

<p>Mestrado Integrado em Engenharia Informática</p> <p>Redes de Computadores</p>
<p>Ano Letivo 2019/2020 • Exame Especial Escrito • 14 Setembro 2020</p> <p>Duração Total: 120 Minutos</p>
<p>INSTRUÇÕES</p> <p>– Salvo indicações alternativas expressas pelo docente na sala, o único material permitido é material de escrita, cartão de identificação com fotografia, uma garrafa de água e um pacote de lenços de papel.</p> <p>– Os alunos responderão às questões do enunciado na própria folha do enunciado.</p> <p>– Depois de terminarem, os alunos devem sair apenas no final do tempo reservado para a realização do exame. Devem deixar o exame resolvido em cima da mesa. Os exames serão recolhidos pelo docente.</p>

Número:		Nome:	
----------------	--	--------------	--

GRUPO I (10x5%, 60 minutos)

Classifique cada uma das quatro afirmações (A1, B2, C3 e D4) em cada questão como verdadeira ou falsa. Em cada questão, cada afirmação mal classificada anulará a pontuação numa afirmação bem classificada, não havendo transporte de pontuações negativas entre questões ou grupos.

1. Uma tarefa básica do nível da ligação de dados (segundo nível da pilha OSI) é transferir PDUs (*Protocol Data Units*) entre nós adjacentes, sendo que:

A1	A estratégia de partilha do meio de transmissão é implementada exclusivamente em tecnologias sem fios (<i>wireless</i>).					
B2	Este nível protocolar define mecanismos e funcionalidades em processos de comunicação indireta entre interfaces, suportando vários protocolos de comunicação de nível de rede, como o IPv4 ou o IPv6.					
C3	Os PDUs a este nível protocolar costumam designar-se de tramas (<i>frames</i>).					
D4	A associação entre endereços MAC deste nível protocolar e os endereços de rede IPv4 é feita através duma relação lógica/semântica entre os dois tipos de endereços.					
Verdadeiras:			C3			
Falsas:	A1	B2		D4		

2. Em tecnologias de partilha de meio de transmissão sem fios Wi-Fi (IEEE 802.11):

A1	Uma estação pronta a enviar dados, assim que deteta o meio sem comunicações ativas, só pode enviar uma trama de dados depois de esperar, no máximo, um pequeno período de tempo denominado de DIFS (<i>Distributed Coordination Function Inter-Frame Sequence</i>).					
B2	Independente do modo, todas as tramas de dados utilizam efetivamente (i.e., o seu valor é relevante) os quatro endereços MAC, cada um ocupando quatro bytes.					
C3	No modo intra-estrutura são necessários pontos de acesso (APs – <i>Access Points</i>) que servem de elementos coordenadores da comunicação entre estações (STA) e como ponto de interligação para o resto da rede local cablada (para eventual acesso a redes externas e resto da Internet).					
D4	Nas tramas de dados, os bits <i>toDS</i> e <i>fromDS</i> definem a utilização/significado que os quatro campos de endereçamento têm.					
Verdadeiras:			C3	D4		
Falsas:	A1	B2				

Número:		Nome:	
----------------	--	--------------	--

3. Em tecnologias de partilha de meio de transmissão com fios Ethernet (IEEE 802.3):

A1	O paradigma utilizado para controlo de acesso e de utilização do meio permite evitar todas as colisões.				
B2	O tamanho das tramas é variável mas obriga sempre que, no encapsulamento de pacotes de rede IPv4, o tamanho do pacote IP seja sempre igual ou menor que o tamanho do campo de dados das tramas.				
C3	O comprimento máximo dos cabos de ligação depende do valor máximo de atenuação do sinal no meio de transmissão.				
D4	A atenuação do sinal é superior do que em tecnologias de meio de transmissão sem fios Wi-Fi (IEEE 802.11) possibilitando a utilização de mecanismos de deteção de colisões.				
Verdadeiras:		B2	C3		
Falsas:	A1			D4	

4. No nível protocolar de rede (terceiro nível da pilha OSI):

A1	O uso do mecanismo de deteção de erros denominado de CRC (<i>Cyclic Redundancy Check</i>) é baseado no uso de polinómios geradores cíclicos normalizados.				
B2	Não é obrigatória a implementação de mecanismos de controlo de fluxo e de erros na troca de pacotes de dados.				
C3	A troca de dados é possível entre interfaces na mesma rede física bem como entre interfaces em redes físicas distintas desde que façam parte da mesma rede ou sub-rede de nível três.				
D4	São necessários comutadores (<i>switches</i>) para interligar duas ou mais interfaces numa rede IPv4 e são necessários encaminhadores (<i>routers</i>) para interligar duas ou mais redes IPv4.				
Verdadeiras:	A1	B2		D4	
Falsas:			C3		

