

## Protocolos de Ligação de Dados:

<b>Sliding Window</b> $Se W \geq 1 + 2a:$ $U = 1$ $Se W < 1 + 2a:$ $U = \frac{W}{1 + 2a}$	<b>Stop &amp; Wait ARQ</b> $N_r = \frac{1}{1 - P_e}$ $S = \frac{1 - P_e}{1 + 2a}$	Parity Check $\rightarrow d=2$ Bi-dimensional Parity $\rightarrow d=4$ Internet Checksum $\rightarrow d=2$ Cyclic Redundancy Check (CRC) $\rightarrow d>3$  Débito máximo: $R_{MAX} = S * (R \text{ [ou C]})$	$T_f \rightarrow \text{tempo de transmissão}(ms)$ $L \rightarrow \text{tamanho da trama}(bits)$ $T_p \rightarrow \text{tempo de propagação}(ms)$ $d \rightarrow \text{distância}(km)$ $\tau_a \rightarrow \text{atraso de propagação}(\mu s/km)$ $S \rightarrow \text{eficiência}$ $N_r \rightarrow n^o \text{ médio tent. p. transmitir trama c. sucesso}$ $P_e (FER) \rightarrow \text{prob. de transmissão de trama com erros}$ $W \rightarrow \text{tamanho da janela}$ $M \rightarrow \text{Representação em mód. de } n^o \text{ de seq.}$ $k \rightarrow n^o \text{ bits necessários para codificar } W \text{ tramas}$ $d \rightarrow n^o \text{ min de erros nec. para erro ã ser detetado}$ $R \rightarrow \text{data rate (bits / s)}$
$a = \frac{T_p}{T_f}$ $T_f = \frac{L}{R}$  $T_p = d * \tau_a = \frac{d}{V}$	No Error Probability: $P = (1 - p)^n$ Error Probability: $P = 1 - (1 - p)^n$ i Error Probability: $P = \binom{n}{i} p^i (1 - p)^{n-i}$	$FER = 1 - (1 - BER)^L$  <b>Go-Back-N ARQ</b> (janelas pequenas) $Se W \geq 1 + 2a:$ tamanho máximo: $S = \frac{1 - P_e}{1 + 2a + P_e}$ $W = 2^k - 1$ $Se W < 1 + 2a:$ $S = \frac{W(1 - P_e)}{(1 + 2a) \cdot (1 - P_e + W \cdot P_e)}$ $W_{max} = M - 1 = 2^k - 1$ K is number of bits used to code sequence numbers	
<b>CRC</b> $M(x) \rightarrow \text{dados}$ $T(x) \rightarrow \text{informação final} = M(x) \cdot x^r + R(x)$ $G(x) \rightarrow x^r + \dots + 1$ $R(x) \rightarrow \text{resto} \left( M(x) \cdot \frac{x^r}{G(x)} \right)$			<b>Selective Reject/Repeat ARQ</b> (janelas grandes) $Se W \geq 1 + 2a:$ tamanho máximo: $S = 1 - P_e$ $W = 2^{k-1}$ $Se W < 1 + 2a:$ $S = \frac{W \cdot (1 - P_e)}{1 + 2a}$ $W_{max} = \frac{M}{2} = 2^{k-1}$
<p>Nota: No caso de <math>P_o = 0</math>, as fórmulas de S são as de “Stop &amp; Wait” e “Sliding Window”  Stop &amp; Wait: quando <math>a \ll 1</math> (eficiente apenas em distâncias curtas)  Selective Reject: quando <math>a \gg 1</math> (grandes distâncias, evitar retransmissões em caso de erro)</p>			

