

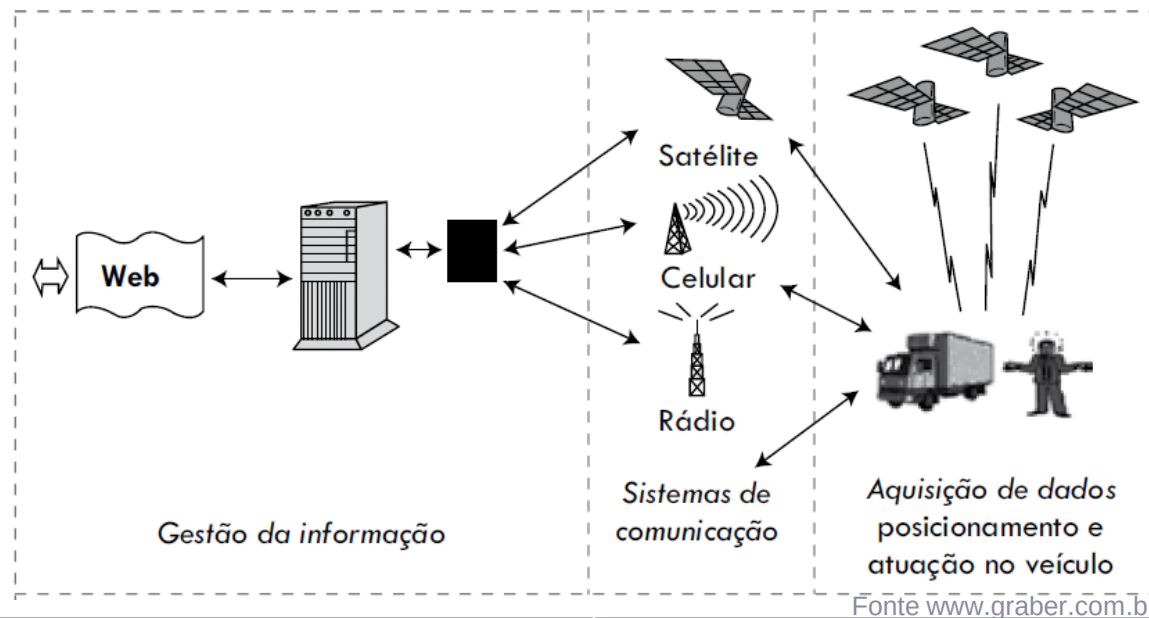
TECNOLOGIAS DE RASTREAMENTO DE VEÍCULOS

PTR5923

Prof. Flávio Vaz

flaviovaz@usp.br

Componentes do Sistema



Sistemas	Plataformas e equipamentos
Posicionamento	Pontos de localização / Radiofrequência Telefonia celular / GPS
Comunicação	Radiofrequência / Telefonia celular Satélite
Embarcados	Unidades de processamento Teclados e telas / Sensores e atuadores
Gestão	Hardware / Software Conexão Internet

Sistemas de Posicionamento

- Pontos de Localização (*Signpots*)
 - Registra a passagem do veículo ou da carga
 - Troca de informações via ondas de rádio / luz
 - Simples e mais antigo
 - Componentes principais:
 - Instalado no veículo / carga (*transponder / Tags*)
 - Ativos / Passivos / Semi-ativos
 - Unidade de leitura (laços indutivos / interrogadores)
 - Central de computação de dados

Sistemas de Posicionamento

- Pontos de Localização (*Signpots*)



