



Setting the Standard for Automation™

10 Tecnologias Wireless que viabilizam o IIoT

Erik Maran

21 de Junho de 2017

Standards
Certification
Education & Training
Publishing
Conferences & Exhibits

10 Tecnologias Wireless que viabilizam o IIoT

- **A ISA e sua contribuição com as tecnologias Wireless**
 - MSc. Eng. Carlos Gury
- **A importância das redes sem fio para suporta a IIoT e um comparativo entre as principais tecnologias**
 - Eng. Erik Maran
- **Tecnologia Bluetooth / RFID / WirelessHART**
 - Eng. Thiago Gomides
- **Tecnologia ISA 100**
 - MSc. Eng. Marcílio Pongitori
- **Tecnologia Zigbee / 6LowPAN / WiMAX**
 - Eng. Ricardo Serra Simões
- **Tecnologia Wi-Fi / LoRaWAN / 3G/4G/5G**
 - Eng. Erik Maran

Qual a importância das redes sem fio para implementação do IoT ou IIoT?

“Trata-se de uma revolução tecnológica fundamentada em dotar objetos e aparelhos do dia-a-dia com sensores e meios de comunicação, conectando-os a computadores e sistemas inteligentes”

Fonte – Revista Brazil Automation - edição 161

Importância da tecnologia Wireless e IIoT



Integrando as soluções wireless e IIoT

IoT World Forum IoT Reference Model



Key Points

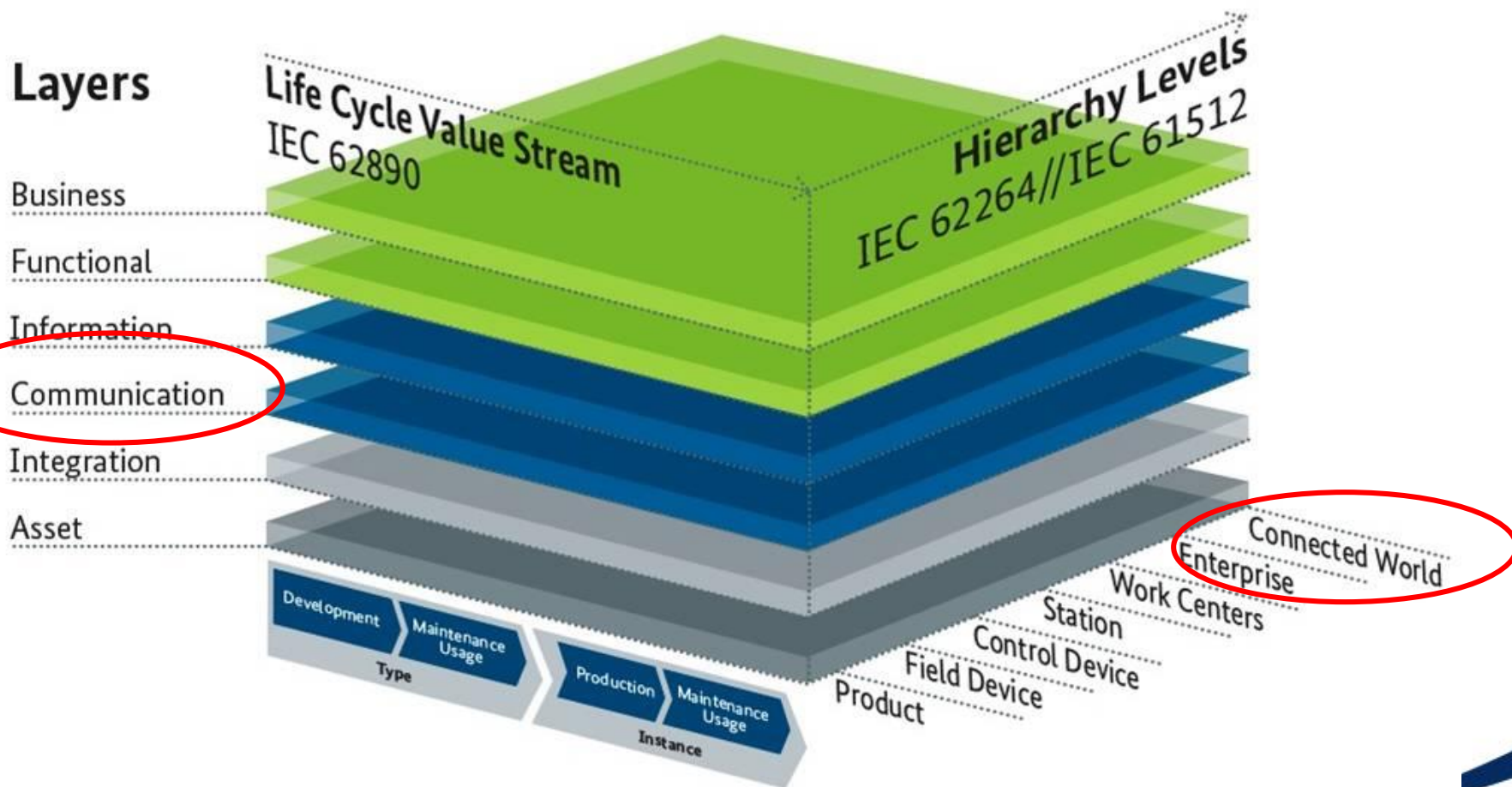
- IT-OT
- Decoupling
Scalability
Agility
- Interoperability
- Legacy Compatibility
- Analytics
- Integrated with the Enterprise

Importância da tecnologia Wireless e IIoT



Integrando as soluções wireless e IIoT

O modelo de arquitetura de referência da Industrie 4.0 (RAMI 4.0)

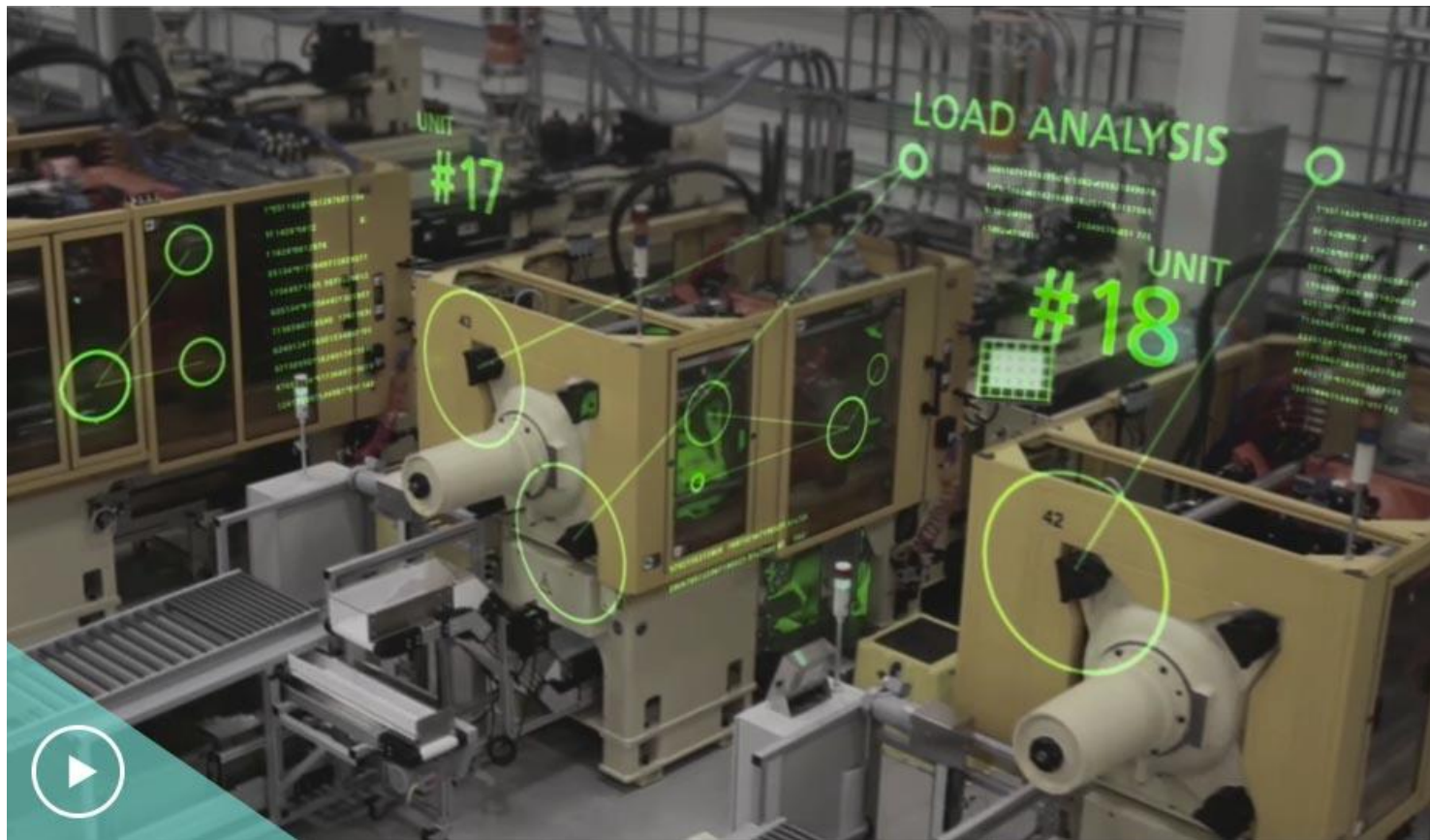


Importância da tecnologia Wireless e IIoT



Integrando as soluções wireless e IIoT

Como vamos conectar todas as “coisas” em rede?



Importância da tecnologia Wireless e IIoT



Integrando as soluções wireless e IIoT

Como vamos conectar todas as “coisas” em rede?



Importância da tecnologia Wireless e IIoT



Integrando as soluções wireless e IIoT

Como vamos conectar todas as “coisas” em rede?



10 Tecnologias Wireless para IIoT



Viabilizando a implantação do IIoT



WirelessHART™



10 Tecnologias Wireless para IIoT



Comparativo das tecnologias



ISA 100 é um padrão de comunicação Wireless industrial desenvolvido pela ISA (International Society of Automation)

Frequência de operação – IEEE 802.15.4, 2.4 GHz ISM

Taxa de comunicação – 250Kbps

Alcance da comunicação – 250m (aprox.)

WirelessHART é um padrão de comunicação Wireless industrial desenvolvido pela FieldComm Group



Frequência de operação – IEEE 802.15.4, 2.4 GHz ISM

Taxa de comunicação – 250Kbps

Alcance da comunicação – 250m (aprox.)

Bluetooth é um padrão de comunicação Wireless desenvolvido pela Bluetooth Special Interest Group



Frequência de operação – IEEE 802.15.4, 2.4 GHz ISM

Taxa de comunicação – 721Kbps até 50Mbps

Alcance da comunicação – 1m até 1000m (aprox.)

10 Tecnologias Wireless para IIoT



Comparativo das tecnologias



RFID foi desenvolvido durante a segunda guerra mundial pelos ingleses, atualmente a tecnologia é gerida pela EPCglobal

Frequência de operação – 125KHz /13,56/850/950MHz / 2,4/2,5GHz
Taxa de comunicação – 27Kbps até 128Kbps
Alcance da comunicação – 0,5m até 15m (aprox.)



Wi-Fi é um padrão de comunicação Wireless mantido pela associação Wi-Fi Alliance

Frequência de operação – 2,4GHz / 5GHz
Taxa de comunicação – 1Mbps até 1300Mbps
Alcance da comunicação – 250m até 10Km(aprox.)



WiMAX é um padrão de comunicação Wireless (IEEE802.16) mantido pela WiMAX Forum

Frequência de operação – 2,5 / 3,5 / 5GHz
Taxa de comunicação – 10MBps até 50Mbps
Alcance da comunicação – 10Km até 30Km (aprox.)

10 Tecnologias Wireless para IIoT



Comparativo das tecnologias



LoRa é uma tecnologia de comunicação wireless desenvolvida e mantida pela LoRa Alliance para aplicações IoT

Frequência de operação – 900MHz

Taxa de comunicação 0,3Kbps até 50Kbps

Alcance da comunicação – 100m até 10Km (aprox.)



6LoWPAN foi a primeira rede criada para IoT com suporte para IPV6, é mantida pela IETF

Frequência de operação – <1GHz ou 2,4GHz

Taxa de comunicação – 20Kbps até 250Kbps

Alcance da comunicação – 10m até 100m (aprox.)

10 Tecnologias Wireless para IIoT



Comparativo das tecnologias



ZigBee é um padrão de comunicação wireless mantido pela associação ZigBee Alliance

Frequência de operação – 2,4GHz

Taxa de comunicação – 250Kbps

Alcance da comunicação – 10m até 100m (aprox.)



Tecnologia de comunicação celular, largamente utilizada mundialmente.

Frequência de operação – 700/900/1800/1900/2100/2600MHz

Taxa de comunicação – 1Mbps até 100Mbps

Alcance da comunicação – +/- 10Km (aprox.)

Tecnologia de comunicação WiFi

Wi-Fi utilizado em aplicações industriais



Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

A tecnologia WiFi é padronizada pela IEEE 802.11 e suas principais características são;

- Comunicação baseada no protocolo Ethernet (TCP / UDP)
- Permite comunicações ponto-a-ponto e ponto-multiponto
- Potência de transmissão de 100mW até alguns Watts, dependendo dos canais e regulações locais
- Aplicações de longo alcance (Km), requerem linha de visada
- Não requer licenciamento, opera nas frequências ISM

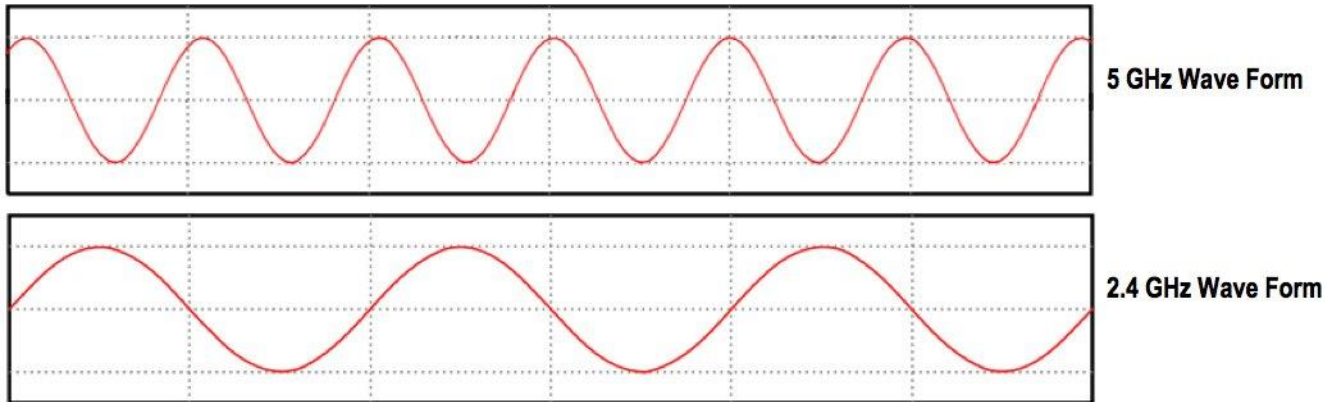
Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Duas bandas de Comunicação;

- ISM 2.4GHz 802.11b & 802.11g
- U-NII 5GHz 802.11a & 802.11ac



O padrão **802.11n** opera em ambas as bandas (ISM or U-NII)

Tecnologia de comunicação WiFi



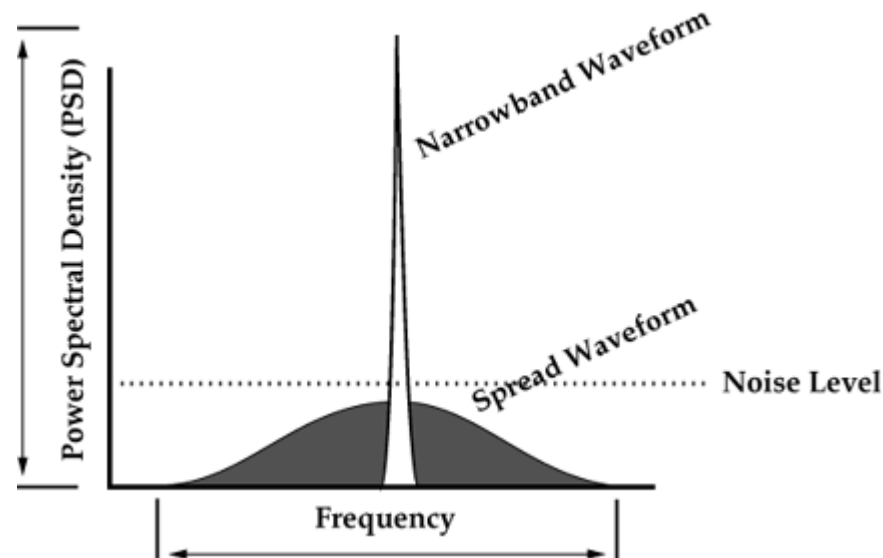
Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

