divisão por associações decorre da necessidade da tag ter (ou não) uma bateria interna para o seu funcionamento e transmissão ativa de sinal.

Na figura seguinte (figura 3) explica os vários tipos de tags e os diferentes transmissões

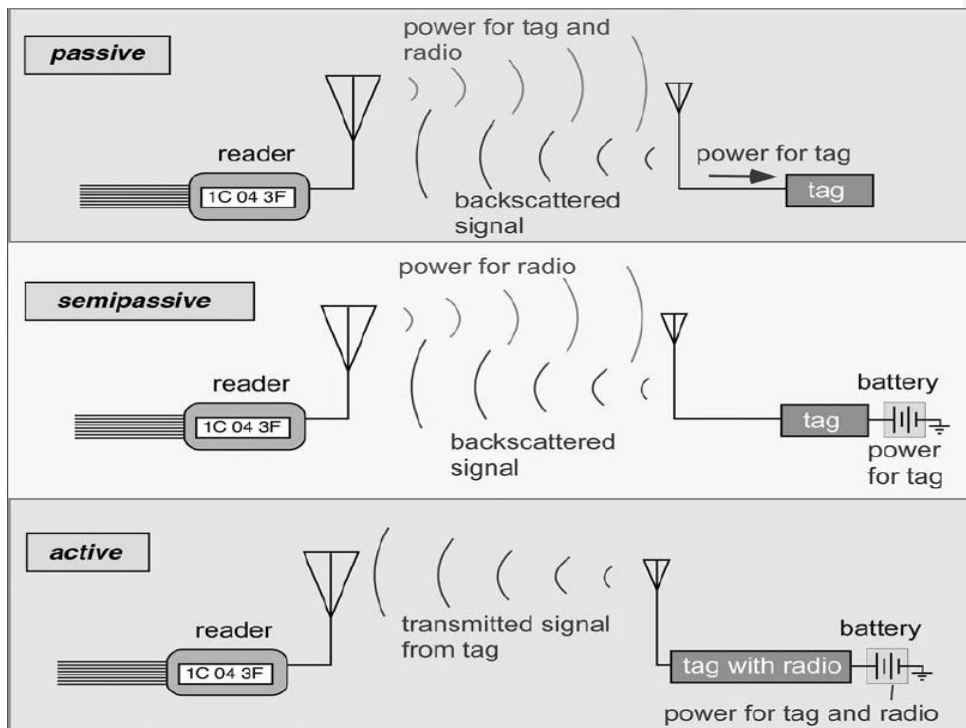


Figura 3-tipos de fontes de energia e método de transmissão de sinal associado

Fonte : (Dobkin;2008,p 35)

2.2.1.1. Tags passivas

As tags passivas não possuem bateria (nem outra fonte de alimentação interna) para o seu funcionamento. O reader que é responsável pela alimentação da tag, no decorrer de uma leitura e interpretação. uma tag passiva tem de ter circuitos internos bastante elementares, dado que, quanto mais elementos de cálculo tiver, mais energia despenderá. (Birgit Heinz)



Figura 4- Cartões com RFID passiva embebida

as tags passivas possuem tempo de vida alargado. Crescendo a isto, não requerem manutenção tão dispendiosa como as restantes, suportando condições mais adversas sem alterar as características de funcionamento. Um elevado volume produção permite que o custo de cada tag seja mais acessível.

O reader é a entidade que inicia o processo de leitura uma vez que a tag depende diretamente da potência do sinal recebido para começar a funcionar. Desta forma, o reader está sempre a difundir o seu sinal para o meio de transmissão, de modo que, qualquer tag que entre na zona de cobertura do reader responda.

Os principais componentes das tags passivas são seu *microchip* e a antena, conforme ilustrado na figura 5

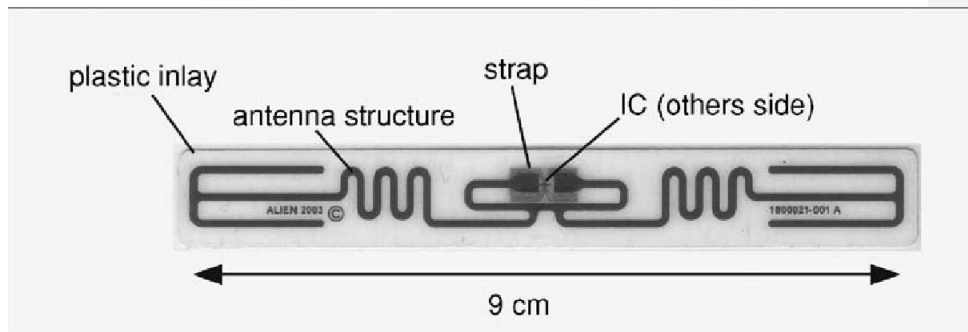


Figura 5- componentes duma tag passiva UHF (Alien tecnologia modelo 9238)

Fonte: (Dobkin, 2008, p 37)

O microchip de uma *tag* passiva é constituído por um retificador de potência de forma a converter a potência AC do sinal RF em potência DC. Possui também um extrator de relógio e um modulador que processa a onda recebida do reader. O microchip possui ainda uma unidade lógica que é responsável pela implementação do protocolo de comunicação entre o tag e o reader, e uma memória interna para armazenamento de dados (Sandip Lahiri,2005), o esquema representado na figura 6 explica melhor a constituição

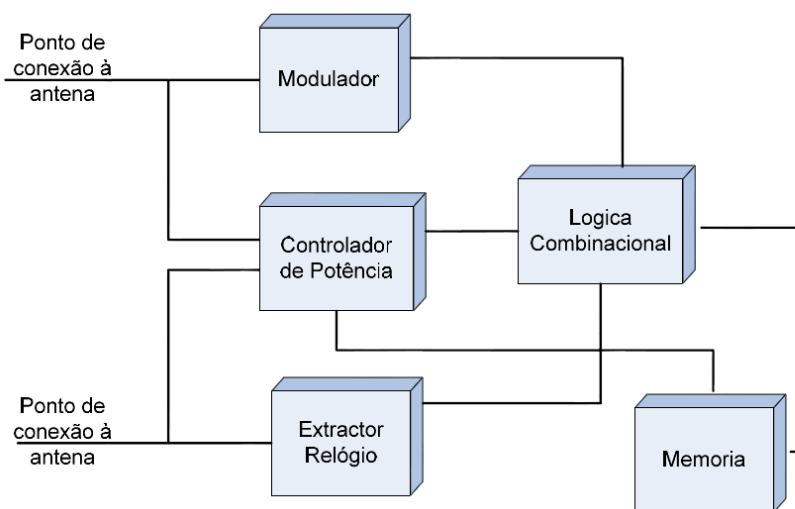


Figura 6- Componente básicos do microchip

Fonte: (Sandip Lahiri, 2005)

As finalidades das antenas da *tag* são a recepção e envio de dados de e para o reader, desviar a energia do sinal emitido pelo reader, no sentido de alimentar a tag. A antena é de maior tamanho que o microchip e com efeito, tem o maior impacto nas dimensões da tag pois pode assumir diversas variações de formato conforme a aplicação, as frequências da portadora, etc. na figura 7 esta moncionado alguns exemplos de tipos da antenas.

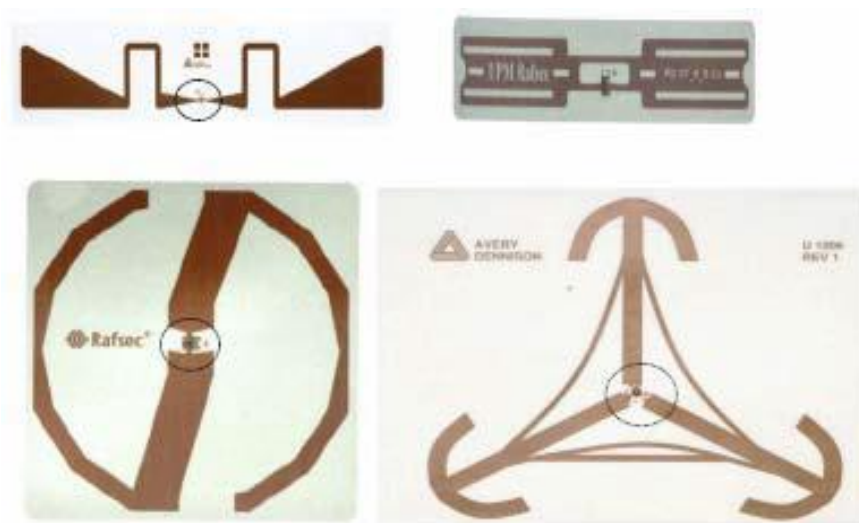


Figura 7- vários tipos de Antenas para tags UHF

Fonte: (Birgit Heinz, 2005)

As principais vantagens das *tags* passivas são o seu tamanho reduzido, a sua simplicidade de construção e como consequência, o seu baixo custo (cerca de 0,20 euros/*tag*). Adicionalmente, como não têm bateria, não precisam de manutenção, portanto a vida útil das *tags* corresponde à duração dos materiais de que é feita (Glover & Bhatt, 2006). Como desvantagens, caracterizam-se por alcances relativamente curtos em comparação com outros tipos de alimentação, o seu circuito de controlo e de memória é o mais simples possível (para reduzir o consumo energético) e portanto não suporta protocolos criptográficos (excepto algumas aplicações em HF em que se

sacrifica ainda mais o alcance), o que põem em causa a sua utilização onde a segurança e privacidade sejam factores fundamentais (Glover & Bhatt, 2006)

2.2.1.2. Tags ativas

Ao contrário do que se verifica com as tags passivas, as ativas detêm bateria interna que sustenta os seus circuitos integrados e fornece energia para o envio de dados para o reader. Ou seja, o normal funcionamento da *tag* é independente do papel que o reader poderá ir a exercer. A vantagem deste tipo de *tags* é o de exercer funções mais complexas e deixar de ser apenas um “refletor” de identificação para o reader.

As *tags* ativas possuem uma maior capacidade de armazenamento. Têm alcances geralmente superiores e suportam sensores externos. Assim sendo, podem cumprir, por exemplo, funções de monitorização e, periodicamente ou quando provocado, algum alarme, a figura 8 mostra alguns exemplo de tags ativas.



Figura 8- Exemplos de tags ativas

Na figura 9 esta representado os principais componentes das tags ativas que são:

- O microchip
- A antena
- A fonte de alimentação interna

- A eletrônica adicional

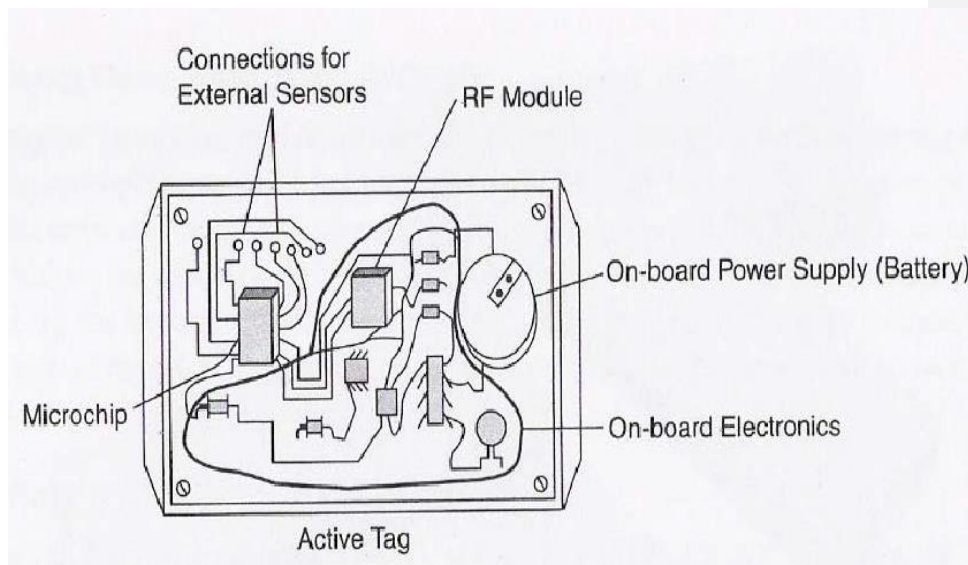


Figura 9- Componentes de um tag ativo

Fonte: (Birgit Heinz, 2005)

O microchip de uma tag ativa é habitualmente de maiores dimensões, e possui uma maior capacidade de cálculo. A tag ativa dispõe de fonte de alimentação própria, pelo que, ao fornecer mais energia ao microchip, fica disponível mais capacidade de processamento e armazenamento de dados. A antena de uma tag ativa não tem as mesmas dimensões das antenas das tags passivas, ficando, em algumas situações embutida no módulo RF do *tag*.

Estes dispositivos têm alimentação própria e possuem um transmissor e um receptor capazes de operar com modulação AM como as tags passivas e semi-passivas, mas também modulações mais complexas como phase-shift keying (PSK), frequency shift keying (FSK) e quadrature amplitude modulation (QAM), que são mais robustas ao ruído e utilizam com maior eficiência o espectro disponível. Relativamente ao método de transmissão, estas tags geram e transmitem o seu próprio sinal eletromagnético.

Numa *tag* ativa pode-se verificar a existência de electrónica adicional (sensores, processador, etc.) que permite o funcionamento como transmissor, sem estar dependente do uso do reader. Contudo, o modo de funcionamento explicado leva a um maior consumo de energia. Uma vez que têm bateria interna, as tags ativas são tipicamente mais dispendiosas, não suportam condições tão extremas como as passivas e necessitam de manutenção periódica (mudança de bateria). Todavia, poderão ter maior alcance tornando-as mais adequadas para certas aplicações próprias, como é o caso da localização.

2.2.1.3. Tags semi-passivas ou semi-ativas

Este tipo de *tags* apresenta um modo de funcionamento que é uma combinação das *tags* passivas e ativas. Desde que disponha de alimentação interna/própria, esta só pode ser utilizada no intuito de alimentar os circuitos internos e não para criar um novo sinal RF para o reader, isto é, esta tag não possui módulo RF. As particularidades da antena e do modo de funcionamento são análogas às da tag passiva, uma vez que a comunicação está relacionada com um sinal originário do reader. No entanto, pode ter um microchip maior e com maior capacidade que uma *tag* passiva pois, à semelhança da tag ativa, tem alimentação interna. Um dos componentes que poderá ser semelhante à da *tag* passiva é a antena.

A constituição interna de uma *tag* semi-ativa pode ser vista na Figura 10

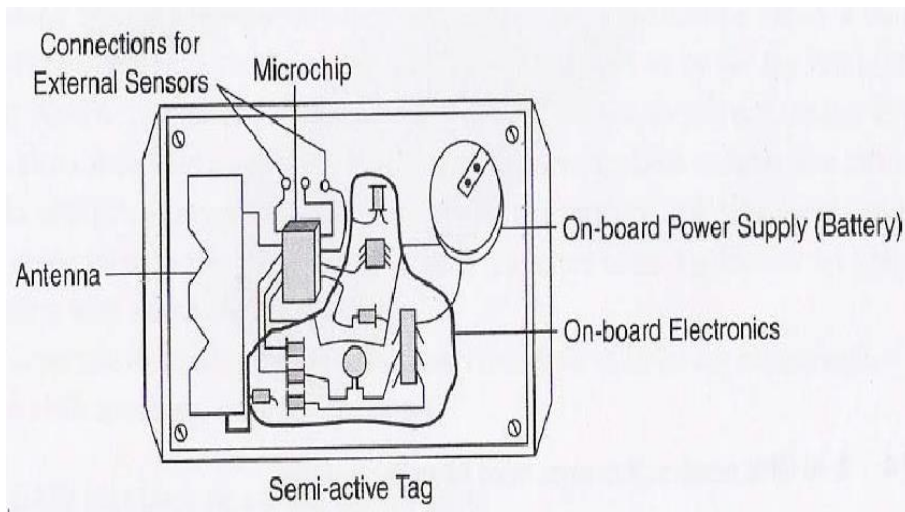


Figura 10- Componente de um tag semi-passiva

Fonte: (Birgit Heinz, 2005)

2.2.2. Comparação entre tags passivas VS ativas

Na tabela 2 são apresentadas as principais diferenças entre os dois sistemas:

Tabela 2- Tabela de comparação entre tags passivas e ativas

| | RFID Ativo | RFID Passivo |
|----------------------|---|--|
| Bateria | Sim | Não |
| Potência no tag | Continua | Só quando ao alcance do reader |
| Sinal reader/tag | Fracos/forte | Forte /fraco |
| Alcance | Longo (100m) | Curto(3m) |
| Multi-tag collection | Milhares em repouso Algum (20) em movimento até 160 km/h | Centenas em repouso Alguns (20) em movimento ate 4.8 km/h |
| Memoria | Acima de 128 KB | 128 byte |

| | | |
|----------------------------------|---|---|
| Capacidade | Atualização permanente | Atualização quando perto do reader |
| Monitorização de área | Sim | Não |
| Velocidade elevada | Sim | Limitado |
| Acesso múltiplo | | |
| Aplicações de segurança | Sofisticadas | Básicas |
| Manifesto eletrónico | Sim | Não |
| Impacto nos processos de negocio | Reduzido | Substancial |
| Aplicações características | Processos comerciais dinâmicos Segurança e sensibilidade Armazenamento de dados | Processos comerciais fixos Segurança reduzida Fracas capacidade de armazenamento de dados |

Constatou –se da tabela que em termo de alcance as tags ativas possuem maior distancia, em que diz respeito ao custo, facilidade de implementação, manutenção as tags passivas são os melhores, pois têm, custo muito baixo na ordem dos centimos (0.2euros/tag) enquanto nas tags ativas por volta de dezenas de euros (45 euros/tag), as tags passivas são muito pequenas comparando com as ativas e não requerem manutenção nenhuma.

2.2.3. Armazenamento

As *tags* dispõem de memória interna e conseguem ser categorizadas de acordo com o tipo de acesso que é feito à memória. Assim, podem distinguir-se três tipos de memórias geralmente usadas nas tags: “read only” (RO), “write once read many” (WORM) e “read-write” (RW).

2.2.3.1. Apenas leitura “Read only”

As *tags* RO, são *tags* que apenas possibilitam a leitura dos dados contidos na sua memória. Genericamente são calendarizadas uma vez apenas e na própria fábrica, incluindo por exemplo o código EPC. Como se aborda de *tags* apenas de leitura, a sua gravação é duradoura e não é permitido à *tag* qualquer possibilidade de modernização dos seus dados. Este tipo de *tags* é objetivo para pequenas diligências comerciais e/ou para fins de localização com etiquetas standard como por exemplo em lojas de roupas ou bibliotecas. No entanto, tornam-se inexequíveis para sistemas que requeiram de atualização de dados (sensor de temperatura, por exemplo). A grande maioria das *tags* passivas engloba-se neste grupo.

2.2.3.2. Escrita uma vez, Leitura mais vezes “Write Once, Read many”

As *tags* WORM suportar programar apenas uma vez pelo seu comprador num definido momento e para um destino específico. No entanto, na verdade existe a eventualidade de reprogramar alguns tipos de *tags* WORM mais que uma vez (100 vezes, por exemplo). Porém, se o número de reprogramações for distinto corre-se o risco de avariar insistentemente a *tag*, destruindo a sua memória. Esta reprogramação não permite contudo à *tag* a sua Auto atualização, pois esta terá sempre que ser feita pelo programador específico.

2.2.3.3. Ler e Escrever “Read-Write”

As *tags* RW destacam-se pela sua versatilidade, tendo em conta que podem ser reprogramadas inúmeras vezes.

Particularmente este número está compreendido entre 10.000 e 100.000 vezes (apesar de existirem *tags* que admitem um número de reprogramações muito maior).

Neste tipo de armazenamento, o principal benefício é o poder de aceitar atualizações da informação contida na sua memória. Podem ser exemplos desta vantagem, a aptidão de conceber um histórico do itinerário de um determinado produto, a supervisão em tempo real da temperatura ou de uma determinada característica de uma máquina. Uma *tag* RW contém, especialmente, uma memória Flash ou FRAM. Este tipo de *tags* é o mais apropriado para a fiabilidade de dados, monitorização de ambientes e processos que careçam de atualização de dados persistentes. Todas estas

competências conduzem inerentemente uma desvantagem para estas *tags* que é o custo elevado destas tags.