Portal RFID



Laço Indutivo

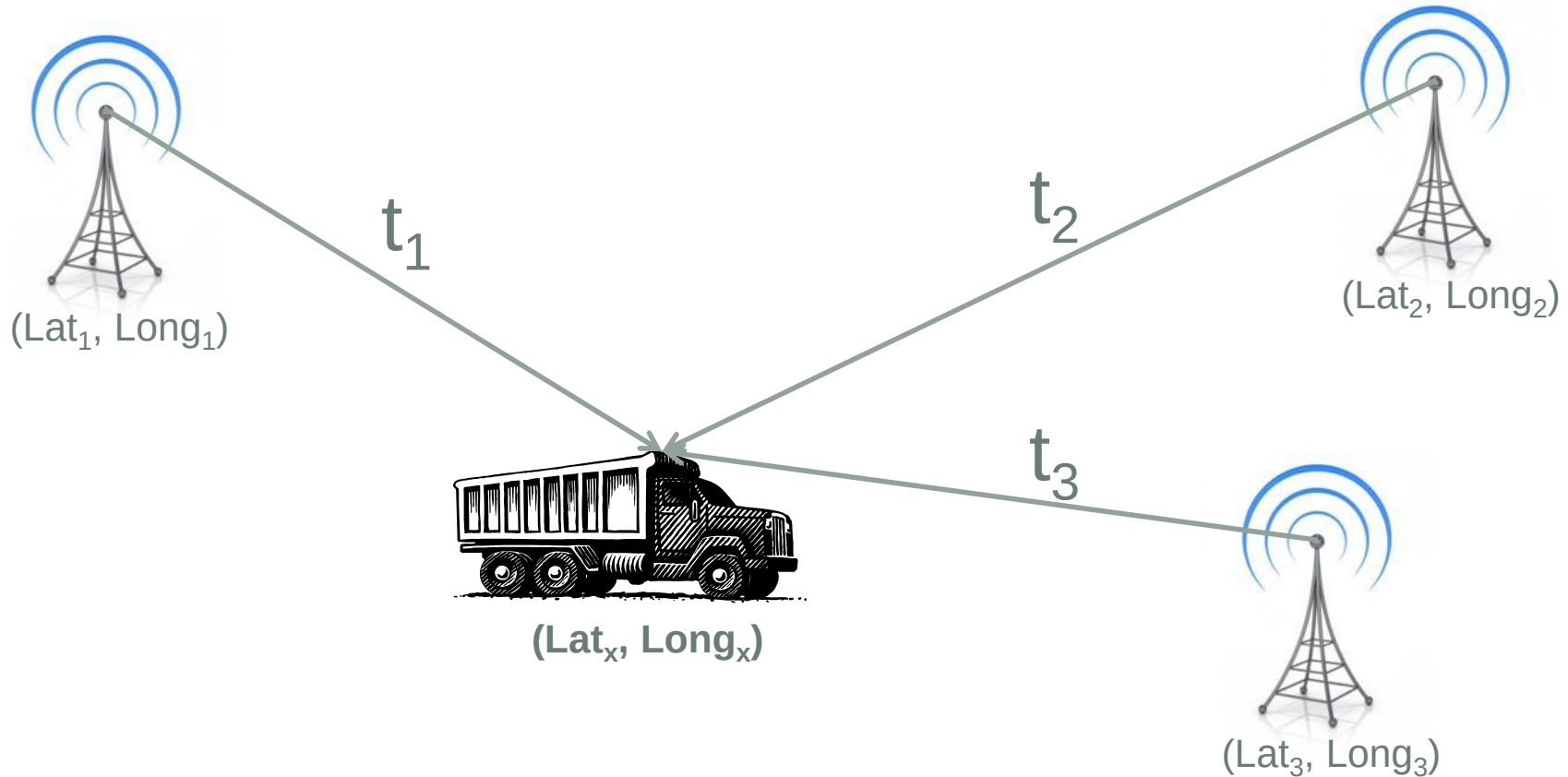
Sistemas de Posicionamento

- Rádio Frequência
 - Triangulação de antenas
 - Depende de infra-estrutura própria
 - Custo elevado
 - Tempo de viagem do sinal
 - Precisão de 100m
 - Opera em locais fechados e *canyons* urbanos
 - Comunicação bi-direcional



Sistemas de Posicionamento

- Rádio Frequência



Sistemas de Posicionamento

- Rede de Telefonia Móvel
 - Oferecido pelas operadoras
 - Denominado *Location Based Services* (LBS)
 - Infra-estrutura já existente
 - Precisão 125m
 - Tecnologias:
 - Identificação da célula (Cell Id)
 - Tempo de propagação do sinal (Time to Arrival)
 - Ângulo de recepção do sinal
 - Decaimento da potência do sinal

Sistemas de Posicionamento

- Estações Rádio Base (ERB)
 - São responsáveis pela conexão entre os dispositivos móveis e a rede de comunicação das operadoras
 - Comunicam-se por meio de sinal de radiofrequência UHF em espalhamento espectral (*spread spectrum*)
 - Comunicam-se com a rede de comunicação interna por meio de fibras ópticas ou links de micro-ondas
 - Alcance:
 - Alguns metros (micro - células)
 - Poucos quilômetros (ERB)
 - Dezenas de quilômetros (ERB repetidora)



Sistemas de Posicionamento

- *Location Based System (LBS)*
 - As redes de telefonia celular são potencialmente úteis para o posicionamento
 - As unidades móveis (UM) mantêm comunicação constante com as ERBs
 - Teoria de funcionamento baseada na identificação das ERBs de posições geográficas conhecidas
 - Obtenção da distância entre a ERB e a estação móvel
 - Direção da obtenção do sinal

Sistemas de Posicionamento

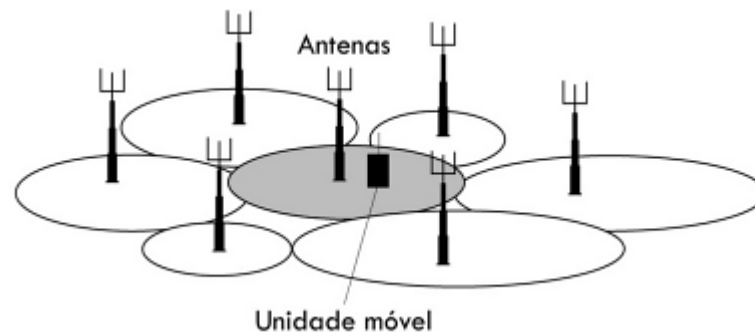
- Três tipos de sistema de posicionamento LBS:
 1. Posicionamento na UM
 - Todo o processamento da posição é realizado na UM
 - O processamento é baseado em informações recebidas pela rede
 - A posição obtida deve ser comunicada de volta à rede
 - Requer grande poder de processamento na UM
 2. Posicionamento Assistido
 - O processamento da posição é realizado pela rede a partir de informações fornecidas pela UM
 - Não requer grande poder de processamento na UM
 - Processamento mais complexo é feito pela rede
 3. Posicionamento pela Rede
 - Todo o processamento da posição é realizado pela rede
 - Não depende do poder de processamento da UM
 - Padronização mais fácil
 - Carga considerável de processamento na rede.

Sistemas de Posicionamento

- Técnicas de Posicionamento LBS
 - Posicionamento por Proximidade
 - Técnica de Refinamento da Localização:
 - Medição da distância por meio da Potência do Sinal
 - Medição da distância por meio do Tempo de Propagação do Sinal
 - Medição da distância por meio do Ângulo de Recepção do Sinal
 - Sistema de Posicionamento Padrão

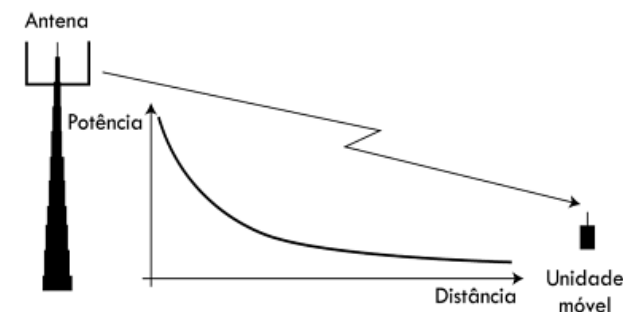
Sistemas de Posicionamento

- Posicionamento por Proximidade
 - Técnica mais simples de posicionamento LBS
 - Baseado na identificação da ERB
 - Fornece as coordenadas aproximadas da ERB
 - Não possui custo
 - Inconvenientes:
 - Grande alcance de uma ERB (especificamente em uso rural)
 - A ERB conectada não é necessariamente a mais próxima
 - Não é possível localizar uma UM ociosa na rede