O padrão 802.11 utiliza a tecnologia “Spread Spectrum”, que possui as seguintes vantagens;

Imunidade a interferências

Altas taxas de comunicação

Desenvolvida e utilizada na segunda guerra mundial



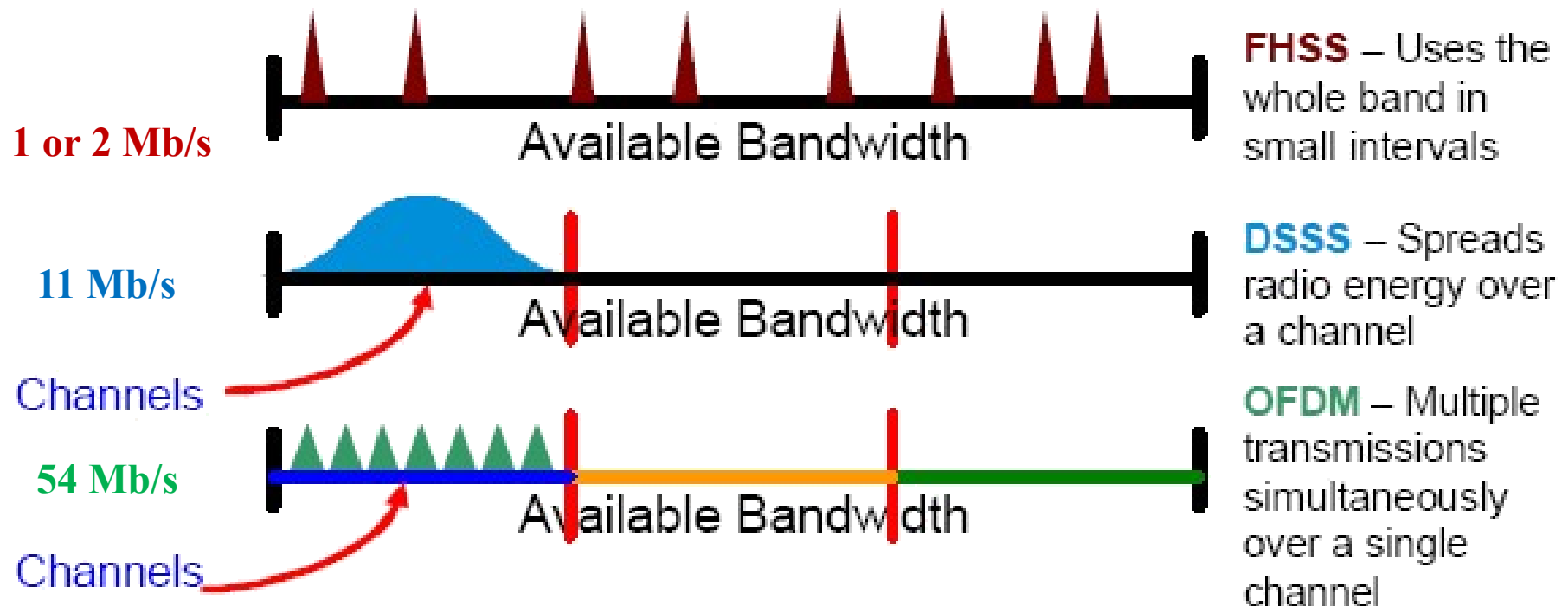
Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Técnicas de modulação utilizadas pela padrão 802.11

FHSS / DSSS / OFDM

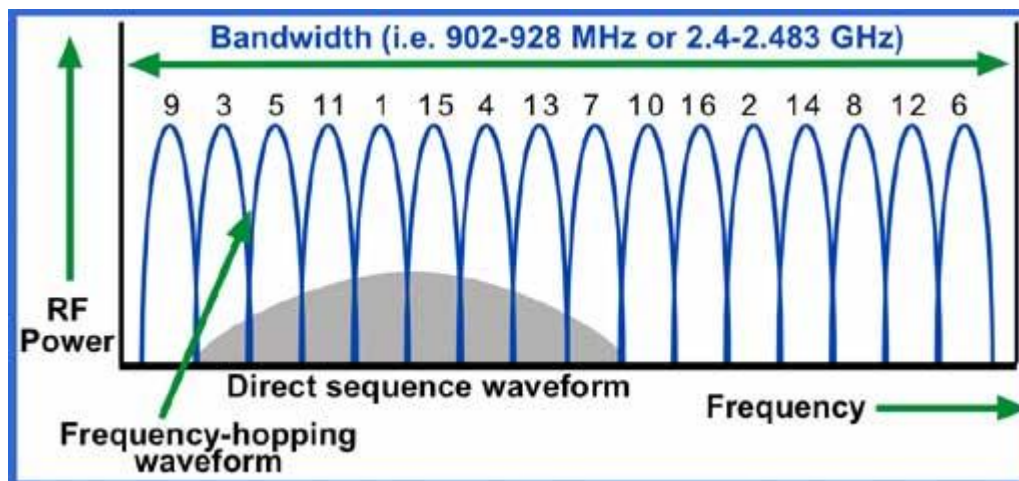


FHSS – Frequency Hoping Spread Spectrum

O padrão IEEE 802.11 dividi a banda ISM em uma série canais com largura de banda de 1 MHz sendo que o canal 0 te uma frequência de 2.400 GHz o canal 1 2.401 GHz e assim sucessivamente.

O FCC regulamentou a faixa do uso dos canais em FHSS de 2 a 79 (2.402 a 2.479 GHz), norma essa aplicada também no Brasil.

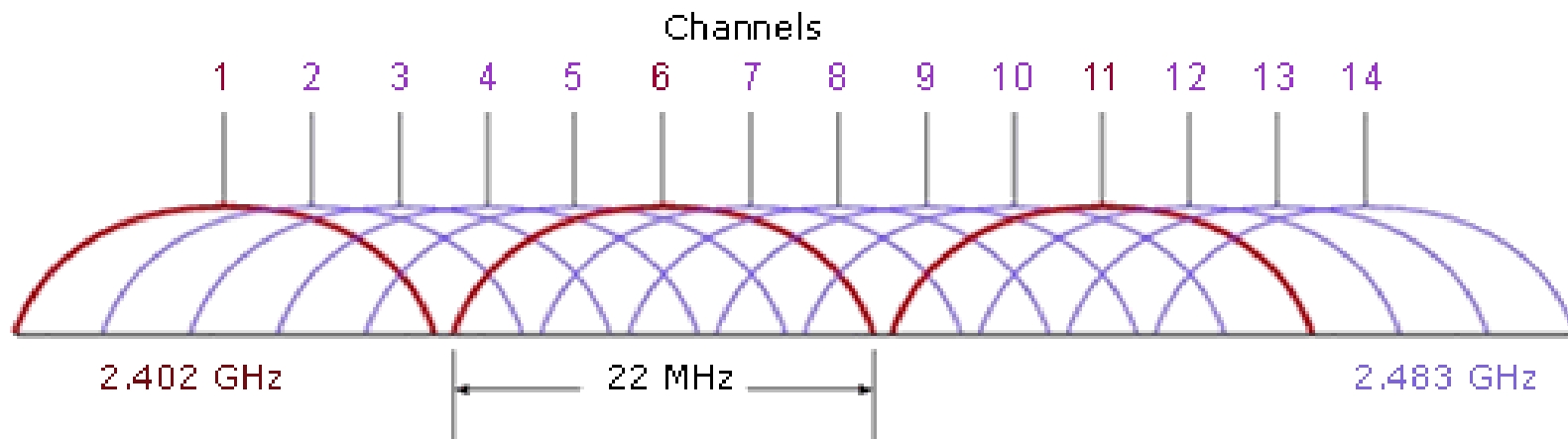
O sinal de dados é modulado em um sinal portador de banda estreita que salta de frequência em frequência em função do tempo. Ele pode saltar os canais em diferente instantes de tempo de forma aleatória com a mesma potencia de sinal.



DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum

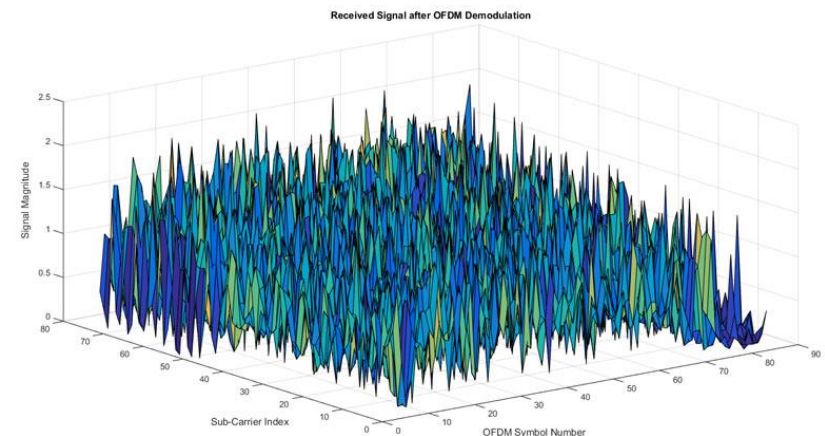
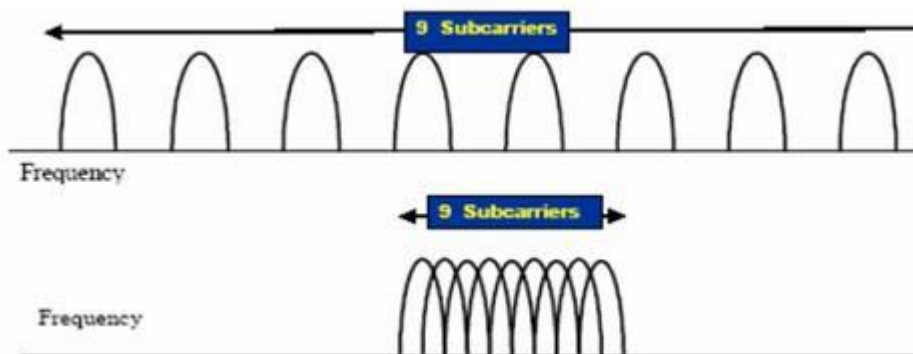
A tecnologia DSSS, que também é definida pelo padrão IEEE 802.11, funciona de maneira similar a tecnologia FHSS, só que, em vez de a troca dos canais ser feita de uma forma aleatória, ela é feita de uma forma sequencial.

Esse sistema determina a divisão de 14 canais em 2.4 GHz de 22 MHz, cada canal se inicia 5 MHz depois do outro, designa-se a frequência de um canal pela sua frequência central, o canal 1, por exemplo, ele tem início em 2.401 GHz, como sua largura de banda é de 22 MHz sua frequência central fica em 2.412 GHz, pois assim fica a 11 MHz do início e do final desse canal.



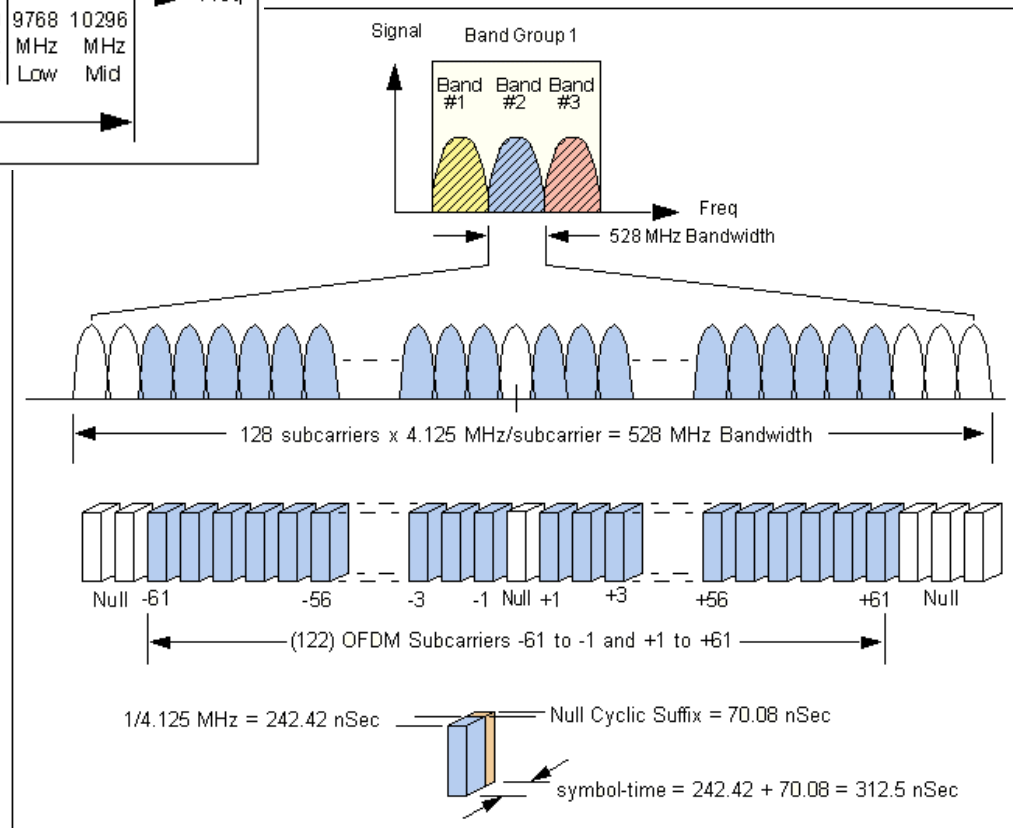
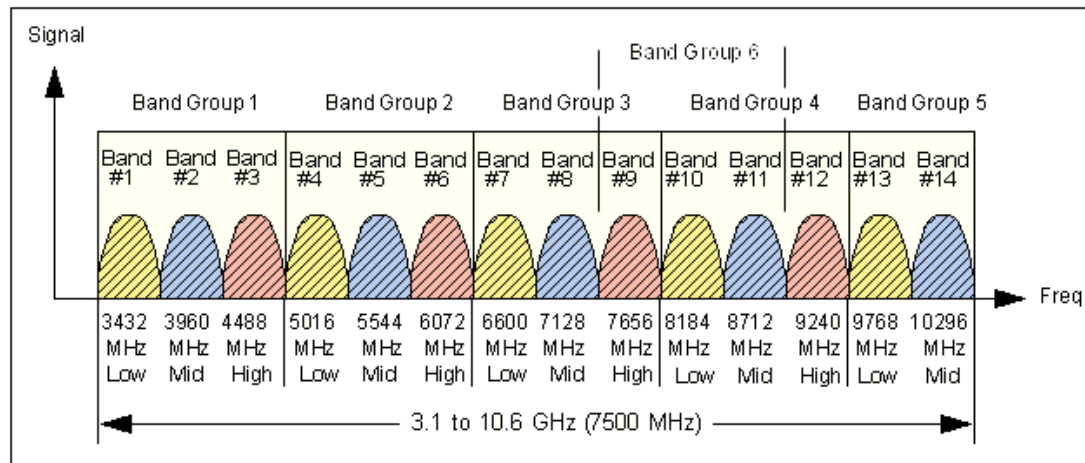
OFDM - Orthogonal frequency-division multiplexing

O OFDM é uma técnica baseada na Modulação por Multi Portadoras (MCM Multi Carrier Modulation) e na Multiplexação por Divisão de Frequência (FDM – Frequency Division Multiplex) e pode ser considerada como um método de modulação ou de multiplexação. Basicamente a modulação por multi-portadoras divide a banda do sinal em portadoras paralelas que são chamadas subportadoras.