2.3. Frequências de operação e potências máximas

Existe varias bandas que estão diretamente relacionados com as bandas ISM (industrial, científica e medica) onde os sistemas RFID operam . Estas bandas não necessitam de licenciamento e cada pedaço de espectro é disputado ao máximo.. Apesar de não haver uma banda de funcionamento standard para todos os países, Existem três grandes áreas regulamentares (definidas pelo ITU-R (International Telecommunication Union-Radio) como se pode ver na figura 11.



Figura 11- Regiões com as mesmas regulamentações RFID

Desta forma, a região 1 é composta pela Europa, África e pelo Norte da Ásia, a região 2 pelas Américas e a região 3 é integrada pela Ásia do Sul e a Oceânia.

Assim sucedendo, o grupo de países incluído numa determinada região é imperioso a cumprir as normas da entidade reguladora da sua região.

Existem sistemas de RFID a funcionar desde ao 100kHz até aos 5,8GHz, prevendo-se que no futuro possam mesmo vir a ocupar frequências na casa dos 24GHz. Na Tabela 3, estão resumidas as bandas de funcionamento dos diferentes sistemas de RFID, bem como a regulamentação, alcance típico, vantagens e alguns comentários.

Tabela 3- Tabela demonstrativa das bandas do funcionamento do RFID

| Frequência | Regulação | Alcance típico | Vantagens | Comentários |
|---|---|------------------------|--------------------------------------|---|
| < 135 kHz | Banda ISM Alta potência | <10cm (passivo) | Boa penetração em líquidos | Controlo de acessos Animal tagging |
| 6.78 MHz 13.56 MHz 27.125 MHz | Banda ISM, regulação praticamente igual em todo mundo | <1m (passivo) | Penetração média em líquidos | Smart card, Controlo de acessos Imobilização de veículos |
| 433 MHz | Banda ISM para dispositivos de comunicação de curto alcance, banda não uniforme | <100m (ativo) | Funciona bem Em ambientes com metais | Tags ativas |

| | | | | |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------------|---|---------------------|
| 888-956 MHz | Banda não uniforme mundialmente | <10m (passivo US) <4m (passivo EU) | O melhor alcance para comunicações passivas | Normas walmart, DoD |
| 2.45 GHz | Banda ISM | <3m (passiva) <50(SAW) | Alternativa para os 900 MHz | Wifi, Bluetooth |
| 5.4-6.8 GHz 24.05-24.5 GHz | Banda salvaguardada para uso futuro | | | |

Apesar das diversas bandas de atividade dos sistemas RFID é executável agrupá-los em três grandes grupos conforme a frequência de operação. Com concretização, os sistemas de baixa frequência LF (*low-frequency*) ficam abrangidos entre os 100-500kHz, os sistemas de média frequência HF (*high-frequency*) entre os 10-15 MHz e os de alta frequência UHF (*ultra-high-frequency*) acima dos 888 MHz, Formalmente a banda de UHF (*ultra-high-frequency*) termina nos 3 GHz, mas os sistemas que operam nos 2,4 GHz são conhecidos habitualmente como sistemas microondas e os que operam a cerca de 900 MHz como sistemas UHF. Outro parâmetro importante na caracterização dos sistemas é o alcance. Assim sendo, existem sistemas de curto alcance tipicamente até 10cm e que funcionam a gamas de frequências abaixo dos 135kHz, sistemas de médio alcance com frequências a rondar os 15MHz, e os sistemas de longo alcance para frequências UHF e micro-ondas. Na Figura 12 estão representadas as potências máximas admitidas por banda em sistemas RFID

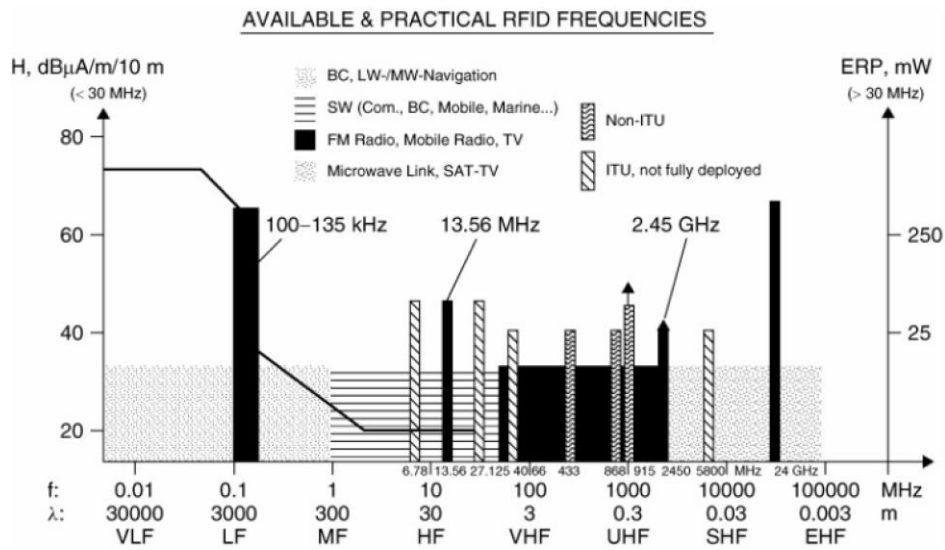


Figura 12- Bandas de frequência e Potências máximas permitas por frequência

Fonte: (Dobkin, 2008, p. 24)

Os sistemas RFID funcionam por meio da propagação de ondas radio frequência. Em geral existem dois grandes tipos de acoplamentos nos sistemas RFID como esta ilustrado na figura 13:

- 1 - Acoplamento indutivo, também designado por aproximação eletromagnética
- 2 - Acoplamento de propagação ou por radiofrequência (radiativo)

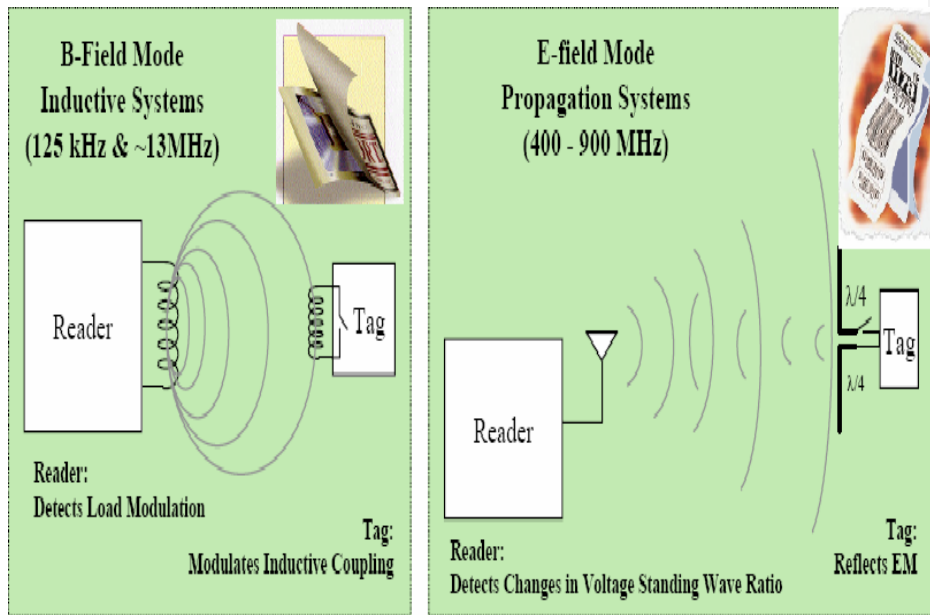


Figura 13- Tipos de comunicação de um sistema RFID

Fonte:(Raj Bridgelall,2012)

Nos sistemas de acoplamento indutivo o princípio da comunicação é através da modulação dos campos eletromagnéticos em torno das antenas. Este tipo de comunicação é muito básico e simples, baseado no princípio de ressonância dos circuitos LC. Os sistemas que funcionam por acoplamento indutivo, com frequências relativamente baixas e grandes comprimentos de onda (maiores que o tamanho da antena e que a distância de leitura), têm também um alcance limitado, pois a maior parte da energia do leitor está contida numa região próxima da sua antena (comparável ao tamanho da antena), e a potência que chega à *tag* cai rapidamente com o cubo da distância (Chen & Chen, 2009).

Nos sistemas de acoplamento radioativo o princípio da comunicação é através da modulação do sinal, que é transmitido entre as antenas dos dois terminais, como num vulgar sistema de rádio. A forma de retorno da informação do tag para o reader é que varia consoante o tipo de tag que se está usar, do meio circundante envolvido. Os sistemas que funcionam por acoplamento radiativo ou backscatter, com frequências altas (UHF), e comprimentos de onda comparáveis ao tamanho das antenas (e muito

menores que a distância de leitura), têm um alcance muito superior aos sistemas indutivos, pois a potência que chega à *tag* cai com o quadrado da distância (Li, Lin, & Wu, 2008). A figura 14 mostra como é que é feito o acoplamento indutivo e radiativo.

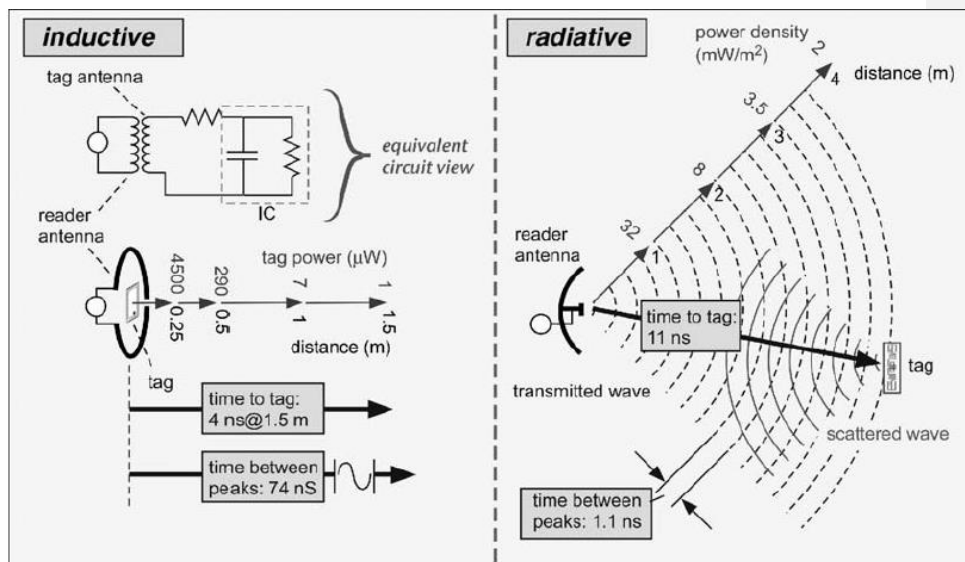


Figura 14- Acoplamento indutivo (13.56 MHz, antena com 50 cm de diâmetro) e Acoplamento radiativo (900 MHz), com a potência e tempos de atraso associado (Dobkin, 2008, p26)

2.4. Influência no tipo de construção de antenas nas tags

As *tags* são divididas pelas bandas de frequência em que operam como foi referido nos parágrafos anteriores, na figura 15 é possível ver-se que o tipo de antena, as suas dimensões e o tipo de fabrico envolvido variam entre sistemas LF, HF e UHF/micro-ondas.

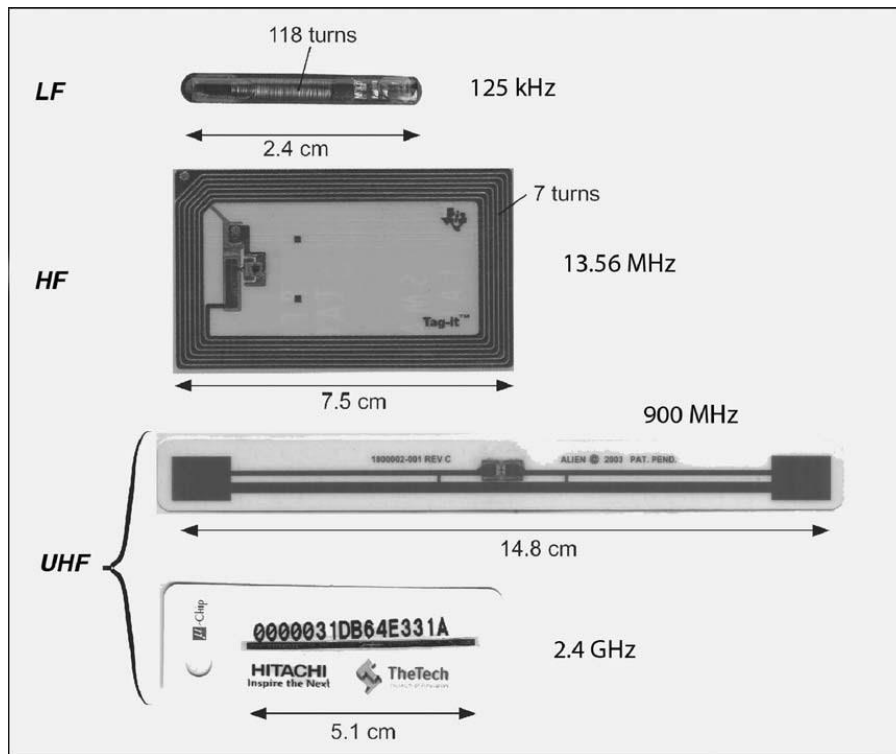


Figura 15- Exemplos de tags para diferentes bandas de operação

Fonte: (Dobkin, 2008, p. 29)

Na figura 15 pode-se verificar que os sistemas indutivos com frequências baixas e altas (LF, HF) utilizam *tags* bobinadas ou em espiral. Neste tipo de configuração, a voltagem induzida na bobine é proporcional ao número de espiras que constituem a tag, ao tamanho da bobine e à frequência de operação. A tag LF apresentada é constituída por um elevado número de espiras, o que aumenta a complexidade e o custo de produção da mesma. Na banda de HF, a tag apresentada possui menos espiras e está dimensionada para ter o formato de um vulgar cartão de crédito, sendo mais simples de construir (Chen & Chen, 2009).

Relativamente às tags UHF/microondas, por norma baseiam-se numa configuração em dipolo, o que tem diretamente influência no seu tamanho, pois o seu comprimento está dimensionado para corresponder a cerca de meio comprimento de

onda da frequência utilizada (Rao, Nikitin, & Lam, 2005). Assim sendo, as que operam a 900 MHz têm cerca de 15 cm de comprimento, e as que operam a 2,4 GHz têm cerca de 5 cm.

2.5. Influência na distância de penetração em objetos

A existência de certos materiais (em particular metais e água), presentes na constituição dos objetos a identificar, interagem de forma diferente com os campos eletromagnéticos criados pelas tags e pelos leitores, tem que ter sido em conta, considerando que as tags têm como objetivo a identificação de animais, pessoas e objetos (Marroco,2007).

A seguinte relação representa a distância de penetração (δ) de uma onda eletromagnética que interfere com um material condutor, depende da frequência (f), da permeabilidade magnética ($\mu=\mu_0$ para materiais não magnéticos) e da condutividade (σ) do material em questão.

$$\delta = \sqrt{\frac{1}{\pi\mu_0\sigma f}}$$

Como podemos constatar de relação em cima descrita, Quanto maior a frequência da onda eletromagnética, menor a distância de penetração, independentemente do material que os constitui. Valor de penetração nos diferentes materiais (cobre, alumínio, água doce e material orgânico (tecido animal)) encontra-se na Tabela 4.

Tabela 4 Distância de penetração em materiais comuns

| Material | Distância de penetração | | | |
|---------------|-------------------------|------------|-------------|-------------|
| | 125 kHz | 13,56 MHz | 900 MHz | 2,4 GHz |
| Água doce | 8m | 2m | 4cm | 8mm |
| Tecido animal | 2m | 60cm | 2cm | 8mm |
| Alumínio | 0.23mm | 71 μ m | 2,7 μ m | 1,6 μ m |
| Cobre | 0,18 mm | 55 μ m | 2,1 μ m | 1,3 μ m |

Fonte: Adaptado de (Dobkin, 2008, p. 30)

Como se pode constatar, os materiais metálicos atuam como barreiras em todas as bandas de frequência, excetuando a banda LF que consegue atravessar folhas relativamente finas. Em relação aos objetos que contêm água, existe boa penetração na banda LF e razoável na banda HF. Mas no caso da banda UHF/microondas, a penetração é mínima.

2.6. Perdas de propagação

Atendendo às comunicações em linha de vista e múltiplas reflexões, as perdas de propagação (Path Loss – PL) podem ser escritas da seguinte forma (Balanis, 2005):

$$PL = \left(\frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 \left| 1 + \sum_{n=1}^N \Gamma_n \frac{d}{d_n} e^{-jk(d_n-d)} \right|^2$$

Onde λ é o comprimento de onda, d é o comprimento do raio directo, Γ é o coeficiente de reflexão do n -ésimo objeto (incluindo paredes, teto e chão), d_n é o comprimento do n -ésimo raio refletido, e N é o número total de reflexões. Dado que a estrutura do navio é constituída por metal e existem inúmeros objetos metálicos nos compartimentos desde extintores, armários metálicos, caixas de mangueiras e quadros eletricos, não é possível calcular com certeza quais serão as perdas de propagação entre o leitor e a *tag*, mas considerando os valores de referência para propagação em espaço livre fornecidos pela literatura, podemos estimar o alcance teórico do sistema:

Para um leitor de 1 mW (0 dBm) de potência, ligado a uma antena isotrópica (teórica), e um requisito de 100 μ W (-10 dBm) para a *tag* ser ativada (retificação e micro-chip), poderemos ter no máximo 40 dB em perdas de propagação, o que corresponde a um alcance de cerca de 3 m (Finkenzeller, 2010).

2.7. influência dos outros equipamentos no funcionamentos do RFID

Apesar dos equipamentos como geradores e motores produzirem interferências eletromagnéticas, estas não interferem com as comunicações dos sistemas UHF, no

entanto, existe equipamentos mais comum, que pode ter alguma interferência com o sinal imitado do sistema. Equipamentos como lâmpadas fluorescentes com balastro eletrônico tem capacidade de refletir e modular as ondas incidentes transmitidas pelos leitores de RFID, com sinais de potência superior a uma tag passiva que também esteja a responder ao sinal do leitor (Ibrahim & Plytage, 2010).

2.8. Exemplos de aplicações existentes

A tecnologia RFID já está no nosso dia-a-dia e muitos utilizadores desta tecnologia nem sabem que na realidade a estão a usar. Desta forma, será interessante ver algumas das suas aplicações.

2.8.1. Monitorização da recolha de lixo usando RFID:

Em 2010, no município Grego de Aspropyrgos foi implementado um sistema que recorre a RFID para monitorizar a recolha de lixo que é considerado o começo do uso do RFID na recolha de lixo na Europa. Com efeito, todos os contentores estão equipados com uma *tag* passiva UHF. Desta forma, é possível melhorar os itinerários da recolha do lixo, gerir os recursos de pessoal e também monitorizar o volume de lixo produzido.(RFID Jornal,2014), a figura 16 mostra o sistema de recolha com a disposição da antena no camião e a disposição da tag no contentor de lixo.



Figura 16- Monitorização da recolha de lixo recorrendo a RFID

2.8.2. Prioridade de acessos de veículos de serviço

A equipa do Dayton decidiu separar o acesso dos veículos pré-autorizados e dos visitantes. Os veículos pré-autorizados – incluindo caminhões de manutenção – devem entrar pela sua faixa exclusiva, onde são identificados por *tags* RFID passivas colocadas nas para brisas dos veículos. Os leitores colocados nos portões de entrada e saída permitem abertura e fechamento automático das portas.(RFID Jornal, 2015)

Quando uma *tag* num veículo da aparece na entrada ou saída e é identificada por um leitor, o software confere a identidade da *tag* no seu banco de dados. Se o veículo está na lista autorizada, o software aprova sua passagem e aciona o portão para abrir automaticamente. A **figura 17** mostra a disposição das antenas na entrada e a disposição da tag na parabrisas do carro.