## Intro:

Circuit Switching $T_{tot} = T_{est} + T_{prop} + T_{msg}$	$T_{est} \rightarrow \text{Tempo de estabelecer ligação}$ $T_{prop} \rightarrow \text{Tempo de propagação} \sim 0$ $T_{msg} \rightarrow \text{Tempo de enviar dados} \left( \frac{L}{R} \right)$ $T_i \rightarrow \text{Tempo de enviar pacote numa ligação } i \left( \frac{L}{R} \right)$ $T_{pi} \rightarrow \text{Tempo de propagação numa ligação } i$
Packet Switching $T_{pac} = \text{Sum}(T_i)$ $T_i = T_{pi} + T_{msgi}$	

## Physical Layer:

<b>M-PAM</b> (amplitude) $s(t) = A_i \cos(2\pi f_c t)$ $\text{fase}(\theta) = 0 \text{ (zero)}$	<b>M-PSK</b> (fase) $s(t) = A \cos(\theta_i + 2\pi f_c t)$ $A = \text{constante}$	<b>M-QAM</b> (ampli. e fase) $s(t) = A_i \cos(\theta_i + 2\pi f_c t)$	<b>M níveis</b> $C = 2B \log_2(M)$ ( $C = 2B$ [2 níveis]) $\text{Baudrate} = 2B \left( \frac{\text{symbols}}{s} \text{ ou baud} \right)$ $\text{Bitrate} = 2B \log_2(M) = C$
<div> <b>Lei de Shannon</b> (capacidade max)  <math>C = B_c \log_2(1 + SNR)</math>  <math>SNR \rightarrow \text{Signal Noise Ratio} = \frac{P_r}{N_0 B_c}</math>  <math>B_c \rightarrow \text{Frequência do canal (Hz)}</math>  <math>P_r \rightarrow \text{Potência Recebida (W)}</math>  <math>N_0 \rightarrow \text{Ruído Branco} \left( 10^{-9} \frac{W}{Hz} \right)</math>  <math>N_0 B_c \rightarrow \text{Potência do ruído}</math>  <math>\text{recebido na frequência } B \text{ (W)}</math> </div> <div> <b>Cabos</b>  <math>P_r = P_t \cdot \text{Ganho (em W)}</math>  <math>P_r = P_t + \text{Ganho (em dB)}</math>  <math>\text{Ganho} = \frac{1}{\text{Atenuação}} \text{ (em W)}</math>  <math>\text{Ganho} = -\text{Atenuação (em dB)}</math> </div> <div> <math>P_{dBW} = 10 \log_{10} P</math>  <math>P_{dBm} = 10 \log_{10} \left( \frac{P}{1mW} \right)</math> </div>			

<b>Free Space Loss</b> $\frac{P_t}{P_r} = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2} = \frac{(4\pi f d)^2}{c^2}$ $\lambda f = c$ $P_t \rightarrow \text{signal power at transmitting antenna}$ $P_r \rightarrow \text{signal power at receiving antenna}$ $\lambda \rightarrow \text{carrier wavelength}$ $d \rightarrow \text{propagation distance between antenas}$ $c \rightarrow \text{speed of light} (3 * 10^8 \frac{m}{s})$
--

## MAC:

<b>Random Access</b> (pouco eficiente em canais)	<b>CSMA</b> Se canal livre transmite, senão espera. Há col. $a = P_{col} = \frac{T_{prop}}{T_{frame}} \ll 1$ -Persistent: ocup-espera que fique livre -Non-persistent:ocup-espera tempo aleatório -p-persistent: espera até ter um slot livre para enviar $vuln.time = 2T_{prop}$	<b>CSMA/CD</b> Parecido a p-persistent Ouve enquanto envia, colisão->aborta->binary exponencial back-off->retransmite só funciona se $T_f > 2T_{prop}$ , senão não deteta colisão	<b>CSMA/CA</b> Monitoriza canal até estar livre durante um período maior que DIFS (Distributed Inter-Frame Space) e transmite. Se estiver ocupado, define tempo de back off aleatório que vai diminuindo. Necessita de ACK	<b>Channel Partitioning</b> (pouco eficiente em canais pouco carregados) -Time Div. Multi.; -Freq. Div. Multi.
<b>Aloha</b> Transmite, espera por round-trip propagation delay, recebe ack e envia ou, atrasa e envia - Pure Aloha - Slotted Aloha				<b>Taking Turns</b> – Cada estação com o seu turno. Estações com mais info -> turnos maiores. -Polling-estação mestre. Prob: Overhead; latência; ponto de falha -Passagem de tokens- passsam tokens entre si para saber quem transmite. Prob: same as above