Tecnologia de comunicação WiFi

Wi-Fi utilizado em aplicações industriais



Tecnologia de comunicação WiFi

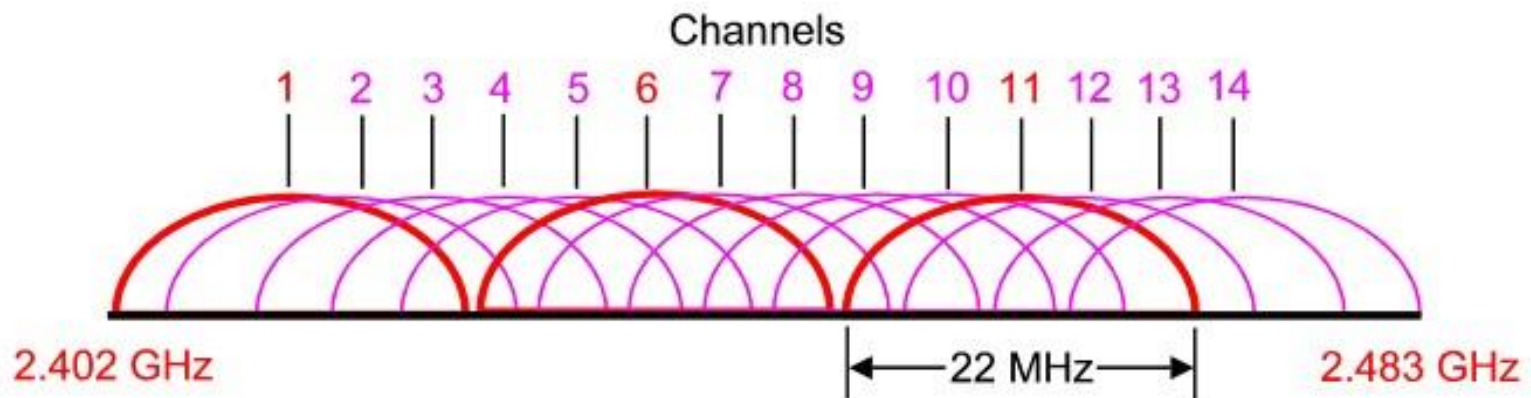


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Banda de comunicação 2,4GHz

Suporte para até 14 canais sobrepostos

Somente 3 canais sem sobreposição



Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

EIRP – Effective Isotropic Radiated Power (2,4GHz)



ETSI (Ganho de antena ilimitado - Europa)

13 canais, indoor/outdoor - EIRP 100 mW/20dBm (max)

FCC/ANATEL (Ganho de antena limitado a 6 dB)

13 canais , indoor/outdoor - EIRP 4W (max)

Saída RF radio – 1W/30dBm

Antena máx de 6dB

Potência máx da EIRP de 4W ou 36dB

Tecnologia de comunicação WiFi

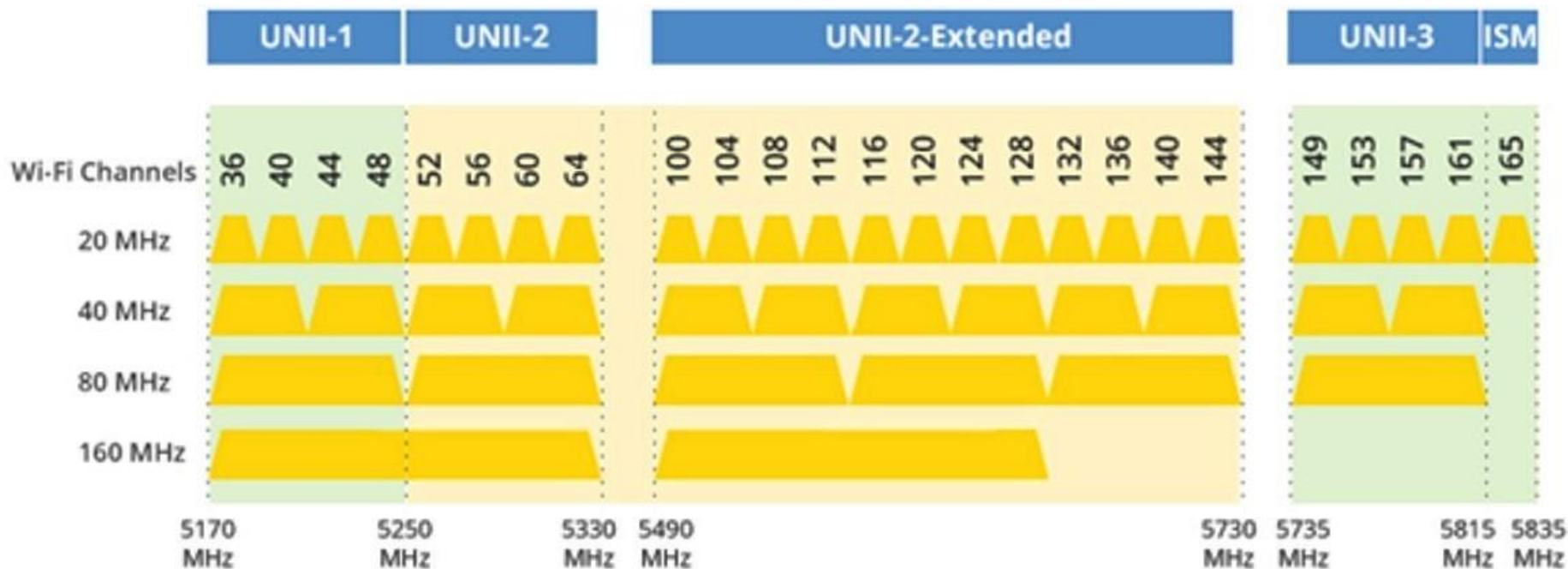


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Banda de comunicação 5GHz

20 canais ETSI (Canal 36 até 144)

24 canais FCC/ANATEL (Canal 36 até 140 e 149 até 165)



Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

EIRP – Effective Isotropic Radiated Power (5GHz)

ETSI (Ganho de antena ilimitado - Europa)

UNII-1 indoor - 200mW max (23dBm)

UNII-2 indoor & outdoor (com DFS) - 200mW max

UNII-2 ext indoor & outdoor (com DFS) - 1W max (30 dBm)



FCC/ANATEL (Ganho de antena limitado a 6 dB)

UNII-1 indoor & outdoor 4W max para AP e 250mW para Clientes

UNII-2 & 2 ext indoor & outdoor (com DFS) - 800 mW max

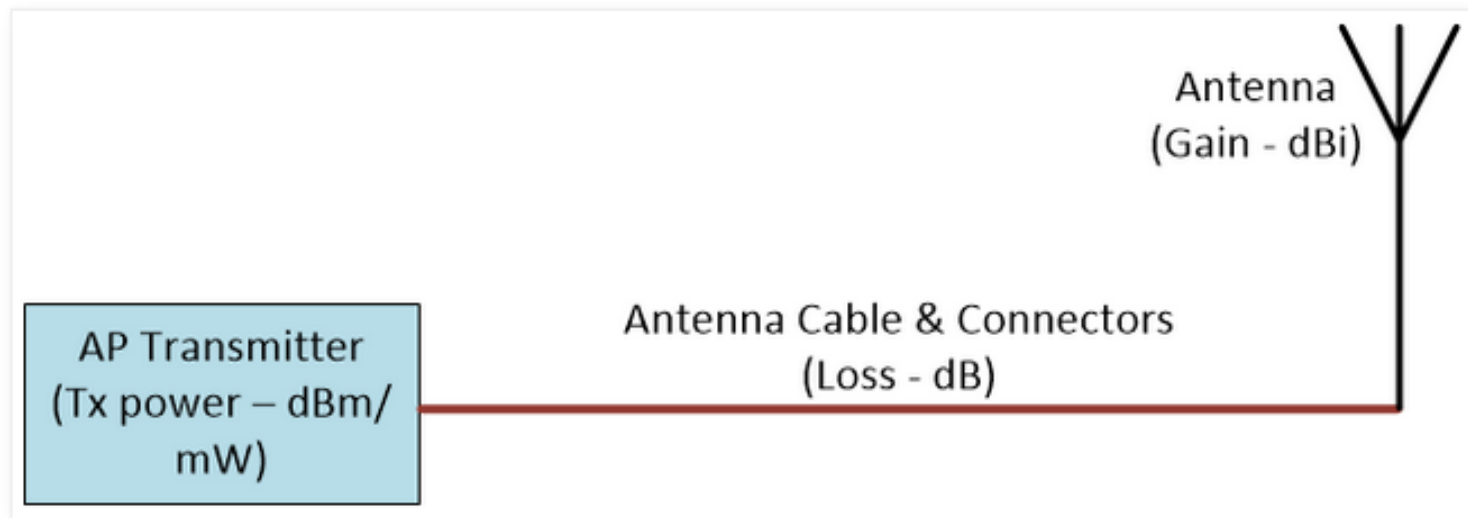
UNII-3 outdoor, 3.2W

Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

EIRP = Potência saída RF – Perda Cabo + Ganho da Antena



Tx Power:

Cable Loss: (dB)

Antenna Gain (dBi):

Calculated EIRP: 22.0 (dBm) / 158.5 (mW)

Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

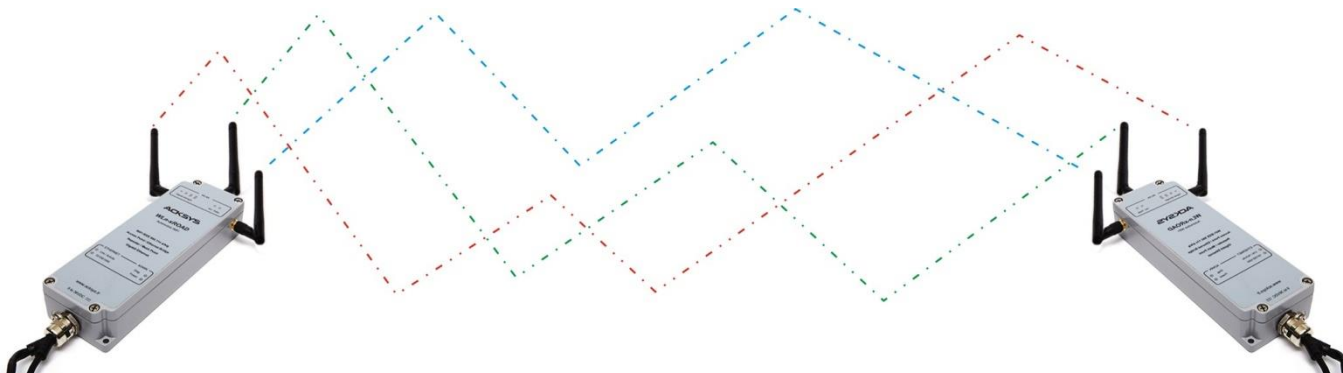
As melhorias implementadas no padrão 802.11n/ac

Nova técnica de modulação (multi-streaming) usando MIMO (multiple input, multiple output antennas)

Aumento da taxa de transferência com as novas modulações e tempos em até 7 Gbps (ac) ou 600 Mbps (n)

Uso de canais adjacentes (channel bonding)

Suporte para “frame aggregation” (A-MPDU & A-MSDU)

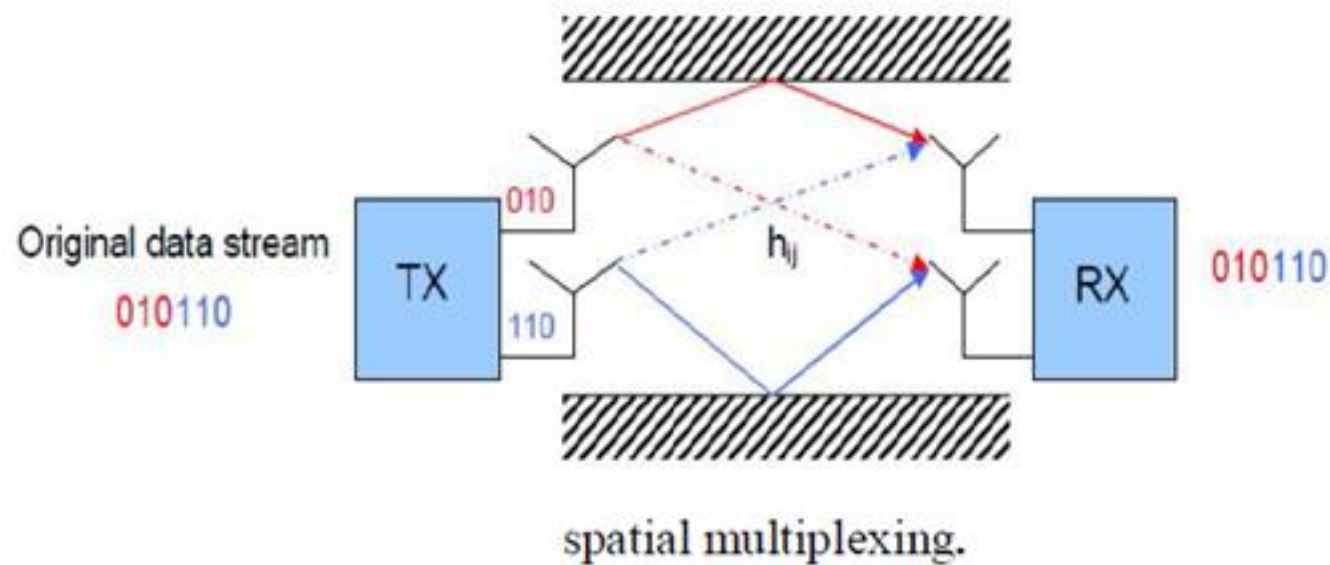


Tecnologia de comunicação WiFi

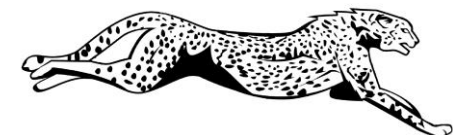


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Multiplexação especial (Spatial multiplexing) - Tecnologia 802.11n/ac



Aumento da taxa de comunicação



Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Resumo dos padrões 802.11

	802.11 b	802.11 g	802.11 a	802.11 n	802.11 ac (wave 1 and wave 2)
Band name	ISM	ISM	U-NII	ISM, U-NII	U-NII
Non-overlapping 20 MHz channels	3	3	Up to 23	ISM : 3 U-NII : Up to 23	Up to 23
Channel width in MHz	20	20	20	20 or 40	20, 40, 80 or 160 (wave 2 only)
Number of streams				Up to 3 streams	Up to 3 streams (SU-MIMO wave 1) Up to 4 streams (MU-MIMO wave 2)
Radio bit rate	11 Mbps	54 Mbps	54Mbps	150 Mbps per stream 450 Mbps max	433.3 Mbps per stream 1.3 Gbps wave 1 max 6.92 Gbps wave 2 max
Real UDP / TCP data throughput	7.1 / 5.7 Mbps	26 / 21 Mbps	31 / 25 Mbps	260/ 170 Mbps (3 streams HT40)	910 Mbps (3 streams HT80)

Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Componentes mais importantes de um projeto radio

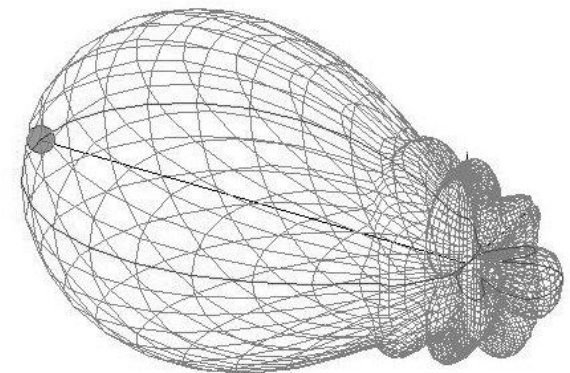
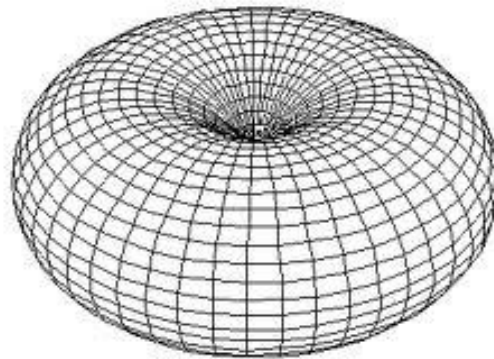
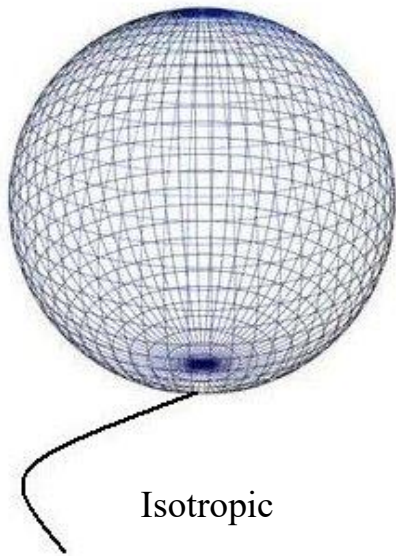


Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Antena não é somente um amplificador, ela concentra a energia RF para otimizar o link de comunicação

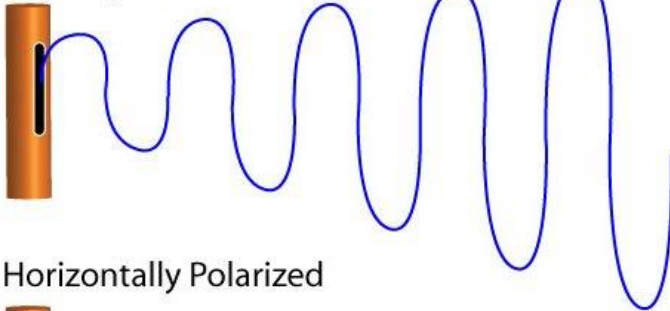


Tecnologia de comunicação WiFi

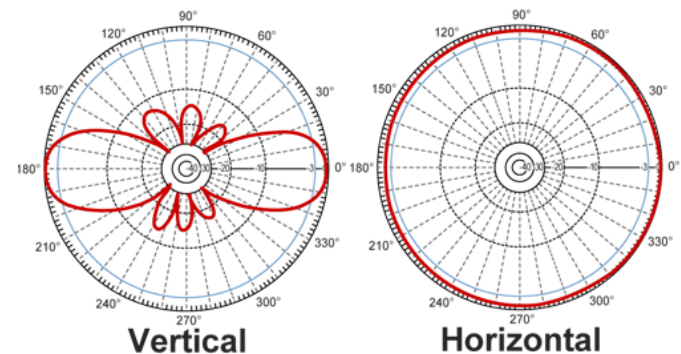
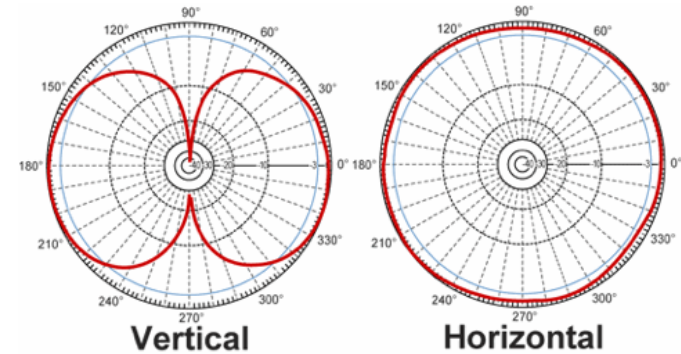
Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

As antenas podem ser polarizadas de duas maneiras

Vertically Polarized



Horizontally Polarized

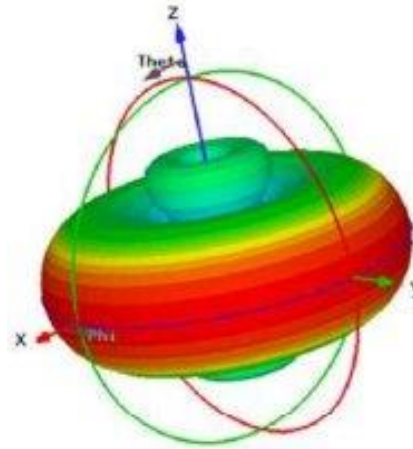


Tecnologia de comunicação WiFi

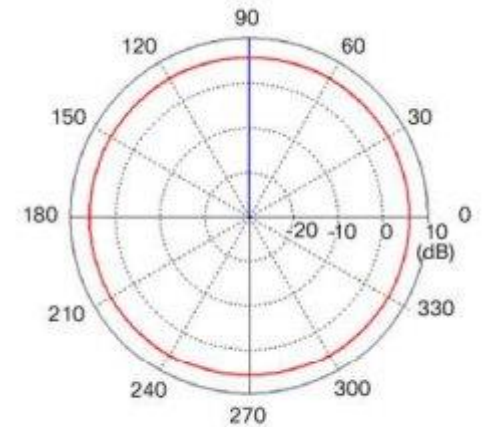


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

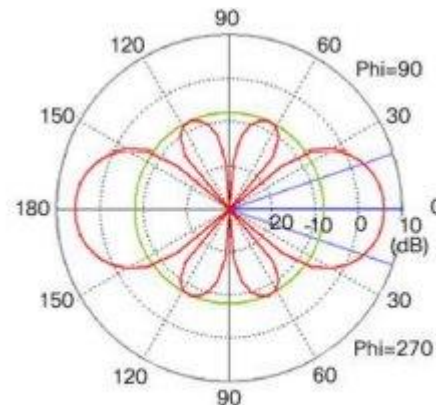
Antena Omni



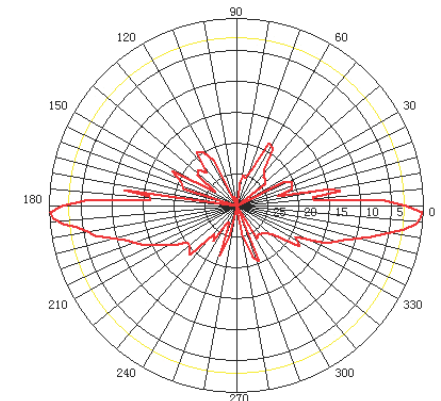
(a) 5.8 dBi Omni 3D Pattern



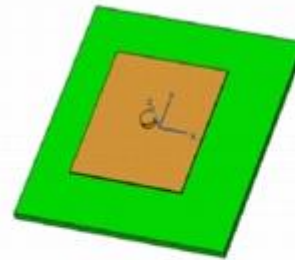
(b) 5.8 dBi Omni Azimuth Plane Pattern



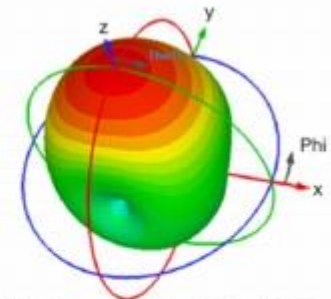
(c) 5.8 dBi Omni Elevation Plane Pattern



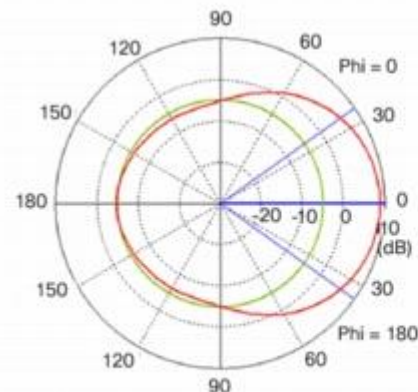
Antena Patch (plana)



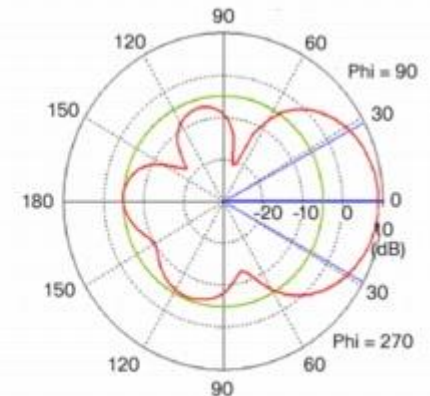
(a) Patch Antenna Model



(b) Patch Antenna 3D Radiation Pattern

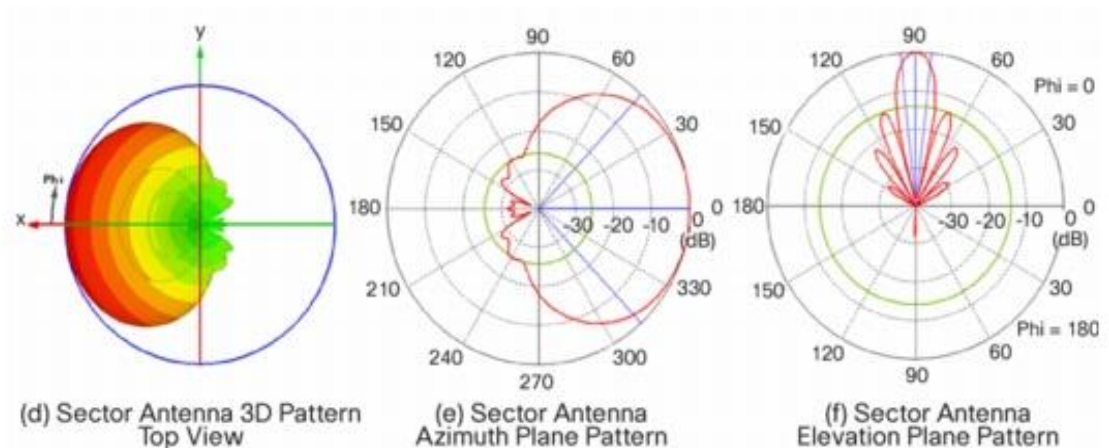


(c) Patch Antenna Azimuth Plane Pattern



(d) Patch Antenna Elevation Plane Pattern

Antena Setorial



Coverage Gaps from Elevation Plane Nulls



Tecnologia de comunicação WiFi

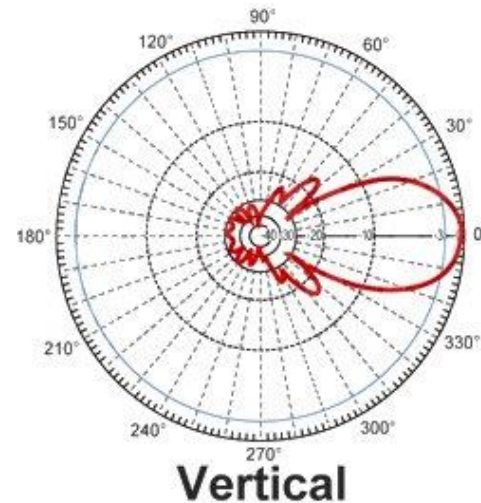
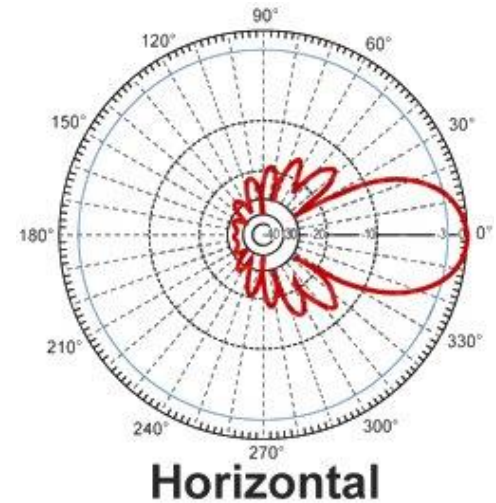


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Antena Direcional



Ganho: 9 to 18 dBi

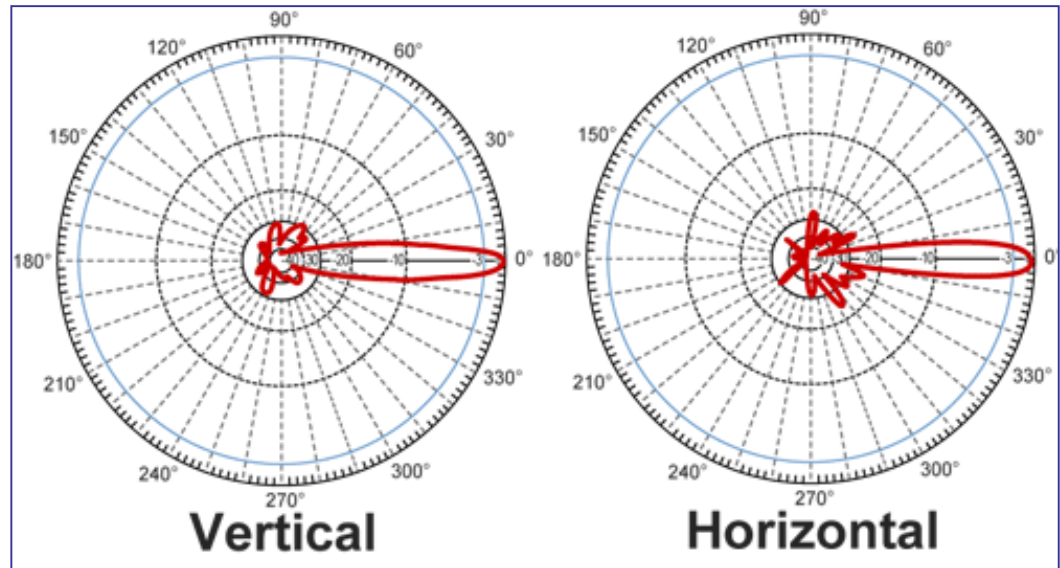


Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Antena Direcional



Ganho: 14 to 30 dBi

Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

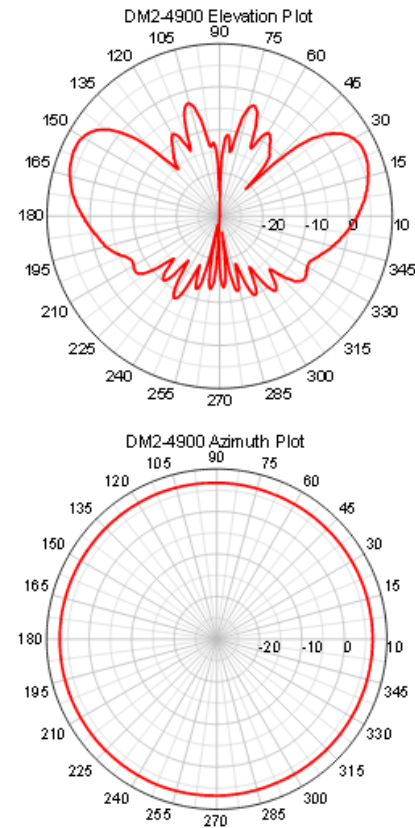
Antena Mobilidade



Aplicação em Trens



Aplicação em Carros e Ônibus



Mobility antenna

Exemplo de projeto de um link WiFi

Tecnologia de comunicação WiFi

Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Sistema de Alarme e Aviso de emergências em massa - Mineradoras