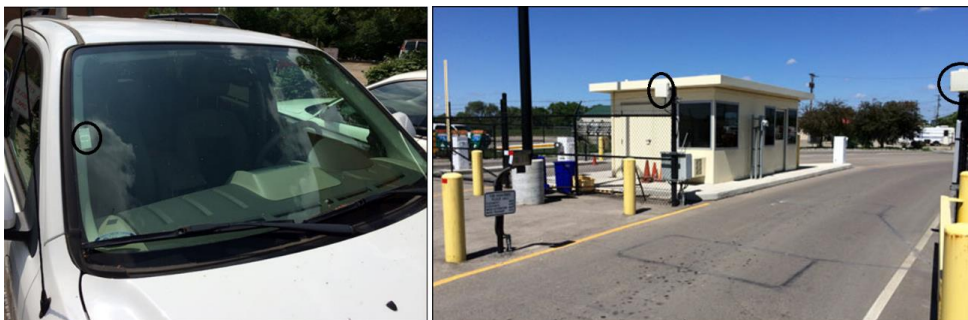


Figura 17- A tag RFID passiva afixada no pára-brisas, a antena e a pista de saída automática

2.8.3. Lar para vida assistida de idosos melhora em segurança

O Light of Hearts Villa, dos EUA, implantou um sistema de localização em tempo real para identificar moradores que necessitam de auxílio (RFID Jornal,2015). Cada residente usa uma tag wireless AeroScout, permitindo pedir ajuda de qualquer lugar dentro da instalação. Quando um residente pressiona o botão da tag alimenta o circuito que gera um sinal, o sinal é transmitido para o software de localização da AeroScout via pontos de acesso Wi-Fi. Existem 63 pontos de acesso, por forma cobrir todo Lar, localizados em toda a instalação, fornecidos pelos roters. O software de localização

processa as informações coletadas e encaminha-as para o software MobileView da AeroScout dado a\o enfermeira(o) de serviço, na Web (nuvem), o que gera um alerta com o nome do residente que esta pedir ajuda, juntamente com a hora e o local do evento. A figura 18 mostra o local da disposição da tag.



Figura 18- residente usa uma tag wireless AeroScout para pedir ajuda

2.9. Exemplos do material de identificação no mercado:

A implementação dos sistemas propostos (sistema de identificação e sistema de localização) será feita recorrendo ao sistema de RFID UHF; é pertinente efetuar uma análise de mercado de componentes existentes. Desta forma, fazendo uma pesquisa (RFID Jornal) consegue-se encontrar diversos fabricantes com ofertas muito variadas. Com efeito, nas páginas seguinte pode-se encontrar uma resumida lista dos que se adequam mais ao projeto da solução. Os critérios da seleção para esta lista são a existência de componentes, readers e tags passivas, que operem na banda UHF e a

adequabilidade dos produtos a uma possível implementação (como por exemplo, tags passivas).

2.9.1. Motorola FX-7400

Este fabricante possui *tags* e readers adequadas a operar em Portugal.

Tem vantagem de poder suportar até 4 antenas no mesmo tempo (figura 19), fácil de implementar, instalar e gerir, como permite verificar se seus leitores encontram-se em perfeitas condições de funcionamento e prontos para entrar em serviço. Opera na banda UHF com frequências 865-928 MHz. Anexo B

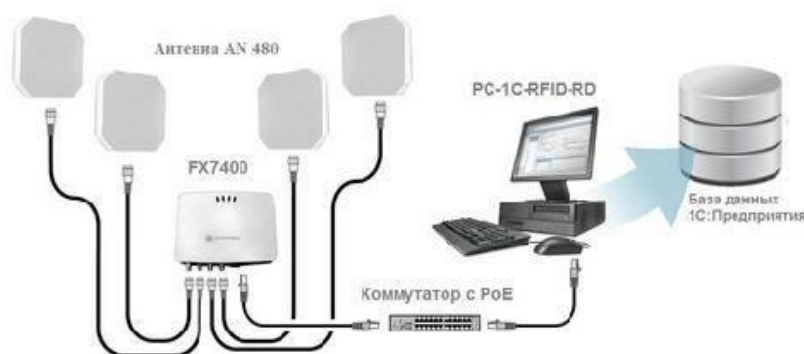


Figura 19- Equipamento Motorola FX-7400

2.9.2. Alien

Este fabricante possui *tags* e readers adequadas a operar em Portugal.

O leitor ALR-8800 está otimizado para as tags passivas e cumpre a regulamentação ETSI (European Telecommunications Standards Institute)

A Alien possui diversas opções que operam desde os 806MHz aos 960MHz e tem vários designs de acordo com a funcionalidade pretendida. E possui ainda uma oferta ao

nível das antenas. Desta forma, é possível juntar à solução antenas com polarização circular com 5,5dBi (ALR-8610-AC) ou com polarização linear que possuem 6,0dBi (ALR-8610-AL) m de forma a ajustar o sistema reader/tag a uma performance otimizada (anexo B)



Figura 20- Antenas, reader e tags Alien (UHF)

2.9.3. Caen

Este fabricante possui exclusivamente material RFID UHF. Tem no seu leque de produtos *tags*, readers e antenas. Tem um reader, A528, de pequenas dimensões como se pode ver pela figura seguinte

O reader A528 possui como principais características, para além do tamanho reduzido, o facto de permitir ajustar a potência de saída (até no máximo 500mW) anexo B

The perfect match to your high performance devices



easy2read®

Figura 21- Reader de pequenas dimensões da Caen

O reader CAEN R4300 tem a capacidade de ligar a 4 antenas. As antenas deste fabricante são de polarização linear e circular. As de polarização circular adequam-se melhor. possui ainda kits de desenvolvimento nos quais englobam qualquer um dos seus leitores, antenas e tags. Os leitores são compatíveis com *tags* de outros fabricantes.



Figura 22- Reader da Caen R4300

2.9.4. Sirit Infinity

Este fabricante possui *tags* e readers adequadas a operar em Portugal. O leitor Infinity 510 ETSI pode suportar até quatro (4) antenas em simultâneo, opera na banda de UHF desde de frequência de 865 a 868 MHz. Anexo B

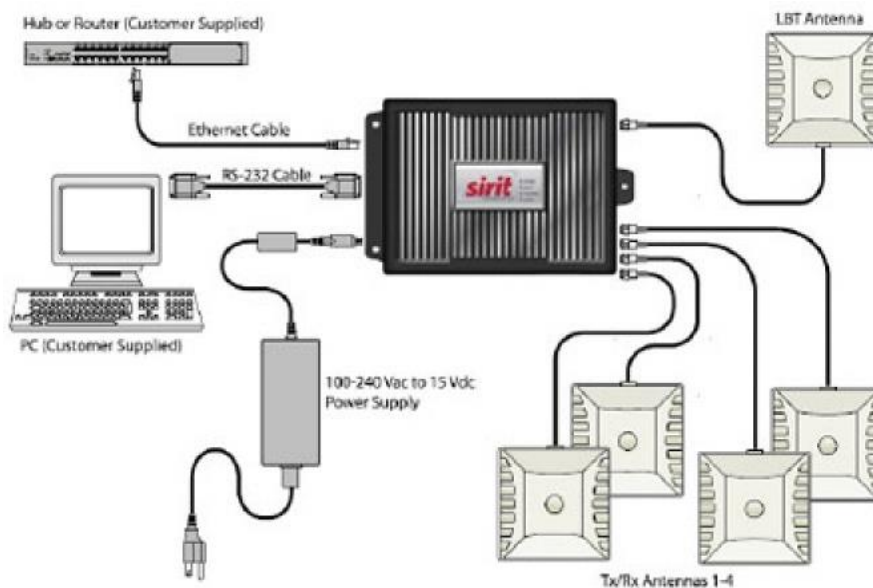


Figura 23- Antena da Infinity 510

2.10. Conclusões sobre as características dos sistemas RFID

Ao longo deste capítulo foram analisadas as características principais do sistema RFID verificou-se as seguinte conclusões:

A tecnologia RFID baseia-se em princípios de funcionamento básicos, com tecnologias de extrema utilidade e funcionalidade, Os mais variados locais públicos ou privados são hoje cobertos por redes mais ou menos complexas de pequenos *tags*, que recolhem e processam variadíssima informação. Desde o mais simples alarme On-Off, ao mais complexo sistema de monitorização em tempo real de elementos de uma brigada de intervenção rápida numa equipa de LA ou no caso numa contagem rápida para verificar a presença a bordo, por exemplo.

Existem muitos sistemas RFID a funcionar, com variadíssimos modos de funcionamento. Apesar desta grande variedade, os sistemas podem ser qualificados, grande parte das vezes, pelo modo de funcionamento dos tags usados. A generalização do uso dos tags passivos (por ter bom desempenho a baixo custos), levam a uma crescente aposta no seu desenvolvimento.

A penetração no metal só é conseguida em folhas muito finas pela banda LF. A penetração na água por parte da banda de LF ultrapassa largamente a sua distância de leitura e na banda HF é equivalente à distância de leitura. Na banda UHF, qualquer objeto que contenha água é uma clara obstrução à propagação de ondas eletromagnéticas.

No caso das tags passivas, as suas vantagens são: tamanho reduzido; simplicidade de construção; baixo custo (cerca de 0,20 euros/tag); não têm bateria; não necessitam de manutenção; elevado tempo de vida útil. As suas desvantagens são: alcances relativamente curtos (LF e HF menor que 1 m, UHF menor que 10 m) e limitados pelas restrições regulamentares da potência do leitor; não suportam protocolos criptográficos para proteção de dados (exceto algumas aplicações em HF em que se sacrifica ainda mais o alcance).

Relativamente às tags ativas, estas têm como vantagens: alcances típicos até 100 m (UHF); maior probabilidade de responder a uma interrogação válida do que uma tag passiva na mesma zona de leitura. Em contrapartida são mais caras (cerca de 40 euros/tag); são maiores devido à bateria e necessitam de manutenção. Já as tags ativas, suportam condições da propagação difíceis, sensores de recolha de dados e o seu alcance típico é da ordem das centenas de metros, podendo chegar a alguns quilómetros. As desvantagens destes dispositivos são o seu maior tamanho, a necessidade de Manutenção.

Por fim, verifica-se que não existem sistemas “melhores” ou “piores”, mas sim sistemas melhor ou pior adaptados à solução que se pretende, e.g., um grande alcance pode ser uma vantagem para monitorar um parque de contentores de carga, mas é uma desvantagem em operações que envolvam transmissões de dados privados devido ao risco de interceção.

3. Testes em âmbito simulado e solução proposta

3.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados critérios de escolha, Como foi referido ao longo do capítulo anterior, sobre os tipos de sistemas RFID que melhor se adaptam aos objetivos deste trabalho, nomeadamente a banda de frequência, o alcance necessário, o tipo de tags e que funcionalidades devem ter. Em função da configuração proposta, são identificados os principais desafios a serem ultrapassados devido ao objeto a identificar e devido ao ambiente em que o sistema opera. Apresentar-se-ão os equipamentos comerciais escolhidos para testar em ambiente simulado e real.

É também apresentado a finalidade do programa desenvolvido pelo o aluno do instituto de Setúbal, testes preliminares para validar o programa, o testes realizados em ambiente fechado (departamento de ciências e tecnologia da Escola naval), e em ambiente real metálico (NRP Viana Do Castelo).

3.2. Configuração proposta

a tecnologia deve ter a menor interferência possível no dia-a-dia dos utilizadores, e portanto: permitir que o processo de identificação seja feito à distância; e que se verifique sem ser necessária nenhuma ação por parte do utilizador para desencadear o processo, i.e., seja totalmente automática. Ou seja Concretamente, pretende-se que o sistema funcione de forma ubíqua, i.e., que os militares ao percorrerem o navio no desempenho das suas tarefas, não se apercebiam do funcionamento do mesmo. Isto significa que os militares conforme passam pelos diversos compartimentos, não têm que se aproximar de qualquer leitor RFID para proceder a qualquer ação de identificação, em vez disso, é o sistema que deve detetar e identificar quem esteja ao alcance das suas antenas.

Tendo em conta os objetivos definidos no paragrafo anterior, foi escolhidos as tags passivas que operam na banda UHF porque são os melhores que se adaptam com os objetivos deste trabalho, são relativamente pequenas e fáceis de integrar no fardamento, tem alcances até 15 metros que é suficiente porque a maior parte dos compartimentos do navio têm comprimentos com cerca de 4 m e as áreas maiores (como corredores) cerca de 10 metros de comprimento, têm custo reduzido, não necessitam de manutenção porque

não possuem bateria. A desvantagem que as tags passivas podem trazer é um decréscimo no alcance máximo no caso da utilização das mesmas na proximidade do corpo Como foi referido no capítulo anterior.

Em relação a localização das tags no vestuário, a adaptação da *tag* ao fardamento, esta deve ser suficientemente flexível para que o seu uso não seja incómodo, mas também não deve ser sujeita a demasiadas torções sob pena de diminuir o seu rendimento (Sidén, Jonsson, Olsson, & Wang, 2001). E tendo em conta que os próprios “objetos” a identificar constituem obstáculos à propagação de ondas eletromagnéticas nestas frequências, pelo que a *tag* não deve ser colocada em zonas do corpo que a ocultem e inviabilizem a sua leitura. Foram testadas várias localizações, nos ombros, no peito, no boné, e nos braços, e para minimizar a distância de penetração foi colocado uma camada de esferovite em baixo da tag, com espessura de 1 cm. Das posições de colocação das tags propostas (boné, ombros, braços e peito), a tag no ombro apresenta se como boa solução, pois é o local que melhor favorece um trajeto direto às ondas eletromagnéticas entre o leitor e a *tag*, tendo como possíveis obstáculos o pescoço e a cabeça (Cotton & Scanlon, 2006). A integração nas passadeiras deve-se a estas permitirem ocultar a *tag* no seu interior, e permitem em conjunto com o fato de embarque obter uma distância entre a pele do corpo e a *tag* de pelo menos 2 cm sem contando com a camada de esferovite que foi adicionada depois como vai ser explicado nos testes posteriormente.

No que diz respeito a colocação das antenas, foram testadas varias localizações da antena de forma cobrir toda a zona, onde pretende-se verificar a deteção.

3.3. Testes sobre a viabilidade do sistema no ambito não metálico

Uma vez identificados os principais obstáculos à implementação do projeto, torna-se necessário verificar até que ponto estes determinam ou não o abandono da escolha inicial pelos sistemas RFID UHF passivos. Estes testes foram elaborados no Departamento de ciências e tecnologia

Os testes a seguir descritos tiveram o objetivo de validar a eficácia do programa desenvolvido, determinar o alcance de um sistema de deteção e identificação pessoal automática por RFID, com a tag colocada na proximidade do corpo, de forma a validar a opção feita pelos sistemas UHF passivos.

Para este teste não foi adquirido qualquer material, tendo sido utilizado o material disponível no laboratório de departamento de ciências e tecnologia:

- Leitor : marca “Motorola”; modelo “FX 7400”; frequência de operação multi-regional 865 a 928 MHz. O leitor suporta até quatro antenas.
- Antena do leitor: marca “Motorola”; modelo “AN480”; frequência de operação multi regional 865 a 928 MHz; polarização circular; ganho 5.5 dbil.
- Antena de marca “Alein”; modelo “ALR-8610_AC”; frequência de operação europeia (866MHz); polarização circular; ganho de 5,5 dbil;
- Duas antenas construídas pela Escola Naval, uma de polarização circular e outra de polarização linear vertical ou horizontal.
- Computador pessoal com o programa desenvolvido instalado
- *Tags*: marca “smartrac”; modelo “dog-bone” frequência de operação Global 860-960 MHz

As especificações técnicas fornecidas pelos fabricantes constam no anexo B

Dentro da sala nº 45 realizou os testes preliminares, a figura mostra o esquema da sala.

4m

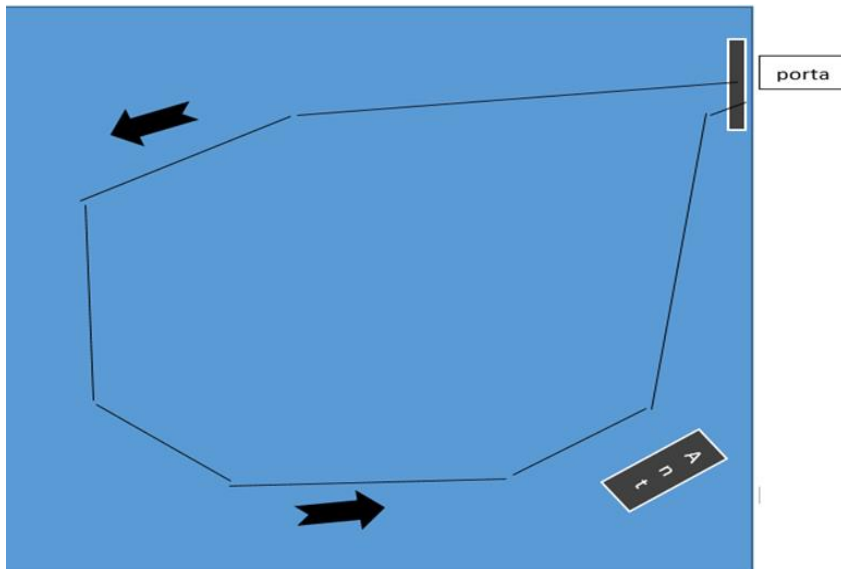


Figura 24- Representação da sala e respetivos dimensões

Primeira serie de testes. Os testes foram realizados na sala com comprimento de 4m e largura de 4m, no inicio começou-se a usar só uma antena como se pode observar na figura 24, com varias disposições (como esta indicado e no lado oposto) e varias alturas da antena (1.1, 1.6 e 2.1m) com uma ligeira inclinação no caso de 2.1 m, foi construído um suporte para ajustar as antenas em altura e inclinação, relativamente á posição da tag no corpo, tal como foi definido anteriormente, foi testado em vários locais no corpo, nos ombros, braços, peito e no boné. Em todos os testes, o individuo partia de porta e caminhava para direção da antena, depois efetua o circuitos de forma a tag ser vista com vários ângulos como esta representado na figura 24.os testes são realizados nos dois sentidos, como esta representado na figura 24 e em sentido contrário.

Segunda serie de testes. Posteriormente, foi adicionado mais uma antena no lado oposto de antena 1, como esta representado na figura 25. O indivíduo faz exatamente igual ao que foi feito nos teste com uma antena.

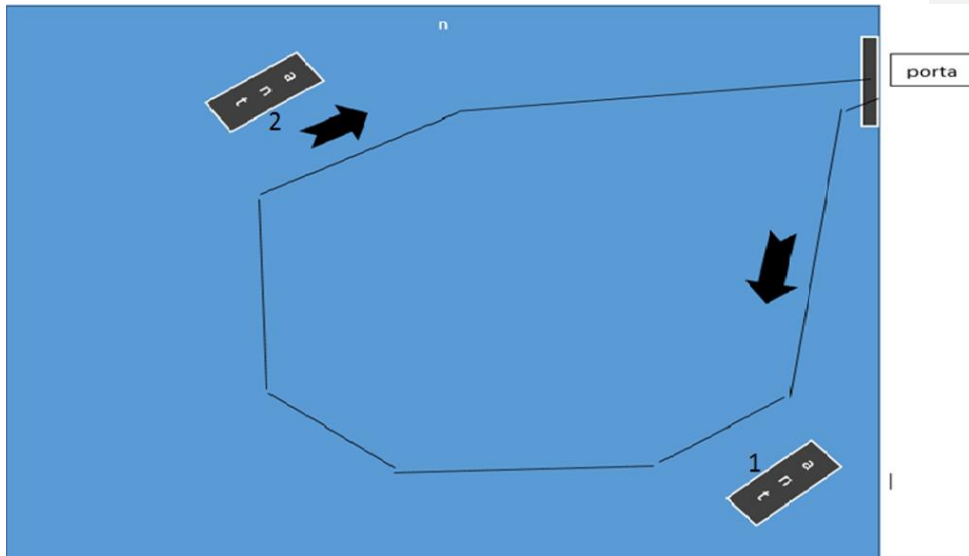


Figura 25- Testes na sala com duas antenas

Nos testes que simulam o corredor (largura de 2m), foi utilizado uma camada de esferovite (1cm de espessura) conjuntamente com a tag para diminuir as obstruções do corpo, com isto, foram efetuados os seguintes cenários de testes:

- Terceira serie de testes. Com uma antena só, o indivíduo partia duma posição mais próxima de antena e caminhava no corredor até o leitor deixa de ler. Depois é feito em sentido contrario, com todas as antenas mencionadas no paragrafo anterior e com altura de 2.1m, como esta na figura 26.