## FILAS DE ESPERA 1:

$$\lambda = \frac{R}{L}$$

$$T_a = T_w + T_s = \frac{1}{\mu - \lambda} = \frac{1}{\mu(1 - \rho)} = \frac{N}{\lambda}$$

$$T_w = \frac{N}{\mu}$$

$$T_s = \frac{1}{\mu}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{R}{C}$$

$$\mu = \frac{C}{L}$$

$$M = \frac{\log\left(\frac{P_b}{1 - \rho}\right)}{\log(\rho)}, \text{ se } \rho \neq 1$$

### Teorema Little

$$N_s = \lambda T_s = \rho$$

$$N_w = \lambda T_w = \rho N$$

$$N = N_w + N_s = \lambda \cdot T_a = \frac{\rho}{1 - \rho}$$

$$P_b = \frac{(1 - \rho)\rho^M}{1 - \rho^{M+1}}, \text{ se } \rho \neq 1$$

$$P_b = \frac{1}{M + 1}, \text{ se } \rho = 1$$

$$P_n(T) = \frac{(\lambda T)^n e^{-\lambda T}}{n!}$$

### Statistical Multiplexing

$$T_p = \frac{L}{C}$$

### Freq. Div. Multi.

$$C_c = \frac{C}{m} \quad T_p = L \cdot \frac{m}{C}$$

### Time. Div. Multi.

$$C_c = \frac{C}{m} \quad T_p = L \cdot \frac{m}{C}$$

$C \rightarrow$  capacidade do canal (kbits/s)

$L \rightarrow$  tamanho do pacote (bits)

$R \rightarrow$  tráfego médio (kbit/seg)

$\lambda \rightarrow$  taxa de chegadas (pacotes/seg)

$\mu \rightarrow$  taxa de envios (pacotes/seg)

$\rho \rightarrow$  intensidade média de tráfego (taxa de utilização)

$T_a \rightarrow$  tempo médio de atraso dos pacotes (ms)

$T_w \rightarrow$  tempo médio de espera na fila

$T_s \rightarrow$  tempo médio de serviço

$N \rightarrow$  nº de clientes no sistema

$N_s \rightarrow$  nº de clientes a serem servidos

$N_w \rightarrow$  ocupação média da fila de espera

$V_s \rightarrow$  pacotes em processamento

$V_s \rightarrow$  pacotes em espera

$M \rightarrow$  nº de buffers

$P_n \rightarrow$  nº de chegadas no intervalo  $T$

$P_b \rightarrow$  nº prob de bloqueio (perda de pacotes)

$T_p \rightarrow$  Tempo nec. para trasm. um pacote

$C_c \rightarrow$  Capacidade canal

$m \rightarrow$  uma divisão da ligação

## FILAS DE ESPERA 2:

### M/M/1/B (B buffers)

Probabilidade de perder dados:  $P(B) = \frac{(1 - \rho)\rho^B}{1 - \rho^{B+1}}$

$$\text{se } \rho = 1 \rightarrow P(B) = \frac{1}{B + 1}$$

$$\text{se } \rho \gg 1 \rightarrow P(B) = \frac{\lambda - \mu}{\lambda}$$

### M/D/1

$$E[X] = \frac{1}{\mu}; E[X^2] = \frac{1}{\mu^2}$$

$$T_w = \frac{\lambda}{2\mu^2(1 - \rho)} = \frac{\rho}{2\mu(1 - \rho)}$$

### D/D/1

Chegadas e atendimentos seguem distribuição determinista

### M/M/1 (Cadeias de Markov)

Chegadas  $\rightarrow$  Poisson; Attend.  $\rightarrow$  Exponencial

Prob. De estar em estado  $n$ :  $P(n) = \rho^n(1 - \rho)$

Tamanho médio de uma fila:  $N = \frac{\lambda}{\mu - \lambda}$

Número médio clientes em espera:  $N_w = N - \rho$

$$E[X] = \frac{1}{\mu}; E[X^2] = \frac{2}{\mu^2} \quad T = \frac{1}{\mu - \lambda}$$

