

Sistemas de Conectividade

Aula 11 - Além do Ethernet: outros padrões

Apresentação

Nas últimas aulas, vimos com detalhes as duas tecnologias de rede mais utilizadas atualmente: as redes Ethernet e as redes sem fio baseadas no padrão 802.11. Além dessas, existem ainda outros padrões que são utilizados para diversos fins. Nesta aula 11, continuando os estudos sobre padrões de redes, você verá detalhes sobre outros padrões para redes sem fio, como as redes de **telefonia celular, WiMAX, Bluetooth e RFID**. Estudará, também, outras tecnologias para redes cabeadas, como **ATM, Token Ring e Frame Relay**, e os protocolos ponto a ponto mais utilizados hoje em dia, o **PPP e o HDLC**.

Objetivos

- Entender o funcionamento de outros padrões de redes sem fio, como o da telefonia celular, o WiMax, o Bluetooth e o RFID;
- Identificar características das redes ATM, Token Ring e Frame Relay;
- Entender como os protocolos ponto a ponto PPP e HDLC são utilizados.

Outras Tecnologias para Redes Sem Fio

Como mencionado na Aula 9, existem várias tecnologias de comunicação sem fio. Nessa aula, você estudou detalhes das redes Wi-Fi, baseadas nos padrões 802.11. Na aula de hoje, estamos interessados em outros padrões para redes sem fio e estudaremos, portanto, as tecnologias: redes de telefonia celular, WiMAX, Bluetooth e RFID.

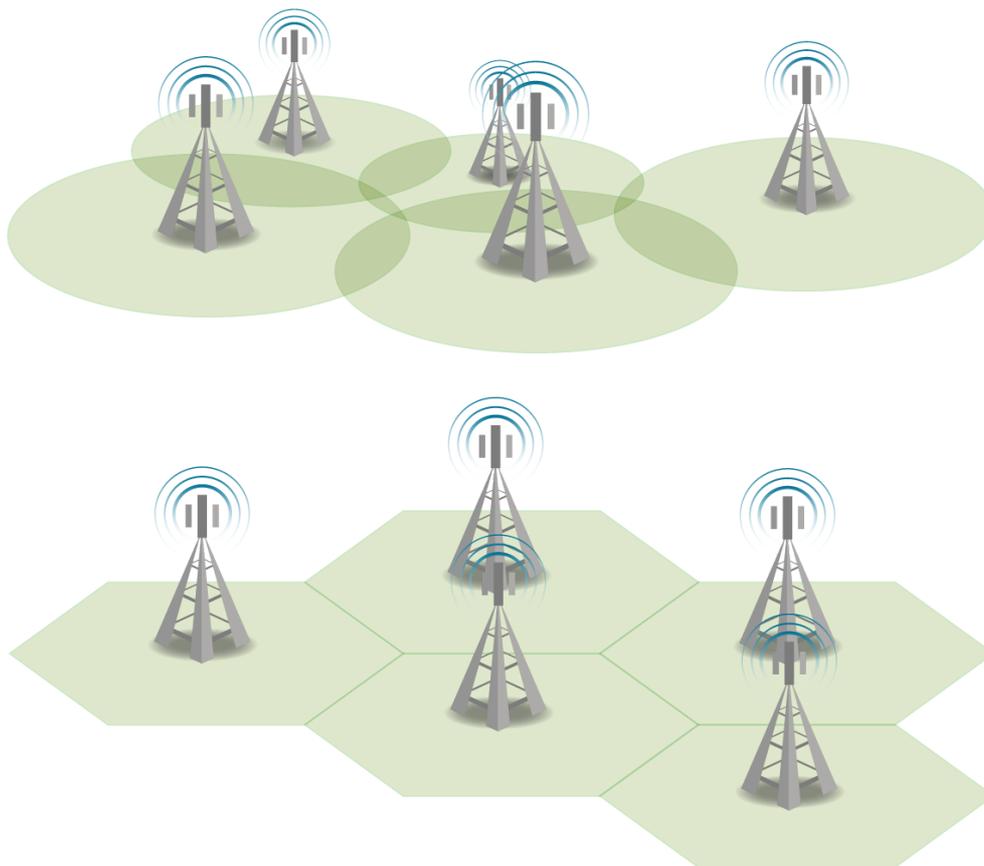
Redes de Telefonia Celular

A necessidade de comunicação em trânsito motivou o desenvolvimento da rede de telefonia móvel, com base na comunicação sem fio. Embora tenham sido criadas para transmitir tráfego de voz, as redes de telefonia móvel estão sendo utilizadas cada vez mais para transmitir dados. Com o crescimento expressivo das redes de dispositivos móveis, devido principalmente às suas facilidades de instalação, a arquitetura da rede de telefonia móvel mudou bastante durante os últimos trinta anos, passando por diversas gerações, como veremos a seguir.