Sistemas de Posicionamento

- Medição da distância por meio da Potência do Sinal
 - Baseado na característica fundamental da atenuação do sinal com a distância
 - No espaço aberto a potência de recepção do sinal depende exclusivamente da distância da UM até a ERB
 - Envolve a geometria de ambas as antenas
 - Depende de inúmeros fatores ambientais (ex):
 - Obstáculos e Reflexões
 - Modelo de Perdas (*Path Loss Model*)
 - Mapa de Perdas (*Signal Strength Map*)
 - Envio frequente do *Network Measurement Report* (NMR)
 - Necessária a informação do Sinal Transmitido e do Sinal Recebido
 - ERB – UM
 - UM – ERB

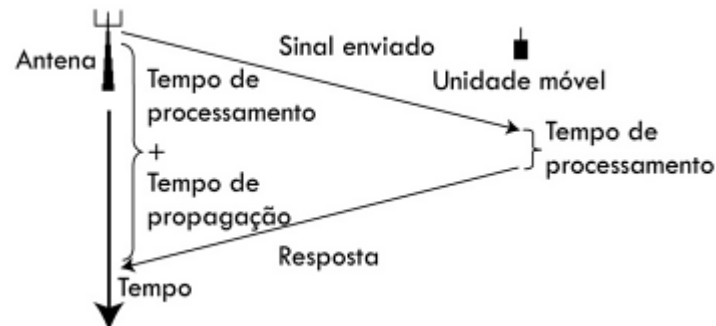
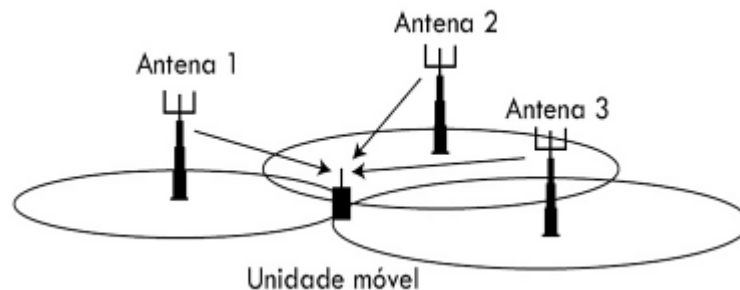


Sistemas de Posicionamento

- Medição da distância por meio do Tempo de Propagação do Sinal
 - Velocidade de propagação ocorre em velocidade finita e fixa
 - Baseado na medição do intervalo de tempo entre o envio e a recepção do sinal
 - Sincronização no tempo rigorosa – inerente ao *Spread Spectrum*
 - Observação da defasagem entre a transmissão e a recepção do sinal de retorno na ERB
 - Observação da defasagem da recepção do sinal de diferentes ERBs pela UM
 - As ERBs não são verdadeiramente sincronizadas na prática
 - Uso da técnica denominada Pseudo-sincronização

Sistemas de Posicionamento

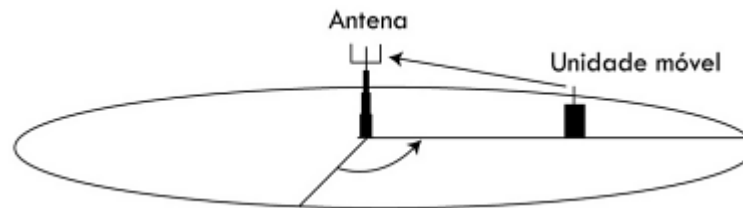
- Medição da distância por meio do Tempo de Propagação do Sinal



Sistemas de Posicionamento



- Medição da distância por meio do Ângulo de Recepção do Sinal
 - As ERBs possuem um conjunto de antenas semidirecionais
 - O sinal de uma UM é captado por mais de uma antena da ERB
 - Análise em termos da fase e da potência permite estabelecer o ângulo de chegada do sinal
 - Pode ser utilizada em conjunto com as outras técnicas apresentadas
 - A antena da UM não é direcional e ocorrem muitas reflexões