$$T_w = T - T_s = \frac{1}{\mu - \lambda} - \frac{1}{\mu} = \frac{\lambda}{\mu^2(1 - \rho)} = \frac{\rho}{\mu(1 - \rho)}$$

### M/G/1

Chegadas  $\rightarrow$  Poisson; Attend  $\rightarrow$  Arbitrário

Tempo de espera médio:  $T_w = \frac{\lambda E[X^2]}{2(1 - \rho)}$

$$N = \lambda T = \lambda \left( T_w + \frac{1}{\mu} \right) = N_w + \rho$$

### Notação de Kendal (A/S/s/K)

A  $\rightarrow$  Processo estatístico da chegada de clientes

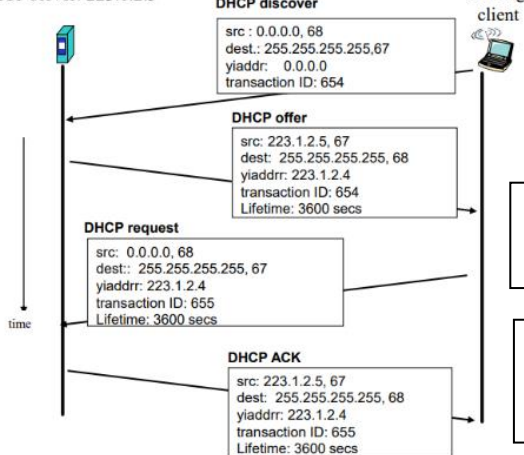
S  $\rightarrow$  Processo estatístico do serviço

s  $\rightarrow$  número de servidores

K  $\rightarrow$  capacidade do sistema em buffers

## Extra:

DHCP server: 223.1.2.5



$$\log_b(x) = \frac{\log_k(x)}{\log_k(b)}$$

$$\log_2(x) = \frac{\log_b(x)}{\log_b(2)}$$

Masks - nr hosts ( $2^{\text{nr bytes host}} - 2$ )

/27 - 30 /28 - 14  
/29 - 6 /30 - 2

Bit stuffing -  $1^5 \rightarrow 1^50$   
Byte stuffing - FLAG  $\rightarrow$  ESC FLAG.  
Bit & Byte stuffing -  $01^50 \rightarrow 01^501 01^501^30$

Assuma uma fila de espera M/M/1 estável, caracterizada por uma chegada de C pac/s e um serviço de P pac/s. Nesta fila, o débito de partida de clientes da fila (pac/s) é igual a:

- a) C/P.    b) P.  
c) C.    d) P/C.

Quando uma trama é recebida por um Switch Ethernet e a tabela de encaminhamento do Switch não contém uma entrada para o endereço de destino da trama, o Switch envia a trama para todas as portas ativas exceto a porta através da qual a trama foi recebida.

### Switch - Frame forwarding/flooding

When Switch receives a frame: 1. record link associated with sending host 2.

index forwarding table using MAC destination address 3.

if (entry found in table) {

if (destination is on segment from which frame arrived)

drop the frame

else

forward the frame on interface indicated

} else

flood  $\leftarrow$  (forward on all but the interface on which the frame arrived)

### O Algoritmo Spanning Tree:

- Permite obter um caminho único entre nós Ethernet.
- Permite que uma única árvore seja calculada na rede, com raiz no nó com menor identificador.

