

### 3ª LISTA DE REDES DE COMPUTADORES

CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO  
Prof. Renato Bobsin Machado  
Aluno: Lucas Garavaglia

3º Ano

UNIOESTE  
Data: 29/03/2021

1. Contextualize a camada de enlace de dados dentro da hierarquia de camadas, protocolos e serviços.  
A camada de enlace de dados usa os serviços da camada física para enviar e receber bits pelos canais de comunicação.
2. Descreva as funções da camada de enlace de dados.
  1. fornecer uma interface de serviço bem definida à camada de rede;
  2. lidar com erros de transmissão;
  3. regular o fluxo de dados de tal forma que receptores lentos não sejam atropelados por transmissores rápidos.
3. Quais tipos de serviços podem ser aplicados na camada de enlace de dados.
  1. serviço não orientado a conexões sem confirmação;
  2. serviço não orientado a conexões com confirmação;
  3. serviço orientado a conexões com confirmação.
4. Descreva as características e distinções entre as técnicas de *framing* (enquadramento).

O primeiro método de enquadramento utiliza um campo no cabeçalho para especificar o número de bytes no quadro. Quando vê a contagem de caracteres, a camada de enlace de dados de destino sabe quantos bytes devem vir em seguida e, conseqüentemente, onde está o fim do quadro. O segundo método de enquadramento contorna o problema de ressincronização após um erro, fazendo cada quadro começar e terminar com bytes especiais. Normalmente o mesmo byte, chamado byte de flag, é usado como delimitador de início e de fim, como mostra a Figura 3.4(a), na qual ele é representado por FLAG. Dois bytes de flag consecutivos indicam o fim de um quadro e o início do próximo. Assim, se o receptor perder a sincronização, ele poderá simplesmente procurar dois bytes de flag para encontrar o final do quadro atual e o início do seguinte. O terceiro método de delimitação do fluxo de bits contorna uma desvantagem da inserção de bytes, ou seja, o fato de ela estar ligada ao uso de bytes de 8 bits. O enquadramento também pode ser feito em nível de bit, de modo que os quadros podem conter um número qualquer de bits, compostos de unidades de qualquer tamanho. Ele foi desenvolvido para o então muito popular protocolo de controle de enlace de dados de alto nível, ou HDLC (High-level Data Link Control). O último método de enquadramento é usar um atalho da camada física. No Capítulo 2, vimos que a codificação de bits como sinais normalmente inclui redundância para ajudar o receptor. Essa redundância significa que alguns sinais não ocorrerão em dados regulares. Por exemplo, no código de linha 4B/5B, 4 bits de dados são mapeados para 5 bits de sinal, para garantir transições de bits suficientes. Isso significa que 16 das 32 possibilidades de sinal não são usadas. Podemos usar alguns sinais reservados para indicar o início e o final dos quadros. Com efeito,

estamos usando 'violações de código' para delimitar os quadros. A beleza desse esquema é que, por serem sinais reservados, é fácil encontrar o início e o final dos quadros, e não é preciso inserir bits nos dados.

**5. Descreva os conceitos e técnicas aplicáveis para controle de erros e de fluxo.**

Controle de erros: Garantir em um serviços orientados a conexões confiáveis que os dados cheguem por completo, e caso ocorra algum erro, ter uma forma de corrigir este erro.

A forma mais comum de garantir uma entrega confiável é dar ao transmissor algum tipo de feedback sobre o que está acontecendo no outro extremo da linha. Normalmente, o protocolo solicita que o receptor retorne quadros de controle especiais com confirmações positivas ou negativas sobre os quadros recebidos. Se receber uma confirmação positiva sobre um quadro, o transmissor saberá que o quadro chegou em segurança ao destino. Por outro lado, uma confirmação negativa significa que algo saiu errado e o quadro deve ser transmitido.

Controle de fluxo: Outro aspecto de projeto importante que ocorre na camada de enlace de dados (e também nas camadas mais altas) é o que fazer com um transmissor que sistematicamente deseja transmitir quadros mais rápido do que o receptor pode aceitá-los. Essa situação pode ocorrer quando o transmissor está rodando em um computador rápido e poderoso e o receptor está rodando em uma máquina lenta e inferior. Uma situação comum é quando um smartphone solicita uma página Web de um servidor muito mais poderoso, que abre a mangueira de incêndio e jorra os dados para o pobre e infeliz telefone, até que esteja completamente inundado. Mesmo que a transmissão não tenha erros, o receptor pode não conseguir lidar com os quadros com a rapidez com que chegam, e perderá alguns deles. Sem dúvida, algo deve ser feito para impedir que essa situação ocorra. São usadas comumente duas abordagens.

