

Sistemas de Conectividade

Aula 07 - Padrões de redes e as redes Ethernet - parte 1

Apresentação

Olá, pessoal! Na aula 06 estudamos que as funções de uma rede são divididas em sete camadas, segundo o modelo OSI. Observamos que as funções necessárias para transmitir informação de uma máquina para outra, de uma mesma rede, fazem parte apenas da camada física e da camada de enlace.

Para que computadores diferentes consigam se comunicar, uma vez que existem várias formas de realizar as tarefas dessas camadas, eles precisam realizar cada uma dessas tarefas da mesma forma. Por isso, existem os padrões de rede, que começaremos a estudar agora. Ainda nesta aula você vai estudar o padrão Ethernet e nas próximas aulas estudará brevemente diversos outros padrões.

Objetivos

- Entender o que é um padrão de rede;
- Entender como funcionam as redes Ethernet;
- Estudar o formato de um quadro Ethernet.

Padrões de Redes

Como você viu na aula passada, quando duas aplicações executadas em computadores diferentes estão se comunicando, podemos dizer que todas as camadas do modelo OSI são envolvidas. Apesar disso, você viu que apenas as camadas física e de enlace participam realmente do processo de transferir fisicamente as informações de um computador para outro. Falamos que roteadores interligam redes, que podem ser do mesmo tipo ou de tipos diferentes, mas que o roteador pertence a cada uma das redes interligadas. Portanto, as informações são passadas sempre de um computador para outro computador da mesma rede.

E como fazer para que todos os computadores de uma mesma rede se comuniquem, se existem diversas funções realizadas pela camada de enlace e cada uma pode ser feita de diversas maneiras? Ou seja, existem vários tipos de endereço, vários protocolos de acesso ao meio diferentes e assim por diante. Se os computadores utilizarem, por exemplo, protocolos de acesso ao meio diferentes, eles não vão conseguir se “falar”. O mesmo ocorre para o nível físico, pois se dois computadores utilizarem par trançado, mas não estiverem de acordo sobre qual o sinal que vão enviar em cada fio do cabo, a comunicação jamais vai ser bem-sucedida.

A solução para fazer com que os computadores possam se falar usando a mesma rede é fazer com que todos executem cada uma das tarefas dos níveis físicos e de enlace exatamente do mesmo modo, definindo um **padrão de rede**. Sendo assim, cada padrão vai determinar o protocolo de controle de acesso ao meio, o tipo de endereço, o mecanismo de controle de erro, o formato dos quadros e o mecanismo de controle de fluxo que serão utilizados na rede.

O mesmo conceito de padrão também se aplica ao nível físico, definindo, por exemplo, quais tipos de cabos podem ser utilizados e como os sinais são transmitidos. Evidentemente, existem diversos padrões, como Ethernet, ATM e Token Ring, e cada um funciona de um modo diferente, sendo incompatíveis entre si. Portanto, todos os computadores de uma rede devem ser do mesmo padrão de rede.

Como praticamente todas as funções da camada de enlace são implementadas dentro da placa de rede, ela é quem determina o tipo da sua rede.

Para ilustrar, suponha que existem dois laboratórios na sua escola. Um deles utiliza o padrão Ethernet, de modo que todos os computadores tenham uma placa de rede Ethernet. O outro laboratório utiliza o padrão Token Ring, de modo que todos os computadores devem possuir uma placa Token Ring. Caso desejássemos interligar os dois laboratórios, teríamos que colocar um roteador interligando os dois.

Atividade 01

1. O roteador, mencionado no exemplo anteriormente, deverá ter quantas placas de rede e quais os padrões dessas placas?

[Resposta](#)

Resposta

O roteador que interliga os dois laboratórios da escola deverá ter duas placas de rede, uma para cada rede do laboratório. Uma das placas deverá ser do tipo Ethernet e a outra do tipo Token Ring, correspondendo a cada padrão/tecnologia de rede usada em cada laboratório.