As redes de primeira geração (1G) eram redes analógicas usadas apenas para voz e foram implantadas em 1982 nos Estados Unidos, utilizando uma tecnologia chamada AMPS (*Advanced Mobile Phone System*) ou Sistema Avançado de Telefonia Móvel. O sistema AMPS foi utilizado até 2008, quando foi encerrado formalmente, mas sua arquitetura serviu como base para o desenvolvimento dos sistemas que o substituíram.

Uma rede de telefonia móvel divide uma região geográfica em células, daí os nomes de telefones celulares e redes de telefonia celular. A **Figura 1** apresenta cinco células de telefonia móvel. Cada célula possui uma Estação Rádio Base (ERB) que se comunica com os aparelhos celulares. Na vida real, as células são razoavelmente circulares, procurando-se manter uma zona de superposição, de modo que se evite uma zona de sombra do sinal, o que provocaria a interrupção do serviço. Para simplificação, essa distribuição de células é normalmente representada como hexágonos.

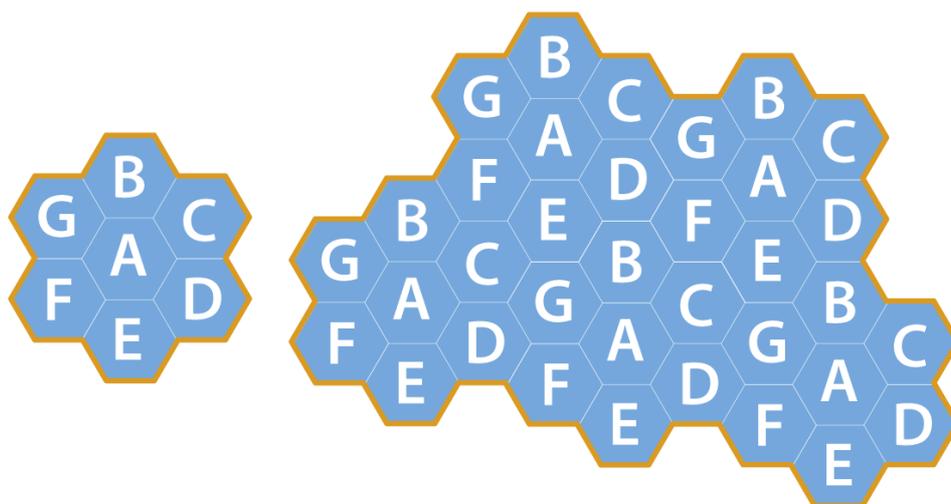
Figura 01 - Células de telefonia móvel.



Fonte: Autoria própria.

Cada célula utiliza um conjunto de frequências diferente, de maneira a não causar interferências. Normalmente, se formam grupos de 7 células (7 frequências distintas), conforme mostrado na **Figura 2**. Cada letra indica um grupo de frequências, existindo um afastamento de duas células entre a reutilização de frequências.

Figura 02 - Células e sua organização mostrando o reuso de frequências.



Fonte: Autoria própria.

Nos sistemas de segunda geração (2G), as chamadas de voz realizadas eram transmitidas de forma digital, conseguindo um aumento da capacidade de transmissão de dados, melhoria na segurança e possibilidade de enviar mensagens de texto. Dentre as tecnologias 2G utilizadas no Brasil, podemos citar o TDMA e o CDMA, que foram gradativamente substituídas pelo GSM (Sistema Global para Comunicações Móveis). Uma novidade introduzida por este foi a separação entre aparelho e chip (chamado de SIM – *Subscriber Identify Module*), o que permite o uso do mesmo SIM em aparelhos diferentes e possibilita maior segurança, já que as informações no SIM também são utilizadas para autenticar o usuário.