### Services provided by network layer

- » Datagram network  $\rightarrow$  connectionless service (IP is datagram)
- » Virtual Circuit network  $\rightarrow$  connection oriented service

### Distance Vector Algorithm

- ♦ Iterative, asynchronous each local iteration caused by:
  - local link cost change
  - distance vector update message from neighbor
- ♦ Distributed
  - » node notifies neighbors only when its DV changes
- ♦ Neighbors then notify their neighbors, if necessary

### Link-State Routing

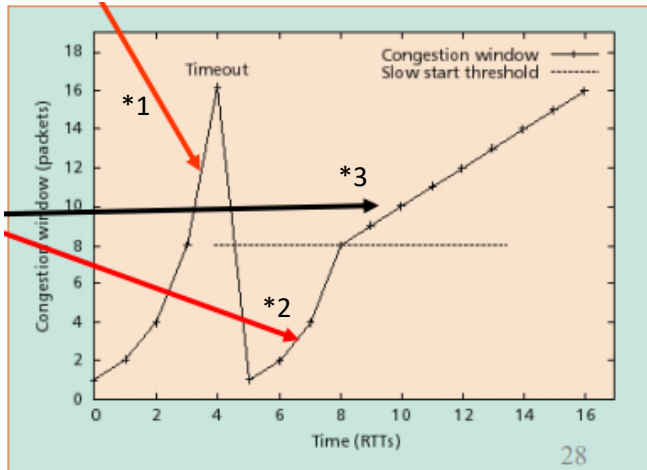
- ♦ Each router keeps track of its incident links  $\rightarrow$  link up, link down ; cost on the link
- ♦ Each router broadcasts link state every router gets a complete view of the graph
- ♦ Each router runs Dijkstra's algorithm, to  $\rightarrow$  compute the shortest paths ; construct the forwarding table

## Transport:

$MaxWin = MIN(CongestionWindow, AdvertisedWindows)$   
 $EffWin = MaxWin - (LastByteSent - LastByteAcked)$   
 $Bitrate(byte/s) = CongestionWindows / RTT$   
network congestion decreases -> CongestionWindow Increases  
network congestion increases -> CongestionWindow decreases

### TCP – Transmission Control Protocol

- ◆ Connection oriented
- ◆ Full-duplex
- ◆ Byte stream
- ◆ Flow control -> Reliability; ARQ mechanism; Avoids receiver's congestion
- ◆ Congestion control -> Avoids network's congestion



### UDP - User Datagram Protocol (UDP)

- ◆ Datagram oriented
  - » Unreliable -> no error control mechanism
  - » Connectionless
- ◆ Allows applications to interface directly to IP with minimal additional protocol overhead
- ◆ UDP header
  - » Port numbers identify sending and receiving processes
  - » UDP length = length of packet in bytes
  - » Checksum covers header and data; optional

## Question Examples:

Uma rede composta por um conjunto de computadores Ethernet interligados entre si constitui:

- a) Uma rede de comutação de pacotes e oferece um serviço não orientado às ligações.
- b) Uma rede de comutação de pacotes e oferece um serviço orientado às ligações.
- c) Uma rede de circuitos virtuais e oferece um serviço não orientado às ligações.
- d) Uma rede de circuitos virtuais e oferece um serviço orientado às ligações.

Num canal sem fios e para uma dada potência de transmissão, a potência recebida é tanto maior

- a) Quanto maior for distância emissor-receptor e maior for o comprimento de onda da portadora.
- b) Quanto maior for distância emissor-receptor e menor for o comprimento de onda da portadora.
- c) Quanto menor for distância emissor-receptor e maior for o comprimento de onda da portadora.
- d) Quanto menor for distância emissor-receptor e menor for o comprimento de onda da portadora.