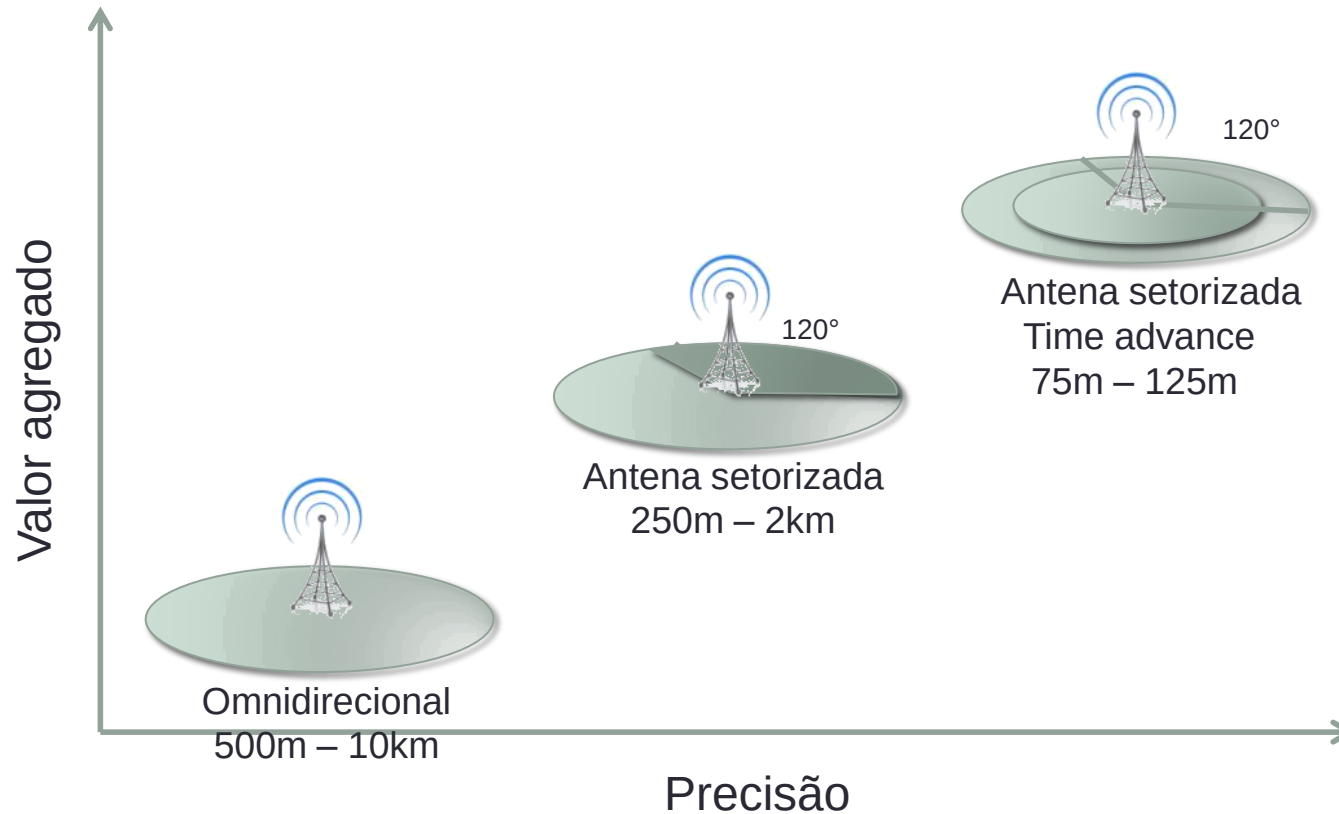
Sistemas de Posicionamento

- Rede de Telefonia Móvel



Sistemas de Posicionamento

- Rede de Telefonia Móvel



Sistemas de Posicionamento

- *Assisted* GPS (A-GPS)
 - Combinação do Sistema GPS com o LBS
 - Objetivo de resolver problemas intrínsecos ao sistema GPS como:
 - Não operar em regiões internas (edifício, construções, etc.) e densamente urbanizadas
 - Alto tempo de *set-up* do sistema GPS
 - Economizar energia (inicialização)
 - O A-GPS admite que os receptores embarcados sejam simples e baratos ao passo que as ERBs são integradas com receptores complexos
 - Isso permite que as UM recebam informações pré-processadas, como efemérides e, em alguns casos, correções diferenciais
 - O sistema A-GPS pode ser combinado com as técnicas apresentadas anteriormente

Sistemas de Posicionamento

- Comparação entre sistemas de posicionamento

	Cell Id (Cell identification)	TOA (Time of arrival)		GPS (Global Positioning System)	
		TDOA	E-OTD	GPS	A-GPS
Precisão média em ambiente urbano *	50 ~ 500m (microcélulas) 500m ~ 5Km (macrocélulas)	250m	75m	55m (urbano) 20m(suburbano) 10m (rural)	55m (urbano) 20m(suburbano) 10m (rural)
Performance em ambiente:					
indoor	Razoável	Boa	Boa	Não	Razoável
urbano	Razoável	Boa	Boa	Boa	Boa
suburbano	Razoável	Boa	Boa	Excelente	Excelente
rural	Fraca	Fraca	Fraca	Excelente	Excelente
Necessidade de terminais especiais	Não	Não	Sim	Sim	Sim
Custo	Menor custo de implementação	Necessidade de pesados investimentos na rede e em servidores	Necessidade de investimentos na rede, servidores e terminais	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede	Necessidade de investimentos em terminais e processamento na rede
Obs.	Precisão dependente do tamanho da célula	Precisão vulnerável à carga de tráfego da rede	Dependente de grande densidade de BTS's	Não tem cobertura indoor e sofre severas limitações com multipercursos e obstáculos (prédios)	Restrições à cobertura indoor

* A precisão varia muito dependendo da densidade das células, ambiente de cobertura e configuração da rede.

Sistemas de Posicionamento

- Questão ENEM 26/10/2015 !!!

? Questão 48

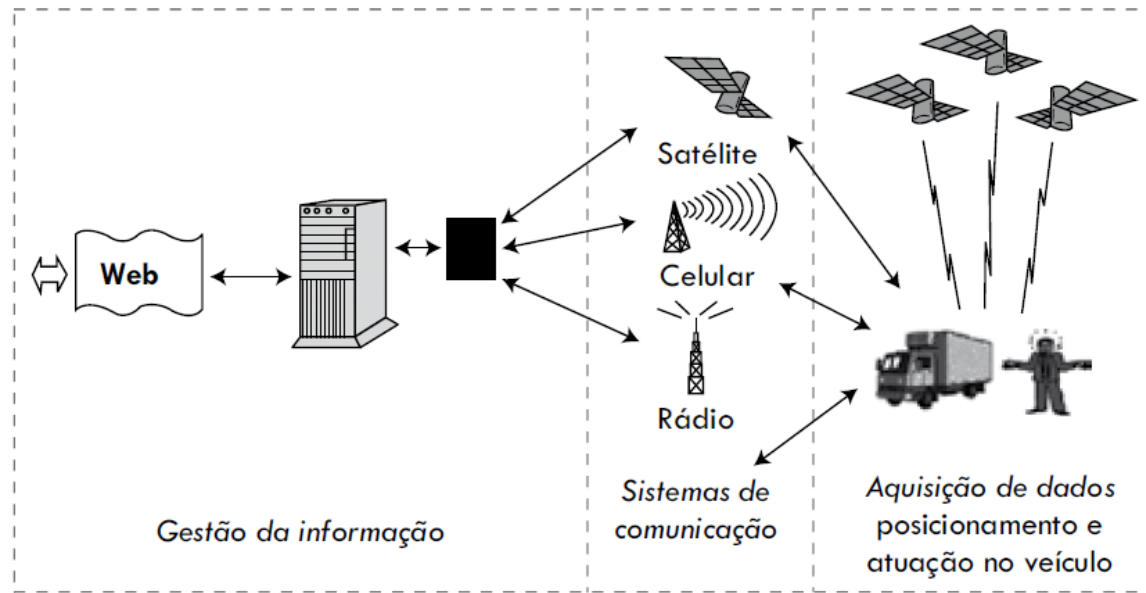
Para obter a posição de um telefone celular, a polícia baseia-se em informações do tempo de resposta do aparelho em relação às torres de celular da região de onde se originou a ligação. Em uma região, um aparelho está na área de cobertura de cinco torres, conforme o esquema.



Considerando que as torres e o celular são puntiformes e que estão sobre um mesmo plano, qual o número mínimo de torres necessárias para se localizar a posição do telefone celular que originou a ligação?

- A Uma.
- B Duas.
- C Três.
- D Quatro.
- E Cinco.