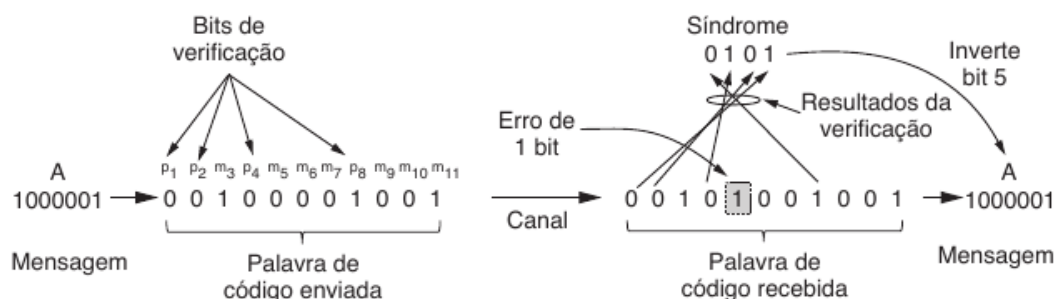
Na primeira, chamada controle de fluxo baseado em feedback, o receptor envia de volta ao transmissor informações que permitam a ele enviar mais dados, ou que pelo menos mostrem ao transmissor a situação real do receptor. Na segunda, chamada controle de fluxo baseado na velocidade, o protocolo tem um mecanismo interno que limita a velocidade com que os transmissores podem enviar os dados, sem usar o feedback do receptor.

**6. Descreva o método de *Hamming* e Polinomial por meio de algoritmos.**

Nos códigos de Hamming, os bits da palavra de código são numerados consecutivamente, começando com o bit 1 da extremidade esquerda, o bit 2 imediatamente à sua direita e assim por diante. Os bits que são potências de 2 (1, 2, 4, 8, 16 etc.) são bits de verificação. Os outros (3, 5, 6, 7, 9 etc.) são preenchidos com os  $m$  bits de dados. Esse padrão pode ser visto para um código de Hamming (11,7) com 7 bits de dados e 4 bits de verificação na Figura. Cada bit de verificação força a paridade de algum conjunto de bits, incluindo seu próprio conjunto, a ser par (ou ímpar). Um bit pode ser incluído em vários cálculos de verificação de bits. Se quiser ver para quais bits de verificação o bit de dados na

posição  $k$  contribui, reescreva  $k$  como uma soma de potências de 2. Por exemplo,  $11 = 1 + 2 + 8$  e  $29 = 1 + 4 + 8 + 16$ .

Um bit é verificado apenas por aqueles bits de verificação que ocorrem em sua expansão (por exemplo, o bit 11 é verificado pelos bits 1, 2 e 8). No exemplo, os bits de verificação são calculados para somas de paridade par para uma mensagem que é a letra ASCII 'A'. Essa construção resulta em um código com uma distância de Hamming igual a 3, o que significa que ela pode corrigir erros simples (ou detectar erros duplos). O motivo para a numeração muito cuidadosa dos bits de mensagem e verificação torna-se aparente no processo de decodificação. Quando uma palavra de código chega, o receptor refaz os cálculos do bit de verificação, incluindo os valores dos bits de verificação recebidos. Chamamos estes de resultados de verificação. Se os bits de verificação forem corretos, então, para somas de paridade par, cada resultado de verificação deve ser zero. Nesse caso, a palavra de código é aceita como válida.



Os códigos polinomiais são baseados no tratamento de sequências de bits como representações de polinômios com coeficientes de 0 e 1 apenas. Um quadro de  $k$  bits é considerado como a lista de coeficientes para um polinômio com  $k$  termos, variando de  $x^{k-1}$  a  $x^0$ . Dizemos que tal polinômio é de grau  $k - 1$ . O bit de alta ordem (mais à esquerda) é o coeficiente de  $x^{k-1}$ , o próximo bit é o coeficiente de  $x^{k-2}$ , e assim por diante. Por exemplo, 110001 tem 6 bits e, portanto, representa um polinômio de seis termos com coeficientes 1, 1, 0, 0, 0 e 1:  $1x^5 + 1x^4 + 0x^3 + 0x^2 + 0x^1 + 1x^0$ . A aritmética de polinômios é feita em módulo 2, de acordo com as regras da teoria algébrica. Ela não tem 'vai uns' para a adição ou empréstimos para a subtração. Tanto a adição quanto a subtração são idênticos ao XOR. Por exemplo:

$$\begin{array}{rclcl}
 10011011 & 00110011 & 11110000 & 01010101 \\
 + 11001010 & + 11001101 & - 10100110 & - 10101111 \\
 \hline
 01010001 & 11111110 & 01010110 & 11111010
 \end{array}$$