Quando uma trama é recebida por um Switch Ethernet e a tabela de encaminhamento do Switch não contém uma entrada para o endereço de destino da trama, o Switch

- a) Elimina a trama.
- b) Invoca um procedimento do Address Resolution Protocol (ARP).
- c) Envia a trama para todas as portas exceto a porta através da qual a trama foi recebida.
- d) Tenta comutar a trama usando o endereço IP de destino da trama.

Considere uma rede de circuitos virtuais e, nesta rede, um dado circuito virtual. Nesta situação:

- a) Todos os pacotes do circuito transportam o mesmo identificador que se mantém constante ao longo de todas as ligações.
- b) O identificador do circuito virtual existe apenas nos routers de entrada e de saída da rede e, nos routers intermédios, não é usado o identificador do circuito.
- c) Todos os pacotes do circuito transportam o mesmo identificador mas este identificador pode mudar de ligação para ligação.
- d) O identificador do circuito é o endereço IP do computador de destino.

### Additive Increase/Multiplicative Decrease

#### ◆ Algorithm

- » increases CongestionWindow by 1 segment
- for each RTT (Round Trip Time) -> additive increase
- » divide CongestionWindow by 2
- when there is a packet loss -> multiplicative decrease

#### ◆ In practice,

- » Increases by ACK received
- » Increment =  $MSS * (MSS / CongestionWindow)$
- » CongestionWindow += Increment
- » MSS -> Maximum Segment Size

#### ◆ Slow Start

- » Sender starts with CongestionWindow=1sgm
- » Doubles CongestionWindow by RTT (\*1 on graph)

#### ◆ When a segment loss is detected, by timeout

- » threshold =  $\frac{1}{2}$  congestionWindow(\*)
- » CongestionWindow=1 sgm (router gets time to empty queues)
- » Lost packet is retransmitted
- » Slow start while  $congWindow < threshold$  (\*2 on graph)
- » Then -> Congestion Avoidance phase (\*3 on graph)

### Congestion Avoidance

- ◆ Congestion Avoidance (additive increase)
  - » increments congestionWindow by 1 sgm, per RTT
- ◆ Detection of segment loss, by reception of 3 duplicated ACKs
  - » Assumes packet is lost, – Not by severe congestion, because following segments have arrived
  - » Retransmits lost packet
  - » CongestionWindow = CongestionWindow/2

A camada de transporte recebe da camada de rede IP um serviço que (ou: A camada de rede IP fornece ao protocolo UDP um serviço que)

- a) Garante a entrega de todos os pacotes pela sequência correta.
- b) Garante a entrega de todos os pacotes mas não a sua sequência.
- c) Não garante a entrega de todos os pacotes mas garante a sequência dos pacotes entregues.
- d) Não garante a entrega de todos os pacotes nem a sua sequência.

Quando uma trama é recebida num HUB Ethernet e se destina a um computador que não está ligado ao HUB, o HUB:

- a) Elimina a trama.
- b) Gera um ARP para tentar identificar a localização do computador.
- c) Envia a trama para todas as portas exceto a porta através da qual a trama foi recebida.
- d) Envia a trama para todas as portas.

O protocolo de Transporte UDP (*User Datagram Protocol*) oferece às Aplicações que o usam:

- a) Um serviço fiável, orientado às ligações.
- b) Um serviço fiável, não orientado às ligações.
- c) Um serviço não fiável, orientado às ligações.
- d) Um serviço não fiável, não orientado às ligações.

Um ligação TCP fica univocamente identificada pelo seguinte vector

- a)  $\langle SOCKET_{dest}, PORT_{dest}, IP_{dest} \rangle$
- b)  $\langle SOCKET_{orig}, PORT_{orig}, SOCKET_{dest}, PORT_{dest} \rangle$
- c)  $\langle SOCKET_{orig}, IP_{orig}, SOCKET_{dest}, IP_{dest} \rangle$
- d)  $\langle PORT_{orig}, IP_{orig}, PORT_{dest}, IP_{dest} \rangle$

b) Apenas do débito a que as camadas superiores enviam pacotes para a fila de espera (pacote/s).