Componentes do Sistema



Fonte www.graber.com.br

Sistemas	Plataformas e equipamentos
Posicionamento	Pontos de localização / Radiofrequência Telefonia celular / GPS
Comunicação	Radiofrequência / Telefonia celular Satélite
Embarcados	Unidades de processamento Teclados e telas / Sensores e atuadores
Gestão	Hardware / Software Conexão Internet

Baseado em (Rodrigues M. et al., 2009)

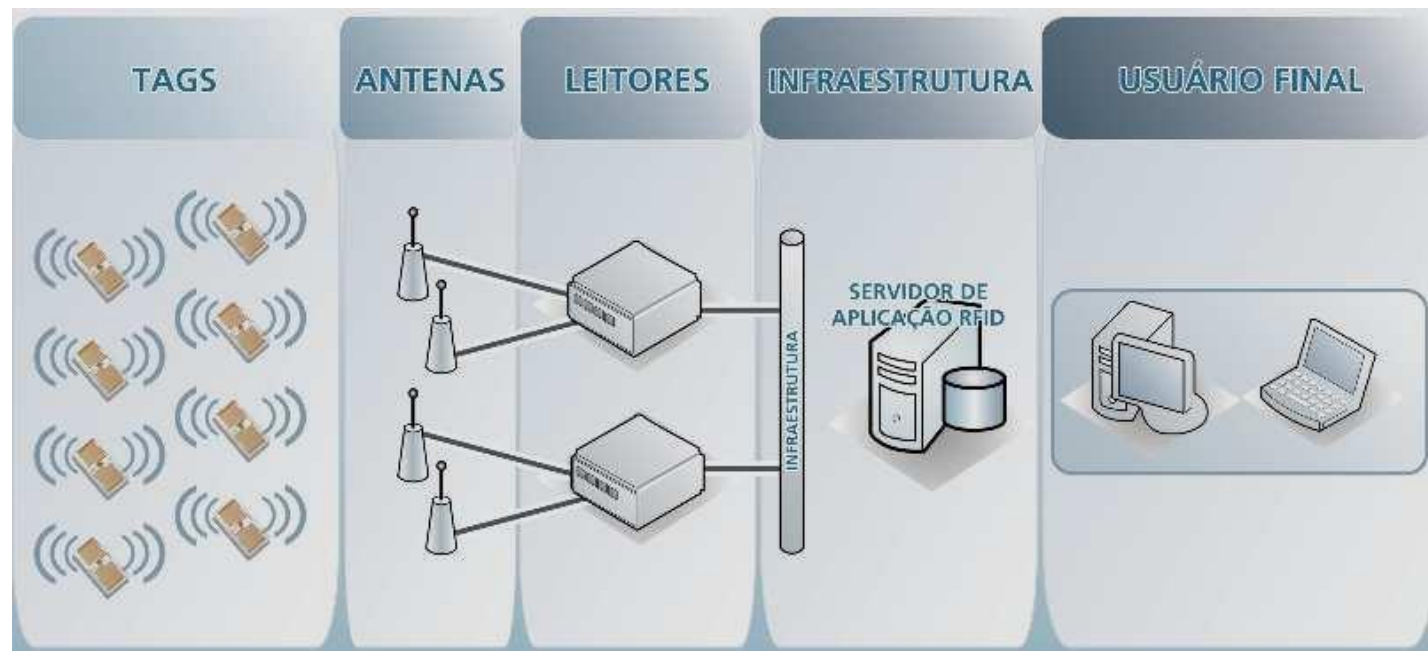
Sistemas de Comunicação



- Rádio Comunicação de curto alcance
 - *RFID - Radio Frequency IDentification*
 - Identificação em curtas distâncias por radiofrequência (RFID)
- Definição:
 - É um método de identificação automática de objetos, locais ou seres vivos por meio de rádio frequência
 - Composto de um equipamento leitor que identifica dispositivos RFID chamados de etiquetas (ou *Tags*) RFID
- Funcionamento
 - Envio de um sinal de rádio frequência e resposta de um código de identificação

Sistemas de Comunicação

- RFID - Componentes



Sistemas de Comunicação

- RFID – Componentes:
 - Interrogadores
 - Enviam sinal de radiofrequência a uma curta distância ao dispositivo a ser identificado (*Tag*)
 - Recebem a resposta com algum tipo de código de identificação ou outras informações
 - Etiquetas (*Tag*)
 - Antena, circuito integrado (chip) e opcionalmente uma fonte de energia ou bateria
 - Cada etiqueta tem um código único
 - Existe um grande número de combinações (Ex: 10 bytes= $2^{80}=1,2 \times 10^{24}$)