O sistema GSM é o mais utilizado no mundo atualmente, e a necessidade de oferecer suporte à transmissão de dados motivou o desenvolvimento de extensões para o GSM que permitiam tal transmissão sem modificar a estrutura da rede. Essas extensões ficaram conhecidas como 2.5G (GPRS – *General Packet Radio Service*) e 2.75G (EDGE – *Enhanced Data Rates for Global Evolution*). O GPRS introduziu o uso de pacotes nas redes celulares, permitindo que os usuários paguem somente pela quantidade de dados transmitida, e não pelo tempo em que ele se encontra conectado à rede. A tecnologia EDGE, por sua vez, pode ser compreendida como uma extensão ao GPRS (embora existam controvérsias se deve ser considerada uma tecnologia de segunda ou de terceira geração).

Os sistemas de terceira geração (3G) começaram a ser implantados em 2001 e já foram projetados com o objetivo de transmitir eficientemente os dados, oferecendo suporte para transmissão tanto de voz como de vídeos digitais. As redes 3G devem oferecer taxas de transmissão que variam de 144 Kbps até 2 Mbps, dependendo de alguns fatores, por exemplo, se o usuário está em movimento e com que velocidade se desloca. Um sistema 3G bastante utilizado no mundo é o Universal Mobile Telecommunications System (UMTS), chamado de Wideband Code Division Multiple Access (WCDMA) erroneamente, uma vez que UMTS se refere ao sistema inteiro, e WCDMA à técnica para controle de acesso ao meio utilizada. O UMTS é compatível com EDGE e GPRS, permitindo que o usuário saia de uma área de cobertura UMTS e seja automaticamente transferido para uma rede GPRS ou EDGE. Outro sistema 3G é o *High Speed Downlink Packet Access* (HSDPA) / *High Speed Uplink Packet Access* (HSUPA), em que HSDPA refere-se à velocidade de download, e HSUPA à velocidade de upload. O HSDPA também é conhecido como 3.5G.

Embora as redes 3G ainda estejam se consolidando, o desenvolvimento e início das redes 4G já foi iniciado, utilizando-se o nome *Long Term Evolution* (LTE), ou seja, evolução de longo prazo. O objetivo das redes LTE é conseguir taxas de transmissão de 100 Mbps a 5 Gbps, permitindo a integração transparente com outras redes com e sem fios (802.11).

Uma questão interessante sobre as redes de telefonia móvel é sobre como elas enfrentarão o fato de que as redes 802.11 estão cada vez mais presentes nos ambientes em que vivemos e que cresce a quantidade dos telefones celulares com suporte a essa tecnologia. A questão é que, como o preço para utilização da rede celular ainda é muito caro, utilizar as redes 802.11 para transmitir dados e voz (através de soluções como Skype) pode ser muito mais interessante (barato) para o usuário. Essa questão ganha mais relevância ainda quando se considera que já existem redes sem fio com níveis de desempenho 4G, tais como o 802.16, também conhecido como WiMAX, o qual estudaremos na sequência desta aula.

WiMAX

Com o objetivo de oferecer altas taxas de velocidade sem precisar estender cabos até as residências dos usuários, uma nova corrida foi iniciada em direção às redes sem fio de banda larga. Isso aconteceu porque erguer uma grande antena em

algum ponto da cidade e instalar antenas direcionais nos telhados dos clientes era muito mais fácil e econômico do que cavar valas e passar cabos. Com isso, o IEEE formou um grupo para padronizar uma rede metropolitana sem fio de banda larga, o padrão **802.16**.

Esse padrão, chamado de Interoperabilidade Global para Acesso por Micro-ondas (WiMAX - *Worldwide Interoperability for Microwave Access*), pretende fornecer acesso de banda larga sem fio para o usuário final, como uma alternativa aos serviços de acesso à internet oferecidos hoje, por exemplo, pelas redes de TV a cabo.

A primeira versão do 802.16 foi aprovada em 2001 e previa um enlace entre pontos fixos com uma linha de visão de um para outro. Em 2003, o padrão foi melhorado para dar suporte a enlaces fora da linha de visão (isto é, sem visada direta), facilitando a implantação da rede. No entanto, o padrão ainda previa conexões entre pontos fixos. Com o surgimento das redes de telefonia móvel 3G, o 802.16 foi novamente melhorado, dessa vez para permitir acesso à internet móvel de banda larga.