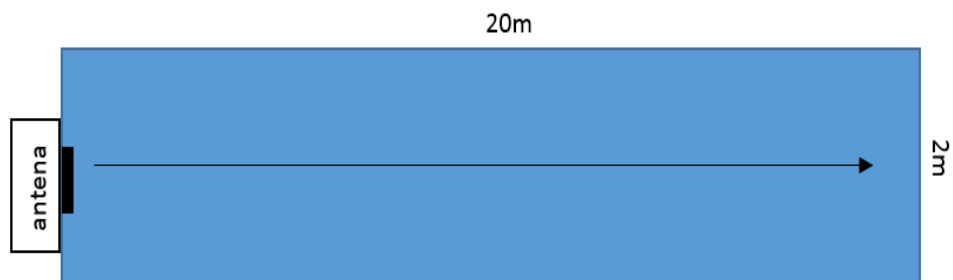


Figura 26- Testes no corredor com uma antena só

- Quarta serie de testes. Com duas antena, o indivíduo partia da posição de espera nas escadas do departamento caminhava em direção da sala, depois da volta antes de chegar a porta e volta para posição de espera, como esta explicado na figura 27, no tempo de percurso do individuo esta a ser contado o tempo e a distancia percorrida para depois facilitar a analise dos resultados. os tetes foram realizados nos dois sentidos da circulação e com varias alturas da antena (1.1, 1.6, 2.1m) e com 10m de distancia entre as duas antenas.

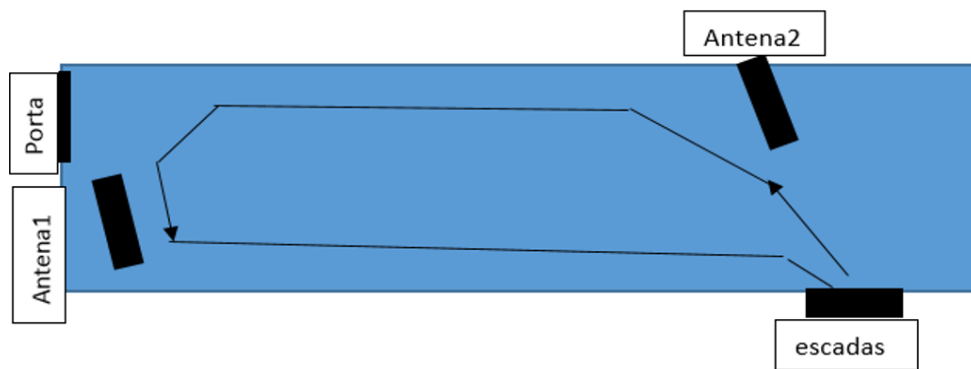


Figura 27- Testes no corredor com duas antena (circuito fechado)

- Com duas antena, o individuo partia da porta e caminhava normalmente até o fim de corredor, depois no teste seguinte faz-se o caminho inverso, as antenas estavam com altura de 2.1m. Figura 28

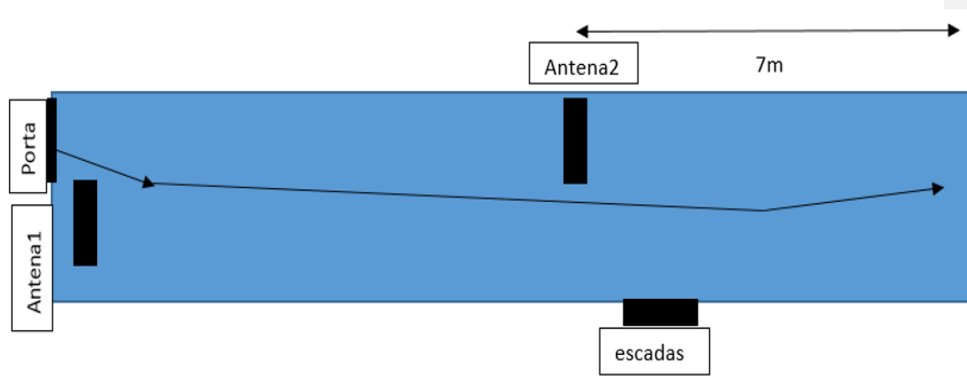


Figura 28- Testes no corredor com duas antena (circuito aberto)

- Na tabela 5 é apresentado um resumo dos testes e respetivos parâmetros. (para resultado com mais detalho constata-se anexo A), foram realizados no total 124 testes.

Tabela 5- tabela dos testes e respetivos parâmetro

| Serie de testes | Nº de testes | Local simulado | Posição da tag no corpo | Nº de antenas |
|-----------------|--------------|----------------|-----------------------------|---------------|
| 1º | 36 | Compartimento | Ombros, Peito, boné, braços | 1 |
| 2º | 24 | Compartimento | Ombros, Peito, boné | 2 |
| 3º | 32 | Corredor | Ombros, peito, boné | 1 |

| | | | | |
|----|----|----------|------------------------|---|
| 4° | 32 | Corredor | Ombros, Peito, boné | 2 |
|----|----|----------|------------------------|---|

3.3.1. Resultados

Nos testes da primeira série, verificou-se que apenas não ocorrem leituras devido ao posicionamento do corpo perante a antena, pois o corpo do utilizador está a cabrar a comunicação tag-leitor quando se encontra no meio da linha de vista tags-antena, isso no caso da tag situada no peito e no boné, em relação a tag situada no ombro acontece o mesmo porque a cabeça do utilizador em certas posições fica no meio da linha de vista tag-antena, mas como a tag é colocada nos dois ombros, acontece que outro ombro consegue assegurar a deteção. o alcance máximo obtido é de 3m no caso dos ombros e com uma altura da antena de 2.1m, com outras alturas (1.6 e 1.1m) a potência de sinal recebido diminuiu conjuntamente com a distância máxima de captação, no caso do peito e boné conseguiu-se até 3.5m com as diferentes alturas das antenas.

Nos testes da segunda série, verificou-se que temos sempre a leitura em toda a trajetória, porque temos as duas antenas nos dois lados que permite eliminar as zonas de sombra constituídas pelo corpo.

Nos testes da terceira série, verificou-se perda do sinal recebido das tags colocadas no peito e no boné, no caso do indivíduo estar de costas para a antena, o mesmo não acontecia no caso das tags colocadas nos ombros que estavam a ser detetadas ao longo da trajetória (até 10m). constatou-se uma melhoria do sinal recebido no caso do indivíduo que está de frente para a antena, conseguindo uma distância máxima de 12m no caso do peito e boné e de 10m no caso dos ombros,

Nos testes de quarta série, verificou-se que existe sempre leitura em toda a trajetória, porque a colocação das duas antenas nos dois lados permitiu eliminar as zonas de sombra constituídas pelo corpo.

3.3.2. Testes para múltipla captação

Os testes a seguir descritos tiveram o objetivo de validar a eficácia do programa nas captações múltiplas, como o desempenho das antenas na detecção múltipla das *tags*. Os testes foram realizados no corredor do departamento de ciências e tecnologia, para simular os corredor dos navios, as tags foram colocadas no ombro direito, o grupo é constituído por quatro (4) elementos, número mínimo para uma brigada de intervenção rápida de terceira ação. Foram realizados quatro cenários de testes:

- Os quatro caminhavam na mesma direção com distancia entre eles não mais de 1m, nos dois sentidos. Figura 29A
- Os quatro elementos parados no meio do espaço entre as duas antenas. depois de permanecer durante 3 segundos, deslocam dois em cada direção.
- os quatro elementos dividam-se em duas equipas de dois, por forma de caminhar cada equipa numa direção, as duas equipas começam do mesmo ponto (escadas) depois e feito o circuito explicado na figura 29B.

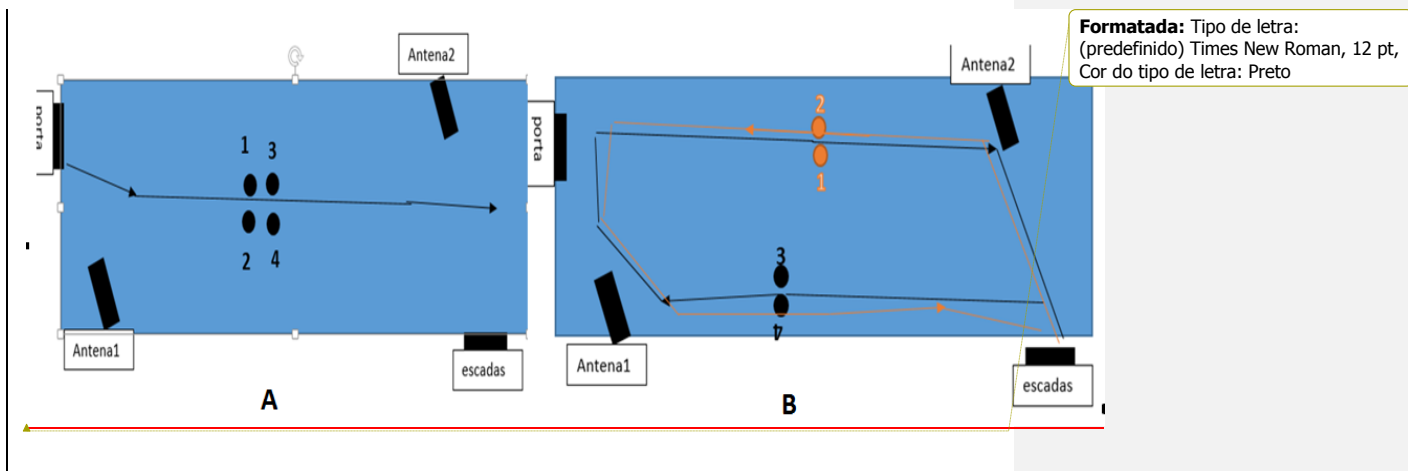


Figura 29- Testes de captação múltipla

3.3.2.1. Resultados

Nos testes 1 e 2, analisando uma antena cada vez temos falhas na receção do sinal, exclusivamente quando: a pessoa da frente se encontrava exatamente na linha perpendicular

à antena, e o corpo da pessoa estava a obstruir o trajeto direto da comunicação leitor – tag. Se for analisar os dois no mesmo tempo, tem sempre o sinal em receção, quando falha uma antena, a outra esta a receber.

No teste 3, verificou-se uma leitura continua aos todos elementos durante os 3 segundos, aonde estavam a permanecer no meio com melhor leitura para as pessoas que se encontram perto. Depois a leitura foi interrompida depois da passagem, nas antenas que não têm uma linha de vista direta com a tag porque os elementos na passagem interrompem a linha e são considerados como obstáculos, passando a outra antena a ler melhor (ouve troca as pessoas que estavam lidas melhor na antena1 passaram a ser melhores na antena dois e vice versa)

No teste 4, verificou-se uma leitura continua até o momentos da virada para ambas a equipas, porque o corpo da pessoa em si faz-se interromper a linha de vista tag-leitor.

3.3.3. Conclusões

Quanto à posição da tag, verificou-se que não existe muita diferença entre a tag colocada no ombro, no peito ou no boné, no caso destes dois últimos (peito e boné) estejam diretamente virados para antena, quando não estão, a posição do ombro é melhor. Nestes pontos de colocação (ombro, peito e boné), a sua utilização é completamente imperceptível não causando qualquer desconforto e permite um suficiente distanciamento à pele para que a tag funcione, no caso do ombro, no peito constatou-se uma melhoria significativa depois de adicionar uma camada da esferovite. Mesmo assim, a esferovite foi colocado em todos os testes que se seguiram, seja no ombro, no peito ou no boné.

No que concerne aos alcances obtidos, no caso dos testes que simulou um compartimento, os resultados com antena numa posição alta (2.1m) foram melhores do

que com antena na posição baixa (1.1m) e ligeiramente melhores de que com 1.6m, no entanto, não se pode concluir os alcances máximos porque a sala é pequena.

No caso dos testes em que foi simulado corredor pode ser verificado o alcance máximo do sistema de 12m, no caso do peito e boné, e de 10 m no caso dos ombros. O que corresponde praticamente aos requisitos estabelecidos.

Verificou-se que as antenas de polarização circular têm melhor rendimento em termo de potencia recebida e alcances máximo, por exemplo, uma antena de polarização linear tem alcance máximo até 6m, e de circular de até 12m.

Em relação dos testes de detecção múltipla, Verificou-se que esteja uma pessoa ou mais o leitor esta sempre a receber e registar em tempo real, desde que existe uma linha não interrompida no meio, e constatou-se que o uso de duas antenas trouxe uma valia, por forma, cobrir as zonas de sombra criadas pela outra antena, isto é, no caso a antena um (1) tem falhas na receção a antena (2) esta a registar também. Como verificou-se para ter boa detecção com uma antena só é necessário um afastamento entre indivíduos no mínimo de 2 m.

3.4. Soluções propostas

Na Figura 30 está representado um esquema do pavimento principal do N.R.P. “Viana do castelo”. Os navios desta classe estão divididos em zonas estanques ao longo da sua estrutura (divisões assinaladas por linha perpendiculares a azul na figura) e apenas no pavimento principal existe ligação entre zonas estanques. Esta ligação corresponde ao corredor assinalado a preto na figura, que percorre o navio longitudinalmente e que atravessa as divisões (anteparas) através de portas estanques. Sem considerar os acessos (também por portas ou escotilhas estanques) a partir do exterior do navio, qualquer pessoa que pretenda transitar entre as zonas referidas tem que passar pelo corredor principal e pelas suas portas estanques ou pelos tronco de

escadas (assinalados a vermelho na figura) que têm saídas no corredor principal mas permitam transitar de pavimento para outro sem passar por ele.

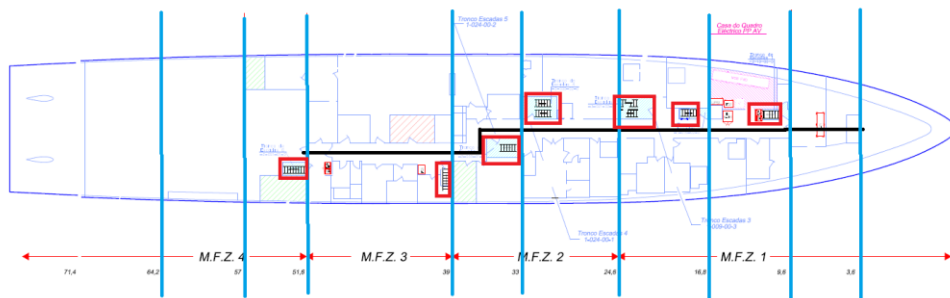


Figura 30- Representação do corredor principal, de zonas estanques e tronco de escadas do NRP "Viana do Castelo"

Fonte: NRP "Viana do Castelo"

Tendo por base estas características estruturais do navio, propõem-se como princípio de funcionamento do sistema a monitorização por zonas estanques (corredores), por compartimentos em que seja pertinente a deteção e identificação de quem a eles aceda e por tronco de escadas, assim consegue-se garantir cobertura total nos espaços dentro do navio, em relação as zonas exteriores propõem-se meter uma antena na tolda e outra no parque do Helicoptero. O sistema deve, pelo menos, ter conhecimento da última zona estanque em que cada pessoa foi detetada, desta forma se alguém entrar num compartimento que não seja monitorizado, ou nalguma área fora do alcance das antenas, quando decidir sair desse espaço e dirigir-se a outro compartimento na mesma (ou noutra) zona estanque, vai entrar novamente na área de leitura das antenas e o sistema atualiza a informação numa base de dados ou na rede de bordo.

Tendo em conta os resultados obtidos na secções anteriores (testes no ambito não metálico), os objetivos em cima definidos e considerando o diagrama do navio (figura 30), em que cada zona estanque é basicamente constituída por compartimentos laterais e um corredor central cujo comprimento na maior parte das zonas é cerca de 9 m (o corredor maior tem cerca de 12 m). da-se como solução proposta a monitorização de cada zona estanque por uma antena, como o leitor têm a capacidade de suportar até

quatro (04) antenas, então cada leitor pode cobrir dois corredores (2 zonas estanques), mais dois trncos de escadas adjacentes com antena colocadas no teto ou dois compartimento que tem importancia elevada/classificados (secretaria, gabinetes, cantina e enfermaria), como esta explicado na figura 31.

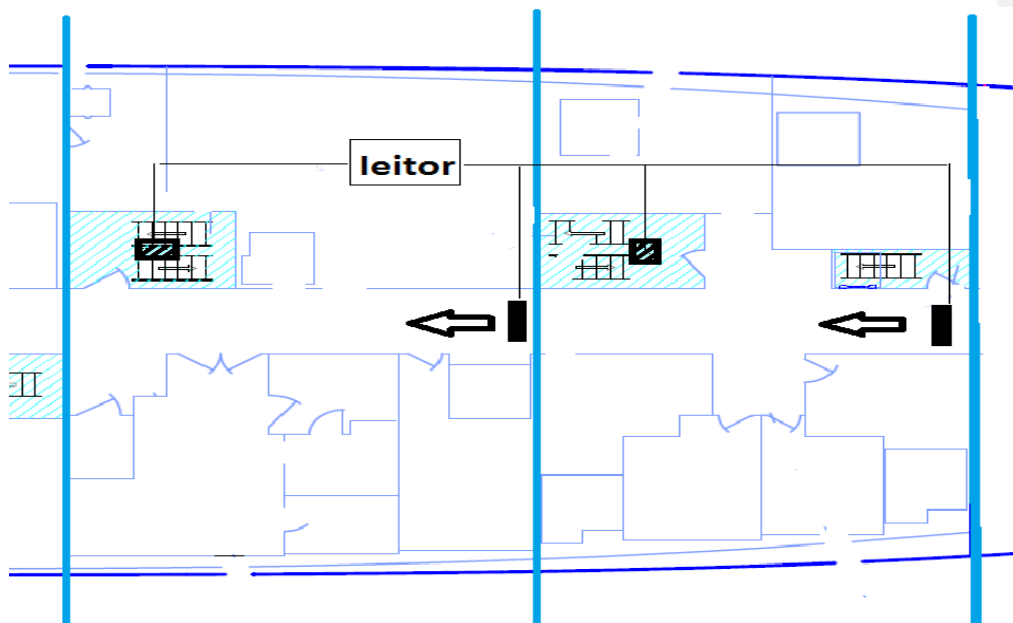


Figura 31- esquema explicativo da solução proposta para zonas no exterior do navio

Em relação ao espaço maiores externos (tolda e parque do helicopetro) faz sentido colocar o sistema a controlar esse espaço sobre tudo a navegar, porque a maioria da guarnição usa estes espaço para fumar ou para descansar fora do navio, que pode causar emergencias no caso de mau tempo (quedas para agua, lisões), Tendo por base o leitor de quatro antenas proposto anteriormente para as zonas estanques e os dois espaço encontram se um por cima do outro,optou-se por colocar duas antenas em cada espaço por forma garantir a cobertura do tudo o espaço, sobre tudo as bordas do navio. na Figura 32 apresenta-se uma adaptação do sistema para monitorizar estes espaços.