a) Uma rede de comutação de pacotes e oferece um serviço não orientado às ligações.  
b) Uma rede de comutação de pacotes e oferece um serviço orientado às ligações.  
c) Uma rede de circuitos virtuais e oferece um serviço não orientado às ligações.  
d) Uma rede de circuitos virtuais e oferece um serviço orientado às ligações.

a) Pelo servidor para a porta 21.  
b) Pelo servidor para uma porta indicada pelo cliente.  
c) Pelo cliente para a porta 21.  
**d) Pelo cliente para uma porta indicada pelo servidor.**

a) Usando uma linha de relógio controlada pelo emissor que contém informação sobre o *baudrate* usado.  
**b) Através da pré-configuração da frequência de amostragem do sinal e utilizando “start” e “stop” bits.**  
 c) Recuperando a frequência de amostragem a partir do sinal de informação recebido.  
 d) Nenhum dos anteriores.

O protocolo *Address Resolution Protocol* (ARP) usa serviços oferecidos pelo protocolo

a) TCP.                      b) UDP.

c) IP.                        d) Ethernet 802.3.

a) Deteta a perda de segmento por receção de 3 ACKs consecutivos.  
b) Recebe um pedido explícito do recetor.  
c) Recebe um pedido explícito do primeiro router.  
**d) Deteta a perda de um segmento por timeout.**

a) Um serviço fiável, com conexão.  
b) Um serviço fiável, sem conexão.  
c) Um serviço não fiável, com conexão.  
d) Um serviço não fiável, sem conexão.

O protocolo *Internet Control Message Protocol* (ICMP) usa serviços oferecidos pelo protocolo

a) TCP.      b) UDP.  
c) IP.        d) Ethernet 802.3.

Considere uma rede *Ethernet* / *IEEE 802.3* compartilhada. Admita que, após ocorrer uma colisão entre duas estações, estas tentam resolver o conflito (com base no protocolo **CSMA/CD**) e que nenhuma outra tenta aceder ao meio.

a) À medida que aumenta o número de colisões, a probabilidade de uma nova colisão mantém-se constante.

b) À medida que aumenta o número de colisões, a probabilidade de uma nova colisão é aleatória e independente do número de colisões anteriores.

c) À medida que aumenta o número de colisões, a probabilidade de uma nova colisão aumenta.

d) À medida que aumenta o número de colisões, a probabilidade de uma nova colisão diminui.

Os protocolos da camada de transporte usam vários mecanismos de controle, incluindo o mecanismo de Controle de Fluxo (CF) e o mecanismo de Controle de Congestionamento (CC). Na Internet, o protocolo *User Datagram Protocol* (UDP) usa:

- a) Apenas CF.
- b) Apenas CC.
- c) CF e CC.
- d) Não usa CF nem CC.**

Redes de comutação de pacotes podem operar nos modos de *Datagrams* (DG) ou Circuitos Virtuais (CV):

- O percurso de cada pacote está predefinido em ambos os casos, mas as garantias de entrega são diferentes.
- O percurso de cada pacote é determinado nó a nó em ambos os casos, mas as garantias de entrega são diferentes.
- Em CV o percurso de cada pacote está predefinido; em DG é determinado nó a nó.**
- Em DG o percurso de cada pacote está predefinido; em CV é determinado nó a nó.

No protocolo TCP o emissor controla uma janela de congestionamento; no início da sessão TCP ou após time-out entra-se numa fase de *slow start*, que é seguida, após se atingir um limiar, por uma fase de *congestion avoidance*:

- A janela do emissor aumenta durante *slow start* e mantém-se constante durante *congestion avoidance*.
- A janela do emissor aumenta mais rapidamente durante *slow start* do que durante *congestion avoidance*.**
- A janela do emissor aumenta mais lentamente durante *slow start* do que durante *congestion avoidance*.
- A janela do emissor aumenta rapidamente durante *slow start*; ao entrar na fase de *congestion avoidance* a janela é reduzida a metade, após o que aumenta mais lentamente até se atingir de novo o limiar (e o processo repete-se).