O padrão WiMAX combina características das redes Wi-Fi e celular 3G. Assim como no 3G, a arquitetura do WiMAX é baseada em uma (ou mais) torres de transmissão (ERB), formando a rede a partir das células de cobertura dessas torres. Já em similaridade com as redes Wi-Fi, o WiMAX utiliza técnicas de multiplexação de frequências também utilizadas pelo 802.11.

Entretanto, diferentemente do 802.11, em que o alcance do sinal está entre 10 e 100 metros, o WiMAX possui uma área de cobertura significativamente maior, permitindo que os sinais das Estações Base atinjam dezenas de quilômetros e que cada estação dessa possa atender a um número de usuários muito maior do que o 802.11. Diferentemente também das redes 3G, em que dados foram adicionados ao lado de voz, o WiMAX foi projetado para o transporte de dados em alta velocidade, oferecendo qualidade de serviço (QoS) às estações e velocidades maiores para cada usuário individualmente.

Após analisar essas características, parece que não há mais necessidade do 802.11. Entretanto, observe que a infraestrutura para o WiMAX é mais complexa que a do 802.11, uma vez que requer a instalação de torres para funcionarem como Estações Base.

Portanto, as duas tecnologias apresentam finalidades diferentes, dado que o 802.11 é uma tecnologia para LAN sem fio (*Wireless LAN* - WLAN) e o WiMAX é uma tecnologia para MAN sem fio (*Wireless MAN* - WMAN). Por outro lado, é possível notar convergências entre as redes WiMAX e as redes 4G, visto que ambas são projetadas para a transmissão de dados e as redes 4G são baseadas em técnicas de multiplexação de frequência utilizadas pelo WiMAX.

Atividade 01

1. Pesquise nos sites das operadoras de telefonia celular sobre os avanços da tecnologia de telefonia celular e descreva, a partir do seu ponto de vista, as principais características desse tipo de tecnologia disponível em sua cidade.
2. Explique qual tecnologia de rede sem fio se adequa melhor para um link privado entre a matriz de uma empresa e sua filial, considerando que ambas estão na mesma cidade.

Para checar suas respostas, clique [aqui](#).

Respostas

A tecnologia de rede sem fio mais adequada para interligar duas unidades de uma empresa dentro de uma mesma cidade é a WiMAX. Seu propósito foi inicialmente prover acesso sem fio de alta velocidade similar ao do Wi-Fi, mas com longo alcance, o qual é justamente o mais indicado para esse tipo de ligação entre uma matriz e uma filial.

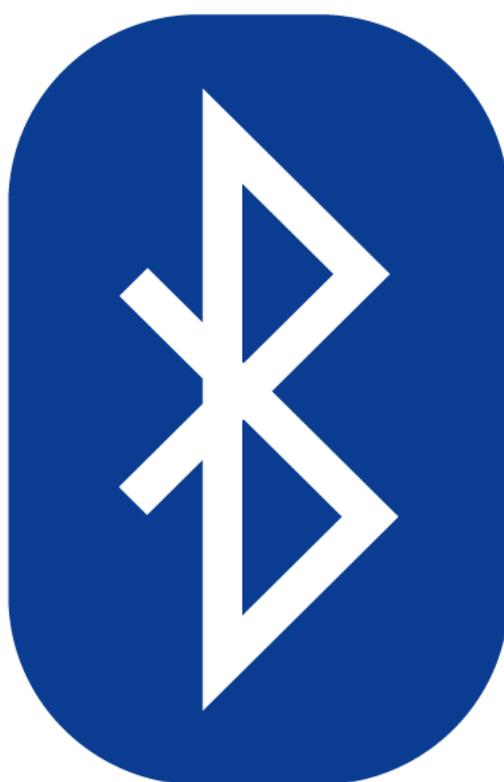
Bluetooth

O interesse em conectar telefones móveis a outros dispositivos motivou a formação de um consórcio (formado por Ericsson, IBM, Intel, Nokia e Toshiba) a fim de desenvolver um padrão para a conexão sem fio de dispositivos de computação e

comunicação a curtas distâncias.