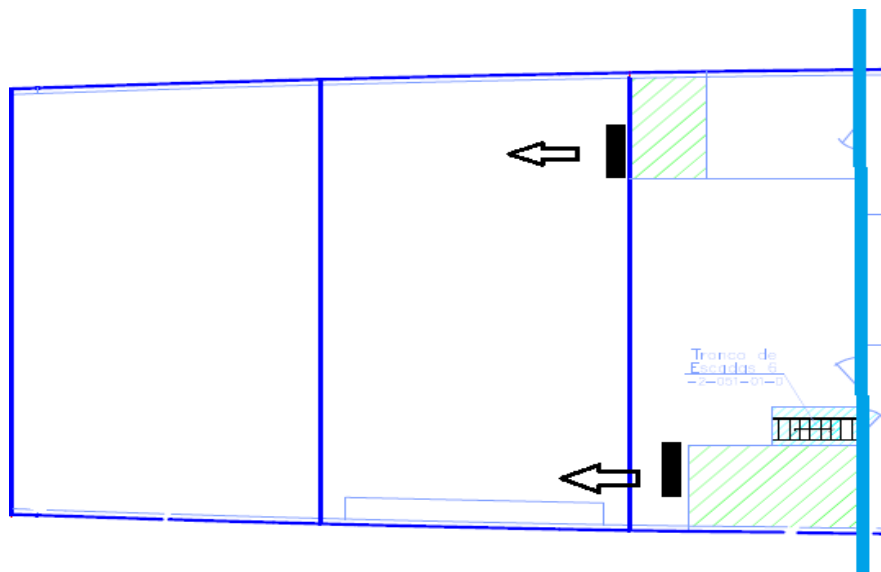


Figura 32- esquema explicativo do modelo de implementação nos espaços exteriores do navio

4. TESTES EM AMBIENTE REAL E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

4.1. Introdução

Neste capítulo são apresentados os parâmetros que se pretendem testar em ambiente real, de modo a avaliar o desempenho do sistema de identificação automática em função do modelo de implementação proposto. Apresentam-se os resultados dos testes realizados no gabinete, no corredor, nos compartimentos maiores (messe de

praças) e no tronco de escadas, terminando o capítulo com a análise dos resultados relativamente à localização da *tag* no corpo, à localização e desempenho do sistema.

os testes foram realizados a bordo do N.R.P. “Viana Do Castelo”, atracado na Base Naval de Lisboa, com equipamentos radar desligados e energia de terra. Os compartimentos testados foram mantidos nas suas condições normais de utilização, não tendo sido retirados dos mesmos qualquer material de escritório, extintores, e outros objetos que possam influenciar as condições de propagação de sinal.

4.2. Requisitos de Implementação

Estes testes têm como objetivo verificar em cada cenário de implementação do sistema, qual o alcance máximo em que existe comunicação entre o leitor e a *tag* colocada no vestuário e averiguar se existe continuação de receção do sinal. Nomeadamente:

- Em que cenário de implementação, verificar a localização e posicionamento das antenas de forma melhorar o desempenho das mesmas.
- Confirmar que o resultado obtido nos testes preliminares acerca da posição da *tag* no corpo se mantém válido no navio;
- Verificar se as zonas de leitura se restringem ao compartimento em teste, ou se existe possibilidade de uma antena estabelecer comunicação com uma *tag* fora da zona que lhe está atribuída;
- Verificar se é possível a deteção e identificação de um utilizador que esteja dentro de um compartimento vigiado, mas num local dentro do compartimento em que não exista linha de vista entre a *tag* e o leitor (zonas de sombra).
- Testar o desempenho das antenas nos vários tipos de compartimentos, corredores abertos, separados por portas, compartimentos regulares e irregulares (tipo L, T).

- Identificar o número mínimo de leitores e antenas para otimizar a configuração do sistema, de modo a assegurar a máxima cobertura com custos reduzidos;
- Verificar a eficácia do sistema na localização das Brigadas de Inervação Rápida (BIR).

4.3. Testes

Nos testes no âmbito real, realizou testes as tres antenas de polarização circular (AN480,ALR 8610 e a circular construída no IST) e a linear, tags do mesmo fabricante (SMART Dog-Bone), em relação da posição das tags, em todos testes a tag foi colocada em 4 posições diferentes ombro esquerdo, ombro direito, peito e no boné, o boné posteriormente foi substituído pelo capacete a partir do teste 25. Em cada teste foi verificado a potência máximas recebidas e o alcance máximo quando a tag esta em linha de vista com a antena, ou seja, sem interrupções no meio.

Os testes foram realizados em vários compartimentos diferentes, corredores e no tronco de escadas.

4.3.1 testes no corredor

Foram realizados 64 testes, em cada teste temos as 4 posições da tag no corpo, que da total de 256 testes.

Testes 1 a 12: corredor de 12m e largura de 2m, 4 antenas (uma cada vez), a antena foi colocada em cima da porta da acesso ao outro compartimento, 2m de altura (teste 1-4), 1.5m (teste 5-8) e 1m (teste 9-12), o teste foi realizado com porta de acesso fechada, o individuo caminhava perto da antena até fim de corredor e depois volta em direção da antena. Figura 33

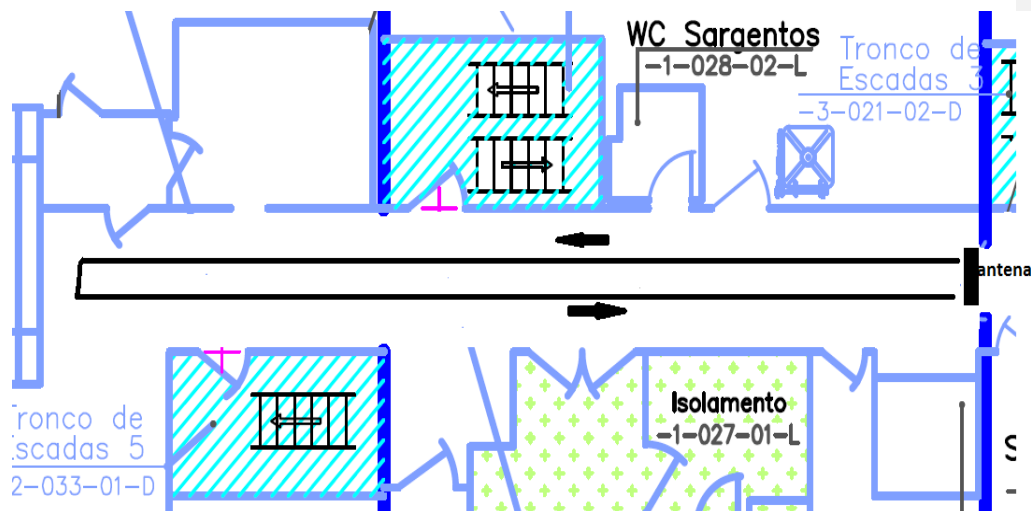


Figura 33- esquema esplecativo dos testes 1 a 12

Testes 13 a 24: pretendeu-se averiguar a distância máxima de deteção, por isso, foi aberta a porta de acesso por forma criar um corredor maior, a antena foi colocada no suporte com 2m de altura (teste 13-16), 1.5m (teste 17-20) e 1m (teste 21-24), da mesma forma dos testes anteriores, o individuo caminhava iniciando perto de antena até o fim de corredor depois volta para atras em direção de antena. figura 34

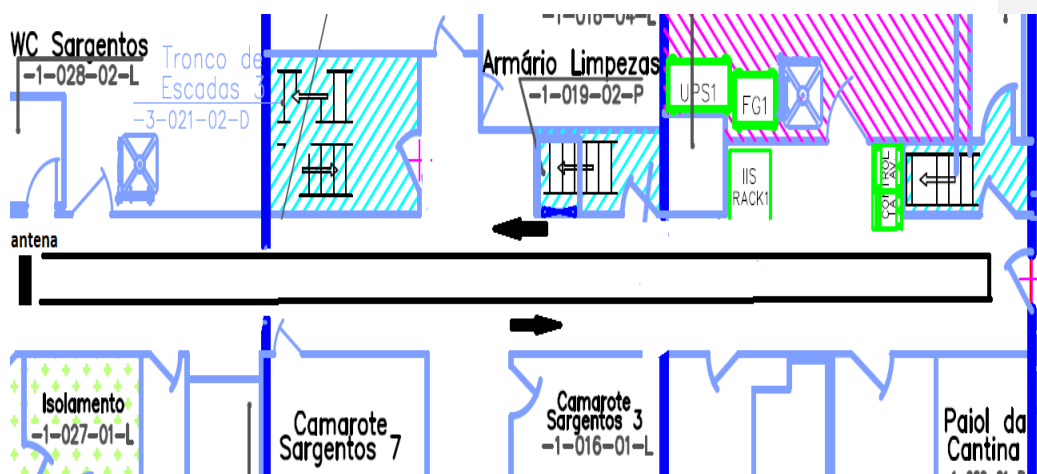


Figura 34- esquema esplecativo dos testes 13 a 24

Testes 25 a 32: foi substituído o boné pelo capacete, o cenário e igual ao teste 1 a 12 mas não foi realizado com altura de 1m. figura 35



Figura 35- Substituição do boné pelo capacete

Testes 33 a 36: neste testes pretendeu-se averiguar qual é a distancia máxima de leitura das antena para atras, por este motivo, foi colocado o individuo com as 4 tags postas, atras da antena em varias distancias 1,3,5 m. figura 36



Figura 36- Testes de verificação da leitura das antenas para atras

Testes 37 a 40: pretendeu-se averiguar qual é a eficácia do sistema nos compartimentos em forma de L. foi colocada uma antena no meio de corredor 8m de distancia antepara a vante do corredor ,estes quatro (4) testes foi usado o boné em vez do capacete. O individuo caminhava iniciando perto da antena até ao fim de corredor , vira para o outro lado e caminha até o fim (3m) e permanece la durante 3s, depois volta para trás em direção de antena. Figura 37

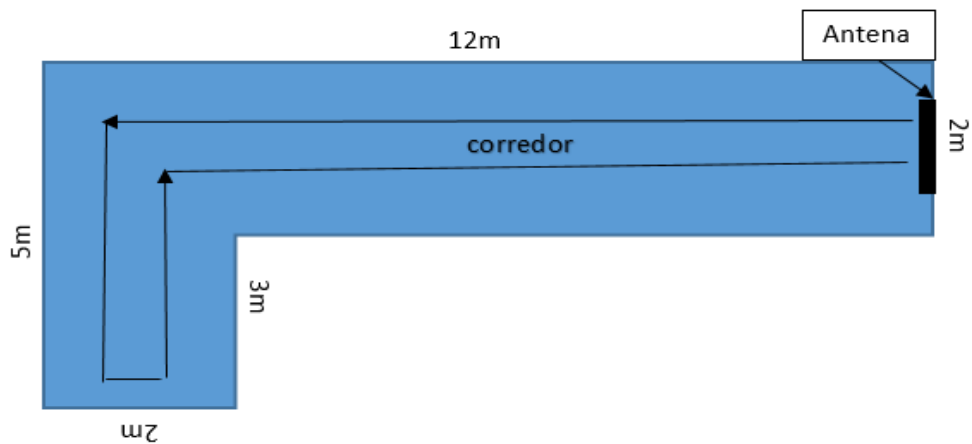


Figura 37- esquema explicativo dos testes 37 a 40

Testes 41 a 44: foram colocadas duas antenas uma em cada início do compartimento, no caso dos testes 41 e 42 as antenas foram encostadas a antepara. no teste 41 o individuo caminha iniciando perto da antena 1 e caminhava até o fim do corredor passando pela antena 2, no teste 42 faça-se o caminho inverso onde passa primeiro pela antena 2 e acaba na antena 1. Nos caso dos teste 43 e 44 as antena foram colocadas no meio do corredor em cima da porta de acesso, o individuo faz o mesmo que foi feito 41 e 42. figura 38



Figura 38- Testes com duas antenas no meio de corredor

no teste 45 foram colocadas duas antenas em cima da porta, cada uma virada para um lado, no teste 46 foram colocadas três (3) antenas, uma no meio de corredor em cima da porta e virada para a antena que esta no teto antes da porta de acesso, e outra em cima da porta de acesso virada para outro lado. Estes testes têm como objetivo descobrir como se pode evitar as zonas de deteção em comum entres as antenas (antena 1 e antena 3). figura 39

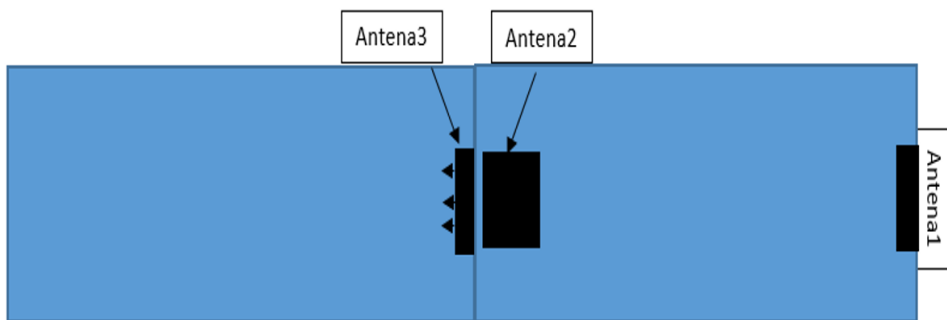


Figura 39- Esquema explicativo do teste 46

4.3.2 Testes no tronco de escadas

A bordo do NRP Viana do Castelo existe 6 troncos de escadas, que são muito frequentada no serviço de dia-a-dia, realizou se 4 testes por forma averiguar qual é a posição ideal da antena e quantas antenas são necessários para cobrir todo o tronco de escadas, nos testes 47 e 48 a antena foi colocada no teto, no teste 47 o individuo esta a descer para o pavimento de baixo e no teste 50 esta a subir. Nos testes 49 e 50 foi colocada a antena no meio de antepara de forma dividir as escadas em dois, o tronco de escada tem comprimento e largura de 3.5m e profundidade de 5.5 m, cada troço de escada tem comprimento de 3.5 m e largura de 1m. figura 40



Figura 40- As duas posições da antena no tronco de escadas

4.3.3 Testes nos compartimentos

A maioria dos compartimentos são constituídas de forma L (gabinetes, camarotes, antecâmaras), têm comprimento medio de 4m, neste cenários de teste foram realizados 8 testes, dois para cada antena, foi colocada uma antena em cima da porta nos testes 51 a 54, e no canto superior de antepara a vante da porta do lado mais escondido do compartimento no caso dos testes 55 a 58, o individuo entre da porta e da uma volta dentro do compartimento depois sai para o corredor, figura 41

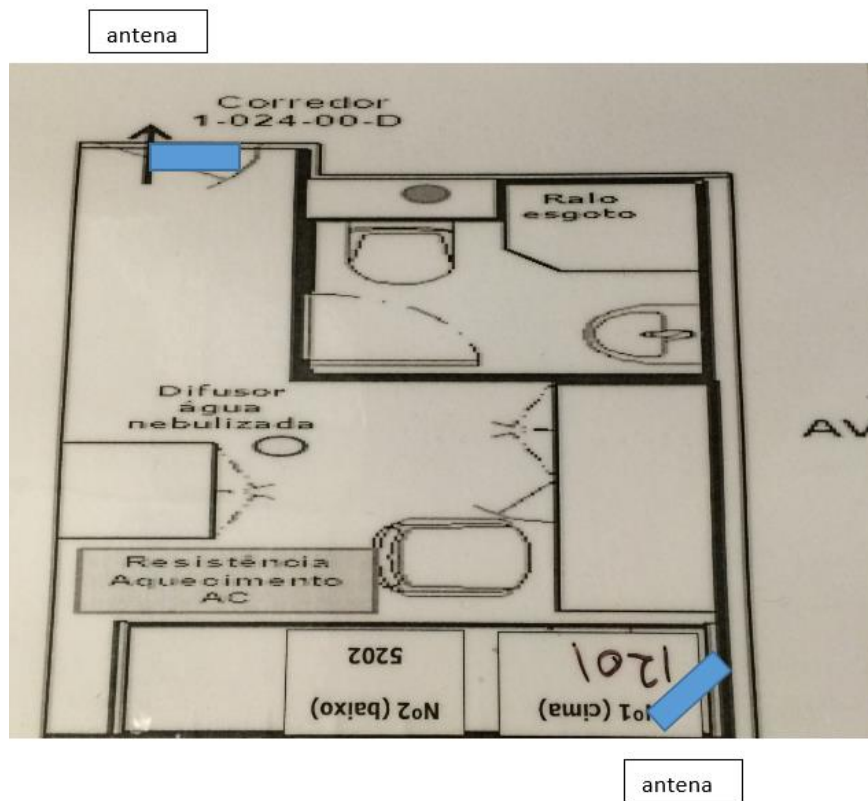


Figura 41- Esquema explicativo dos testes 51 a 58

Foram realizados também dois testes (59 e 60) no compartimento de forma T ainda maior (messe de praças) tem comprimento de 10 m e largura de 5m, foram colocada duas antena em cada canto do messe de forma ficam viradas para o pequeno corredor que leva para a porta de saída, o individua caminhava de porta de entrada ao inicio da sala, vira a direita e caminhava outra vez até antepara depois de seguida em

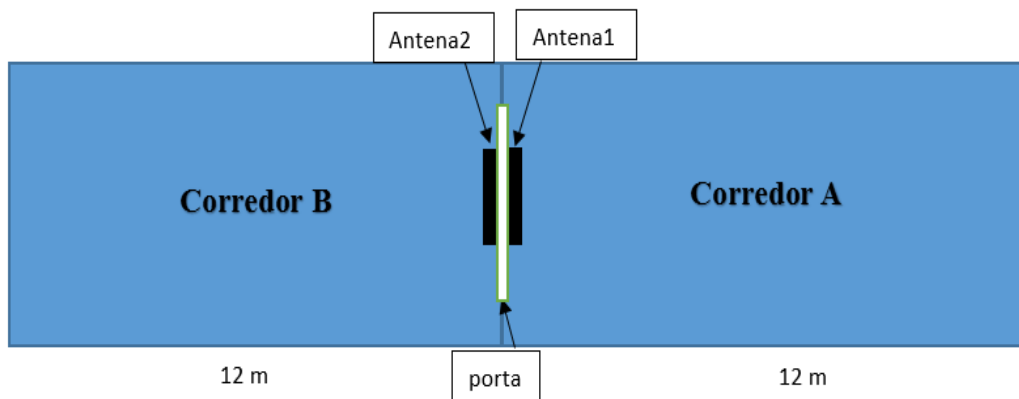


Figura 43- Esquema explicativo do teste 62

Foi feito ainda um teste (63) com 10 pessoas espaçado entre eles de 1m no máximo, com duas antenas viradas uma para outra com distância de 15m, as 10 pessoas caminhavam em grupo no meio de corredor, e ainda com mesmo número de pessoas mas com 3 antenas realizou-se o teste 64, uma antena colocada no meio e as outras duas distantes de 15m viradas uma para outra. Como esta explicado na figura 44

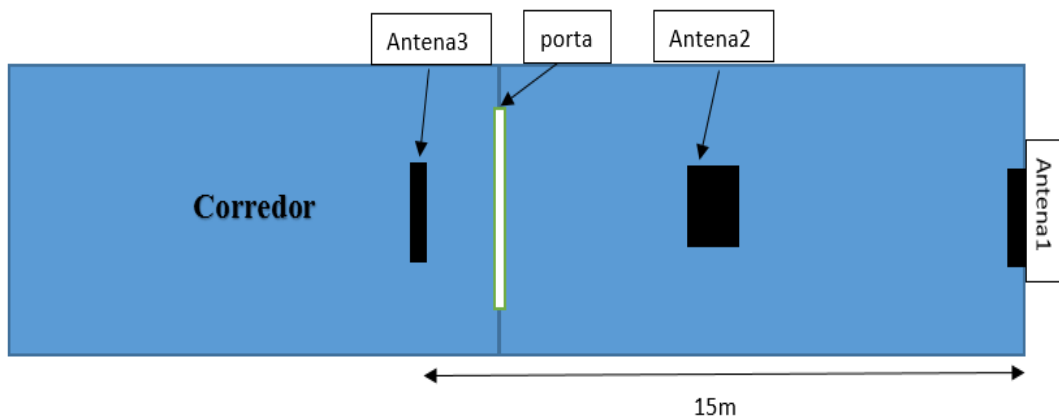


Figura 44- Esquema explicativo do teste 64

Nos compartimento, realizou se dois testes 65 e 66, no teste 65 a antena foi colocada na antepara e virada para porta que esta fechada, depois a brigada vai abrir a porta devagar (procedimentos para combate de incêndios) depois de abrir vão entrar um a um a compartimento menos o municiador das mangueiras que fica ao pé da porta mas fora da linha de vista da antena. No teste 66 a antena foi colocada em cima da porta de entrada e procedeu-se o mesmo com o teste anterior. Figura 45

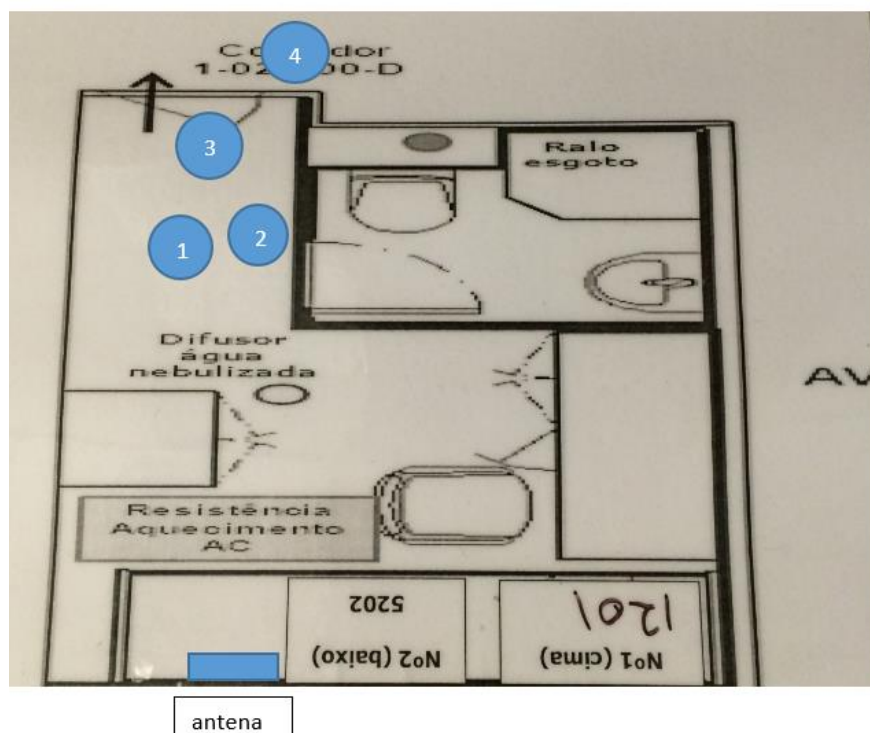


Figura 45- Esquema explicativo do teste 65

4.4. Resultados

Neste capítulo será representado os melhores resultados dos testes descritos anteriormente, os restantes resultados com mais detalhe encontram –se no anexo c .

