



Padrão IEEE 802.15

João Victor Siqueira Castro



Definição do IEEE 802.15

O IEEE 802.15 é um **padrão de comunicação sem fio** para especificar o funcionamento das **redes pessoais sem fio (WPAN – Wireless Personal Area Networks)**.

Objetivo do IEEE 802.15

O principal objetivo do protocolo é **padronizar e otimizar a comunicação sem fio entre dispositivos pessoais**





Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

1. Bluetooth (IEEE 802.15.1)
2. ZigBee (baseado no IEEE 802.15.4)
3. Thread (também baseado no IEEE 802.15.4)
4. 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network)
5. Body Area Network (IEEE 802.15.6)



Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

1. Bluetooth (IEEE 802.15.1)

Bluetooth é um padrão de tecnologia sem fio de curto alcance usado para troca de dados entre dispositivos fixos e móveis em distâncias curtas e construção de redes de área pessoal (PANs).

- **Padrão IEEE:** 802.15.1
- **Faixa de frequência:** 2,4 GHz (faixa ISM — Industrial, Scientific and Medical)
- **Alcance:** em média de **1 a 100 metros**, dependendo da classe do dispositivo
- **Técnica de transmissão: FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)** — o Bluetooth “salta” entre frequências rapidamente para evitar interferências.



Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

2. ZigBee (baseado no IEEE 802.15.4)

O ZigBee (IEEE 802.15.4) é um protocolo sem fio de **baixo consumo**, **baixo custo** e **alta confiabilidade**, usado em **redes em malha** para conectar sensores e dispositivos IoT em **automação residencial e industrial**.

- Voltado para **automação residencial e industrial**.
- Foca em **baixo consumo de energia** e **baixo custo**, em vez de alta velocidade.
- Pode formar **redes em malha (mesh)**, ou seja, os dispositivos se comunicam entre si, ampliando o alcance.
- **Aplicações:** casas inteligentes (smart homes), sensores, iluminação automática, medidores de energia, IoT.



Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

3. Thread (também baseado no IEEE 802.15.4)

O **Thread** é um protocolo de rede sem fio baseado no **IEEE 802.15.4**, criado para conectar dispositivos IoT com **baixo consumo**, **alta segurança**, **topologia em malha** e **suporte nativo a IPv6**, sendo amplamente usado em **casas inteligentes**.

- **Topologia Mesh (malha):** todos os dispositivos podem se comunicar entre si, formando rotas alternativas se um nó falhar → isso aumenta a **confiabilidade** da rede.
- **Baixo consumo de energia:** ideal para sensores e dispositivos alimentados por bateria.



Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

4. 6LoWPAN (IPv6 over Low-Power Wireless Personal Area Network)

6LoWPAN permite que **dispositivos IoT** (como sensores e atuadores) se **conectem diretamente à Internet** usando **endereço IPv6**, mesmo sendo simples e de baixo custo.

- **Base:** IEEE 802.15.4 (camadas física e MAC)
- **Protocolo de rede:** IPv6 adaptado
- **Faixa de frequência:** 2,4 GHz, 868 MHz e 915 MHz
- **Taxa de dados:** até 250 kbps
- **Topologia:** geralmente **malha (mesh)** ou **estrela (star)**
- **Alcance:** cerca de 10 a 100 metros



Principais tecnologias do protocolo IEEE 802.15

5. Body Area Network (IEEE 802.15.6)

A **Body Area Network (IEEE 802.15.6)** é uma rede sem fio de **curto alcance e baixo consumo**, projetada para conectar **sensores e dispositivos localizados no corpo humano**, permitindo o **monitoramento médico, esportivo e pessoal** com **alta segurança e confiabilidade**.

- **Padrão IEEE:** 802.15.6
- **Tipo de rede:** WBAN (Wireless Body Area Network)
- **Taxa de transmissão:** de 75 kbps até 10 Mbps, dependendo do modo
- **Alcance:** poucos metros (1-2 m) — suficiente para cobrir o corpo humano
- **Topologia:** geralmente **estrela**, com um **nó central (hub)** que coleta dados dos sensores



Estrutura e características das WPANs

O que é uma WPAN

A WPAN (Wireless Personal Area Network) é uma **rede sem fio de área pessoal**, usada para **conectar dispositivos próximos** uns dos outros





Estrutura e características das WPANs

Estrutura básica de uma WPAN

1. Dispositivos

São os equipamentos conectados na rede, como:

- Smartphones, tablets, notebooks;
- Fones de ouvido, teclados, mouses, smartwatches;
- Sensores e dispositivos IoT.



Estrutura e características das WPANs

Estrutura básica de uma WPAN

2. Topologias de Rede

Tipo de topologia	Descrição	Exemplo
Ponto a ponto (peer-to-peer).	Conexão direta entre dois dispositivos.	Celular ↔ Fone Bluetooth
Estrela (star).	Um dispositivo central coordena os outros.	Notebook conectando vários periféricos
Malha (mesh)	Cada dispositivo pode retransmitir dados para os outros, aumentando o alcance e a confiabilidade.	Rede ZigBee ou Thread em casas inteligentes



Principais características das WPAN

Características

- Curto Alcance
- Baixo Consumo de Energia
- Baixa Taxa de Transmissão(geralmente)
- Custo Reduzido
- Mobilidade
- Facilidade de Instalação
- Segurança



Principais características das WPAN

Faixas de Frequência

- **2,4 GHz**

É a **faixa mais comum** entre as WPANs.

- **868/915 MHz**

Usadas principalmente por tecnologias de **baixo consumo e baixo tráfego de dados**.

- **60 GHz**

Usada por WPANs de **altíssima velocidade e curtíssimo alcance**.





Principais características das WPAN

Técnicas de Transmissão

- **FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)**

Técnica de espalhamento por salto de frequência.

- **DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum)**

Técnica de espalhamento direto de espectro.

- **UWB (Ultra-Wideband)**

Técnica de banda ultra larga.

- **CSS (Chirp Spread Spectrum)**

Técnica de espalhamento por chirp



Aplicações típicas

IoT (Internet das Coisas)

A IoT depende diretamente de **redes WPAN**, já que envolve **dispositivos pequenos, autônomos e conectados**.

Dispositivos Móveis e Vestíveis

As WPANs permitem a comunicação direta entre dispositivos pessoais, criando um ecossistema conectado.

Automação (Residencial e Industrial)

As WPANs também são muito usadas em **sistemas automatizados**, tanto em casas quanto em indústrias.



Desafios

1. Alcance limitado

As WPANs foram criadas para funcionar em **áreas pequenas**, geralmente até **10 metros** (podendo chegar a 100 m em alguns casos).

2. Interferência de sinal

As WPANs geralmente operam na **faixa de 2,4 GHz**, que é **compartilhada com Wi-Fi, micro-ondas e outros aparelhos**. Isso causa **interferência**, afetando a qualidade da comunicação.

3. Consumo de energia

Muitos dispositivos de WPAN funcionam com **baterias pequenas** (como sensores e dispositivos IoT). Por isso, o **consumo de energia** é um grande desafio.



OBRIGADO!

João Victor Siqueira Castro