Esse padrão, que recebeu o nome de Bluetooth e é identificado como **IEEE 802.15**, permite a interconexão de equipamentos pessoais de um usuário sem a utilização de cabos. Como exemplos desses equipamentos, podemos citar: impressoras, computadores/notebooks, celulares, câmeras e eletrodomésticos. A **Figura 3** mostra o Logotipo do Bluetooth presente em equipamentos que suportam essa tecnologia de comunicação sem fio.

Figura 03 - Logotipo Bluetooth presente nos equipamentos que usam esse padrão.



Fonte: <<https://pt.wikipedia.org/wiki/Bluetooth>>. Acesso em: 20 jul. 2016.

Uma rede Bluetooth básica é chamada de Piconet, podendo ter até 8 dispositivos ativos. Uma Piconet funciona como uma rede Ad Hoc, em que não existe a figura do Ponto de Acesso. Nesse caso, um dos dispositivos funciona como mestre e controla as comunicações com os outros equipamentos que são chamados escravos.

O método de acesso ao meio físico é baseado em TDM síncrono, em que as estações escravas sincronizam seus relógios com o mestre, o qual é responsável por criar slots de tempo nos quais as transmissões podem ocorrer e identificar qual dispositivo vai se comunicar em cada slot de tempo. Toda comunicação é feita entre o mestre e um escravo.

O 802.15 determina ainda as possíveis aplicações que podem ser executadas usando o protocolo Bluetooth. Essas aplicações são chamadas de perfis e, atualmente, existem mais de 30 perfis diferentes abordando diversas aplicações. Dentre estas, podemos citar o controle sem fio e a comunicação entre celulares e fones de ouvido ou sistemas de viva voz para carros; a comunicação entre computadores; a ligação de teclado e mouse ao seu computador; o envio de imagens de uma câmera para uma impressora; os protocolos para a transferência de arquivos, contatos, anotações, eventos de calendário e lembretes entre dispositivos.

RFID

A necessidade de identificação automática e remota de objetos e/ou pessoas motivou a pesquisa que resultou na utilização de identificação através de sinais de rádio, originando a tecnologia **Radio-Frequency IDentification** (RFID) ou identificação por radiofrequência. Atualmente, essa tecnologia está sendo usada em ambientes industriais, comerciais e até mesmo no nosso dia a dia.

Por exemplo, os estudantes que andam de ônibus carregam um cartão de transporte com uma determinada quantia de dinheiro e, cada vez que pegam um ônibus, basta aproximar esse cartão de uma máquina perto do cobrador que automaticamente o valor do uso daquele ônibus é descontado do crédito do cartão. Você já pensou em como isso funciona? Ocorre que esse sistema utiliza a tecnologia RFID, e no interior do cartão de transporte do usuário existe uma etiqueta RFID.

Tecnicamente falando, uma etiqueta RFID é um objeto que, em geral, é bem pequeno e pode ser colocado em pessoa, animal, equipamentos, embalagens, produtos, entre outros. Uma etiqueta é formada no mínimo por um chip e uma

antena, permitindo assim responder aos sinais de rádio enviados por uma base transmissora (isto é, um leitor RFID). Existem basicamente dois tipos de etiquetas RFID: as etiquetas passivas e as etiquetas ativas.

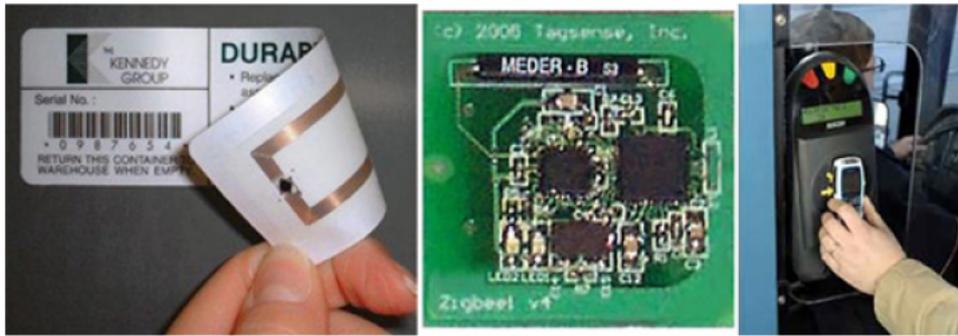
As **etiquetas passivas** recebem o sinal enviado pelas leitoras RFID e refletem esse sinal com sua identificação única para a leitora. Esse tipo de etiqueta não necessita de bateria, pois o sinal enviado pela leitora é simplesmente refletido. Por não possuir bateria, a vida útil dessas etiquetas é bastante longa.