4.4.1. Corredor - testes 1 a 46

Na figura 46 apresentam-se os resultado dos testes no corredor

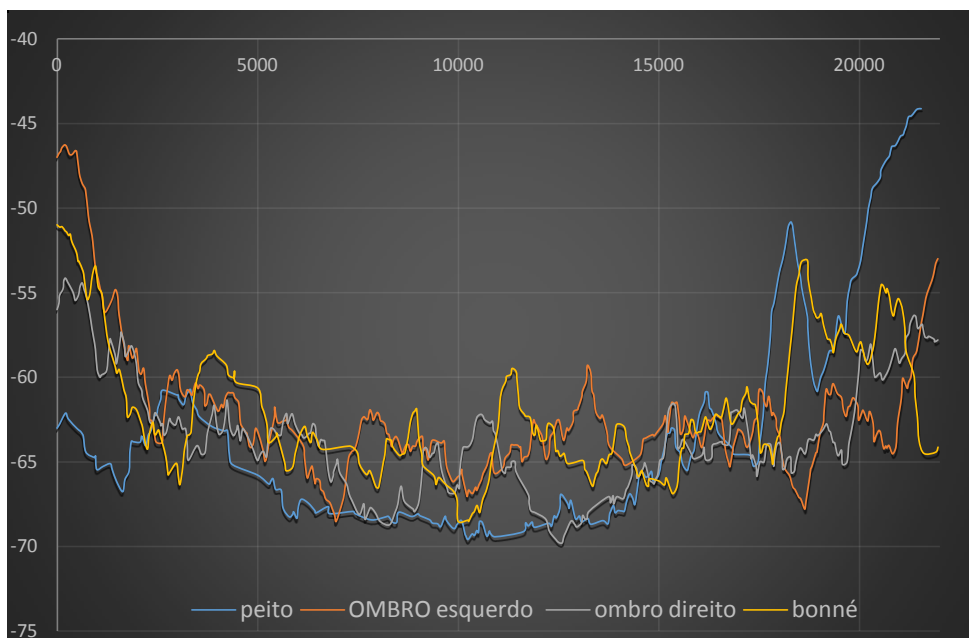


Figura 46- Resultado padrão dos testes 1 a 12

Este gráfico representa os resultados do teste onde a antena encontra-se a altura de 2.1m e no corredor de 12m, pode-se constatar da figura os seguintes resultados:

- uma leitura contínua aos tags, com interrupção no máximo de 231ms, nas quatro posições da tag no corpo
- quando o indivíduo encontra-se de costas para a antena temos melhores resultados com tags no ombro do que no peito
- tag no boné dá melhores resultados do que no peito apesar de estarem os dois na mesma direção, isso no caso do indivíduo estar de costas, porque temos mais absorção de energia na parte do peito do que no boné (estado de arte), o mesmo não se verifica no caso de duas tags estarem diretamente direcionadas à antena, como se pode verificar na figura 42, o resultado da energia recebida na tag colocada no peito é um pouco superior do que a tag colocada no boné.

- Verificou uma distância de detecção até 12m (comprimento máximo do corredor).
- Antenas com altura de 2.1m favoreçam a detecção e permitam melhores resultados.

Em relação aos testes (13 a 24) que foram realizados no corredor maior (20m de comprimento), constatou-se os mesmos resultados mas com um acréscimo na distância de detecção de 4m, que deu uma distância total de detecção de 16m.

Nos testes onde foi substituído o boné pela capacete, constatou-se uma melhoria muito significativa na potência de sinal recebido, em relação as outras disposições da tag no corpo, ver figura 47

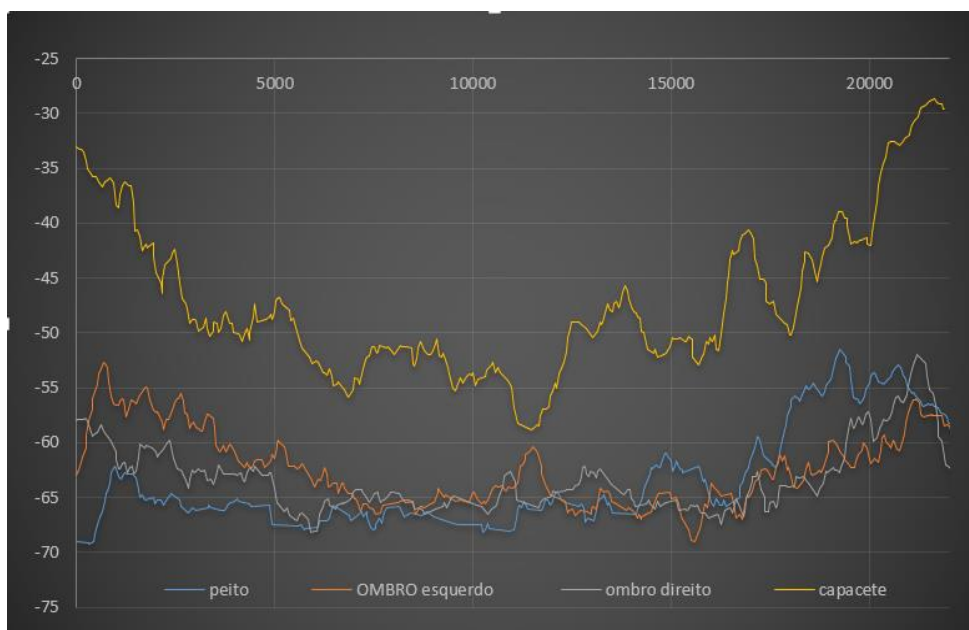


Figura 47- Resultado padrão dos testes 25 a 32 onde foi substituído o boné pelo capacete

Nos testes testes 33 a 36, constatou-se que as antenas têm capacidade de detectar até no máximo 2m atrás de antena, a título de exemplo, a antena Alien teve leitura até 2m , a antena construída na EN teve leituras até 1.5m.

Nos testes 37 a 40, constatou-se que existe detecção das tags nas zonas de sombra, zonas onde o individuo permaneceu durante 4s (de segundo 12 a 16), com potências de sinal um pouco baixas mas existe detecção, porque o sinal que chega a tag e resultante das reflectões do sinal no espaço. Ver a figura 48

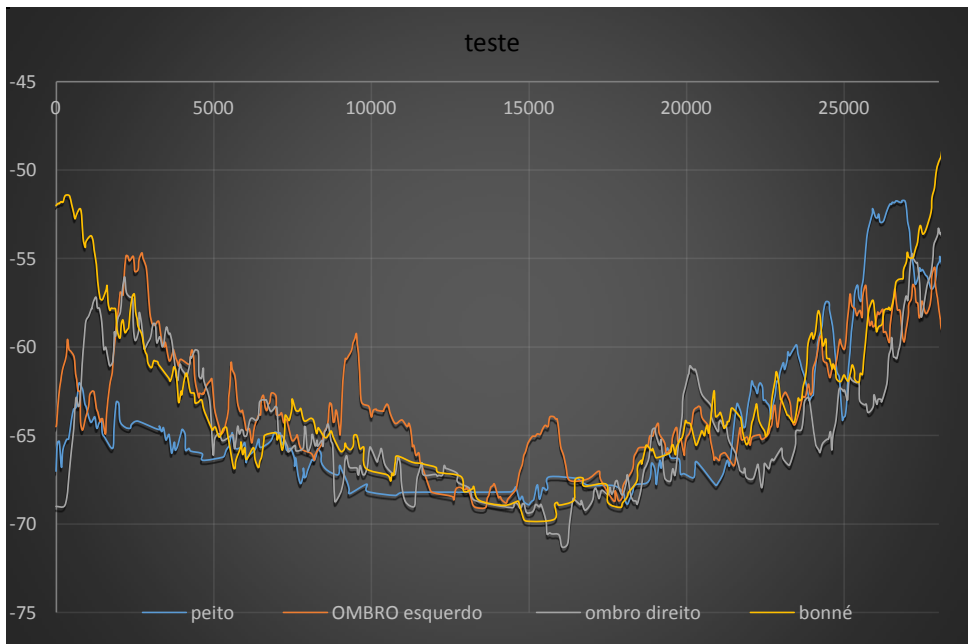


Figura 48- Resultado padrão dos testes. 37 a 40

Em relação aos testes no corredor com duas antenas, verificou se:

- Antenas no meio do corredor permitam melhor a detecção de que as antenas encostada a parede do corredor.
- Existência duma zona comum onde as duas antena detatam o mesmo individuo com potencias de sinal recebido muito semelhante, que dificulta depois saber em que compartimento se encontra o individuo, o compartimento A ou B. a zona comum é situada perto da porta de acesso até 2 m atras de antena 2 e nos ultimos 2m do compartimento A, ver a figura 49

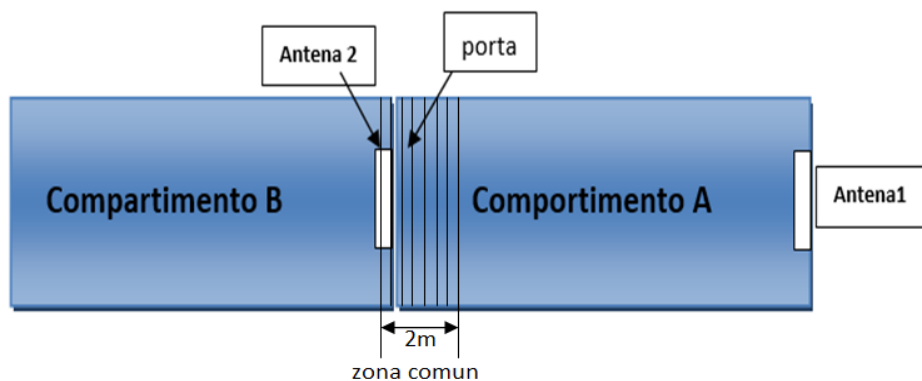


Figura 49- Esquema explicativo do resultado obtido no uso de duas antena uma em cada compartimento

Neste conjunto de testes observou-se uma clara diferença entre o desempenho das tags nos diferentes locais onde foram colocadas, obtendo alcances e potências recebidas bastante melhores no caso do capacete. Verificou-se também que as antenas de polarização circular “Motorola AN480”, “Alien ALR-8610_AC” e “linear EN” tiveram desempenhos idênticos obtendo alcances até 16m, mas em contrapartida, a antena “linear” conseguiu um alcance até 6m. No que diz respeito ao posicionamento da tag, os testes com a tag no capacete obtiveram resultados superiores e, apesar de os testes com a tag no peito terem tido uma boa cobertura do espaço, nas situações em que o corpo estava posicionado entre tag e leitor, as leituras foram intermitentes, e em relação as tags no ombro esteve bons resultados mas com alcance um pouco menor das outras posições estudadas (capacete, peito), conseguiu-se leitura até 10m.

4.4.2. Tronco de escadas – testes 47 a 50

Verficou se que as tags colocadas nos ombros permitam obter melhores resultados no caso da antena colocada no teto, ver figura 50. Em relação a antena colocada na antepara verificou-se resultados ligeiramente melhores, onde a tag e colocada no peito e no capacete, de que as tags colocadas no ombros,mas, têm falhas quando o individuo encontra-se de costas para antena.

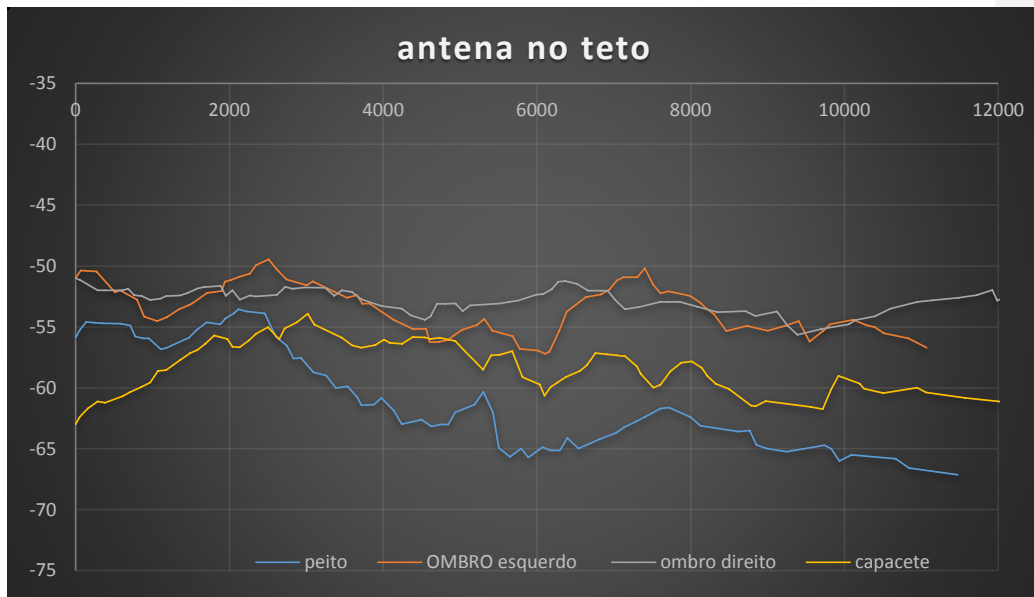


Figura 50- Resultado padrão dos testes realizados no tronco escadas com antena no teto

Neste conjunto de testes as tags colocadas no ombro apresentam melhores resultados nos dois casos, antena no teto e antena na antepara, em relação as antenas, o que estava colocada no teto apresentou melhores resultados.

4.4.3. Compartimentos – testes 51 a 60

Nos testes 51 a 58 verificou se uma cobertura total do compartimento e obtiveram-se leituras exteriores, pois os testes foram realizados com portas abertas, de 2m na zona em frente da porta, isso no caso de antena colocada em cima da porta. No caso de antena colocada no canto superior do compartimento obteve leituras um pouco superiores, até zonas adjacentes a zona frente da porta com distancia de deteção lateral até 4m. Em que diz respeito as tags, obtiveram melhores resultados no caso do capacete, nos outros casos a diferença não é segnificativa, ver figura 51

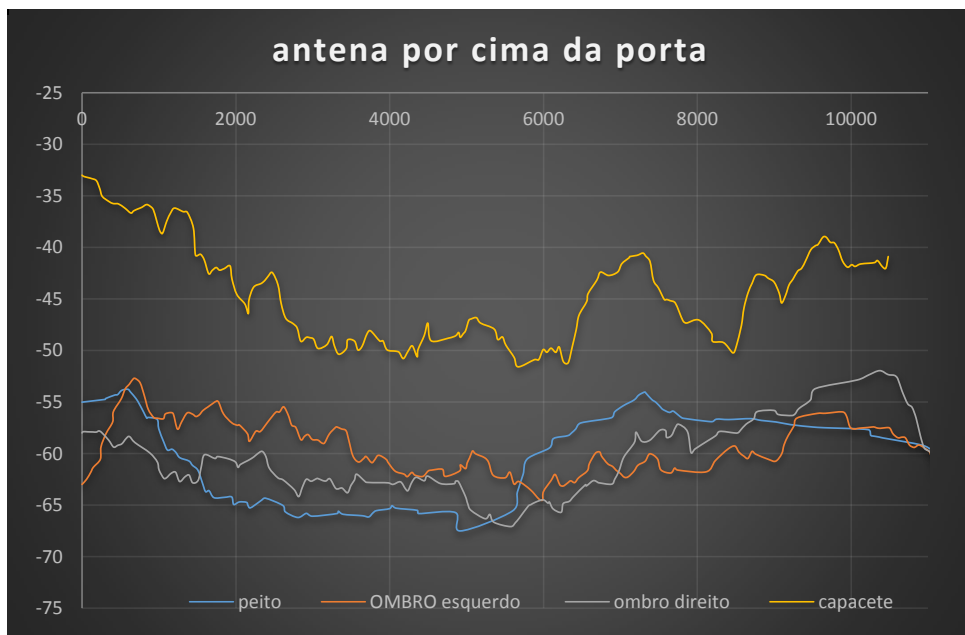


Figura 51- Resultado padrão dos testes realizado no compartimentos de forma L

Em relação aos testes realizados no messe de praças, verificou-se uma cobertura total do messe e do corredor da saída com as duas antenas, verificou-se também que não era necessário as duas antenas, que com uma antena só consegue-se cobrir todo espaço mas a antena tem que estar posicionada no canto superior mais profundo do messe e direcionada para o corredor da saída. figura 52

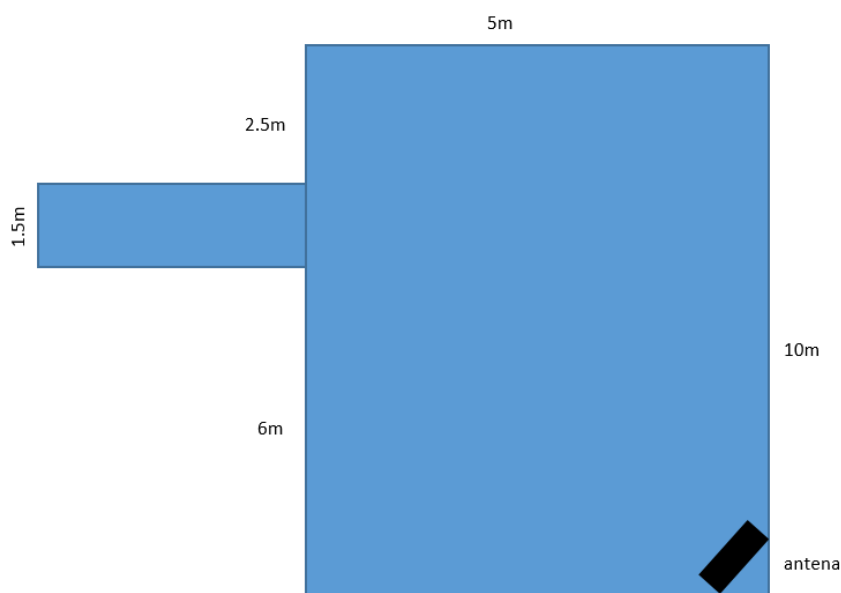


Figura 52- Esquema explicativo de solução para compartimentos deste tipo

Neste conjunto de testes constatou-se que existe zonas onde não se consegue distinguir muito bem se o individuo encontra-se dentro ou fora do compartimento por ter a potência de sinal recebido muito próxima, devida a dimensão pequena do compartimento (máximo de 4m) e antena tem alcance até 16m. Uma antena só consegue cobrir espaços maiores sem necessidade de acrescentar mais uma. E, Mais uma vez, verifica-se um desempenho muito melhor das antenas de polarização circular “Motorola AN480”, “Alien ALR-8610_AC” e “linear EN”, comparativamente à da polarização linear.