## 7. Descreva as principais características dos protocolos elementares de enlace de dados.

Os protocolos de enlace de dados podem oferecer recursos de controle de erro para a detecção ou correção de quadros danificados e a retransmissão de quadros perdidos. Para evitar que um transmissor rápido sobrecarregue um receptor lento, o protocolo de enlace de dados

também pode fornecer controle de fluxo. O mecanismo de janela deslizante é bastante utilizado para integrar os controles de erros de fluxo de maneira simples. Quando o tamanho da janela é de 1 pacote, o protocolo é stop-and-wait.

8. Descreva e compare os métodos de controle de fluxo baseados em janelas deslizantes;
9. Resolva os exercícios: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 12, 16, 17 e 20 (Capítulo 3, Redes de Computadores – 5ª Edição);

1. Um pacote de uma camada superior está dividido em dez quadros, cada um deles com 80% de chance de chegar sem danos. Se o protocolo de enlace de dados não fizer nenhum controle de erros, quantas vezes em média a mensagem deverá ser enviada para que o processo inteiro seja concluído?

2. A codificação de caracteres a seguir é usada em um protocolo de enlace de dados:

A: 01000111; B: 11100011; FLAG: 01111110; ESC: 11100000

Mostre a sequência de bits transmitida (em binário) para o quadro de quatro caracteres A B ESC FLAG quando é utilizado cada um dos métodos de enquadramento a seguir:

(a) Contagem de caracteres.

00000100 01000111 11100011 11100000 01111110

(b) Bytes de flag com inserção de bytes.

01111110 01000111 11100011 11100000 11100000 11100000 01111110  
01111110

(c) Bytes de flag no início e no fim, com inserção de bits.

01111110 01000111 110100011 111000000 011111010 01111110

3. O fragmento de dados a seguir ocorre no meio de um fluxo de dados para o qual é usado o algoritmo de inserção de bytes descrito no texto: A B ESC C ESC FLAG FLAG D. Qual será a saída após a inserção?

Após a inserção, obtemos: A B ESC ESC C ESC ESC ESC FLAG ESC FLAG D.

4. Qual é o overhead máximo no algoritmo de inserção de bytes?

5. Um de seus colegas, Avarento, assinalou que é um desperdício encerrar cada quadro com um byte de flag e depois iniciar o próximo com um segundo byte de flag. Um único byte de flag também poderia servir, e um byte economizado é um byte ganho. Você concorda?

Se você sempre pudesse contar com uma série infinita de quadros, um byte de flag poderia ser suficiente. Porém, o que aconteceria se um quadro terminasse (com um byte de flag) e não houvesse nenhum novo quadro durante 15 minutos? Como o receptor saberá que o próximo byte é na realidade o início de um novo quadro e não apenas ruído na linha? O protocolo é muito mais simples com bytes de flag iniciais e finais.

6. Uma sequência de bits, 011110111110111110, precisa ser transmitida na camada de enlace de dados. Qual é a sequência realmente transmitida após a inserção de bits?

A saída é 011110111110011111010.

9. As mensagens de 16 bits são transmitidas com o uso de um código de Hamming. Quantos bits de verificação são necessários para assegurar que o receptor poderá detectar e corrigir erros de único bit? Mostre o padrão de bits transmitido no caso da mensagem 1101001100110101. Suponha que seja usada paridade par no código de Hamming.

Os bits de paridade são necessários nas posições 1, 2, 4, 8 e 16, de forma que as mensagens que não se estendem além do bit 31 (incluindo os bits de paridade) se adaptam. Desse modo, cinco bits de paridade são suficientes. O padrão de bits transmitido é 011010110011001110101.

10. Um código de Hamming de 12 bits cujo valor hexadecimal é 0xE4F chega a um receptor. Qual era o valor original em hexadecimal? Suponha que não exista mais de 1 bit com erro.

Se enumerarmos os bits da esquerda para a direita começando no bit 1, o bit 2 deste exemplo (um bit de paridade) será incorreto. O valor de 12 bits transmitido (após a codificação de Hamming) foi 0xA4F. O valor de dados de 8 bits original foi 0xAF.

