

Redes sem Fio

Tecnologia em Redes de Computadores
Prof. Macêdo Firmino

Aula 09

Redes IEEE 802.15.1 (Bluetooth)

“Todos os homens estão submetidos às mesmas leis da Natureza. Todos nascem igualmente fracos, acham-se sujeitos às mesmas dores e o corpo do rico se destrói como o do pobre.”
(Allan Kardec)



O que Aprenderemos?

Compreender o funcionamento, os padrões, a arquitetura e as aplicações da tecnologia Bluetooth na comunicação de curta distância.



Tecnologias WPAN

A WPAN (Wireless Personal Area Network) é um tipo de rede de comunicação sem fio, de curto alcance e baixo consumo, voltada para a conexão de dispositivos pessoais, como smartphones, notebooks, fones de ouvido, etc. As principais tecnologias são: Bluetooth, ZigBee, Infrared (IrDA), NFC, WUSB (Wireless USB) e UWB (Ultra-Wideband).



IEEE 802.15.1 – Histórico

A tecnologia Bluetooth é a principal tecnologia WPAN. Ela surgiu em 1994, quando a empresa Ericsson, uma empresa de telecomunicações sueca, iniciou um projeto de pesquisa para encontrar uma alternativa à comunicação por cabos que ligavam os seus celulares ao fone de ouvido e demais acessórios.

O nome "Bluetooth" é uma homenagem ao rei Harald "Bluetooth" Gormsson, um monarca dinamarquês do século X conhecido por unificar partes da Dinamarca e da Noruega. Assim como o rei Harald unificou regiões, o Bluetooth foi projetado para unificar diferentes dispositivos através de uma comunicação sem fio padronizada.



IEEE 802.15.1 – Histórico

Com o sucesso da tecnologia, em 1998, a Ericsson fundou juntamente com outras quatro empresas (Intel, IBM, Toshiba e Nokia) a Bluetooth SIG (*Special Interest Group*). Este grupo tinha o objetivo de melhorar a tecnologia Bluetooth criando um padrão único de baixa velocidade, curto alcance, baixo custo e baixa potência para interconectar notebooks, dispositivos periféricos, telefones celulares e smartphones. Em 1999, a primeira especificação do Bluetooth, conhecida como Bluetooth 1.0 foi lançada com taxas de até 721 kbps com até 10 m..



IEEE 802.15.1 – Características

Atualmente estamos na versão 5.4, e as principais características são:

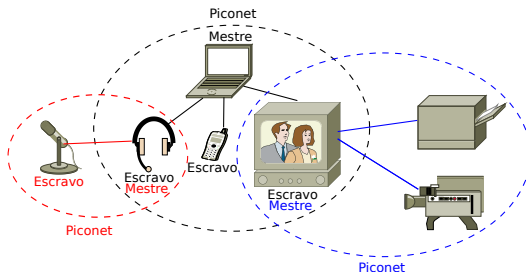
- O Bluetooth utiliza a banda de 2,4 GHz do espectro de frequência.
- Para minimizar a interferência e maximizar a segurança, o Bluetooth usa a técnica de espalhamento de espectro por salto de frequência (FHSS), saltando entre 1600 saltos por segundo.
- Utiliza TDM, com intervalos de tempo (time slots) de $625 \mu s$. A cada slot, o Bluetooth muda a frequência de operação conforme o padrão FHSS.
- A comunicação no Bluetooth é half-duplex, o que significa que a transmissão e a recepção ocorrem em slots de tempo alternados.
- Utiliza modulação denominada GFSK (FSK com filtragem gaussiana).

IEEE 802.15.1 – Características

- As versões mais recentes oferecem diferentes taxas de transferência de até 3 Mbps e distância de até 240 metros (visada direta) .
- O Bluetooth foi projetado para aplicações que requerem transmissão de dados esporádica e baixo consumo de energia, ideal para dispositivos como sensores e dispositivos IoT.
- Dados transmitidos podem ser criptografados para garantir a segurança durante a comunicação.
- Utiliza chave de acesso e/ou permissões para o procedimentos de pareamento;
- Permite a comunicação entre uma vasta gama de dispositivos de diferentes fabricantes devido a sua compatibilidade.

IEEE 802.15.1 – Topologias

A tecnologia Bluetooth utiliza diferentes topologias de rede para organizar e gerenciar a comunicação entre dispositivos. As principais topologias são a Piconet e a Scatternet.



IEEE 802.15.1 – Topologias

Uma piconet é a topologia básica de uma rede Bluetooth, onde um dispositivo primário (mestre) permite que um ou mais dispositivos secundário (escravos) se conectem. Pode ter até sete dispositivos escravos ativos. Além desses, até 255 dispositivos podem estar na rede como escravos estacionados (em modo de espera). As demais características:

- Mestre: o dispositivo que inicia a comunicação e controla a sincronização da piconet.
- Escravos: dispositivos que se conectam ao mestre e seguem suas instruções para transmitir e receber dados.
- Sincronização: todos os dispositivos na piconet são sincronizados pelo relógio do mestre.