4.4.4. Detecção múltipla - testes 61 a 66

Nestes testes constatou-se os seguintes resultados:

- Detecção de todos individuos que se encontram numa distancia até mais ou menos 6m.
- Existência duma interrupção do sinal recebido quando os individuos encontram-se uns atrás dos outros a distancias de mais 6m da antena, que faz do corpo uma barreira que quebra a linha de comunicação tag-antena.

- Com 10 pessoas e com duas antena, ainda muito pior os resultados dos indivíduos que se encontrados no meio, pela mesma razão descrita antes.
- Em relação ao teste 66, verificou-se deteção continua da antena no teto até distância de 8m,
- A antena no teto no meio do corredor trouxe uma mais valia às outras duas antenas porque garante a deteção dos indivíduos quando estão longe das duas antenas, com isso, consegue-se garantir a cobertura de todo o corredor de comprimento de 15m.

Neste conjunto de testes verificou-se para melhor deteção de varias pessoas em simultaneo no corredor, de mais ou menos 15m de comprimento e de 2m de largura, necessita de pelo menos três antenas uma no teto no meio das outras duas antenas, em relação a disposição da tag, o desempenho das mesmas é semelhante porque o principal desafio é manter a tag em linha de vista com a antena.

4.5. Discussão do resultado

No conjunto de testes realizados, confirmou-se a aplicabilidade e a validade da utilização do sistema UHF com tags passivas, na deteção e identificação do pessoal a bordo dos navios, depois de ter confirmado nos testes do ambito não metálico.

Com os alcances obtidos nas zonas de leitura apresentados, pode-se afirmar que o modelo proposto, baseados em zonas estanques, compartimentos e tronco de escadas, é viável. Pois conseguiu-se uma cobertura total ao navio.

Em relação ao posicionamento das tags no vestuários, constatou-se que a tag colocada no capacete favoreceu o desempenho das antenas, isso no caso da situações de emergencia (equipa de BIR), no entanto, no caso vida normal, dia a dia, verificou-se duas soluções tags no ombro e tag no peito, em ambas as situações são fáceis de integração e não causam incomodo ao utilizador. As conclusões já efetuadas nos testes no ambito não metálico, são também validadas, i.e., o posicionamento no ombro é o menos afetado por obstruções causadas pelo corpo, no caso do peito, verificou-se mau funcionamento destes tags caso o portador esteja de costas para antena nos testes no

ambito não metálico, o mesmo não acontecia no ambito metálico, pois verificou-se bom funcionamento em ambas as situações, seja frente de antena ou de costas.

5. Conclusões

Bibliografia

1. Finkenzeller, K. (2010). RFID Handbook - Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards, Radio Frequency Identification and Near-Field Communication (3ª ed.). (D. Muller, Trad.) West Sussex, Reino Unido: John Wiley & Sons, Ltd.
2. Dobkin, D. M. (2008). The RF in RFID: passive UHF RFID in practice. Oxford, Reino Unido: Elsevier.
3. <http://www.rfidjournal.com>
4. Landt, Jerry (2001), "Shrouds of Time: The history of RFID", AIM Inc <https://www.transcore.com/sites/default/files/History%20of%20RFID%20White%20Paper.pdf>
5. Birgit Heinz, "RFID White Paper Technology System and Applications", Bitkom, Dezembro de 2005
6. Sandip Lahiri, "RFID Sourcebook", IBM Press, September 2005 <http://my.safaribooksonline.com/book/hardware/rfid/0131851373/firstchapter#X2ludGVybmFsX0h0bWxWaWV3P3htbGlkPTAxMzE4NTEzNzMI MkZjaDAxbGV2MXNlYzImcXVlcnk9>
7. <http://books.google.pt/books?id=7TTHouZ5ExwC&printsec=frontcover&hl=pt-PT#v=onepage&q&f=false>
8. <http://brasil.rfidjournal.com/perguntas-frequentes>
9. http://en.wikipedia.org/wiki/ISM_band
10. Mario Chiesa, Ryan Genz, Franziska Heubler, Kim Mingo, Chris Noessel, Natasha Sopieva, Dave Slocombe, Jason Tester, "RFID – a week long

- survey on the technology and its potencial”,
http://reseau.erasme.org/IMG/RFID_research.pdf
11. Tristram Carlisle, “Radio Frequency Identification – RFID...Coming of Age”, Information Technology Association of America (ITAA), June 2004 <http://www.thaieei.com/embedded/pdf/RFID/40016.pdf>
 12. Chen, Y.-S., & Chen, S.-Y. (2009). Analysis of antenna coupling in near-field RFID systems. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2009 (pp. 1 - 4). Charleston (SC): IEEE. http://www.ieice.org/proceedings/EMTS2013/program/23AM1D_01.pdf
 13. Li, H.-J., Lin, H.-H., & Wu, H.-H. (2008). Effect of antenna mutual coupling on the UHF passive RFID tag detection. Antennas and Propagation Society International Symposium, 2008 (pp. 1 - 4). San Diego: IEEE. http://ieeexplore.ieee.org/xpl/login.jsp?tp=&arnumber=4619089&url=http%3A%2F%2Fieeexplore.ieee.org%2Fxppls%2Fabs_all.jsp%3Farnumber%3D4619089
 14. RFID (Radio Frequency Identification): Principles and Applications
Stephen A. Weis MIT CSAIL
 15. Glover, B., & Bhatt, H. (2006). RFID essentials. Sebastopol, California: O'Reilly Media.
 16. Raj Bridgelall, “RFID – Radar Technology for Commodity Goods”, January 2012. <http://www.ieee.li/pdf/viewgraphs/rfid.pdf>

Anexos



MOTOROLA FX7400

FIXED RFID READER FOR CUSTOMER-FACING ENVIRONMENTS

BUSINESS-CLASS FUNCTIONALITY IN A COMPACT, SLEEK DESIGN

The Motorola FX7400 RFID Reader sets a new standard in design for indoor customer-facing and carpeted environments — packing best-in-class RFID features into a sleek, attractive form factor that is less than half the size of a typical fixed industrial RFID reader. With a low profile and impressive array of integrated features and functionality, the FX7400 makes RFID cost-effective for business class applications such as item-level inventory management, IT asset management and more. This standards-based device integrates easily into your existing technology environment, delivering superior performance and simplified management. Flexible enough to support your business needs today and in the future, the RFID reader offers outstanding value with a low cost per read point, investment protection and superior total cost of ownership (TCO). And the FX7400 expands our RFID fixed reader portfolio to serve both business-class and industrial environments.

EASY TO USE, DEPLOY AND MANAGE

The FX7400 is easy to mount and manage. The reader simply snaps into the supplied bracket. Deployment is automated with ShowCase II, Motorola's new remote configuration and management tool. An auto discovery function helps detect devices once they are plugged

into the network; pre-defined configuration files simplify setup for various applications and environments and a testing tool lets you verify that your FX7400 readers are up, running and ready to put into operation. No outlet nearby? No problem. Integrated Power over Ethernet (PoE) gives businesses the freedom to place the FX7400 wherever it is needed most, without the hassle or cost associated with installing power outlets — ideal for the large open common areas in retail storefronts. LLRP (low level reader protocol) support delivers seamless integration with your existing IT infrastructure, including wireless LANs and standard middleware, such as IBM WebSphere and Microsoft BizTalk. And the ability to host third party applications further simplifies application deployment, allowing you to easily customize applications to meet your business needs today and tomorrow.

A SMART INVESTMENT WITH A LOW TOTAL COST OF OWNERSHIP (TCO)

With the FX7400, you get big business benefits — effortless real-time accurate inventory visibility and a superior TCO. A choice of either two or four monostatic ports lets you purchase only what you need, no more no less. With the integrated optically isolated General Purpose Input/Output (GPIO) interface, there's no need to purchase, install and manage additional hardware.

FEATURES

Highly integrated features, including PoE, GPIO and management software
Provides a low cost per read point — and a low TCO

2-port and 4-port reader configurations
Increases application flexibility and optimizes capital investments

Open standards-based architecture:

- EPC standards-based defined reader management
- Auto-discovery
- Flexible firmware upgrade features
- Showcase II configuration and management tool

Seamlessly integrates with existing IT environments; enables remote and centralized management; simplifies and reduces the cost of set-up, deployment, testing and management.

PRODUCT SPEC SHEET
MOTOROLA FX7400

A flexible radio architecture minimizes the complexity of multinational deployments and simplifies the technology architecture in distributed environments. Integrated PoE support provides a substantial cost savings — up to \$1000 per electrical drop. And our centralized remote management tools significantly reduce IT management time and cost.

END-TO-END LIFECYCLE SUPPORT

No matter what help you might need, we have you covered. Our full suite of services offers 'from the manufacturer' expertise throughout the entire lifecycle of your solution — from assessment, commissioning and rollout to ongoing training and day-to-day support. Our RFID Advanced Services provide the assistance

you need to architect your solution for your business, processes and environment, ensuring that your pilot or full-scale rollout is designed to deliver peak performance — and maximum benefits. And post deployment, Motorola's Customer Services provide the everyday support you need to keep your RFID solution up and running day in and day out, with options that include 24x7 on site coverage and preventive maintenance visits.

For more information on how the FX7400 RFID Reader can benefit your business, please visit us on the web at www.motorola.com/FX7400 or access our global contact directory at www.motorola.com/enterprisemobility/contactus

Next generation reader platform, including dense reader mode support
Best-in-class read rates deliver superior read performance

Microsoft® Windows® CE 5.0 direct application hosting; 64 MB RAM/ 64 MB Flash

Enables easy integration of a wide range of third-party applications for fast application deployment, supports upgrading to meet future requirements; maximizes product lifespan; provides outstanding investment protection

EPC Global LLRP interface support; comprehensive API support — .NET and C
Simplifies application development

SPECIFICATIONS CHART

| PHYSICAL CHARACTERISTICS | |
|--------------------------|--|
| Dimensions | 7.7 in. L x 5.9 in. W x 1.7 in. D (19.56 cm L x 14.99 cm W x 4.32 cm D) |
| Weight | 1.8 lbs± 0.1 lbs (0.82 kg± 0.05 kg) |
| Housing Material | Die-cast aluminum, sheet metal and plastic |
| Visual Status Indicators | Multicolor LEDs: Power, Activity, Status and Applications |
| Mounting | Keyhole and standard VESA (75mm x 75mm) |
| CONNECTIVITY | |
| Communications | 10/100 BaseT Ethernet (RJ45) w/ POE support, USB Client (USB Type B) |
| General Purpose I/O | 2 inputs, 2 outputs, optically isolated (Terminal Block) |
| Power Supply | +24Vdc or POE (IEEE 802.3af) |
| Antenna Ports | FX7400-4: 4 mono-static ports (Reverse Polarity TNC) FX7400-2: 2 mono-static ports (Reverse Polarity TNC) |
| ENVIRONMENTAL | |
| Operating Temp. | -4° to +131° F/-20° to +55° C |
| Storage Temp. | -40° to +158° F/-40° to +70° C |
| Humidity | 5-85% non-condensing |
| REGULATORY COMPLIANCE | |
| Safety | UL 60950-01, UL 2043, IEC 60950-1, EN 60950-1 |
| RF/EMI/EMC | FCC Part 15, RSS 210, EN 302 208, ICES-003 Class B, EN 301 489-1/3 |
| SAR/MPE | FCC 47CFR2.OET Bullet in 65; EN 50364 |
| Other | ROHS, WEEE |

| HARDWARE, OS AND FIRMWARE MANAGEMENT | |
|--------------------------------------|--|
| Memory | Flash 64 MB, DRAM 64 MB |
| Operating System | Microsoft® Windows® CE 5.0 |
| Firmware Upgrade | Web-based and remote firmware upgrade capabilities |
| Management Protocols | RM 1.0.1 (with XML over HTTP/HTTPS and SNMP binding); AirBEAM firmware upgrade (Level 2 support) |
| Network Services | DHCP, HTTPS, FTPS, SSH, HTTP, FTP, Telnet, SNMP and NTP |
| Air Protocols | ISO 18000-6C (EPC Class 1 Gen 2) |
| Frequency (UHF Band) | Global Reader: 902 MHz-928 Mhz, 865 MHz-868 MHz US (only) Reader: 902 MHz to 928 MHz |
| Power Output | +15dBm to +30dBm |
| IP Addressing | Static and Dynamic |
| Host Interface Protocol | LLRP |
| API Support | .NET and C |
| Warranty | The FX7400-4 and FX7400-2 are warranted against defects in workmanship and materials for a period of one year (12 months) from date of shipment, provided the product remains unmodified and is operated under normal and proper conditions. |
| RECOMMENDED SERVICES | |
| Customer Services | Service from the Start Advance Exchange Support |
| Advanced Services | RFID Advanced Services |

Part number: SS-FX7400. Printed in USA 01/11. MOTOROLA, MOTO, MOTOROLA SOLUTIONS and the Stylized M Logo are trademarks or registered trademarks of Motorola Trademark Holdings, LLC and are used under license. All other trademarks are the property of their respective owners. ©2011 Motorola Solutions, Inc. All rights reserved.



Infinity 510 ETSI

High-Performance, Multi-Protocol Reader



| Operating Characteristics | |
|---------------------------|--|
| Management Features: | Rich array of diagnostic and statistical reporting tools, user-configurable alarms, and a host of management features based on industry standard protocols. Allows seamless integration into existing IT infrastructures. |
| Regional Compatibility: | The IN510 is operationally compatible in the following regions: Australia, Brazil, Canada, China, Europe, Hong Kong, Japan, Korea, Malaysia, New Zealand, Singapore, South Africa, Taiwan, Thailand, United States, Barbados, Colombia, Peru |
| Air Interface: | High performance radio and modem subsystems employing sophisticated DSP technology and advanced singulation algorithms that optimize read rates in a wide range of end-user applications. |
| Adaptive Noise Features: | Intelligent algorithms within the Infinity 510 automatically enable the modem to adapt to the instantaneous noise and interference level, thus optimizing air interface performance and robustness for a wide range of deployment scenarios. |
| Upgradeability: | Upgradeable firmware permits forward compatibility for future protocols. |
| Specifications | |
| Frequency: | UHF 865-868 MHz |
| Supported Transponders: | Full support of mandatory and optional features of EPCGlobal Class 1 Generation 2 and ISO18000-6C, including optional user memory and NXP's EPC custom commands. Also supports ISO 18000-6B, IPX, and Ucode 1.19 with future protocols supported through firmware updates. |
| Operating Modes: | Single Interrogator Multiple Interrogator Dense Interrogator |
| Communications: | 10/100 Ethernet Port Serial Port EIA/TIA-232-F 115 kBaud with hardware handshaking (RTS/CTS), DCE |
| GPIO: | Digital Input/Output Port 4 – optically coupled inputs, 25V max. Controllable input reference 4 – open-collector outputs, 3-40V, 100mA max, 1W max |
| RF Power: | 10 mW - 724 mW conducted (+28.6 dBm) |
| Input Power: | 12 to 24 Vdc (13W at idle; 34W typical (40W max) at max RF Power) 85 to 265 Vac, 50-60 Hz (optional) |
| Antenna Connection: | 4 - RP-TNC connections (reverse polarity) Fifth RP-TNC connection for LBT functionality |
| LED Indicators: | Sense, Transmit, Fault and Power |
| Upgradeable Firmware: | Yes |
| Operating Temperature: | -20°C to 55°C (-7°F to 131°F) |
| Relative Humidity: | 5 to 95%, non-condensing |
| Dimensions (LxWxD): | 22.0 x 30.0 x 5.6 cm (8.66 x 11.81 x 2.20 in.) |
| Weight: | 3.0 kg (6.5 lbs) |
| Regulatory: | Compliant to RoHS, ETSI EN 301 489, ETSI EN 302 208 and IEC 60950 |
| Case Material: | Aluminum |

About Sirit Inc.

Sirit Inc. is a leading provider of Radio Frequency Identification (RFID) reader technology to OEMs and solution providers worldwide. Harnessing the power of Sirit's enabling-RFID technology, customers are able to more rapidly bring high quality RFID solutions to the market with reduced initial engineering costs. Sirit's products are built on years of RF domain expertise addressing multiple frequencies (LF/HF/UHF), multiple protocols and are compliant with global standards. Sirit's broad portfolio of products and capabilities are easily customized to address new and traditional RFID market applications including Supply Chain & Logistics, Cashless Payment, Access Control, Automatic Vehicle Identification, Inventory Control & Management, Asset Tracking and Product Authentication. For more information, visit www.sirit.com.

SIRIT - ORANGE COUNTY
2 Technology
Irvine, California 92618 USA
Tel: 949.341.0409
Fax: 949.341.0521

SIRIT - DALLAS
1321 Valwood Parkway, Suite 620
Carrollton, Texas 75006 USA
Tel: 972.243.7208
Fax: 972.243.8034

For more information,
contact sales toll free
at 1.866.338.9586
E-mail: sales@sirit.com

www.sirit.com



The "RFID by Sirit" symbol signifies that Sirit Inc.'s high quality RFID reader technology resides within this product.



© 2011 Sirit Inc., all rights reserved. "Sirit", the Sirit Design, "RFID by Sirit", the RFID by Sirit Design and "vision beyond sight" are all trademarks of Sirit Inc. All other trademarks are the property of their respective owners. Specifications subject to change without notice.

DS-0042

INfinity 510



INfinity 510 ETSI

Ultra High Frequency 865 - 868MHz

High-Performance, Multi-Protocol Reader

Overview

Supporting the worldwide movement to Gen 2 technology, the INfinity 510 redefines the state-of-the-art for RFID readers. This powerful UHF reader system is designed for enterprise class applications and features best-in-class air interface performance. In addition, the robust, software radio-based architecture provides a rich application platform that addresses the needs of today's deployments and ensures that future features and capabilities can be added as RFID technology evolves in the future.

The INfinity 510 was designed from the ground up to support worldwide regulatory compliance from a single platform. The design provides optimal performance in North American, European and Asia-Pacific environments. The INfinity 510 offers a wide portfolio of configuration and enterprise management tools that changes the paradigm of RFID system installation and management. For the end-user who needs a quick, out-of-the box solution, the INfinity 510 provides an intuitive installation wizard allowing the user to be able to begin reading tags within minutes.



Applications

With its exceptional read rate performance and four main monostatic antennas, the INfinity 510 easily integrates into most supply chain and closed loop UHF installations including dock door portals and conveyor systems but can also be used for applications including forklifts, point-of-sale, access control and many others.



ALR-8610-AL LINEARLY POLARIZED RFID ANTENNA
ALR-8610-AC CIRCULARLY POLARIZED RFID ANTENNA



ALIEN.