12. Suponha que sejam transmitidos dados em blocos com tamanhos de 1.000 bits. Qual é a taxa máxima de erro sob a qual o mecanismo de detecção de erro e retransmissão (1 bit de paridade por bloco) é melhor do que usar o código de Hamming? Suponha que os erros de bit sejam independentes um do outro e nenhum erro de bit ocorra durante a retransmissão.

16. Qual é o resto obtido pela divisão de  $x^7 + x^5 + 1$  pelo polinômio gerador  $x^3 + 1$ ?

O resto é  $x^2 + x + 1$ .

17. Um fluxo de bits 10011101 é transmitido com a utilização do método de CRC-padrão descrito no texto. O polinômio gerador é  $x^3 + 1$ . Mostre a sequência de bits real transmitida. Suponha que o terceiro bit a partir da esquerda seja invertido durante a transmissão. Mostre que esse erro é detectado na extremidade receptora. Dê um exemplo de erro de bit, na sequência de bits transmitida, que não será detectado pelo receptor.

O quadro é 10011101. O gerador é 1001. A mensagem depois de acrescentar três zeros é 10011101000. O resto da divisão de 10011101000 por 1001 é 100. Assim, o string de bits real transmitido é 10011101100. O fluxo de bits recebido com um erro no terceiro bit a partir da esquerda é 10111101100. A divisão desse valor por 1001 produz o resto 100, que é diferente de zero. Desse modo, o receptor detecta o erro e pode solicitar uma retransmissão.

20. Um canal tem uma taxa de bits de 4 kbps e um atraso de propagação de 20 ms. Para que faixa de variação de tamanhos de quadros a técnica stop-and-wait proporciona uma eficiência de pelo menos 50%?

A eficiência será 50% quando o tempo para transmitir o quadro for igual ao retardo de propagação de ida e volta. A uma taxa de transmissão de

4 bits/ms, a transmissão de 160 bits demora 40 ms. Para tamanhos de quadros acima de 160 bits, o método de parar e esperar tem uma eficiência razoável.

**10. Dentro do contexto da camada de enlace, define a função das camadas MAC e LLC;**

Os protocolos usados para determinar quem será o próximo em um canal de multi acesso pertencem a uma subcamada da camada de enlace de dados, chamada MAC (Medium Access Control). A subcamada MAC é especialmente importante em LANs, particularmente nas sem fios, pois o wireless é naturalmente um canal de broadcast.

O IEEE 802.3, em sua sabedoria, decidiu que esse campo transporta o tamanho do quadro, pois o tamanho Ethernet era determinado examinando o interior dos dados uma violação do uso de camadas, se é que isso existiu. Naturalmente, isso significava que não havia como o receptor descobrir o que fazer com um quadro que chegava. Esse problema foi tratado pelo acréscimo de outro cabeçalho para o protocolo de controle lógico do enlace, ou LLC (Logical Link Control), dentro dos dados. Ele usa 8 bytes para transportar os 2 bytes de informação do tipo de protocolo.

**11. Defina e exemplifique os métodos de alocação estática e dinâmica de canais de acesso ao meio;**

Em uma alocação estática típica, o tempo seria dividido em intervalos discretos e seria utilizado um algoritmo de rodízio, fazendo com que cada máquina transmitisse apenas no intervalo de que dispõe. A alocação estática desperdiça a capacidade do canal quando uma máquina não tem nada a transmitir durante o intervalo (slot) alocado a ela, e assim a maioria dos sistemas procura alocar o canal dinamicamente (ou seja, por demanda).

Os métodos de alocação dinâmica de um canal comum são centralizados ou descentralizados. No método centralizado de alocação de canal, existe apenas uma entidade, por exemplo, a estação-base nas redes celulares, que determina quem transmitirá em seguida. Para executar essa tarefa, a entidade aceita solicitações e as prioriza de acordo com algum algoritmo interno. No método descentralizado de alocação de canais, não existe nenhuma entidade central; cada máquina deve decidir por si mesma se a transmissão deve ser realizada.

**12. Defina e apresente a importância de cada premissa aplicável na alocação dinâmica de canais.**

1. Tráfego independente. O modelo consiste em  $N$  estações independentes (computadores, telefones), cada qual com um programa ou usuário que gera quadros para transmissão. O número esperado de quadros gerados em um intervalo de duração  $\Delta t$  é  $I\Delta t$ , onde  $I$  é uma constante (a taxa de chegada de novos quadros). Uma vez gerado um quadro, a estação é bloqueada e nada faz até que o quadro tenha sido transmitido com êxito.