Padrões para os Mais Variados Tipos de Redes

Você pode estar se perguntando: qual dos padrões de rede existentes é o melhor? Ou, talvez, por que existem tantos padrões? A resposta é que cada padrão acaba sendo mais indicado para determinado tipo de ambiente, podendo ser o

ambiente físico, mas normalmente se refere às aplicações que serão executadas sobre a rede. Portanto, dependendo da aplicação para qual a rede será utilizada, um padrão é mais indicado que outro.

Quando queremos comparar redes de diferentes padrões (ou tecnologias) devemos considerar fatores como custo, desempenho, confiabilidade e tolerância a falhas, entre outros. Portanto, quando for decidir o padrão de rede a utilizar, você deverá considerar quais dessas características são mais importantes no seu caso. Entretanto, como atualmente a maioria das redes é utilizada para executar aplicações dos mais variados tipos, cada uma com requisitos diferentes, a maior parte das empresas utiliza o padrão Ethernet, pois ele oferece um bom equilíbrio entre todas as características citadas (custo, desempenho, etc.).

Então, e quem define os padrões? Na aula 05, você conheceu a ISO (*International Standard Organization*), que definiu o modelo de referência OSI (*Open Systems Interconnection*). Existem diversas organizações associadas a ISO, sendo o IEEE (*Institute of Electrical and Eletronics Engineers*) uma dessas organizações, além disso há um grupo de padronização que desenvolve padrões nas áreas de engenharia elétrica e informática. O comitê 802 do IEEE é responsável pela definição de padrões para redes locais (LANs) e metropolitanas (MANs). Os padrões são definidos por diversos grupos de trabalhos.

A **Tabela 1** mostra os principais grupos de trabalho 802, podendo observar que todos eles recebem como prefixo do nome o termo 802.

Padrão 802	Descrição do Padrão
802.1b	Gerência de rede
802.1d	Controle de acesso ao meio
802.2	Atua no LLC (Controle de <i>Link</i> Lógico)
802.3	Ethernet
802.5	Especificações do método de acesso <i>Token Ring</i> da camada física

Padrão 802	Descrição do Padrão
802.7	MANs de banda larga
802.9	Integração de redes locais
802.10	Protocolo para provimento de segurança em uma MAN
802.11	LANs sem fio (Wi-Fi)
802.15	Redes pessoais baseadas em <i>Bluetooth</i> e Zigbee
802.16	Banda larga sem fio (WiMAX)

Tabela 1 - Padrão do IEE

Fonte: <https://standards.ieee.org/about/get/802/802.html>

Atividade 02

1. Pesquise e descreva cada um dos padrões 802 citados na Tabela 1 da página anterior. Sugestão de site para a pesquisa:
<<https://standards.ieee.org/about/get/802/802.html>>

Redes Ethernet

As redes Ethernet surgiram na década de 1970 e ao longo dessas 4 décadas, foram se firmando como a tecnologia de rede mais utilizada, dominando completamente o mercado das redes locais de computadores (LAN). Isso aconteceu graças à sua simplicidade de instalação e administração e ao surgimento de variações do padrão Ethernet original que garantiram sempre uma melhora no desempenho da rede de modo a atender às demandas de cada época. Inicialmente, estudaremos o padrão Ethernet original e depois analisaremos essas variações, que são conhecidas como Fast Ethernet, Gigabit Ethernet e 10 Giga Ethernet.

Nas redes Ethernet, a camada de enlace é dividida nas subcamadas de Controle do Link Lógico (*Logic Link Control* – LLC) e Controle de Acesso ao Meio (*Media Access Control* – MAC). As principais funções da LLC referem-se a fazer a interação com a camada superior e permitir a interoperabilidade entre diferentes tecnologias de transmissão. A subcamada MAC é a que realmente realiza as principais tarefas, como montar e desmontar os quadros e controlar o acesso ao enlace. No nível físico, naturalmente as principais tarefas são a codificação/decodificação dos bits (como os 0s e 1s são representados) e a transmissão/recepção desses sinais no meio físico.

Como mencionamos anteriormente, um padrão de rede compreende apenas as funções dos níveis físico e de enlace. Com isso em mente, vamos explicar como a Ethernet realiza cada uma das tarefas dessas camadas. Entretanto, isso vale para qualquer tecnologia de rede que você for estudar, como os protocolos de rede sem fio que estudaremos nas próximas aulas.

