

BLE em Redes sem Fio e IoT





Roosevelt David

Especialista de Produtos e negócios WLAN – Intelbras

- 12 anos em engenharia de redes corporativas, acadêmicas e ISP's
- Responsável técnico pelo desenvolvimento dos Access Points da linha FUTURE (Wi-Fi 6/7).
- Especialista em testes, validações de campo e certificações de produto (IEEE/WFA/Anatel).
- Foco em performance, escalabilidade e confiabilidade em projetos de grande escala.

Agenda da Apresentação

-  • O que é BLE? O propósito fundamental.
-  • BLE vs. Bluetooth Clássico: A escolha técnica para IoT.
-  • Arquitetura e Funcionamento: Como a comunicação acontece.
-  • Aplicações Reais em IoT: Onde o BLE transforma.
-  • Desafios e Segurança: O que considerar em um projeto.
-  • O Futuro do BLE: Para onde a tecnologia está indo.



O que é o BLE?



O que é Bluetooth Low Energy (BLE)?

Tecnologia de comunicação sem fio projetada com o propósito de garantir **consumo de energia ultra-baixo**, estabelecendo essa característica como prioridade fundamental.

Lançado em 2010 na especificação do Bluetooth 4.0 foi o que viabilizou o Bluetooth para IoT em pequenos dispositivos Alimentados por pequenas baterias.

Filosofia de Funcionamento:
"Dormir" a maior parte do tempo



O dispositivo "acorda" por poucos milissegundos (<6ms) para enviar pequenos pacotes de dados e volta a "dormir".

Resultado: Autonomia de batera com duração de **meses ou até anos** com uma bateria do tipo moeda



BLE vs. Bluetooth Clássico (BR/EDR)

BLE vs Bluetooth Clássico

BLE Não é uma “Versão piorada do Bluetooth clássico, mas sim uma tecnologia complementar otimizada para casos específicos.

Características	Bluetooth Clássico	Bluetooth Low Energy(BLE)
Casos de uso típico	Streaming de áudio, Transferência de arquivos	Sensores, Wearables, beacos, IoT
Consumo de energia	Moderado a alto	Extremamente baixo(cerca de 10 a 100x menor)
Taxa de transferência	Maior (~2~3Mbps)	Menor(~1~2Mbps)
Latência(Tempo para conectar)	Mais lento(100~300ms)	Muito rápido(<6ms típico)
Topologia	Ponto-a-Ponto(piconet, até 7 periféricos)	Ponto-a-Ponto, Broadcast, Mesh
Banda de Frequência	ISM 2,4Ghz - 70 canais de 1Mhz	ISM 2,4Ghz – 40 canais de 2Mhz

BLE vs Bluetooth Clássico

Para Aplicações de IoT onde a vida da bateria é o fator crítico e os dados são enviados esporadicamente, o BLE é a escolha técnica correta.

O BLE permite a miniaturização dos dispositivos, permitindo dispositivos menores, e com boa interoperabilidade. E com duração de bateria bastante expressiva.

BLE no Ecossistema IoT: Comparativo

Cada tecnologia de conectividade IoT tem seu nicho. O BLE se destaca onde a eficiência energética, Custo e demanda de dados são cruciais

Característica	BLE	Wi-Fi	Zigbee/Z-Wave	LoRaWAN/NB-IoT
Consumo de energia	Ultra Baixo	Alto	Baixo	Muito Baixo
Alcance	Curto a médio (10-100M)	Médio(50~100M)	Médio (10~100M)	Longo(Km)
Taxa de dados	Baixa(1~2Mbps)	Alta(Mbps a Gbps)	Baixa(20~250kbps)	Muito baixa(<50kbps)
Topologia de rede	Ponto-a-Ponto, Broadcast, Mesh (com extensão)	Estrela, Mesh (com repetidores)	Mesh (nativo)	Estrela (com gateways)
Custo do módulo	Baixo	Médio a Alto	Baixo	Médio
Aplicações típicas	Wearables, Beacons, Sensores, Dispositivos Médico	Streaming, Navegação, Câmeras de Segurança	Automação Residencial/Industrial, Sensores	Rastreamento de Ativos, Agricultura, Cidades Inteligentes



Arquitetura e Funcionamento

Arquitetura e Funcionamento

Pilha de Protocolos BLE

Controlador (Hardware)

PHY e LL: Gerencia o rádio, advertising e conexão física.

Host (Software)

L2CAP, SM, ATT, GATT e GAP: Camadas de aplicação.

Pilares da Comunicação

GAP (Generic Access Profile)

Define descoberta e conexão. Papéis: Central e Periférico.

GATT (Generic Attribute Profile)

Estrutura de dados: Perfis, Serviços e Características.

Pilares da Comunicação

1 Periférico anuncia (Advertising)

3 Central inicia a Conexão

2 Central Escaneia(Scanning)

4 Troca de dados via GATT



Aplicações Reais em IoT

Aplicações práticas e Inovadoras

Ao combinar eficiência energética e flexibilidade de topologias, o BLE viabiliza soluções inovadoras em múltiplos domínios de aplicação.



Saúde e Hospitais

Monitoramento contínuo de pacientes (glicemia, batimentos), rastreamento de equipamentos médicos, e sistemas de chamada de enfermeiras. Essencial para dispositivos portáteis e de longa duração.



Aplicações práticas e Inovadoras

Ao combinar eficiência energética e flexibilidade de topologias, o BLE viabiliza soluções inovadoras em múltiplos domínios de aplicação.



Varejo e Marketing de Proximidade

Beacons para ofertas personalizadas, navegação interna em grandes lojas, e análise de fluxo de clientes. Melhora a experiência do consumidor e otimiza operações.