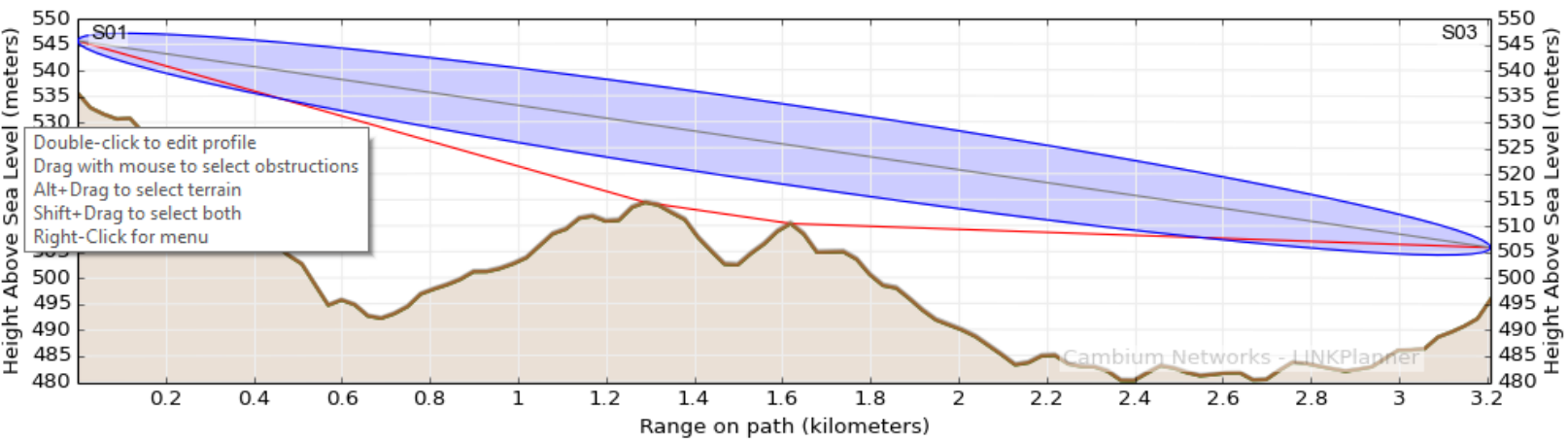


Tecnologia de comunicação WiFi

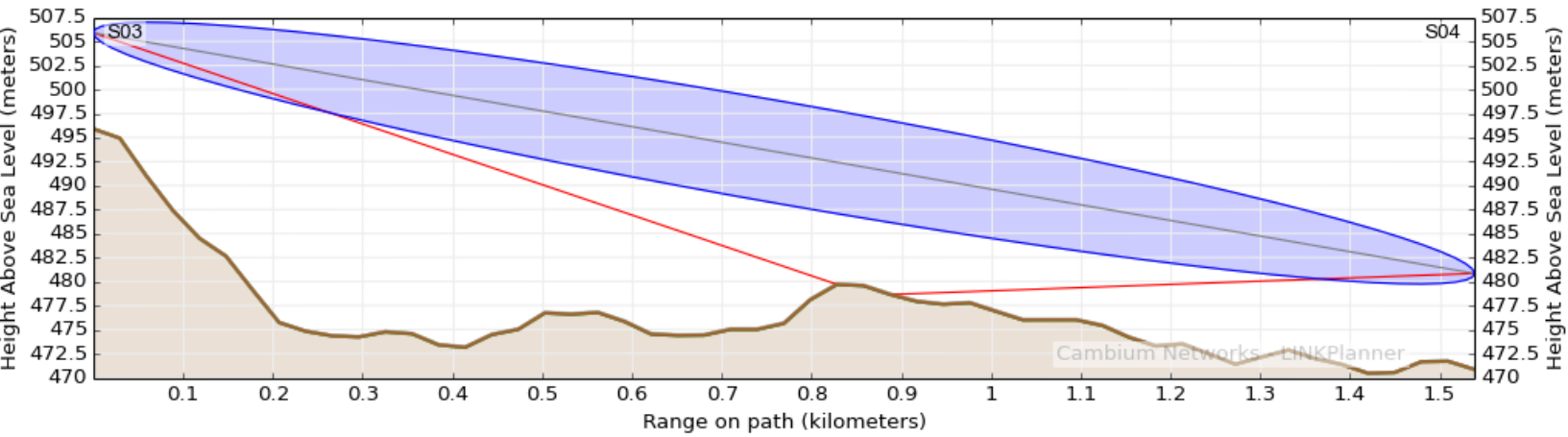


Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Profile: 3.2 kilometers, Line-of-Sight



Profile: 1.5 kilometers, Line-of-Sight

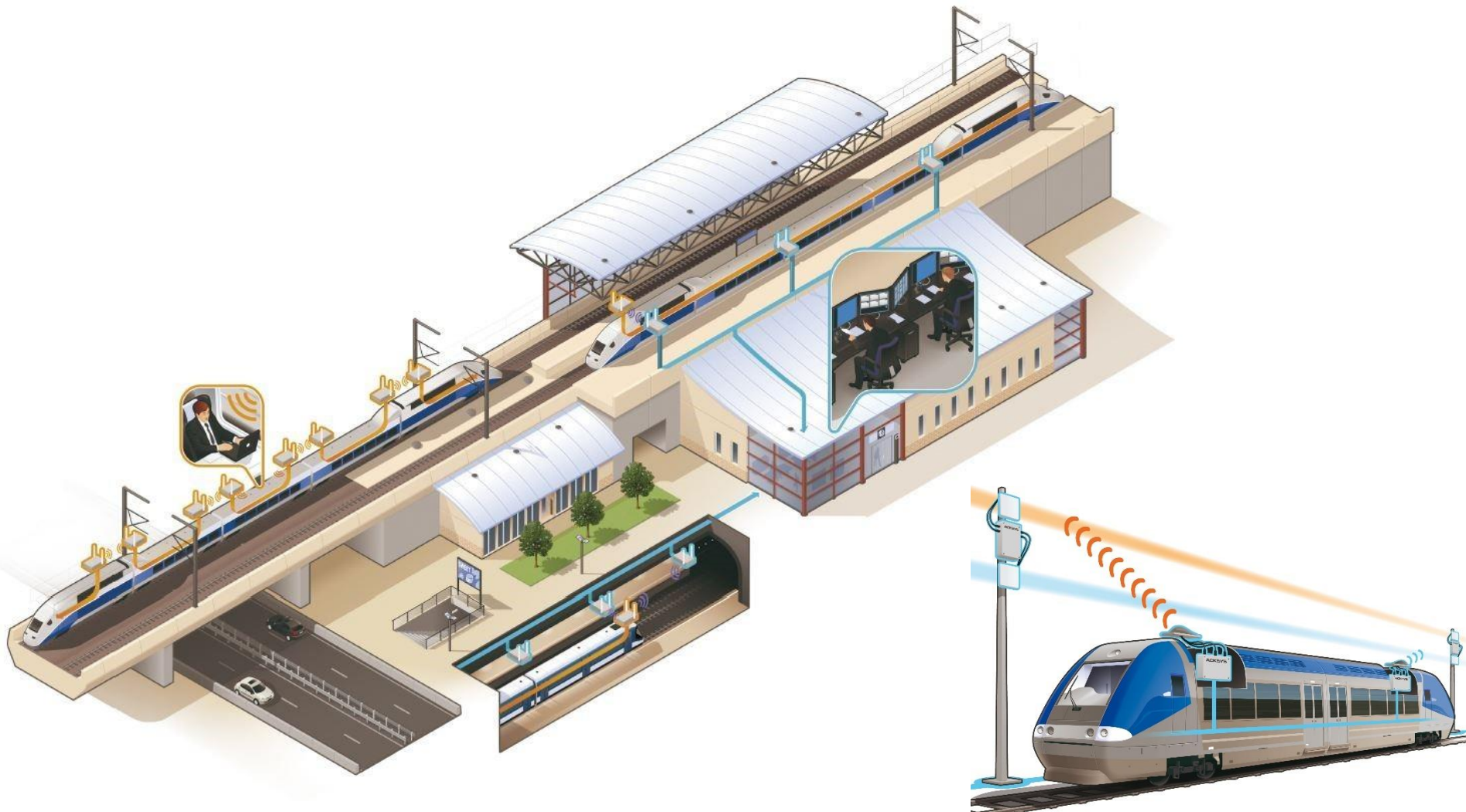


Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Sistema de comunicação WiFi (Terra-Trem) – Metro São Paulo – Linha 4



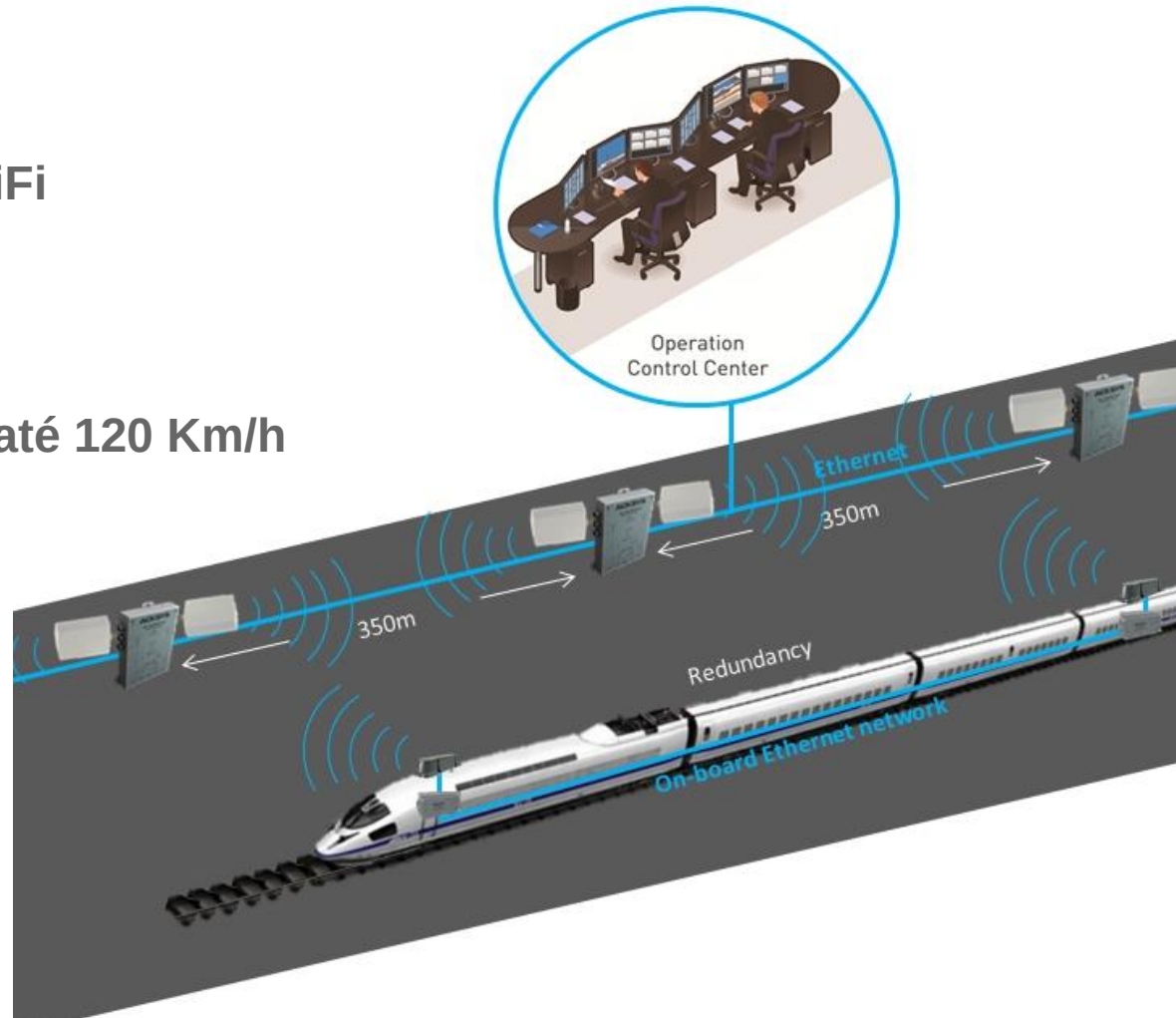
Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Sistema de comunicação WiFi (Terra-Trem) – Metro São Paulo – Linha 4

- Comunicação redundante WiFi com roaming menor de 30ms
- Operação em velocidade de até 120 Km/h



Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Sistema de despacho de Minas

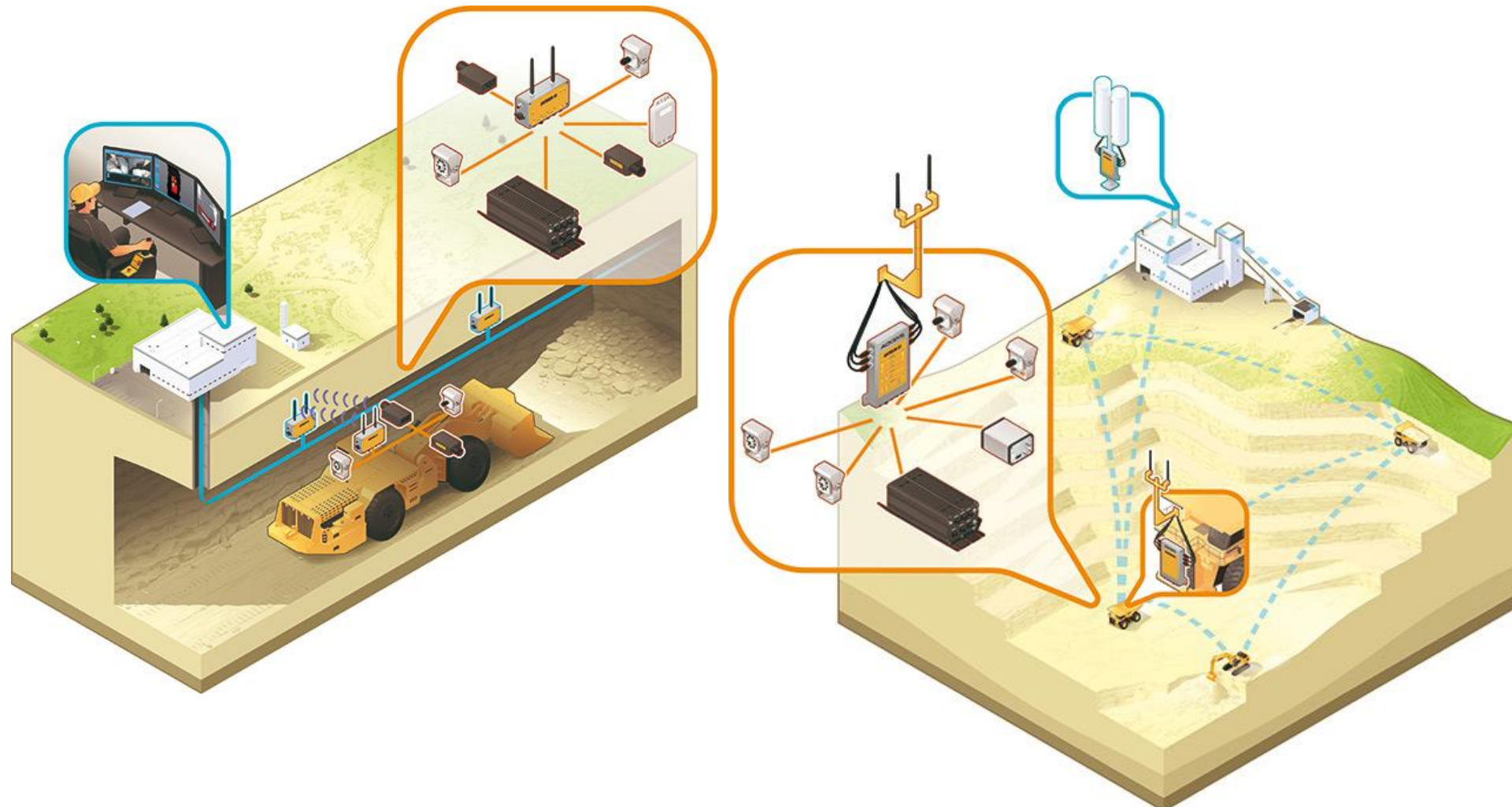


Tecnologia de comunicação WiFi



Wi-Fi utilizado em aplicações industriais

Sistema de despacho de Mina subterrânea ou abertas



Tecnologia de comunicação LoRa

Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT



Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

LoRa® é uma tecnologia de radio frequência que permite comunicação a longas distâncias com consumo mínimo de energia.