As **etiquetas ativas** são etiquetas dotadas de bateria, tornando-as capazes de enviar o próprio sinal em vez de apenas refletir o sinal enviado pela leitora. Uma das vantagens desse tipo de etiqueta é permitir à leitora identificá-la a uma distância maior (em razão da força do sinal enviado pela etiqueta ser maior do que quando apenas reflete o sinal enviado pela leitora – que é o caso das etiquetas passivas). Outra vantagem é que a etiqueta ativa pode armazenar outros dados internos e enviar esses dados adicionais à leitora.

A etiqueta passiva apenas permite enviar a identificação única da etiqueta e mais algumas poucas informações. Já a etiqueta ativa permite que seja armazenada uma quantidade bem maior de dados do objeto no próprio chip, podendo todos esses dados serem também enviados para a leitora RFID. Por exemplo, uma etiqueta RFID ativa vinculada a uma caixa transportando produto(s) de uma transportadora pode também enviar dados sobre essa caixa, como a cidade de origem e de destino desta, a data e a hora em que a caixa iniciou o seu transporte, os dados do destinatário, etc. O problema desse tipo de etiqueta é que, uma vez que a bateria se esgote, a etiqueta para de funcionar.

A **Figura 4** ilustra, respectivamente, uma etiqueta passiva, uma etiqueta ativa e uma leitora RFID. Perceba que um usuário aproxima um celular (com uma tag RFID afixada) para que a leitora seja capaz de identificar o usuário. Um tipo intermediário de etiqueta é a etiqueta semipassiva. Esta reúne características de dois tipos de etiquetas vistos anteriormente, isto é, ela possui, assim como as ativas, bateria para alimentar o chip de modo que ele se torne capaz de armazenar mais informações do que os chips das etiquetas passivas, e transmite o sinal do mesmo modo que a etiqueta passiva, ou seja, apenas refletindo o sinal da leitora.

Figura 04 - Etiqueta RFID passiva (A); etiqueta RFID ativa (B) e leitora RFID (C)



Fonte: <<http://www.techcyn.com/feature.php?id=f1&&issue=2>> Acesso em: 3 maio 2012.

A tecnologia RFID pode operar em diferentes frequências de sinais de rádio, sendo as principais: a) **baixa frequência** (125 KHz), podendo operar a curtas distâncias entre a leitora e as etiquetas (33 cm ou menos); b) **alta frequência** (13.56 MHz), com distâncias até um metro; c) **ultra alta frequência** (860 – 960 MHz), com distâncias acima de cem metros.

Atualmente, existem vários protocolos de comunicação entre etiquetas e leitoras RFID. Esses protocolos foram desenvolvidos de modo independente um dos outros, à medida que novas aplicações e equipamentos surgiam. Isso resultou em protocolos que não conseguem conversar uns com os outros.

Por exemplo, uma etiqueta que implementa o padrão ISO15693 não detecta ou não entende o sinal enviado por uma leitora que implementa o protocolo ISO11784. Os vários protocolos de comunicação da tecnologia RFID não serão estudados neste curso. Entretanto, é bom saber que as diferentes faixas de frequência de sinais RFID operam de acordo com diferentes protocolos, inviabilizando a comunicação entre equipamentos específicos para frequências diferentes.

Atividade 02

1. Indique, pelo menos, três tipos de aplicações do Bluetooth que você já usou.
2. Pesquise na Internet por duas aplicações comerciais de uso da tecnologia RFID.

Outras Tecnologias para Redes Cabeadas

Além das outras tecnologias para redes sem fio, existem ainda diversas outras tecnologias para redes cabeadas. Essas tecnologias surgiram para lidar com as deficiências do padrão Ethernet, que não oferece nenhuma garantia de que os quadros serão entregues, nem informa o tempo necessário para que eles sejam entregues. Entretanto, a simplicidade do Ethernet, o baixo custo e o bom desempenho, entre outros fatores, mantiveram essa tecnologia como a mais usada até hoje. Na sequência, veremos algumas das tecnologias para redes cabeadas existentes.