Endereçamento

Você já sabe que, para poder identificar quem transmitiu um quadro e para quem ele é destinado, as placas de rede possuem um endereço. Nas redes Ethernet esse endereço é formado a partir de 48 *bits* (6 *bytes*) e já vem gravado na memória ROM da placa de rede Ethernet. Por isso, muitas vezes é chamado de endereço de *hardware* ou endereço MAC. Cada endereço Ethernet é único no mundo, ou seja, não podem existir duas placas com o mesmo endereço. Para isso, cada fabricante recebe um código de três bytes e utiliza os outros três para identificar suas placas. Portanto, os três primeiros bytes de um endereço Ethernet identificam o fabricante e os outros três identificam cada placa feita pelo fabricante. A **Figura 1** ilustra um endereço Ethernet. Veja que eles são representados como 12 dígitos hexadecimais.

Figura 01 - Exemplo de endereço Ethernet.

3C:0A:00:55:02:F2

Fonte: Elaborado pelo autor.

Essa aparente divisão serve apenas para evitar a repetição de endereços. Durante a operação da rede essa divisão não é considerada, de modo que os endereços são utilizados como um único identificador de 6 bytes. Por isso, os endereços de uma placa não possuem relação nenhuma com qualquer outro endereço. Dizemos que o endereçamento é plano uma vez que não existe hierarquia entre os mesmos.

Curiosidade!

Veja a lista dos códigos utilizados pelos fabricantes de placas Ethernet em: <http://standards.ieee.org/regauth/oui/oui.txt>

Os endereços Ethernet podem ser do tipo *unicast*, *multicast*, ou *broadcast*, significando, respectivamente, que o quadro deve ser entregue a um único computador, a um grupo de computadores ou a todos os computadores da rede. Os endereços *multicast* possuem o último *bit* do *byte* mais significativo com valor 1. Esse *byte* corresponde aos dois primeiros dígitos hexadecimais de um endereço Ethernet. Na **Figura 1** esse *byte* seria 3C.

Nos endereços *broadcast*, todos os *bits* do endereço estão com o valor 1, de modo que o endereço *broadcast* em uma rede Ethernet é FF:FF:FF:FF:FF:FF. Naturalmente, a maioria dos quadros transmitidos em uma rede utilizam endereços *unicast*, uma vez que são destinados a apenas uma das máquinas da rede.

Curiosidade!

Embora endereços Ethernet já venham gravados nas placas de rede, é possível redefinir esse endereço através de *software*, utilizando comandos do sistema operacional. Entretanto, isso não altera o endereço gravado na placa, o comando precisa ser aplicado cada vez que o equipamento é ligado.

Atividade 03

1. Sabemos que, em uma rede Ethernet, os computadores são identificados pelos seus endereços MAC. O que acontece se trocarmos a placa de rede de um computador, a sua identificação será a mesma?

[Resposta](#)

Resposta

Ao trocarmos a placa de rede de um computador, a identificação deste computador muda, já que esta identificação é feita a partir do endereço MAC gravado na placa de rede utilizada. Como os endereços MAC são únicos, isto é, não pode haver duas placas com o mesmo endereço MAC, a identificação muda a cada nova placa utilizada.