The **ALR-8610** series of UHF antennas is specially designed to deliver optimum performance when used with Alien Technology® RFID readers. Optimized for the 865-MHz to 869-MHz frequency band, these antennas are ETSI certified for use with the ALR-8780 high performance reader.



The **ALR-8610-AL** linearly-polarized antenna concentrates maximum gain in a single axis, leading to the longest possible read range and penetration.

The **ALR-8610-AC** circularly-polarized antenna uses circular polarization to distribute the UHF energy uniformly in a radially symmetrical pattern, providing the ability to read RFID tags regardless of orientation.

Product Specifications

ALR-8610-AL

FREQUENCY RANGE: 806 - 896 MHz
POLARIZATION: linear
GAIN: 7.5dBil max
BEAM WIDTH: Less than 70°
INPUT IMPEDANCE: 50 Ohm nominal
CABLE: 6 Metres LMR-195, 50 ohm coaxial, reverse polarity connector
DIMENSIONS: 28.4cm X 22.4cm X 5.6cm
RETURN LOSS: Less than -15 dB across frequency range
OPERATING TEMPERATURE: 0° TO 50° C
READER COMPATABILITY: ETSI certified for use with the ALR-8780 RFID Reader

ALR-8610-AC

FREQUENCY RANGE: 865 - 965 MHz
POLARIZATION: circular
GAIN: 5.5dBil max
BEAM WIDTH: Less than 70°
INPUT IMPEDANCE: 50 Ohm nominal
CABLE: 6 Metres LMR-195, 50 ohm coaxial, reverse polarity connector
DIMENSIONS: 25cm x 25cm x 3.8cm
RETURN LOSS: Less than -15 dB across frequency range
OPERATING TEMPERATURE: 0° TO 50° C
READER COMPATABILITY: ETSI certified for use with the ALR-8780 RFID Reader

ALIEN TECHNOLOGY
 ATLANTIC HOUSE
 IMPERIAL WAY
 READING RG2 0TDF
 UNITED KINGDOM
 WWW.ALIENTECHNOLOGY.COM



Copyright © 2004 Alien Technology Corporation. All rights reserved. Alien, Alien Technology and the Alien logo are trademarks or registered trademarks in the U.S. and other countries. 12/2004



RFID Antenna Family

RFID antennas for fixed readers



Comprehensive RFID antenna portfolio for diverse application needs

Motorola's family of Radio Frequency Identification (RFID) Antennas offers the versatility and performance required to meet diverse environmental and application needs — including customer-facing areas, warehouses and outdoors. When used in conjunction with Motorola's Fixed RFID Readers, communication with Electronic Product Code (EPC™)-compliant RFID tags is accurate, fast and efficient. Vital components in reader-tag communications, our family of efficient, high-performance antennas can meet the needs of any RFID solution.

AN700 Series: Compact antennas for customer-facing environments

The AN700 Series antennas offer all the features required for carpeted and customer-facing environments. A perfect complement to Motorola's FX7400 RFID Reader, the AN700 Series antennas are extremely compact, offering the aesthetics required for the most discreet installation in the most space constrained areas — for example, under the point of sale (POS) counter. The integrated mounting bracket enables easy installation in minutes. The AN710 is designed for inside the four walls. The rugged AN720 is designed to withstand exposure to rain, snow and extreme temperatures — ideal for the receiving dock doors or outdoor shopping areas.

AN480: wide band antenna for worldwide use

The AN480 single port antenna offers maximum performance and flexibility. The low axial ratio is nearly 50 percent lower than typical competitive devices, delivering a more uniform gain — and better performance. The wide frequency range

enables this antenna to be utilized in worldwide deployments, providing cost-efficiencies and a simplified RFID infrastructure. The AN480 can be installed throughout the enterprise in manufacturing and warehouse floor environments, or any dock door receiving application. As with all Motorola antennas, the AN480 uses Motorola's standard mounting bracket — mounting the antenna for the first time or upgrading an existing Motorola antenna with the AN480 is fast and easy.

AN400: High-performance area antenna for high-capacity, high throughput environments

Get the capacity and range you need to enable RFID tag reading in large areas with the AN400 high-performance area antenna. This general-purpose area antenna is optimized to perform in all environments. Easy to mount on ceilings and walls, the AN400 enables the easy creation of superior read zones around shelves, doorways and dock doors — anywhere boxes and pallets are moving into and out of a facility.

AN720

Compact Rugged Indoor-Outdoor Antenna



| Physical Characteristics | |
|--------------------------|--|
| Dimensions: | 5.2 in. L x 5.2 in. W x 0.7 in. D 132.8 mm L x 132.8 mm W x 18.1 mm D |
| Weight: | 0.8 lbs./0.37 kg |
| User Environment | |
| Frequency Range: | US and Canada: 900-928 MHz Europe: 865-869 MHz |
| Operating Temperature: | -22° to +158° F; -30° to +70° C |
| Storage Temperature: | -40° to +185° F; -40° to +85° C |
| Connector: | Type "N" female |
| Gain: | US/Canada: 3dBIL Europe: 3.5 dBIL |
| Return Loss (VSWR): | 1.5:1 |
| Front to Back Ratio: | 8 dB |
| Nominal Impedance: | 50 Ohm |
| Beam Width: | 100° |
| Polarization: | Circular (L) left |
| Power: | 10 watts |
| Axial Ratio: | 2 dB |
| Mounting: | 2 threaded studs (rack mount); includes articulating mount |
| Enclosure rating: | IP67 |
| Impact Resistance: | 10 lbs./4.6 kg; Ball drop — 24 in./60.96 cm |
| Vibration: | MIL-STD-810 |
| Shock: | IEC-68-2-27 |
| Humidity: | IEC-68-2-30 |
| Lightning Protection: | DC grounded |

AN480

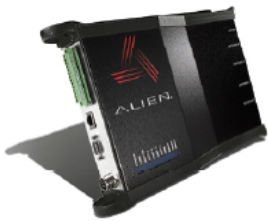
High-Performance Worldwide Indoor Wide Band Antenna



| Physical Characteristics | |
|--------------------------------|---|
| Dimensions: | Without mounting screws: 10.2 in. L x 10.2 in. W x 1.32 in. D 25.91 cm L x 25.91 cm W x 3.35 cm D With mounting screws: 10.2 in. L x 10.2 in. W x 1.98 in. D 25.91 cm L x 25.91 cm W x 5.03 cm D |
| Weight: | 2.5 lbs./1.13 kg |
| Polarization: | LHCP and RHCP |
| User Environment | |
| Frequency: | 865-966 MHz |
| Environmental: | IP54 |
| Sealing: | |
| Connectors: | Type "N" female |
| Max. VSWR: | 1.22:1 |
| Free Space: | |
| Max. VSWR Ground at .15 Meter: | 13:1 |
| Nominal Impedance: | 50 Ohm |
| Horizontal 3 dB Beam Width: | 65° |
| Vertical 3 dB Beam Width: | 65° |
| Gain: | 6 dBIL max. |
| Axial Ratio: | 1.5 dB max. |
| DC Resistance: | 10K Ohm |
| Front to Back Ratio: | 18 dB |
| Power: | 2 Watts |
| Transport Vibration: | IEC-68 series |
| UV Rating: | F2 per UL 746C |



ALR-8800 ENTERPRISE RFID READER



FEATURES

- High Performance EPC Gen 2 Reader
- Enterprise scalable and remotely manageable
- Upgradeable, investment-protected architecture
- Dense reader management and interference mitigation
- Low initial cost of implementation and ongoing cost of ownership
- EN 302-208 compliant

EPC Gen 2, ETSI-Compliant RFID Reader

The Alien ALR-8800 Enterprise RFID Reader enables users to deploy manageable, robust, best-in-class RFID across the supply chain. The unit uses an XScale processor running Linux for system and network management and a powerful DSP processor for high-performance Gen 2 RFID protocol capability.

The XScale/Linux system hosts the Alien Reader Protocol and a suite of configuration and remote management functions, enabling fast, scalable implementation. A highly programmable signal processing architecture delivers exceptional execution of the EPC Gen 2 standard, while enabling implementation of future protocols for long-term investment protection.

Enterprise Scalable Architecture for Lower Cost of Implementation and Ongoing Management

The ALR-8800 enables enterprise-wide scale-up of RFID by reducing the cost of implementation and ongoing management.

Lower Implementation Costs

Installers can upload and download configurations allowing them to easily re-use a configuration for multiple read points. Standard configuration options provide simplicity for common situations.

The ALR-8800 reduces the cost of ancillary hardware used to integrate the reader with sensors, indicators and actuators. High capacity, optically isolated general-purpose input-output (GPIO) signals can drive many external devices directly, eliminating the need



for costly digital I/O equipment and relays. Optical isolation ensures accurate reception of triggering signals in noisy, industrial environments.

The ALR-8800 does not require separate and dedicated transmit and receive antennas to achieve top read rates. The multistatic antenna system achieves the performance of independent transmit and receive antennas with half as many antennas in most cases. Only four single-element antennas are required for four read points, unlike other readers that require 8 antennas.

Alien pioneered the network-ready RFID reader with the ALR-8780/9780 family and its widely-supported Alien Reader Protocol™. The ALR-8800 adds enhancements such as support for Simple Network Management Protocol (SNMP), which enables the network to monitor real-time health, revision and status information from the reader. The reader supports network firmware upgrades as well.

Enhanced Reliability and Ruggedness for Improved Uptime

The ALR-8800 features a rugged, steel enclosure. Heavy-duty, locking connectors ensure reliable connections even in environments with high levels of vibration. Extensive reliability testing including shock, vibration, temperature and humidity ensure field reliability.

Recovery from Power and LAN Interruption

Upon restoration of power after a power loss, the ALR-8800 resumes its previous configuration and operational mode. A tag list of up to 2500 tags is stored in non-volatile memory.

When operating in Autonomous Mode, the reader will continue to collect tag data even if the LAN connection is interrupted. Upon recovery of the LAN connection, middleware can download accumulated tag data from the reader.

Dense Reader Management

The ALR-8800 offers several methods for interference mitigation that jointly provide a powerful solution to the challenge of dense reader environments.

Dense Reader Mode

The reader is compliant with the low noise, spectral mask requirements of Dense Reader Mode as defined in the EPC Gen 2 specification. Employing "dense reader channelized signaling," the ALR-8800 makes more efficient use of the available spectrum, enabling more readers to operate in limited space. The flexible signal processing architecture of the ALR-8800 will enable it to support upcoming enhancements in the DRM protocol to optimize its use in the ETSI regulatory environment.

Listen-Before-Talk

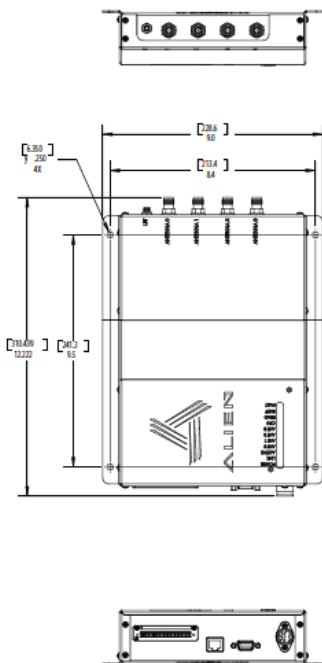
The ALR-8800 employs ETSI-compliant Listen-Before-Talk (LBT) capability to avoid channel contention between readers and other equipment.

Event-triggered Operation and Autonomous Mode

The Autonomous Mode functionality of the Alien Reader Protocol enables the reader to collect tag data when triggered by external events detected by magic eyes and other sensors. In this mode, readers are activated only when needed, thereby reducing the on-time of each reader and lowering the number of readers operating at any given moment. This simple, but powerful tool is a critical part of co-locating large numbers of readers in a single facility.



Complete Developer's Kit for Java and .Net environments



The ALR-8800 Enterprise RFID Reader



Alien Technology
 18220 Butterfield Blvd.
 Morgan Hill, CA 95037
 866-RFID NOW
www.alientechnology.com

| | |
|--------------------------------|---|
| MODEL NUMBER | ALR-8800, ALR-8800-DevC Developer's Kit |
| ARCHITECTURE | XScale™ processor, Linux, 64 Mbytes RAM, 32 Mbytes Flash, DSP and Field Programmable Analog Array (FPGA) signal processing |
| SUPPORTED RFID TAG PROTOCOLS | EPC Class 1 Gen 2, EPC Class 1 Gen1, ISO 18000-6c (when ratified) |
| READER COMMUNICATION PROTOCOL | Alien Reader Protocol™, Autonomous Mode, upgradeable architecture for future EPC reader protocols |
| NETWORK PROTOCOLS | DHCP, TCP/IP, SNMP, DNS, SNMPv3 |
| DENSE READER MANAGEMENT | Dense Reader Mode, Listen-before-talk, Auto triggering and event management |
| FREQUENCY | 865.6 MHz – 867.6 MHz |
| CHANNELS | 10 |
| CHANNEL SPACING | 200 KHz |
| RF POWER | 2 watts ERP |
| POWER | AC/DC power converter, 45 Watts maximum 120 or 240 VAC, 50 or 60Hz |
| COMMUNICATIONS | RS-232 (DB-9 F), LAN TCP/IP(RJ-45) |
| ANTENNAS | 4 ports for 4 read points; multistatic topology; circular or linear polarization, 6 meter cables, reverse polarity TNC connectors |
| GENERAL PURPOSE INPUTS/OUTPUTS | 4 inputs, 8 outputs, optically isolated, 0.5 watt current capacity |
| DIMENSIONS | (L) 28 cm x (W) 22.9 cm x (D) 5.6 cm |
| WEIGHT | 2.0 kg |
| OPERATING TEMPERATURE | -20°C to +50°C |
| LED INDICATORS | Power, Link, Active, Ant 0-3, CPU, Read, Sniff, Fault (red) |
| SOFTWARE SUPPORT | Java and .NET APIs for Alien Reader Protocol, Alien Gateway demo and test software |
| COMPLIANCE: SAFETY | EN 60950, EN 50364 |
| COMPLIANCE: EMISSIONS | EN 302-208, EN 301-489 |

Copyright © 2006 Alien Technology Corporation. All rights reserved. Alien Technology, RFID Gateway and the Alien Technology logo are trademarks or registered trademarks in the U.S. and other countries. All other trademarks are the property of their respective owners.

Table 2.1: Mod. A528 Technical Specifications

| | |
|------------------------------------|--|
| Frequency band | 902÷928 MHz (FCC part 15) 865.600÷867.600 MHz (ETSI EN 302 208) |
| Output Power Level | Programmable in 8 steps ¹ up to 500 mW @ 5 V (27 dBm) |
| Output power accuracy | +/- 1dB |
| Antenna VSWR requirement | 2:1 or better for optimum performances |
| Antenna Connector | Nr. 1 MMCX type |
| Frequency Tolerance | ±10 ppm over the entire temperature range |
| Number of Channels | 10 channels (compliant to ETSI EN 302 208) 50 hopping channels (compliant to FCC part 15) |
| Standard Compliance | EPC C1G2 |
| Digital I/O | Four I/O lines 3.3V out @ 3mA, 5V tolerant |
| UART Serial Port | Baudrate: 115200 Databits: 8 Stopbits: 1 Parity: none Flow control: none 3.3 V out, 5 V tolerant 9.6÷115 kbit/s data rate (settable) |
| USB Device Port | One USB 2.0 Full Speed (12 Mbits per second) device port. |
| Dimensions | 42 x 60 x 6.3 mm ³ (1.65 x 2.36 x 0.25 inches ³) |
| Supply voltage requirements | 4.75V ÷ 5.25V; ripple and noise < 100mVpp; ripple frequency > 100kHz |
| Electrical Power | 1A max @ 5 V (TX/RX mode) ² , 230 mA @ 5 V (idle mode) |
| Operating Temperature | -20 °C to 60 °C |
| MTBF | > 200'000 hours |
| Weight | 16 g |



ion R4300P UHF Long Range Reader with GPRS

The first UHF RFID
portal reader with
embedded GPRS



Features

- Multi-Regional Support
 - ETSI EN 302 208
 - FCC part 15
 - Australia, China, Korea, Japan, Singapore, Taiwan
- Integrated GPRS modem (optional)
- EPC C1 G2, ISO 18000-6C Compliant
- USB 2.0 High Speed Host Port
- Internal MicroSD slot

Applications

- Vehicle access control systems
- Pick and put away applications
- Industrial control
- RFID tunnels
- Portal applications
- Point of sales devices (smart shelves, smart displays)

General Info

The **ion** (Model R4300P), the new portal reader of the **easy2read**® Family, is optimized for portal applications featuring up to 4 antennas, network interfaces, GEN2 DRM management and high speed Gen2 read rates.

In addition to all these features, the R4300P allows data transfer via an integrated GPRS modem (optional).

The R4300P uses an INTEL® ATOM™ processor and combines the processing power of INTEL X86 architecture with the most advanced RFID performances.

The R4300P complies with and can operate in different regulatory environments (Europe, US, Australia, China, Korea, Japan, Singapore, Taiwan).

These features, together with its compact and versatile form factor, allow to use it in vehicle applications, on smart shelves or smart displays and in any worldwide installation requiring RFID usage in remote areas.



easy2read® Family

The easy2read® family constitutes a complete and reliable product line of readers for any Auto-ID need. A reading range from a few centimetres up to 7-8 metres distance makes the easy2read® family suitable for applications such as access control, UHF gates, desktop reading or OEM modules for integration into handheld or printer devices.

- OEM Readers
- Fixed Readers
- Desktop Readers



Ordering Options

- WR4300PXAAAA
- R4300P - ION - RFID UHF Portal Reader
- WR4300PXGPRS
- R4300P - ION - RFID UHF Portal Reader with GPRS
- Accessories**
- WALIM0000003
- R4300P - auxiliary power supply
- WANTENNA005
- Circular polarized 860 - 960 MHz antenna
- WANTENNA007
- Linear polarized 860 - 970 MHz antenna
- WCAV0AAA005
- TNC/RP-N antenna cable, insertion loss 0.32dB/m, length=5m
- WCAV0AAA006
- TNC/RP-N antenna cable, insertion loss 0.32dB/m, length=15m

Technical Specifications Table

| | |
|---------------------------------|--|
| Frequency | 902÷928 MHz (FCC part 15) 865.600÷867.600 MHz (ETSI EN 302 208) 952÷954 MHz (ARIB STD-T89) |
| Output Power | Up to 32 dBm (~1.6 W) conducted |
| CPU | Intel Atom Z510 CPU @ 1.1Ghz |
| Memory | 512 Mbytes RAM, 512 Mbytes SSD, 2 Gb MicroSD |
| Operating System | Linux (Debian) |
| Scripting | - Python 2.5 language interpreter - Java Virtual Machine |
| Host Interface Protocols | - EPCGlobal LLRP RFID host-to-reader protocol - CAEN RFID host-to-reader protocol |
| Antenna Connectors | 4 TNC Reverse Polarity |
| Receiving Capability | Gen 2 Dense Reader Mode Management Data rate up to 400 Kbits/s |
| Standard compliance | EPC C1 G2/ISO 18000-6C |
| Digital I/O | 14 GPIO pins TTL level |
| Ports | RS232 Serial Communication (DB9); USB 2.0 High Speed Host Port; Ethernet 10/100BASE-T (RJ45) |
| Wireless Communication | GSM/GPRS (SMA) (optional) WiFi (optional via USB host) |
| Internal Interfaces | MicroSD slot SIM card housing (optional) |
| Dimensions | (W)275 x (L)155 x (H)39 mm ³ (10.8 x 6.1 x 1.5 inch ³) |
| Electrical Power | 9-36 Vdc - 30 W |
| Operating Temperature | -20°C to +55°C |
| Weight | 1.3 kg |



CAENRFID S.r.L. - Via Vetralla, 11 - 55049 Viareggio - Italy
Tel. +39.0584.388.398 - Fax +39.0584.388.959
info@caenrfid.it - www.caenrfid.it

For more information, visit our web site:

www.caenrfid.it

Copyright © CAENRFID srl. All rights reserved. Information in this publication supersedes all earlier versions. Specifications subject to change without notice. Printed in May 2010

CAENRFID_easy2read_Z510_0000000002