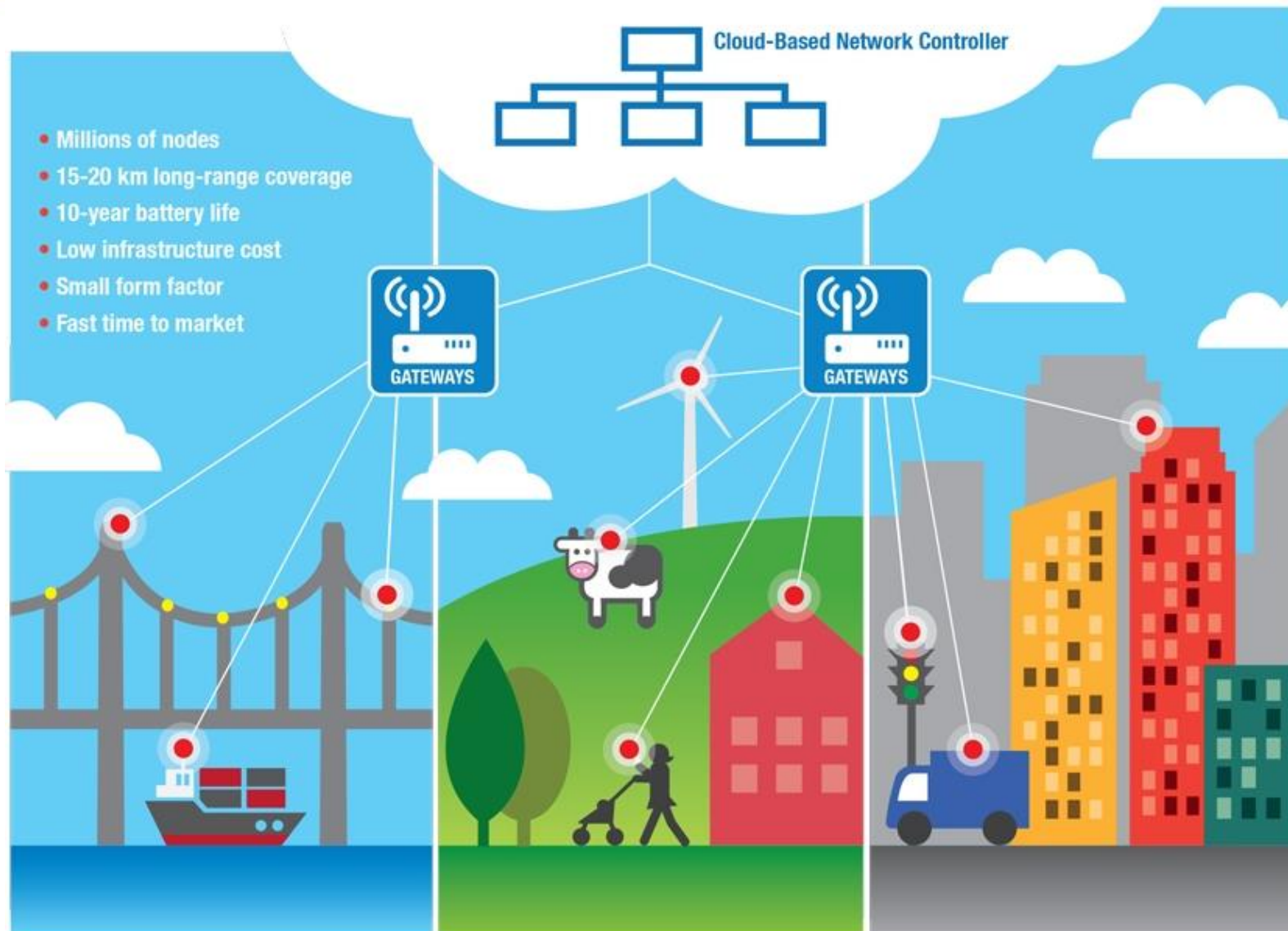
Os módulos enviam e recebem dados de Gateways, que os encaminham via conexão IP para servidores locais ou remotos.

Suas principais aplicações são sistema de IoT (internet das coisas) como sensores e monitores remotos (pressão, luz, on-off, temperatura,, ...) , sobretudo aqueles operados a bateria, de mensagens curtas e em alguns casos em locais de difícil acesso.

A LoRa Alliance promove um padrão aberto para redes baseadas em LoRa denominadas LoRaWAN. O padrão foi desenvolvido pela Semtech e os proprietários da tecnologia do chip são a IBM Research e a Actility. Fazem parte da LoRa a Cisco, KPN, Orange, ZTE entre outros.

Tecnologia de comunicação LoRa

Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT



Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

Dependendo das condições de instalação (bloqueios por prédios, topologia de terrenos, etc) pode-se conseguir em áreas urbanas 3-4 Km de alcance, e em áreas rurais, até 12 Km (ou mais).

LoRa® é o que podemos chamar de camada física de comunicação (assim como os fios em um sistema cabeado).

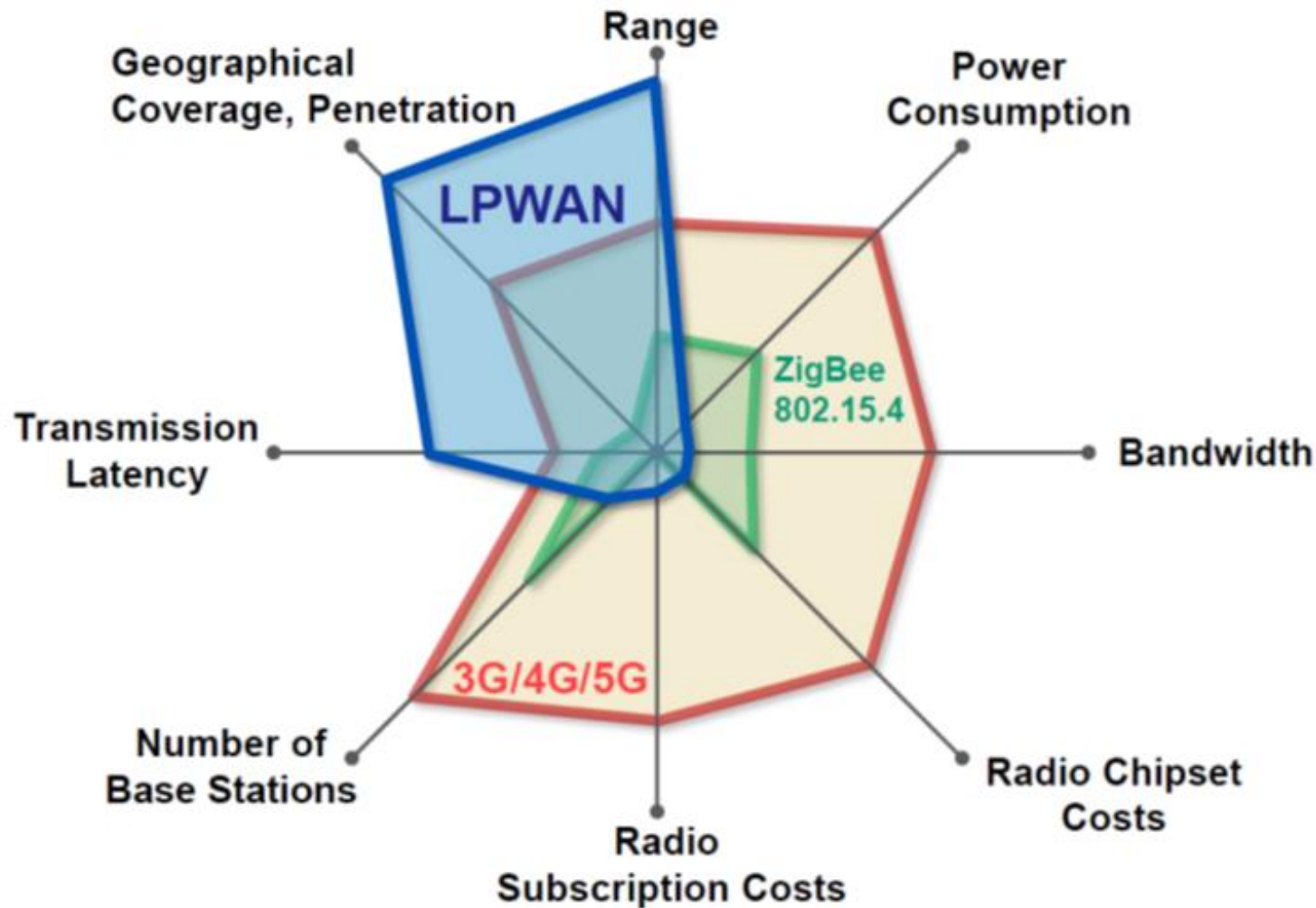
LoRa® é baseada em uma técnica conhecida por "chirp spread spectrum modulation", utilizada a décadas sobretudo em sistemas militares e de radar, por possibilitar longo alcance e grande imunidade a ruídos, mas que sempre envolveu sistemas muito críticos quanto a estabilidade de frequência e altos custos.

Com o avanço tecnológico tornou-se viável usar estas mesmas técnicas usando cristais e outros componentes mais baratos, sendo que a tecnologia LoRa® é a primeira implementação de baixo custo desenvolvida para uso comercial.

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

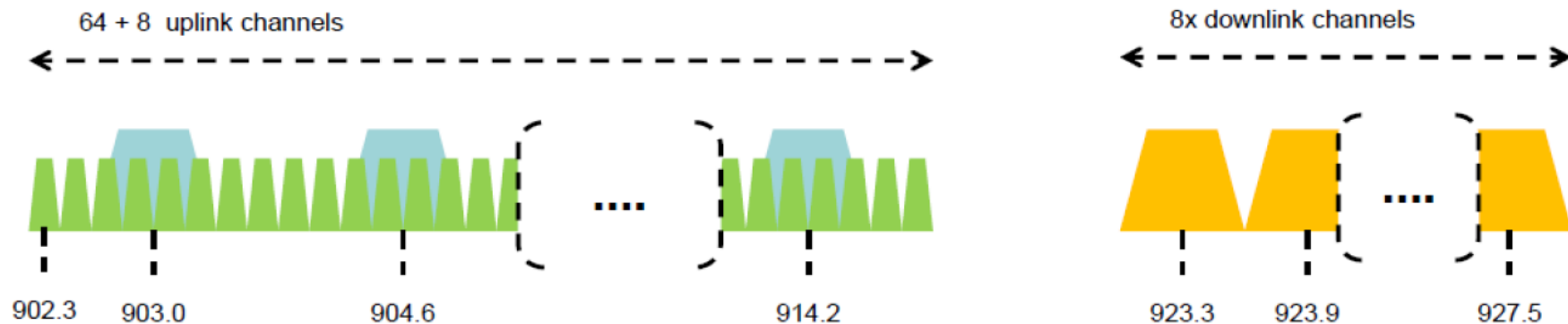


Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

Para os EUA e Américas, a faixa de frequência vai de 902 MHz a 928 MHz, conforme figura a seguir:



Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

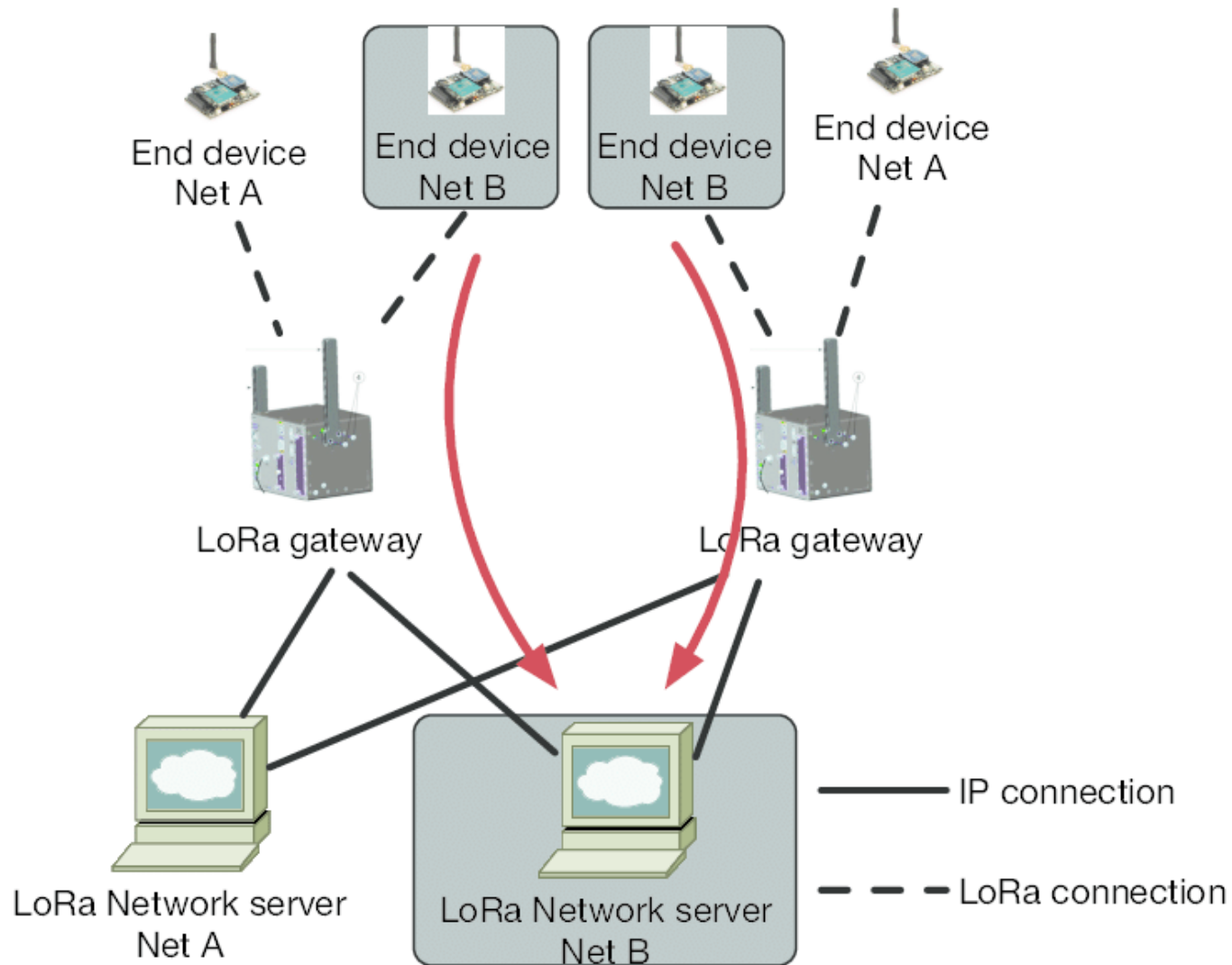
LoRaWAN™

LoRaWAN™ é o nome dado ao protocolo que define a arquitetura do sistema bem como os parâmetros de comunicação usando a tecnologia LoRa®.

O protocolo LoRaWAN™ implementa os detalhes de funcionamento, segurança, qualidade do serviço, ajustes de potência visando maximizar a duração da bateria dos módulos, e os tipos de aplicações tanto do lado do módulo quanto do servidor.

Tecnologia de comunicação LoRa

Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT



Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

1 - Módulos (end-points ou end-devices)

São os elementos básicos da rede, como:

- sensores de temperatura, movimento, on-off, ...
- leitores de consumo de energia, de água, gás,...

2 - Gateways

São os receptores dos sinais enviados pelos módulos, um só gateway pode receber os dados de milhares de dispositivos e encaminha-los para o servidor de rede.

Dependendo das condições de topologia do local, um único gateway pode cobrir um raio desde 2Km até 15 Km.

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

1 - Módulos (end-points ou end-devices)



2 - Gateways



Fonte - <http://newtoncbraga.com.br/>

3 - Servidores de rede

Os servidores de rede são os responsáveis pelo gerenciamento das informações enviadas pelos gateways.

Como existe a possibilidade de dois ou mais gateways receberem o mesmo pacote de um certo módulo e encaminharem para o servidor, o mesmo elimina pacotes duplicados, gerencia os tempos para retorno de reconhecimento (acknowledgement - ACK), e faz os ajustes para adaptar as taxas de dados (Data Rate - DR) de forma a gerenciar os tempos entre as comunicações e o consumo de energia.

4 - Servidores de aplicações

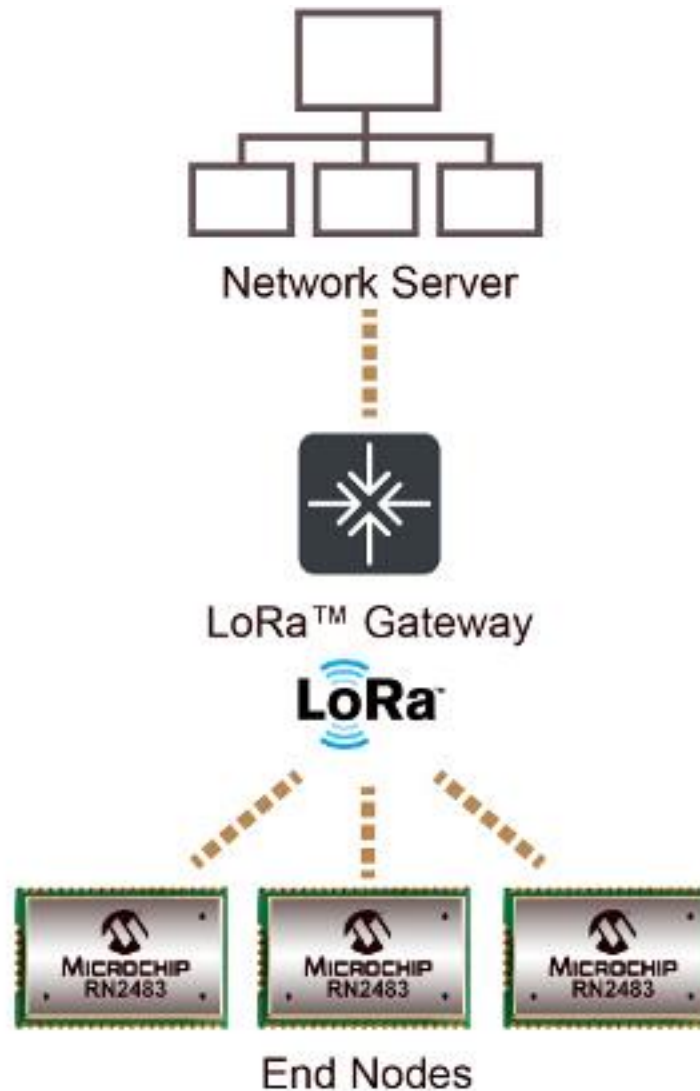
Os servidores de aplicações são programas específicos que recebem (via requisição ou de forma automática) os pacotes dos servidores de rede e de acordo com a informação executam uma ou mais ações específicas.