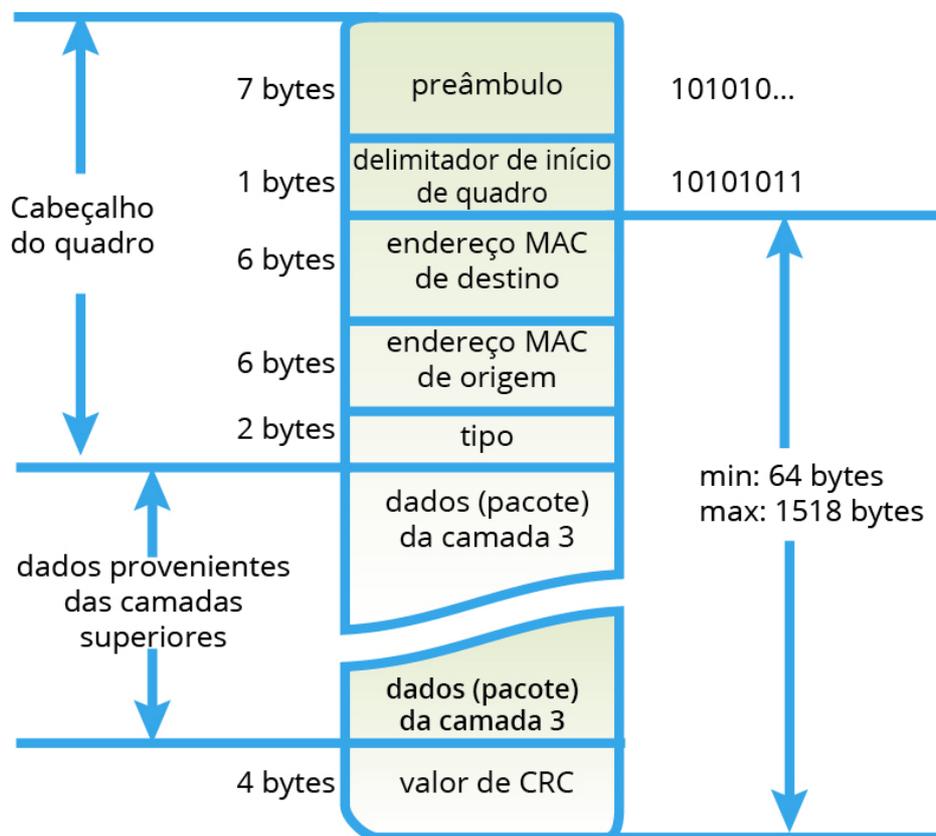
Formato do Quadro

Uma questão de extrema importância em qualquer tecnologia de rede é o formato do quadro transmitido pelas placas de rede, o que permite ao receptor identificar o início e o fim da informação que está sendo recebida. Cada tecnologia tem seu próprio formato de quadro. Em algumas redes, o tamanho do quadro é fixo

e em outras é variável, ou seja, cada quadro transmitido pode ter um tamanho diferente. As redes Ethernet utilizam a segunda abordagem, pois a parte de dados do quadro pode conter um número variável de *bytes*. Isso é importante, pois permite que o tamanho do quadro se ajuste à quantidade de informações a serem transmitidas.

Apesar de possuir um tamanho variável, o quadro deve possuir pelo menos 64 *bytes* e não pode ser maior que 1518 *bytes*. Você vai entender o porquê do tamanho mínimo na próxima aula, quando estudarmos o protocolo de acesso ao meio. A definição de um tamanho máximo é importante para garantir um justo compartilhamento do canal de transmissão e evitar problemas de espaço nos *buffers* dos equipamentos da rede. A **Figura 2** mostra o formato do quadro Ethernet. Embora o campo de checagem CRC (*Cyclic Redundancy Check*) seja adicionado no final do quadro, também podemos considerá-lo como um campo de cabeçalho.

Figura 02 - Formato do quadro Ethernet.



Fonte: Adaptado pelo autor.

Como observa-se na Figura 2, um quadro contém, além do campo para colocar os dados que se deseja transmitir, campos adicionais que possibilitam à rede realizar suas funções. A seguir, listamos todos os campos do quadro e descrevemos sua finalidade.