IEEE 802.15.1 – Topologias

- Toda a comunicação é feita entre a primária e os secundários. Não é possível a comunicação direta entre as secundárias.
- Podem existir *piconets* independentes de em um mesmo espaço físico, pois diferentes *piconets* têm diferentes canais físicos (isto é, diferentes mestres e uma independência com relação a *piconet clock* e as sequências de saltos).
- Dispositivos podem participar de uma ou mais *piconets*, porém um dispositivo nunca pode ser mestre em mais de uma *piconet*.
- Os dispositivos escravos estacionados não podem se comunicar até que o nó primário tenha mudado seus estados de estacionado para ativo.

IEEE 802.15.1 – Topologias

Uma scatternet é formada por duas ou mais piconets interconectadas, permitindo uma comunicação mais complexa e abrangente. A scatternet permite a comunicação entre dispositivos de diferentes piconets através do dispositivo ponte. Este dispositivo pertence a duas ou mais piconets, atuando como escravo em uma piconet e mestre em outra.

Por exemplo, em uma instalação industrial, múltiplos sensores (em diferentes piconets) e dispositivos domésticos inteligentes (como lâmpadas, termostatos e sistemas de segurança) podem ser interconectados para formar uma scatternet, permitindo a comunicação centralizada com um controlador principal.

IEEE 802.15.1 – Comunicação

A comunicação em uma piconet Bluetooth é coordenada pelo dispositivo mestre, que gerencia o acesso ao meio de comunicação e sincroniza a transmissão de dados entre os dispositivos escravos.

1. Descoberta de Dispositivos: o mestre envia um pedido de descoberta (inquiry) para encontrar dispositivos escravos dentro do alcance.
2. Solicitação de Conexão: o mestre envia uma solicitação de conexão (page) aos dispositivos descobertos.



IEEE 802.15.1 – Comunicação

3. Pode ser que seja solicitado uma chave de acesso e/ou pedido de permissão de emparelhamento.
4. Pareamento: os dispositivos trocam chaves de autenticação e estabelecem uma conexão segura.
5. Todos os dispositivos na piconet são sincronizados pelo relógio do mestre.
6. Agora é possível transmitir os dados em slots designados.



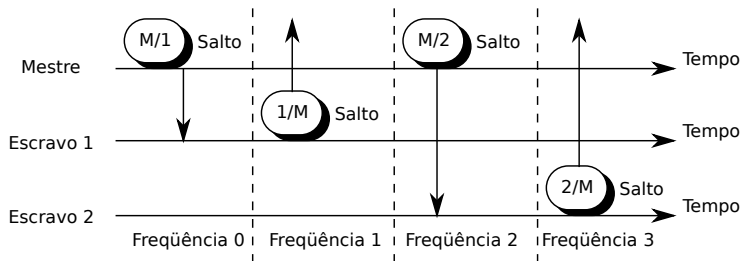
IEEE 802.15.1 – Comunicação

A utilização de técnica TDM (Multiplexação por divisão no tempo), o tempo é dividido em slots de 625 microssegundos. A comunicação é half-duplex na qual a estação secundária e o receptor transmitem e recebem dados, mas, não ao mesmo tempo.

- Slot Mestre: o mestre transmite dados para um escravo.
- Slot Escravo: o escravo responde ao mestre no próximo slot.
- Multislot: para transmissões de dados mais volumosos, múltiplos slots podem ser usados consecutivamente (1, 3 ou 5 slots).



IEEE 802.15.1 – Comunicação



IEEE 802.15.1 – Comunicação

O dispositivo primário (mestre) pode transmitir em cada intervalo de tempo de número ímpar e um secundário (escravo) pode transmitir somente após o mestre ter se comunicado com ele no intervalo de tempo anterior e, mesmo assim, só pode transmitir para o mestre.

O método de acesso é similar a uma operação de poll/select com o uso de reservas. Nele, o primário realiza o polling selecionando um secundário. Na sequência, a estação secundária, que recebeu o polling, poderá transmitir seu frame.



IEEE 802.15.1 – Comunicação

Os tipos de enlaces entre mestre e escravos são:

- ACL (Asynchronous Connection-Less): usado principalmente para transmissão de dados, permitindo pacotes de dados assíncronos. Oferece maior largura de banda e pode ser retransmitido se houver erros. Usado quando a integridade dos dados é mais importante que a latência.
- SCO (Synchronous Connection-Oriented): usado principalmente para transmissão de voz em tempo real, fornecendo uma conexão síncrona. Garante baixa latência e qualidade constante de serviço, mas não retransmite pacotes perdidos. É criado um reservas de slots específicos em intervalos regulares.



Dúvidas



INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
RIO GRANDE DO NORTE