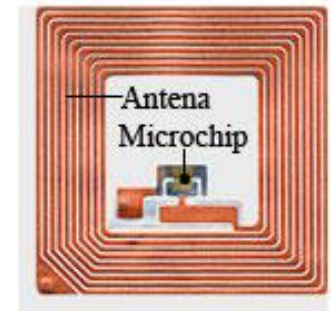


Sistemas de Comunicação

- Classificação de *Tags*

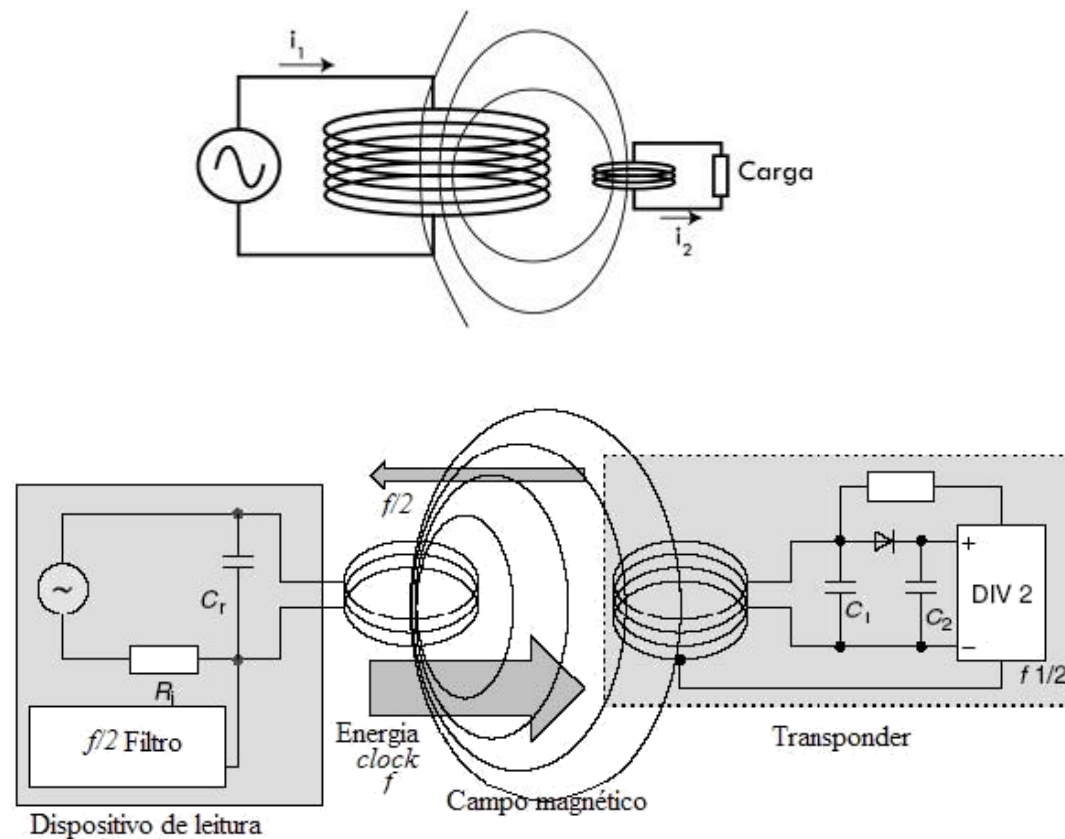
Tags Passivos

- Não possuem alimentação própria
- Energia fornecida pelo interrogador
- Baixo consumo de energia
- Antena absorve energia e envia de volta a informação
- Alcance limitado (cm-m)
- Suscetível a interferências
- Interferência de objetos metálicos ou de fluídos
- Baixo custo
- Ex: Etiquetas adesivas e *smart card* (Bilhete Único)



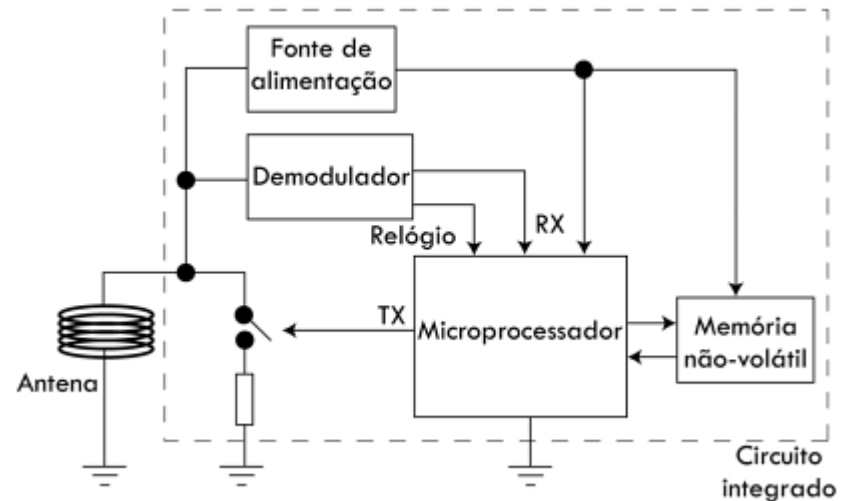
Sistemas de Comunicação

Tags Passivos



Sistemas de Comunicação

Tags Passivos



- Fonte de Alimentação – Converte a tensão alternada em contínua
- Demodulador – Detecta a portadora, geral o sinal RX e o pulso de *clock*
- Microprocessador – trata os sinais recebidos RX e gera a resposta TX, consultando a memória não volátil
- Memória não volátil – armazena código único e outras informações

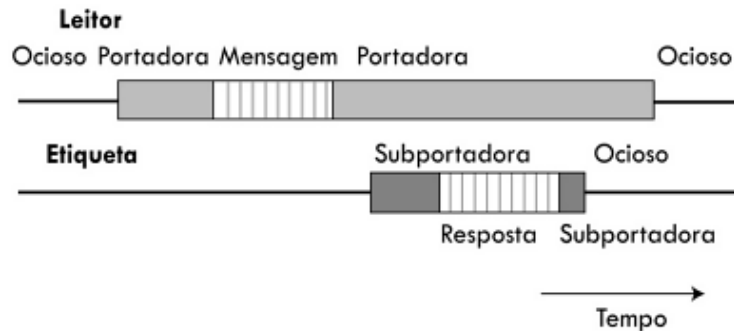
Sistemas de Comunicação

Tags Passivos

- Tipo “A”
 - Modulação de chaveamento da portadora (OOK = *on-off-keying*)
 - Codificação digital Miller
 - Necessita armazenamento temporário de energia
 - Respostas moduladas em amplitude
 - Codificação digital Manchester
- Tipo “B”
 - Modulação em amplitude, chaveando entre 100% e 90%
 - Portadora sempre presente alimentando a etiqueta
 - Respostas moduladas em amplitude na freq. da subportadora
- Híbridas
 - Identificam o tipo de interrogador.

Sistemas de Comunicação

Tags Passivos



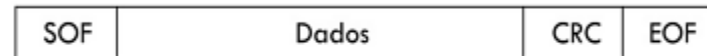
O processo de comunicação segue estas etapas:

- :: a portadora de 13,56 MHz é ativada pelo leitor, e passa a alimentar as etiquetas RFID; nenhuma modulação ocorre e o sinal permanece ocioso;
- :: após o tempo de *set-up* das etiquetas, o leitor envia uma mensagem de leitura, por meio de modulação do sinal de 13,56 MHz, iniciando com um símbolo de sincronismo (*start of frame*);
- :: após o envio da mensagem de leitura, o leitor volta ao estado ocioso, sem a modulação do sinal da portadora, para aguardar a mensagem de resposta;
- :: antes da recepção de qualquer comando, a etiqueta permanece ociosa, sem gerar qualquer sinal na frequência da subportadora;
- :: depois de receber uma mensagem de leitura, para o envio da respectiva resposta, a etiqueta ativa o sinal da subportadora sobre a corrente de carga, após um tempo de guarda mínimo (76 μ s), e o mantém ocioso por um tempo de sincronismo (76 μ s) antes do envio da mensagem de resposta;
- :: a etiqueta envia a mensagem de resposta, iniciando com um símbolo de sincronismo (*start of frame*);
- :: após o final da mensagem, a etiqueta permanece enviando à subportadora um sinal por um tempo de guarda (19 μ s), desligando-o em seguida;
- :: caso o leitor identifique a ocorrência de conflito por causa da recepção de mensagens provenientes de várias etiquetas (colisão), pode iniciar um processo de *protocolo anticolisão* para a leitura de todas as etiquetas presentes individualmente, após um tempo de guarda mínimo (130 μ s);
- :: quando o leitor verifica a correta leitura das informações, remove o sinal da portadora após um tempo de guarda mínimo (130 μ s).