- **Campo de preâmbulo (*preamble*)** – o preâmbulo é inserido pelo nível físico e é utilizado para a sincronização dos nós envolvidos na comunicação. Esse sincronismo é necessário para que os bits possam ser lidos pelo receptor no momento exato. Para isso, o campo é composto por 8 *bytes*, em que os 7 primeiros possuem o valor 10101010 (em binário), e o último 10101011 (em binário). Os primeiros sete *bytes* avisam as outras máquinas que um quadro está sendo transmitido e permitem que elas realizem o sincronismo. Veja que esses *bits* são uma sequência de 0s e 1s alternados. O oitavo *byte*, que termina com os *bits* 11, informa que no próximo *byte* começa a transmissão do quadro propriamente dito. Este oitavo *byte* é chamado de delimitador de início de quadro.
- **Campo de endereço de destino (*destination MAC address*)** – contém o endereço de destino (6 *bytes*) da máquina que deve receber o quadro, mas pode ser também um endereço *multicast* ou *broadcast*.
- **Campo de endereço de origem (*source MAC address*)** – contém o endereço de origem (6 *bytes*), são os 6 *bytes* que formam o endereço MAC da placa de rede da máquina que está transmitindo o quadro.
- **Campo de tipo (*type*)** – é utilizado para indicar o tipo da informação contida no campo de dados. Como o conteúdo do campo de dados na verdade é um pacote da camada de rede, o campo de tipo contém o identificador do protocolo da camada de rede que o gerou. Isso é necessário porque uma máquina pode ter mais de um protocolo de rede instalado, como o IP e o IPX, por exemplo. Assim, quando uma placa Ethernet recebe um quadro, ela precisa passar seu conteúdo para o protocolo da camada de rede igual ao que gerou o quadro na máquina transmissora, e o campo de tipo determina qual é esse protocolo. Cada um dos possíveis protocolos de rede possui um código específico. O código do protocolo IP, por exemplo, é 0x0800 (em hexadecimal). Como atualmente praticamente só utilizamos o protocolo IP na camada de rede, nas versões mais recentes do Ethernet esse campo passou a ser

utilizado para indicar o tamanho dos dados transmitidos pelo quadro, e a informação sobre o tipo da camada superior é agora transportada dentro dos dados.

- **Campo de dados (*data field*)** – contém as informações que a camada de rede passou para serem transmitidas. Em redes que utilizam o protocolo IP, esse campo corresponde a um [datagrama IP](#) (Um datagrama IP é a unidade básica de dados no nível IP. Um datagrama está dividido em duas áreas, uma área de cabeçalho e outra de dados.). Lembre-se de que o tamanho mínimo do quadro como um todo corresponde a 64 *bytes* e o tamanho máximo a 1518 *bytes*. Desse modo, como a soma do tamanho dos campos de endereço (12 *bytes*) com os campos de tamanho/tipo (2 *bytes*) e o CRC (4 *bytes*) é 18 *bytes*, o tamanho mínimo desse campo é de 48 *bytes* e seu tamanho máximo de 1500 *bytes*. Se as informações a serem transmitidas forem maiores que 1500 *bytes*, elas serão divididas em mais de um quadro. Se as informações forem menores que 46 *bytes*, *bytes* de enchimento são colocados no quadro para que atinja o tamanho mínimo. Os *bytes* de enchimento são retirados no destino de modo a não comprometer a informação transmitida.
- **Verificação de Redundância Cíclica (*Cyclic Redundancy Check - CRC*)** – possui um código de 4 *bytes*, calculado através do algoritmo CRC-32, utilizado para verificar se houve erros durante a transmissão do quadro. O valor do campo CRC é calculado no transmissor e recalculado quando uma máquina recebe o quadro. Caso os valores do campo CRC contido no quadro e do CRC calculado sobre o quadro sejam diferentes, o quadro apresenta erro e é, portanto, descartado.

Atividade 04

1. Para que um computador possa enviar um quadro Ethernet a todos os outros computadores na sua rede, qual campo e com qual valor ele deve preparar esse quadro?

[Resposta](#)

Resposta

Para que um computador possa enviar um quadro Ethernet a todos os outros da rede, este quadro deve possuir como endereço de destino o valor FF:FF:FF:FF:FF:FF, caracterizando um quadro de *broadcast*.

Leitura Complementar

- <https://standards.ieee.org/about/get/802/802.3.html>
- https://pt.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.3

Resumo

Nesta aula, você aprendeu o que é um padrão de rede e porque ele é necessário. Em síntese, cada padrão de rede vai determinar o protocolo de controle de acesso ao meio físico, entre outros mecanismos de controle das comunicações, fazendo com que todos os computadores de uma mesma rede utilizem a mesma linguagem, isto é, garanta a uniformização destas comunicações. O primeiro padrão de rede que estudamos foi o Ethernet. Vimos o formato do endereço MAC e o formato de um quadro Ethernet. Na próxima aula, continuaremos estudando os aspectos mais relevantes do Ethernet.

Referências

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

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