Numa transferência de dados FTP feita em modo passivo:

- a) As ligações de controlo e de dados são estabelecidas pelo cliente.
- b) A ligação de controlo é estabelecida pelo cliente e a de dados pelo servidor.
- c) A ligação de controlo é estabelecida pelo servidor e a de dados pelo cliente.
- d) As ligações de controlo e de dados são estabelecidas pelo servidor.

No protocolo de acesso ao meio CSMA/CD, quando uma estação emissora detecta uma colisão, esta estação:

- Continua a transmitir a trama até ao fim e retransmite a trama após espera de um número aleatório de *timeslots*.
- Continua a transmitir a trama até ao fim e retransmite a trama de forma persistente no *timeslot* seguinte.
- Aborta a transmissão da trama e retransmite a trama após espera de um número aleatório de *timeslots*.**
- Aborta a transmissão da trama e retransmite a trama de forma persistente no *timeslot* seguinte.

Que protocolo de transporte (UDP ou TCP) usaria para as seguintes aplicações:

(A1) obtenção de informação do servidor de nomes DNS;  
A2) envio de um email;  
A3) transferência de voz em pacotes.)

a) A1=UDP; A2=TCP; A3=TCP.  
**b) A1=UDP; A2=TCP; A3=UDP.**  
c) A1=TCP; A2=TCP; A3=UDP.  
d) Outra combinação.

O programa ping usado nas aulas laboratoriais gera pacotes de informação do:

- a) protocolo UDP, que por sua vez são encapsulados em pacotes IP, que por sua vez são encapsulados em tramas Ethernet.
- b) protocolo ICMP, que por sua vez são encapsulados em pacotes IP, que por sua vez são encapsulados em tramas Ethernet.**
- c) protocolo IP, que por sua vez são encapsulados em tramas Ethernet.
- d) protocolo ARP, que por sua vez são encapsulados em tramas Ethernet.

Assuma que 8 estações competem para aceder a um meio partilhado, que cada estação gera em média 1 pacote/s e que o meio é capaz de transportar 10 pacote/s. Neste cenário, sob o ponto de vista do atraso:

- a) Um mecanismo de acesso aleatório (ex. CSMA/CD) é preferível a um mecanismo de TDMA.
- b) Um mecanismo TDMA é preferível a um mecanismo de acesso aleatório.**
- c) Os dois tipos de mecanismos são equivalentes.
- d) Nenhum dos dois tipos de mecanismos consegue comutar a quantidade de tráfego indicada.

No protocolo FTP, em resposta ao pedido de transferência de dados em modo passivo, o servidor envia ao cliente:

- a) O endereço da porta do cliente para a ligação de controlo.
- b) O endereço da porta do cliente para a ligação de dados.
- c) O endereço da porta do servidor para a ligação de controlo.
- d) O endereço da porta do servidor para a ligação de dados.**

A camada de rede IP fornece ao protocolo UDP um serviço que:

- a) Garante a entrega de todos os pacotes pela sequência correta.
- b) Garante a entrega de todos os pacotes mas não a sua sequência.
- c) Não garante a entrega de todos os pacotes mas garante a sequência dos pacotes entregues.
- d) Não garante a entrega de todos os pacotes nem a sua sequência.**

O valor da janela de congestionamento de uma ligação TCP:

- é calculado pelo emissor e mantém-se constante durante uma ligação TCP.
- é calculado pelo emissor e pode variar durante uma ligação TCP.**
- é calculado pelo recetor, enviado por este ao emissor no campo *Window Size* da mensagem de ACK e mantém-se constante durante uma ligação TCP.
- é calculado pelo recetor, enviado por este ao emissor no campo *Window Size* da mensagem de ACK e pode variar durante uma ligação TCP.