No caso de medidores de energia, por exemplo, enviar para a companhia os dados de consumo.

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT



Segurança dos dados em aplicações LoRa

Para garantir a privacidade dos dados enviados possuem dois níveis de segurança implementados;

Segurança para a informação

Neste caso os dados a serem transmitidos (payload) são criptografados usando o algoritmo AES de 128 bits, com uma chave conhecida por "Application Session Key".

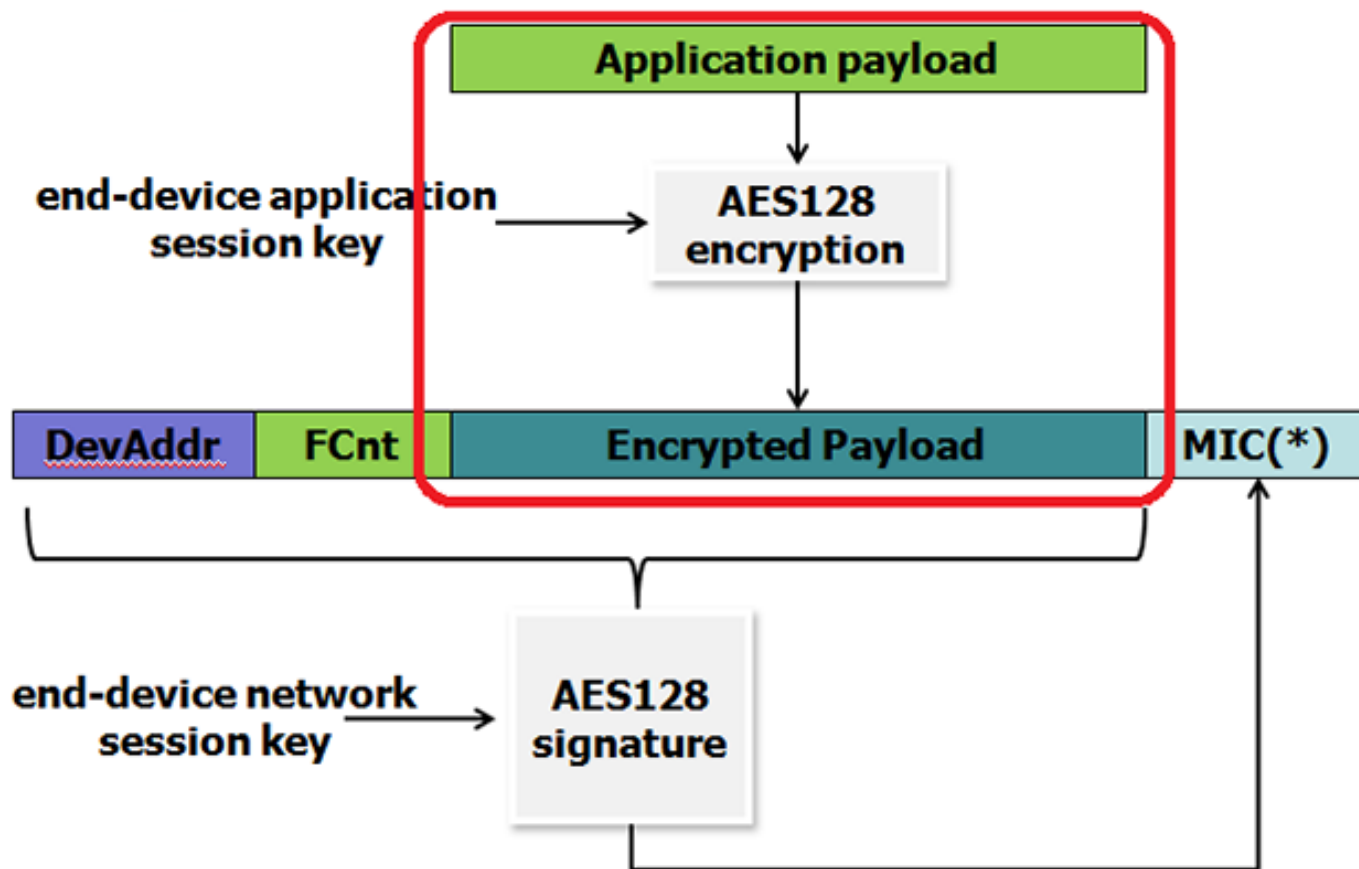
O servidor de aplicação deverá ter esta chave para 'reverter' o processo e extrair os dados.

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

Segurança para a informação



(*) MIC = Message Integrity Check

Segurança na transmissão de dados

Para enviar os dados, é criado um número de 32 bits (MIC), a partir do número do dispositivo (DevAddr), do Contador de pacotes enviados (FCnt - Frame Counter) e dos dados já criptografados.

O número 'MIC' é gerado usando a mesma técnica de criptografia (AES de 128 bits), mas com uma outra chave, conhecida por "Network Session Key". Esta chave serve para que o servidor de rede possa garantir que o pacote recebido não foi alterado por erros ou propositalmente.

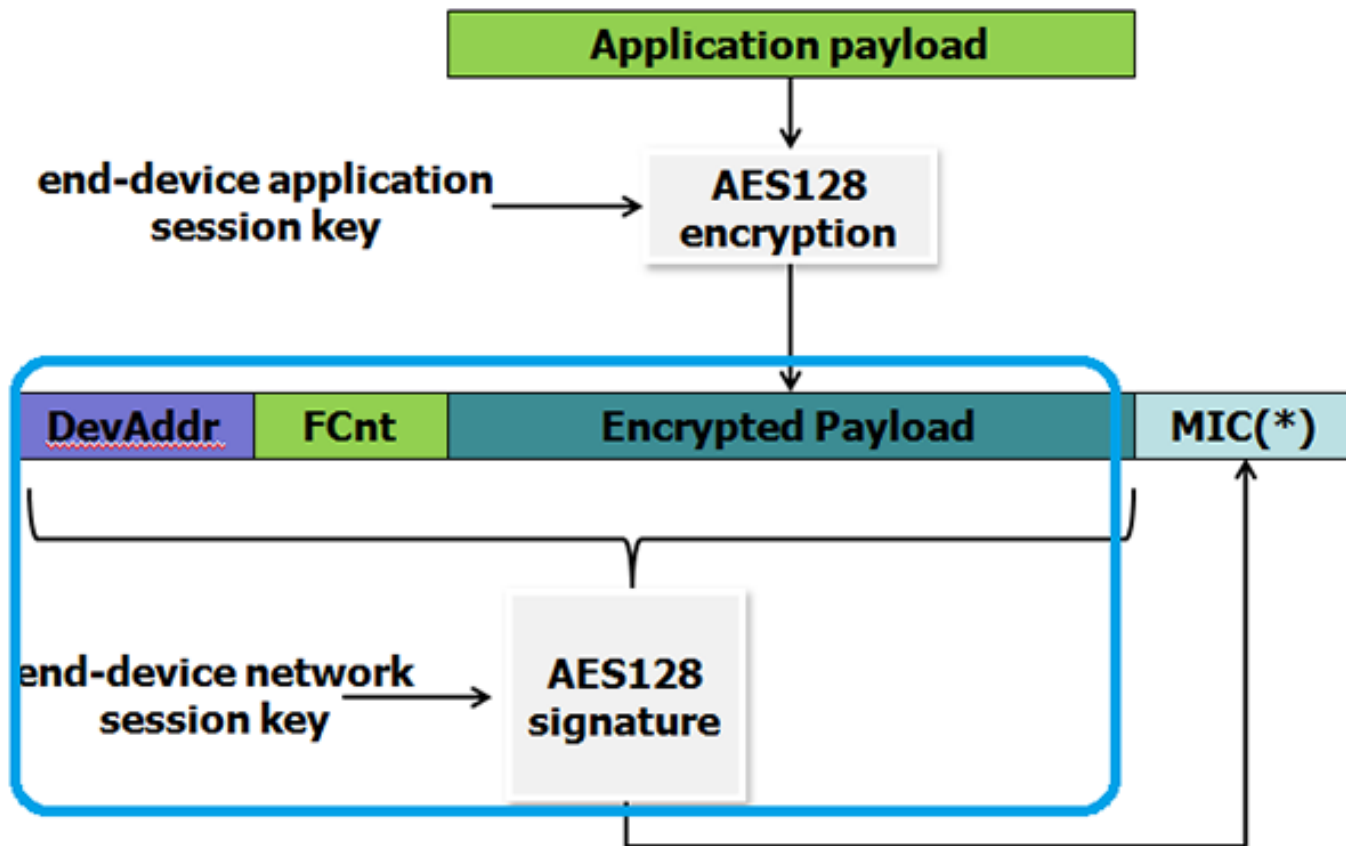
Observe que o servidor de rede pode apenas checar a integridade do pacote e nunca 'abrir' os dados, pois não tem a 'Application session key'.