ATM e Token Ring

As redes *Asynchronous Transfer Mode* (ATM, Modo de Transferência Assíncrono) foram criadas visando fornecer suporte a aplicações que precisam de QoS, como é o caso da transmissão de voz e vídeo. Entretanto, essa tecnologia não teve muita aceitação no mercado, sendo hoje utilizada em aplicações específicas, como enlaces WAN dentro das redes das operadoras de telecomunicação.

O ATM atua na camada de enlace, baseado na transmissão de quadros (chamados células) com tamanho fixo. Cada célula é formada por 53 bytes, dos quais 5 bytes são utilizados para cabeçalho, e os demais 48 bytes representam a carga útil de dados. Esse tamanho de quadro pequeno se mostrou bastante útil para a transmissão de voz e pacotes pequenos, mas bastante ineficiente para a transmissão de pacotes IP.

Outra tecnologia de rede criada foi a Token Ring, que utilizava uma topologia em anel. Nas redes desse tipo, o método de controle de acesso ao meio consistia de passagem de permissão (*token*), que era um quadro especial que ficava sendo repassado de estação para estação em uma ordem predefinida. Quem estivesse de posse do *token* transmitia seu quadro de dados e, em seguida, enviava a permissão novamente na rede. A topologia em anel nessas redes é usada para definir a ordem em que as estações transmitem. Embora essas redes proporcionem um certo determinismo no tempo em que os quadros são entregues, o gerenciamento do quadro de permissão introduz uma certa complexidade à rede.

O Token Ring foi padronizado como IEEE 802.5 e, na década de 1990, serviu como base para o desenvolvimento do *Fiber Distributed Data Interface* (FDDI), um token ring muito mais rápido que foi extinto pela Ethernet comutada. O IEEE 802.17, chamado de *Resilient Packet Ring* (RPR), foi definido, na década de 2000, para padronizar os anéis metropolitanos usados pelos diferentes provedores de acesso.

Frame Relay

Existe uma tecnologia de rede que é utilizada também para interligar redes remotas, chamada Frame Relay. Uma rede Frame Relay consiste em uma rede mantida pela operadora de telecomunicação, em que cada rede remota de uma empresa contrata uma ligação a essa rede, e a operadora cria uma espécie de circuito virtual (um link virtual) entre esses pontos. Cada empresa diferente terá seus circuitos virtuais diferentes, de modo que os circuitos de uma empresa não tenham acesso aos de outra.

Como a rede é compartilhada por diversas empresas, os links não têm uma capacidade fixa (por exemplo, 1 Mbps), como é o caso dos links dedicados. Cada link é determinado por uma velocidade mínima e outra máxima, de modo que a velocidade sempre estará entre esses dois valores, dependendo do tráfego na rede como um todo em cada instante. Enquanto as ligações ponto a ponto utilizam uma interface diferente no roteador para se ligar a cada rede remota, o Frame Relay utiliza apenas uma interface em cada equipamento, pois essa interface o conecta à rede, e não ao destino diretamente.

Uma grande vantagem dessa tecnologia é permitir a conexão direta entre todas as redes remotas de uma empresa que estão conectadas à rede Frame Relay. Caso o número de filiais seja muito grande e elas precisem se comunicar constantemente, utilizar enlaces ponto a ponto será muito complicado. Apesar dessas características, como em muitas empresas o número de filiais não é tão grande, ou o fluxo de comunicação é, em sua maior parte, entre cada filial e a matriz, a maioria das empresas preferem utilizar enlaces ponto a ponto.

Protocolos Ponto a Ponto

O padrão Ethernet é uma tecnologia para interligação de diversas máquinas em rede. Algumas vezes, entretanto, queremos interligar apenas dois equipamentos. Os dois principais cenários onde isso acontece são: conectar um usuário ao provedor através de um modem (acesso discado ou modem a cabo, por exemplo); e interligar duas redes remotas (matriz e filial) conectadas através de seus roteadores, usando um link de uma operadora de telecomunicações.

Em ambos os casos são utilizados modems e podemos dizer que temos a nossa disposição apenas uma camada física. Qual será então a camada de enlace a ser utilizada? Nesses casos, a camada de enlace não estará contida no hardware (como é o caso do Ethernet), mas precisará, ao invés disso, ser definida através de software, ou seja, de um protocolo.