Casas e Cidades Inteligentes

Automação residencial (iluminação, fechaduras), sensores de ambiente, e infraestrutura urbana (lixeiras inteligentes, monitoramento de tráfego). Facilita a integração com smartphones.



Logística e Indústria 4.0

Rastreamento de ativos em tempo real (paletes, ferramentas), monitoramento de condições de máquinas, e otimização de processos em ambientes industriais complexos.



Desafios técnicos na implementação

Desafios Técnicos na Implementação de BLE



Alcance e Interferência: Limitado a 10-50m em ambientes internos, suscetível a ruídos na banda de 2.4 GHz (Wi-Fi, micro-ondas).



Complexidade de Desenvolvimento: Requer conhecimento aprofundado da pilha de protocolos (GAP, GATT) e perfis para implementação eficiente.



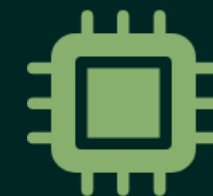
Taxa de Transferência (Throughput): Baixa taxa de dados (1-2 Mbps), inadequada para streaming contínuo de áudio/vídeo ou grandes transferências de arquivos.



Compatibilidade e Fragmentação: Variações de implementação e versões do Bluetooth podem gerar desafios de interoperabilidade entre dispositivos.



Gerenciamento de Energia: Exige otimização cuidadosa de firmware e hardware para atingir a prometida autonomia de bateria.



Seleção de Hardware: Escolha do SoC (System on Chip) e antena corretos é crucial para performance e consumo.

Desafios Técnicos na Implementação de BLE



Ainda há poucas soluções no mercado utilizando o BLE além de dispositivos vestíveis e de tracking como Tags, mas novas opções estão saindo no mercado

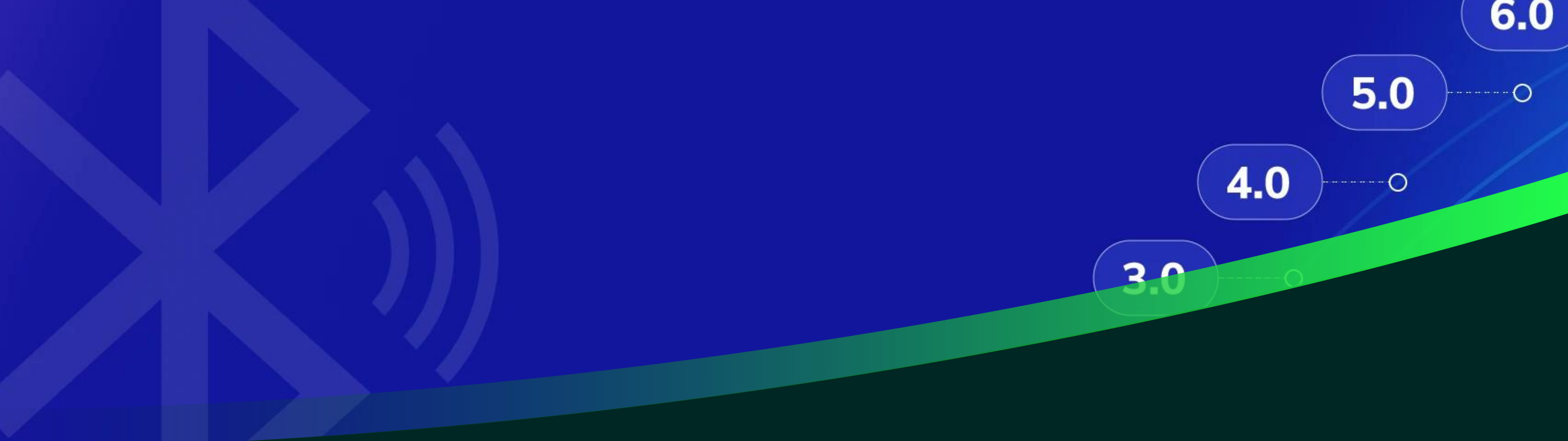


Segurança em BLE

Pontos Criticos



- Pareamento: LESecure connections protege contra ataques Man-in-the-Middle
- Criptografia: as implementações mais seguras devem atender ao mínimo o AES-128
- Privacidade: Endereços MAC randomizados para evitar o rastreamento



Futuro do BLE e Tendências

Futuro do BLE

Bluetooth 5.x

2x Velocidade: Modo de 2 Mbps para atualizações mais rápidas.

4x Alcance (LE Coded PHY): Permite cobrir distâncias maiores, ideal para automação predial e agricultura.

8x Capacidade de Advertising: Beacons podem enviar mais dados sem precisar de uma conexão.

Bluetooth Mesh

Permite criar redes em malha de larga escala, onde os nós retransmitem mensagens, ideal para iluminação inteligente e automação predial.

LE Audio

Novo padrão que permite streaming de áudio de alta qualidade com baixo consumo, revolucionando fones de ouvido e aparelhos auditivos.

Direction Finding (AoA/AoD)

Permite localização com precisão de centímetros, criando um "GPS de ambientes internos" para logística e varejo.

BLE vs Bluetooth Clássico

BLE é a tecnologia ponte fundamental que conecta o mundo físico (sensores) ao mundo digital (smartphones, nuvem) no universo IoT.

Seu sucesso se baseia no tripé: consumo ultra-baixo de energia, baixo custo e integração nativa em bilhões de dispositivos.



intelbras

Surpreender é
nossa tecnologia

Deixe a nossa tecnologia te surpreender!

Saiba mais