2. Premissa de canal único. Um único canal está disponível para todas as comunicações. Todas as estações podem transmitir e receber por ele. As estações são consideradas igualmente capazes, embora os

protocolos possam atribuir diferentes papéis (por exemplo, prioridades) a elas.

3. Colisões observáveis. Se dois quadros são transmitidos simultaneamente, eles se sobrepõem no tempo, e o sinal resultante é adulterado. Esse evento é denominado colisão. Todas as estações podem detectar colisões. Um quadro que tenha sofrido colisão terá de ser re-transmitido posteriormente. Não há outros erros além dos gerados por colisões.

4. Tempo contínuo ou segmentado (slotted). O tempo pode ser considerado contínuo, caso em que a transmissão do quadro pode começar a qualquer instante. Como alternativa, o tempo pode ser segmentado ou dividido em intervalos discretos (slots). As transmissões de quadros sempre começam no início de um slot. Um slot pode conter 0, 1 ou mais quadros, correspondentes a um slot ocioso, a uma transmissão bem-sucedida ou a uma colisão, respectivamente.

5. Detecção de portadora (carrier sense) ou sem detecção de portadora. Com a premissa de detecção de portadora, as estações conseguem detectar se o canal está sendo usado antes de tentar utilizá-lo. Se for detectado que o canal está ocupado, nenhuma estação tentará usá-lo até que ele fique livre. Se não houver detecção de portadora, as estações não conseguem detectar o canal antes de tentar utilizá-lo. Elas simplesmente vão em frente e transmitem. Somente mais tarde conseguem determinar se a transmissão foi ou não bem-sucedida.

**13. Defina e compare as abordagens de acesso ao meio;**

A ideia básica de um sistema ALOHA é simples: permitir que os usuários transmitam sempre que tiverem dados para enviar. Naturalmente, haverá colisões, e os quadros que colidirem serão danificados. Os transmissores precisam, de alguma maneira, descobrir se isso acontece. No sistema ALOHA, após cada estação ter transmitido seu quadro para o computador central, este computador retransmite o quadro para todas as estações. Desse modo, uma estação transmissora pode escutar por broadcast a partir do hub para ver se seu quadro passou. No método de Roberts, que passou a ser conhecido como slotted ALOHA, em contraste com o ALOHA original de Abramson, um computador não tem permissão para transmitir sempre que o usuário digita uma linha. Em vez disso, é necessário esperar o início do próximo slot. Consequentemente, o ALOHA original contínuo transforma-se em um sistema discreto. O período de vulnerabilidade está agora reduzido à metade.

**14. Descreva e compare os principais algoritmos de acesso ao meio com colisões;**

O primeiro protocolo com detecção de portadora que estudaremos aqui denomina-se CSMA (Carrier Sense Multiple Access) 1-persistente. Esse é um nome extenso para indicar o esquema CSMA mais simples. Quando uma estação tem dados a transmitir, primeiro ela escuta o canal para ver se mais alguém está transmitindo no momento. Se o canal estiver desocupado, as estações enviam seus dados. Caso contrário, se o canal estiver ocupado, a estação espera até que ele fique desocupado. Então, a estação transmite um quadro. Se ocorrer uma colisão, a estação espera um intervalo de tempo aleatório e começa tudo de novo. Esse protocolo é denominado 1-persistente porque a

estação transmite com probabilidade 1 sempre que encontra o canal desocupado.

ALOHA slotted com a probabilidade de uma colisão é, então, apenas  $1 - e^{-G}$ .