Os dois protocolos mais utilizados nesses cenários são o *Point to Point Protocol (PPP)* e o *High Level Data Link Control (HDLC)*. O PPP é utilizado nos dois cenários, enquanto o HDLC tipicamente é utilizado apenas no segundo (interligar matriz e filiais). Vale ressaltar que o HDLC também suporta conexões multiponto, embora normalmente não seja utilizado para essa finalidade.

Esses protocolos evidentemente definem o formato dos quadros de enlace e as regras que controlam as suas transmissões. Suportam também mecanismos para efetuar a autenticação das duas partes (equipamentos) que estão se comunicando. Tipicamente eles irão transmitir pacotes do protocolo IP vindos da camada de rede.

Atividade 03

1. Quais são as empresas, no Brasil, que mais utilizam os protocolos ATM e Frame Relay?
2. Indique um equipamento de rede que utiliza os protocolos ponto a ponto PPP e HDLC.

Para checar suas respostas, clique [aqui](#).

Respostas

1. Atualmente, as empresas no Brasil que mais utilizam os protocolos ATM e Frame Relay são as operadoras de telecomunicações, como Embratel, Intelig, Oi, etc.
2. Um roteador, que possua interfaces seriais para ligação de enlaces ponto a ponto via modem, utiliza os protocolos PPP ou HDLC nesses enlaces.

Leitura Complementar

- IEEE 802.15™: WIRELESS PERSONAL AREA NETWORKS (PANs):
<https://standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html>
- IEEE 802.16™: BROADBAND WIRELESS METROPOLITAN AREA NETWORKS (MANs):
<https://standards.ieee.org/about/get/802/802.16.html>
- Identificação por Radiofrequência:
https://pt.wikipedia.org/wiki/Identificação_por_radiofrequência

Resumo

Nesta aula, você viu que existem diversas outras tecnologias de rede além do Ethernet e do 802.11. Você conheceu outras tecnologias sem fio, como as redes de telefonia móvel, WiMAX, Bluetooth e RFID, e outras tecnologias para redes cabeadas, como o ATM, o Token Ring e o Frame Relay. Além disso, viu que os protocolos PPP e HDLC são utilizados para enlaces ponto a ponto. Os conhecimentos sobre todos esses padrões de redes são de suma importância para qualquer profissional desta área, visto que ele poderá atuar nas grandes operadoras de telecomunicações que criam toda a nossa infraestrutura nacional de rede.

Autoavaliação

1. Cite uma semelhança e uma diferença entre os padrões WiMAX e 802.11.
2. Quais os equipamentos e protocolos que podem ser utilizados em um enlace ponto a ponto de uma operadora de telecomunicação para interligar uma matriz de uma empresa com a sua filial?

Para checar suas respostas, clique [aqui](#).

Respostas

1. Uma semelhança entre o WiMAX e o 802.11 é que ambos utilizam os mesmos esquemas de multiplexação de frequências, como o OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing). Uma diferença é que o alcance do WiMAX é bem maior que o do 802.11, sendo este limitado a 100 metros sem barreiras, enquanto aquele pode chegar a quilômetros e com um número bem maior de usuários.
2. Geralmente, as operadoras entregam um enlace ponto a ponto entre duas localidades através de modems interligados por cabos com fios de pares metálicos instalados entre as duas localidades. Ligados a esses modems, a empresa contratante do enlace deverá colocar roteadores com portas seriais. Nessas interfaces seriais, o roteador deverá rodar um protocolo ponto a ponto, como o HDLC ou o PPP. Aquele protocolo escolhido deverá ser configurado nos dois pontos do enlace.

Referências

DOBKIN, D.; WANDINGER, T. A Radio-Oriented Introduction to RFID Protocols, Tags and Applications. High Frequency Electronics, 2005. Disponível em: <http://www.mobiusconsulting.com/papers/HFE0805_RFIDTutorial.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2016.

KUROSE, J.; ROSS, K. **Redes de computadores e a internet**. 3. ed. São Paulo: Addison Wesley, 2006.

SOARES, L. F. G. **Redes de computadores das LANs, MANs e WANs às redes ATM**. 2. ed. São Paulo: Editora Campus, 1995.

TANENBAUM, A. S. **Redes de Computadores**. 4. ed. Editora Campus, 2003.

TELECO. **Seção:** Tutoriais Banda Larga. Disponível em: <http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialrwanman2/pagina_1.asp>. Acesso em: 17 ago. 2016.