Sistemas de Comunicação

Tags Passivos

- Protocolos de comunicação
 - Norma IEC-14443
 - Protocolo simples – pedidos enviados e resposta da etiqueta



Formato da mensagem

- SOF – *Start of Frame* – Símbolo de sincronismo
- Dados – dados propriamente transmitidos
- CRC – *cyclic redundancy check* – detecção de erros
- EOF – *End of Frame* – Símbolo de terminação

Sistemas de Comunicação

Tags Passivos

- Colisão
 - A colisão é a superposição de mensagens de mais de uma etiqueta
 - É causada pela presença de mais de uma etiqueta ao alcance do interrogador
 - Conflitos de frequência da subportadora
 - Detectada pelas sucessivas mensagens de resposta corrompidas (CRC)
- Protocolos anticolisão
 - *Time-slots* de leitura – valores aleatórios entre 1 e N

Sistemas de Comunicação

Tags Ativos

- Fonte própria de energia (bateria)
- Maior alcance
- Transmitem com níveis de potência mais elevados
- Mais caros
- Maior dimensão
- Memória maior
- Permitem associação a sensores
- Permite estado de hibernação
- Duração de 5 a 10 anos (dep. do uso)
- Ex: “Sem Parar”



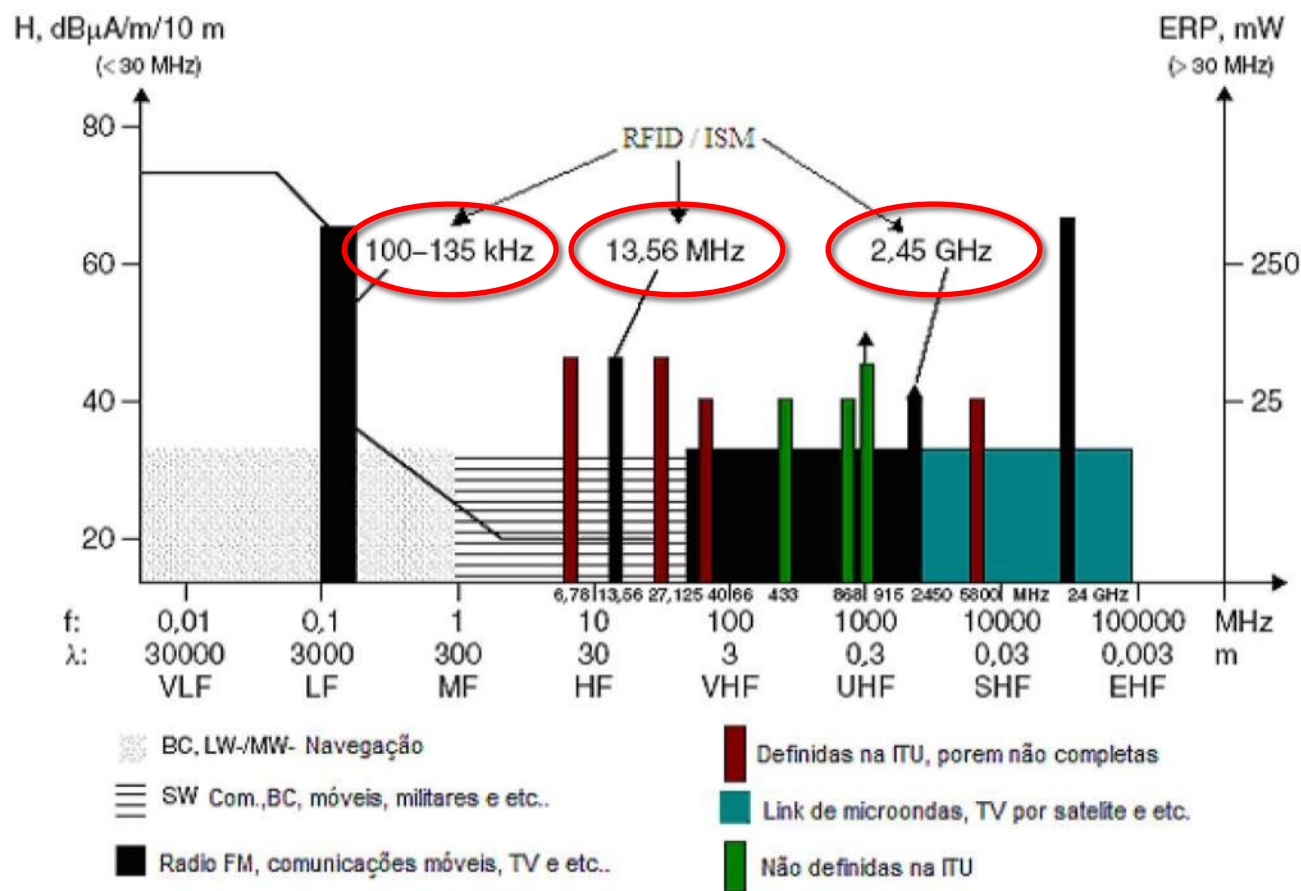
Sistemas de Comunicação

- Semipassivos (Semi-ativos)
 - Análoga às etiquetas ativas
 - Pequena bateria curta duração
 - Alcance superior