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

Segurança na transmissão de dados



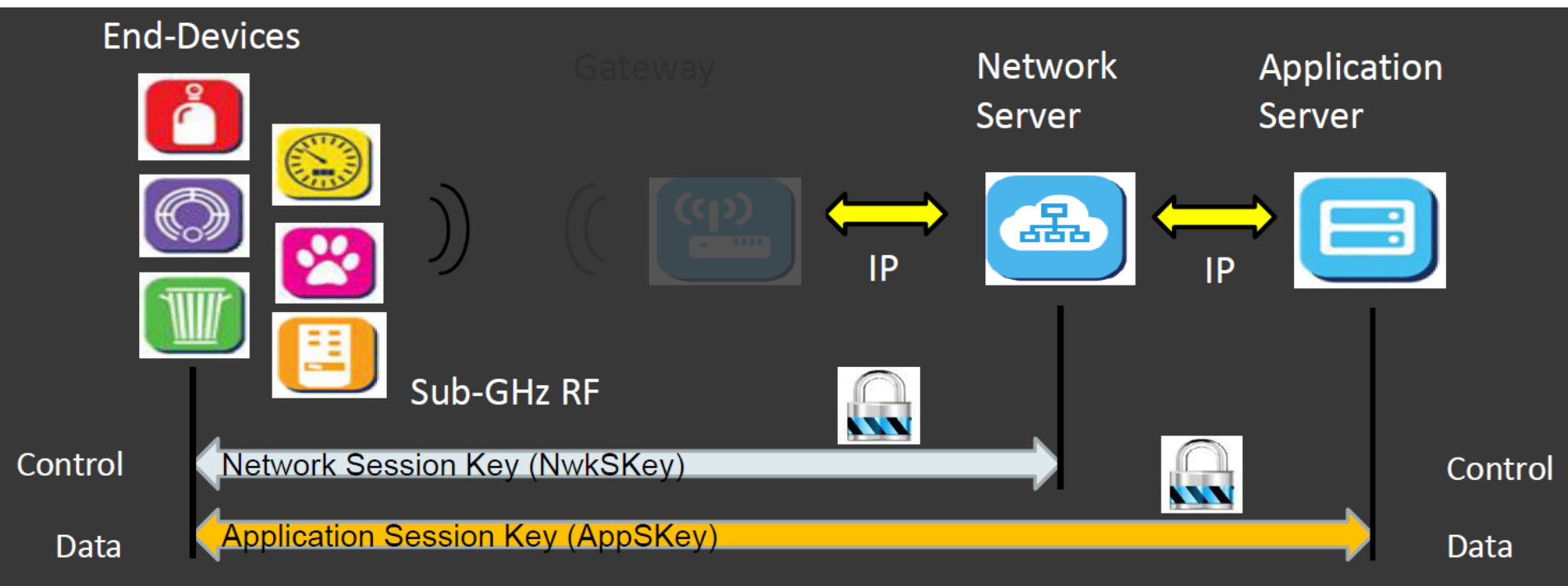
(*) MIC = Message Integrity Check

Tecnologia de comunicação LoRa



Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT

Segurança dos dados em aplicações LoRa

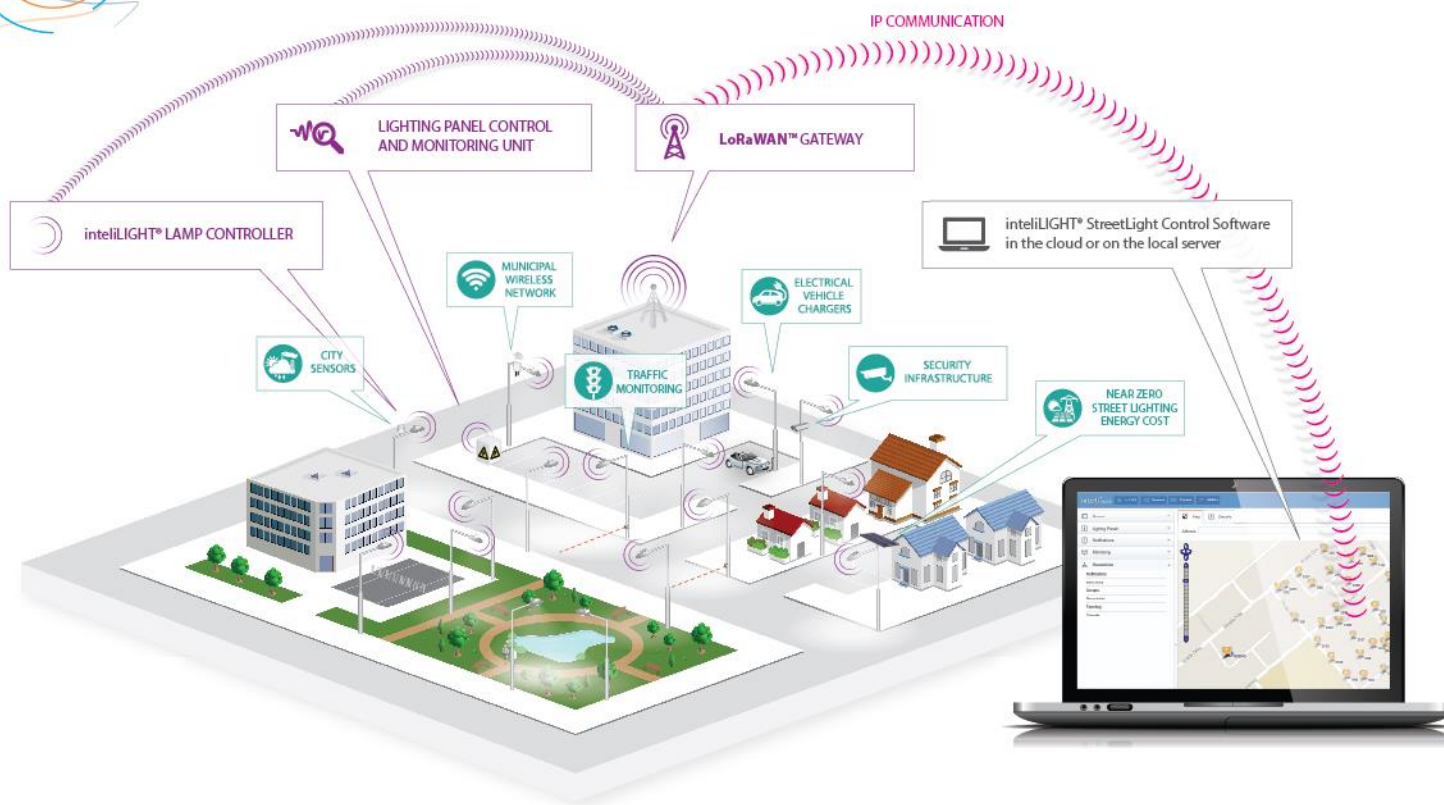


Tecnologia de comunicação LoRa

Tecnologia LoRa desenvolvida para IoT



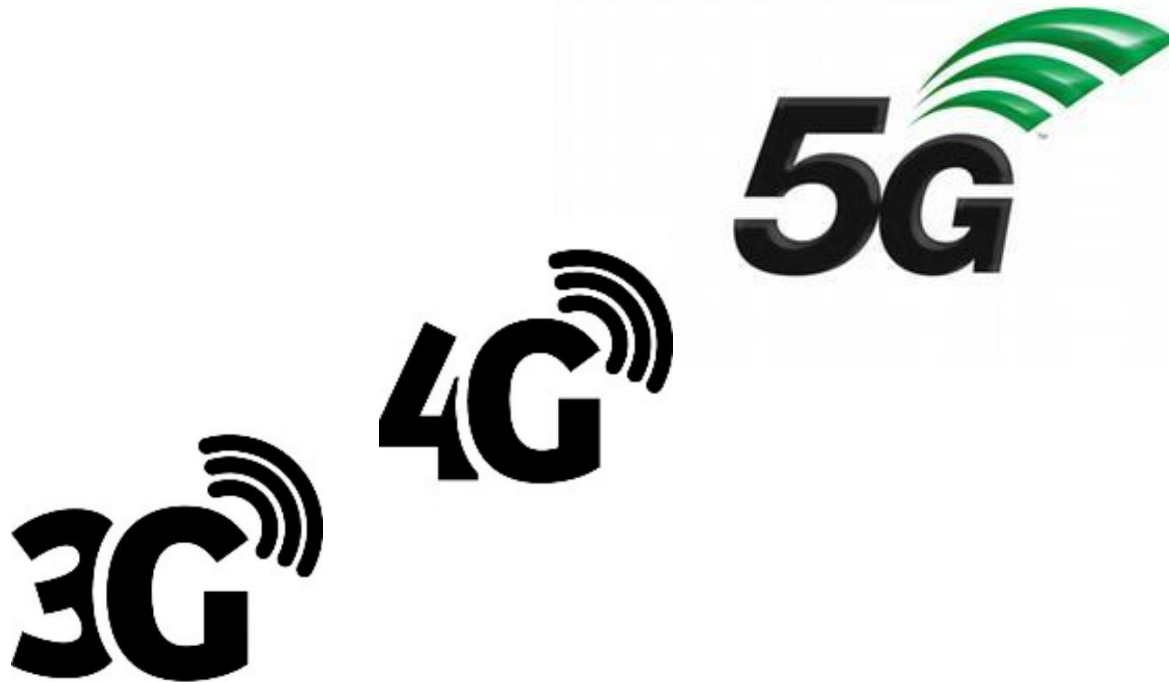
powered by **LoRa™**



Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT



Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT

A rede 3G surgiu em meados de 2001 prometendo interatividade via internet móvel no seu celular.

A rede 3G possui cobertura com qualidade superior a suas antecessoras, com velocidades de cerca de 6Mbps com uso da tecnologia HSPA+.

A rede 4G foi implantada no Brasil em meados de 2012 na frequência de 2600MHz, em 2014 a ANATEL licitou a frequência de 700MHz.

A rede 4G possui cobertura e qualidade superior a rede 3G com velocidades máx de cerca de 10Mbps com uso da tecnologia LTE.

A rede 5G ainda esta em processo de estudo e implantação no Brasil, possui velocidades máx de cerca de 100Mbps.

Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT

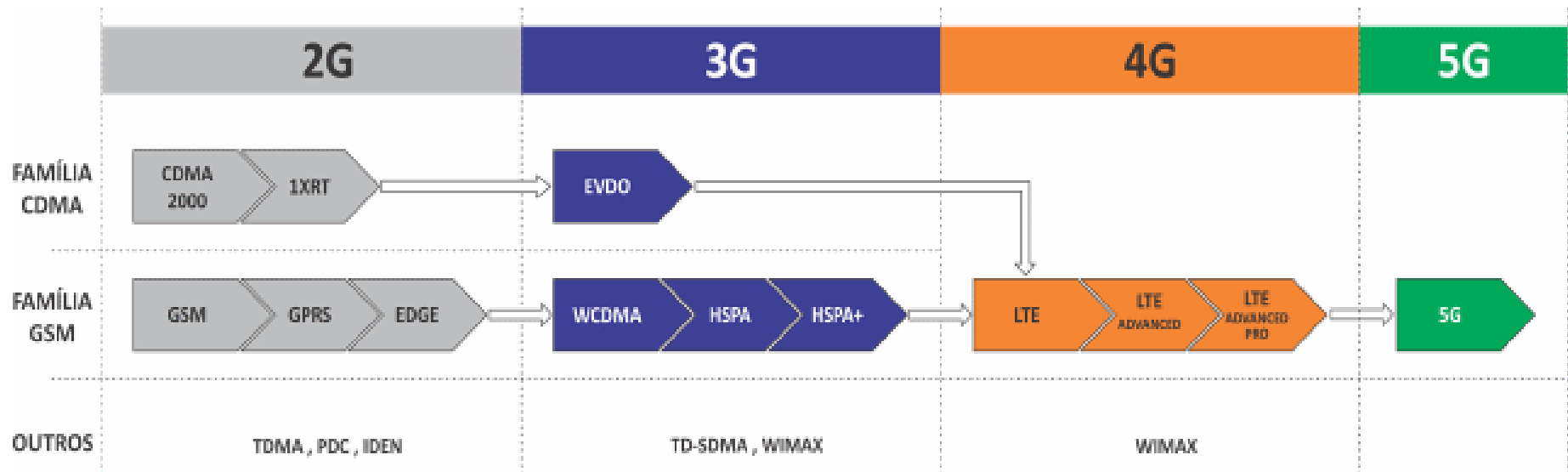
Evolução das redes de comunicação celular

Geração	2G			3G			4G			5G
Tecnologia	GSM	GPRS	EDGE	WCDMA A (UMTS)	HSPA	HSPA+	LTE	LTE- Advanc ed	LTE- Advanc ed Pro	-
Downlink	14,4 Kbps	171,2 Kbps	473,6 Kbps	2,0 Mbps	7,2/14,4 Mbps	21/42 Mbps	100 Mbps	1,0 Gbps	3,0 Gbps	20Gbps
Uplink	-	-	473,6 Kbps	474 Kbps	5,76 Mbps	7,2/11,5 Mbps	50 Mbps	0,5 Gbps	1,5 Gbps	10 Gbps
Canalização (MHz)	0,2	0,2	0,2	5	5	5	20	100	640	até 1.000
Latência (ms)	500	500	300	250	~ 70	~ 30	~ 10	~10	<2	<1
Espec. Release	97	97	98	99 e 4	5 e 6	7	8 e 9	10,11, 12	13	14,15,1 6

Tecnologia de comunicação Celular

Redes de celular aplicadas em IIoT

Tecnologias de comunicação celular



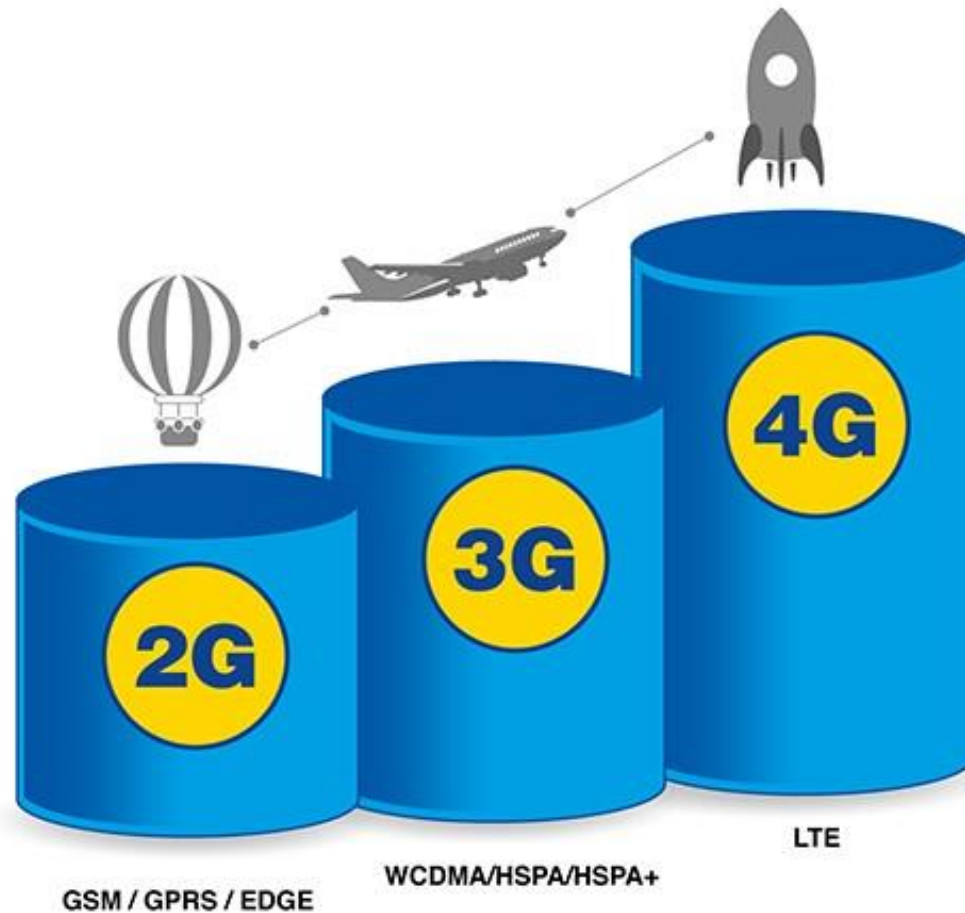
Fonte- <http://www.teleco.com.br/tecnocel.asp>

Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT

Tecnologias de comunicação celular



Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT

Taxa de comunicação média para os usuários

Geração	2G			3G			4G	5G
Tecnologia	GSM	GPRS	EDGE	WCDMA (UMTS)	HSPA	HSPA+	LTE	-
Taxa de dados para usuário	10-40 Kbps	40-50 Kbps	100-130 Kbps	128-384 Kbps	0,3-1 Mbps	3-6 Mbps	5-12 Mbps	100 Mbps

Fonte- <http://www.teleco.com.br/tecnocel.asp>

3G - UMTS (WCDMA/HSDPA)

O Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) é o termo adotado para designar o padrão de **3ª Geração** estabelecido para a rede das operadoras de celular como evolução para operadoras de GSM e que utiliza como interface rádio o Wideband CDMA (WCDMA) e suas evoluções.

Tecnologia	WCDMA (UMTS)	HSPA	HSPA+
Downlink	2,0 Mbps	7,2/14,4 Mbps	21/42 Mbps
Uplink	474 Kbps	5,76 Mbps	7,2/11,5 Mbps
Canalização (MHz)	5	5	5
Latência (ms)	250	~ 70	~ 30
Espec. Release	99 e 4	5 e 6	7

4G - LTE

O Long Term Evolution é o termo adotado para designar o padrão de **4^a Geração** estabelecido para a rede das operadoras de celular como evolução para operadoras de GSM. O LTE foi padronizado pelo 3GPP e emprega novas técnicas de modulação na sua interface aérea:

OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access),
MIMO (Multiple Input Multiple Output) antenna technology.

Tecnologia	LTE	LTE-Advanced	LTE-Advanced Pro (4,5 G)
Downlink	100 Mbps	1,0 Gbps	3,0 Gbps
Uplink	50 Mbps	0,5 Gbps	1,5 Gbps
Canalização (MHz)	20	100	640
Latência (ms)	~ 10	~10	<2
Espec. Release	8 e 9	10,11, 12	13

5G

O objetivo da 5G é viabilizar as seguintes aplicações,:

- IoT Massivo
- IoT (aplicações críticas)
- Acesso Banda Larga Wireless Fixo (1 Gbps)

Para atender estas aplicações a tecnologia 5G terá de possibilitar:

- Maior Velocidade: > 10Gbps (30x a da 4G)
- Mais conexões: 1 milhão/km² (100X 4g)
- Menor latência: 1 ms

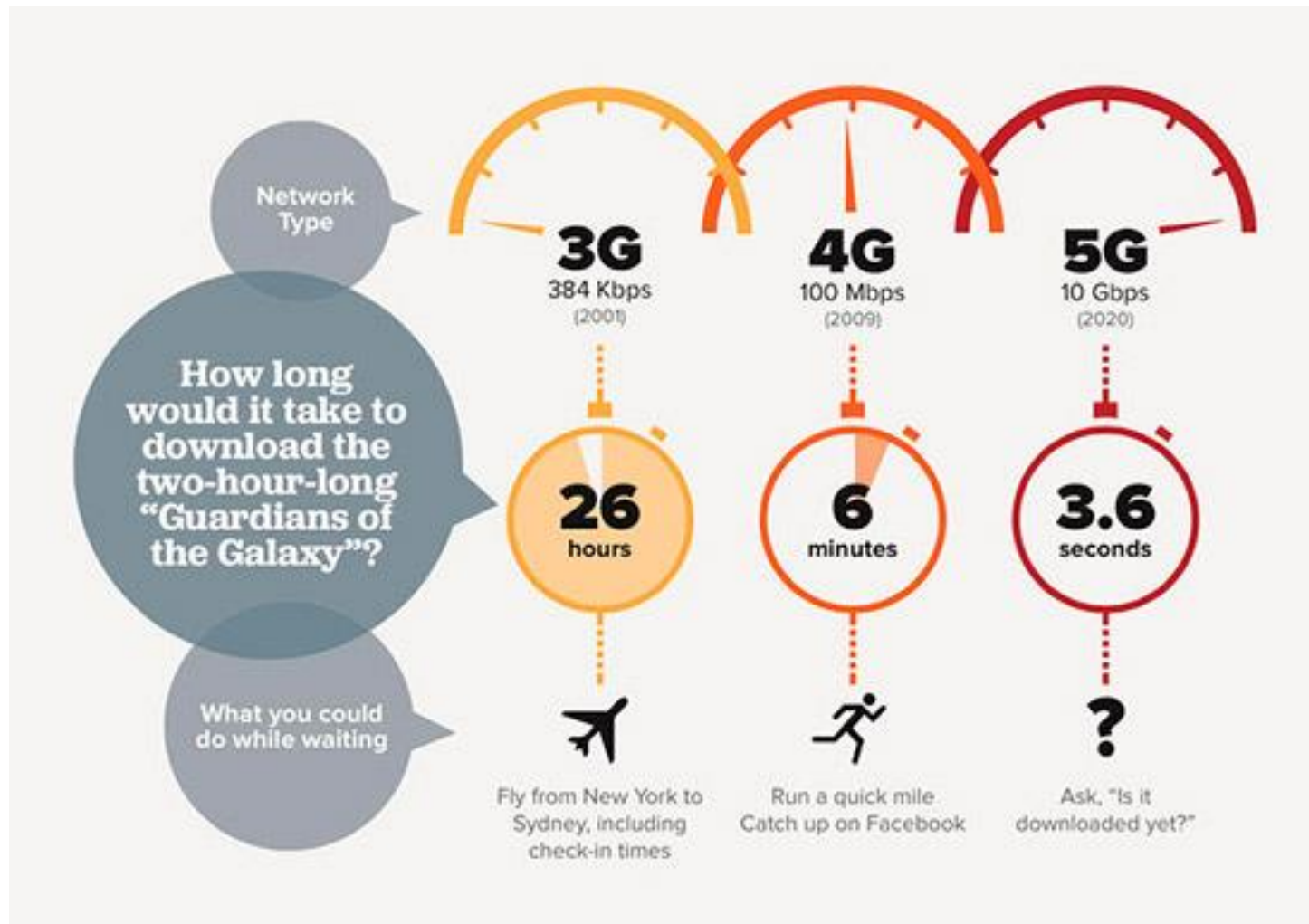
Especificações da tecnologia 5G

Geração	4G		5G
Tecnologia	LTE-Advanced	LTE-Advanced Pro (4,5G)	-
Downlink	1,0 Gbps	3,0 Gbps	20Gbps
Uplink	0,5 Gbps	1,5 Gbps	10 Gbps
Taxa do usuário	10	-	100 Mbps
Canalização (MHz)	100	640	até 1.000
Latência (ms)	~10	<2	<1
Espec. Release	10,11, 12	13	14,15,16

Tecnologia de comunicação Celular

Redes de celular aplicadas em IIoT

Tecnologia 5G



Tecnologia de comunicação Celular



Redes de celular aplicadas em IIoT

Tecnologia 5G

What 5G is about



Obrigado !!!!

Erik Maran

Tel (11) 5561-7488

Cel (11) 99466-5020

E-mail - erik@wii..com.br