**15. Descreva e compare os principais algoritmos de acesso ao meio sem colisões;**

Em nosso primeiro protocolo livre de colisão, o método básico bit-map, cada período de disputa consiste em exatamente N slots. Se tiver um quadro para transmitir, a estação 0 envia um bit 1 durante o slot número zero. Nenhuma outra estação poderá transmitir durante esse slot. Independentemente do que a estação 0 fizer, a estação 1 terá a oportunidade de transmitir um bit 1 durante o slot 1, mas apenas se tiver um quadro na fila para ser enviado. Em geral, é possível que a estação j informe que tem um quadro para transmitir inserindo um bit 1 no slot j. Depois que todos os N slots tiverem passado, cada estação terá total conhecimento de quais estações desejam transmitir. Um problema com o protocolo básico bit-map, e também com a passagem de tokens, é que o overhead é de 1 bit por estação e, portanto, ele não se adapta muito bem a redes com milhares de estações. Podemos fazer melhor que isso usando endereços binários de estações com um canal que combine transmissões. Uma estação que queira usar o canal transmite seu endereço como uma sequência de bits binários, começando com o bit de alta ordem. Supomos que todos os endereços têm o mesmo tamanho. Os bits de cada posição de endereço das diferentes estações passam juntos por uma operação OR booleana pelo canal quando são enviados ao mesmo tempo. Chamaremos esse protocolo de contagem regressiva binária. Ele foi usado no Datakit (Fraser, 1987). Esse protocolo pressupõe implicitamente que os atrasos de transmissão são desprezíveis, de forma que todas as estações detectam bits declarados quase instantaneamente. Para evitar conflitos, é necessário que seja aplicada uma regra de arbitragem: assim que uma estação percebe que um bit de alta ordem que em seu endereço era 0 foi sobrescrito por um bit 1, ela desiste. Por exemplo, se as estações 0010, 0100, 1001 e 1010 estiverem todas tentando acessar o canal, no primeiro período de um bit, as estações transmitem 0, 0, 1 e 1, respectivamente. Esses valores passarão pela operação OR para formar um valor 1. As estações 0010 e 0100 veem o valor 1 e sabem que uma estação de numeração mais alta está disputando o canal e, portanto, desistem da luta na rodada atual. As estações 1001 e 1010 prosseguem. O próximo bit é 0, e ambas as estações continuam a transmissão. O próximo bit é 1 e, portanto, a estação 1001 desiste. A vencedora é a estação 1010, pois tem o endereço mais alto. Após vencer a disputa, é provável que agora ela possa transmitir um quadro, após o qual terá início outro ciclo de disputa.

**16. Resolva os exercícios: 2, 3, 7, 8, 18, 19 (Capítulo 4, Redes de Computadores – 5ª Edição).**

**2. Um grupo de N estações compartilham um canal ALOHA original de 56 kbps. Cada estação transmite em média um quadro de 1.000 bits a**



cada 100 s, mesmo que o anterior ainda não tenha sido enviado (as estações podem, por exemplo, armazenar os quadros enviados em um buffer). Qual é o valor máximo de N?

Com o ALOHA puro, a largura de banda utilizável é de  $0,184 \times 56 \text{ kbps} = 10,3 \text{ kbps}$ . Cada estação requer 10 bps; assim,  $N = 10.300/10 = 1.030$  estações.

3. Compare o atraso do ALOHA original com o do slotted ALOHA em carga baixa. Qual deles é menor? Explique sua resposta.

Com o ALOHA puro, a transmissão pode começar instantaneamente.

Com baixa carga, não é esperada nenhuma colisão, e assim a transmissão provavelmente será bem-sucedida. Com o slotted ALOHA, ela tem de esperar pelo próximo slot. Isso introduz um tempo de retardo igual à metade de um slot.

7. Quanto tempo uma estação terá de esperar, na pior das hipóteses, antes de poder começar a transmitir seu quadro sobre uma LAN que use o protocolo bitmap básico?

O pior caso é: Todas as estações querem enviar e s é a estação de número mais baixa. O tempo de espera é N períodos de disputa de bits +  $(N - 1) \times d$  bit para transmissão de quadros. O total é  $N + (N - 1)$  de tempos de bits.

8. No protocolo de contagem regressiva binária, explique como uma estação com número mais baixo pode ser impedida de enviar um pacote.

Caso tenha uma outra estação com prioridade mais alta, ela ganhará prioridade, impedindo que a mais baixa transmita, deixando para o próximo ciclo.

18. Os quadros Ethernet devem ter pelo menos 64 bytes para garantir que o transmissor ainda estará ativo na eventualidade de ocorrer uma colisão na extremidade remota do cabo. O tamanho mínimo do quadro nas redes Fast Ethernet também é de 64 bytes, mas é capaz de transportar o mesmo número de bits com uma velocidade dez vezes maior. Como é possível manter o mesmo tamanho mínimo de quadro?

O comprimento máximo de cabo no Fast Ethernet é 1/10 do comprimento na Ethernet.

19. Alguns livros citam o tamanho máximo de um quadro Ethernet como 1.522 bytes em vez de 1.500 bytes. Eles estão errados? Explique sua resposta.

A carga útil é de 1.500 bytes mas, quando os campos de endereço de destino, endereço de origem, tipo/comprimento e total de verificação também são considerados, o total é na verdade 1.522.