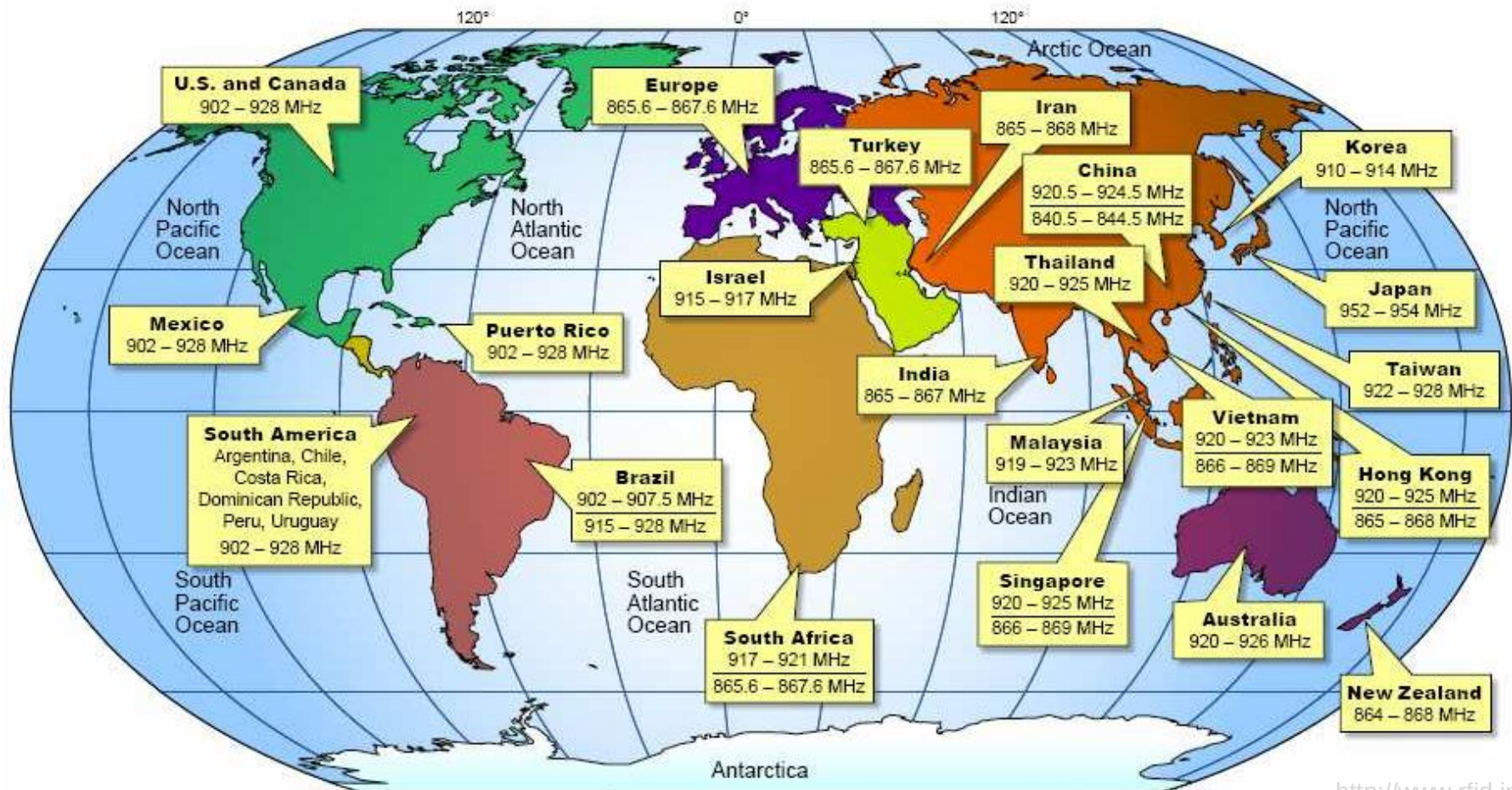
Sistemas de Comunicação

	VLF	LF	MF	HF	VHF	UHF	SHF	EHF	
f	0,01	0,1	1	10	100	1000	10000	100000	Mhz
λ	30000	3000	300	30	3	0,3	0,03	0,003	m



Sistemas de Comunicação

- ANATEL - RFID UHF:
 - de 902 a 907.5 MHz e de 915 a 928 MHz.



Sistemas de Comunicação



Leitor RFID UHF
Speedway R420 -



Leitor RFID UHF
FX9500 - Motorola



Leitor RFID UHF
XR450 - Motorola



Leitor RFID UHF
FX7400 - Motorola



Leitor RFID UHF
ALR 9900 - Alien



Antena RFID UHF
Threshold - Impinj



Antena RFID UHF
Brickyard - Impinj



Antena RFID UHF
Mini-guardrail - Impinj



Antena RFID UHF
AN400 - Motorola



Antena RFID UHF
AN480 - Motorola



Antena RFID UHF
AN200 - Motorola



Antena RFID UHF
Circular ALR-9611 -
Alien



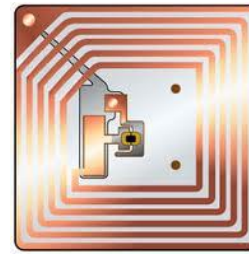
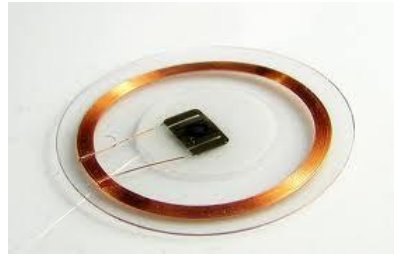
Sistemas de Comunicação

- Portal RFID



Sistemas de Comunicação

- *Tags* RFID



Frequência	Banda	Alcance	Vantagem	Desvantagem
LF	125KHz 134KHz	< 0,5m	Baixa imunidade a metais e água	Curto alcance
HF	13,56MHz	<1m	Baixo custo Boa interação	Potência elevada nos leitores
UHF	860MHz 960MHz	Até 9m	Baixo custo Tamanho reduzido	Sensível a água e metais
Microondas	2,4GHz 5,8GHz	Acima 10m	Veloc. trans. dados	Sensível a água e metais Maior custo

Sistemas de Comunicação

- Vídeo: Saint Paul RFID - SENAI CIMATEC
 - <http://www.youtube.com/watch?v=7xw89ghmODA>
- Vários vídeos sobre RFID
 - <http://www.rfid.ind.br/videos-rfid.php>

OBRIGADO!

PTR5923 - Tecnologias de Rastreamento de Veículos

flaviovaz@usp.br