5. No nível de rede da pilha protocolar TCP/IP:

A1	O processo de encaminhamento em redes IPv4 utiliza tabelas de encaminhamento em todos os sistemas finais (<i>hosts</i>) ou intermédios (<i>routers</i>) e podem conter, simultaneamente, entradas resultantes de mecanismos dinâmicos e entradas resultantes de definições estáticas.				
B2	Nas redes IPv4 não é possível um pacote de dados passar no mesmo encaminhador (<i>router</i>) mais do que uma vez devido à utilização do campo de <i>Time to Live</i> (TTL) no cabeçalho de todos os pacotes.				
C3	Os endereços dos interfaces em redes IPv4 podem ter tamanhos diferentes, dependendo da classe de endereço.				
D4	O protocolo IP oferece um serviço de entrega de pacotes fiável apesar de não ser orientado à conexão.				
Verdadeiras:	A1				
Falsas:		B2	C3	D4	

6. Numa rede local IPv4:

A1	A notação CIDR (<i>Classless Inter-Domain Routing</i>) pode ser utilizada para indicar o endereço de rede completo, incluindo a informação indireta que permite definir a máscara de rede/sub-rede.				
B2	Um equipamento com dois ou mais interfaces físicos de rede é sempre considerado um encaminhador/ <i>router</i> e um equipamento com um único interface físico de rede é sempre considerado um sistema final ou <i>host</i> .				
C3	As classes A, B e C de endereços IPv4 permitem endereçar o mesmo número máximo de sub-redes mas um número máximo de interfaces em cada sub-rede que depende da classe.				
D4	O endereço 1.1.1.1/11, em notação CIDR, é um endereço que não pode ser utilizado por nenhum interface IPv4.				
Verdadeiras:	A1			D4	
Falsas:		B2	C3		

Número:		Nome:	
----------------	--	--------------	--

7. No serviço de entrega de pacotes em redes IP:

A1	Um pacote IPv4, depois de ser fragmentado, só é reconstruído no pacote de tamanho original no último encaminhador/router da rede local do interface/host de destino.				
B2	O processo de fragmentação dum pacote IPv4 não garante, nem é preciso, que os fragmentos desse pacote sigam o mesmo caminho (rota) ou cheguem ordenados ao interface/host destino.				
C3	O processo de fragmentação torna a transmissão de dados através do protocolo IPv4 mais lenta mas mais compatível com vários tipos de tecnologias de nível de ligação com diferentes tamanhos máximos de tramas (MTU).				
D4	Os interfaces de origem e de destino dum pacote podem residir em redes IPv4 de classes diferentes e não precisam de estar na mesma rede ou sub-rede local nem as redes ou sub-redes serem suportadas sobre a mesma tecnologia de nível de ligação de dados ou de nível físico.				
Verdadeiras:		B2	C3	D4	
Falsas:	A1				

8. Considere o protocolo ARP (*Address Resolution Protocol*) da pilha protocolar TCP/IP:

A1	É um protocolo que opera no nível de ligação de dados (nível dois da pilha OSI) e que serve para um host saber qual o endereço MAC correspondente ao endereço IP do interface/host da rede/sub-rede local para o qual quer enviar o pacote de dados.				
B2	As entradas da tabela ARP num host têm uma validade limitada no tempo, ou seja, a informação mantida nestes tabelas é dinâmica e automaticamente atualizada (sem intervenção humana).				
C3	O método de transmissão por <i>multicast</i> IP (i.e., envio para todos os interfaces/hosts que partilham o meio físico) é usado nos pedidos ARP.				
D4	É um protocolo de nível de ligação de dados pelo que a informação contida na tabela ARP num sistema final/host só pode dizer respeito a endereços IP duma única rede ou sub-rede IPv4.				
Verdadeiras:	A1	B2			
Falsas:			C3	D4	

9. Considere os equipamentos mais comuns de interligação no nível de ligação de dados (nível dois):

A1	É possível ligar vários comutadores (<i>switches</i>) em árvore para assim poder interligar duas ou mais redes IP distintas sem precisar de usar um encaminhador/router IP.				
B2	Os comutadores (<i>switches</i>) aprendem quais os interfaces que interligam analisando os endereços MAC das tramas recebidas em todas as suas portas (<i>links</i>) mas não sabem exatamente a que portas específicas cada um dos interfaces estão ligados.				
C3	Se num comutador (<i>switch</i>) estão definidas redes virtuais (VLANs) o tráfego de nível dois é isolado entre VLANs, i.e., é equivalente a ter comutadores físicos distintos, um por cada VLAN.				
D4	Um comutador (<i>switch</i>) interliga várias portas (<i>links</i>) numa topologia em estrela que emula o comportamento duma topologia clássica de barramento partilhado.				
Verdadeiras:			C3	D4	
Falsas:	A1	B2			

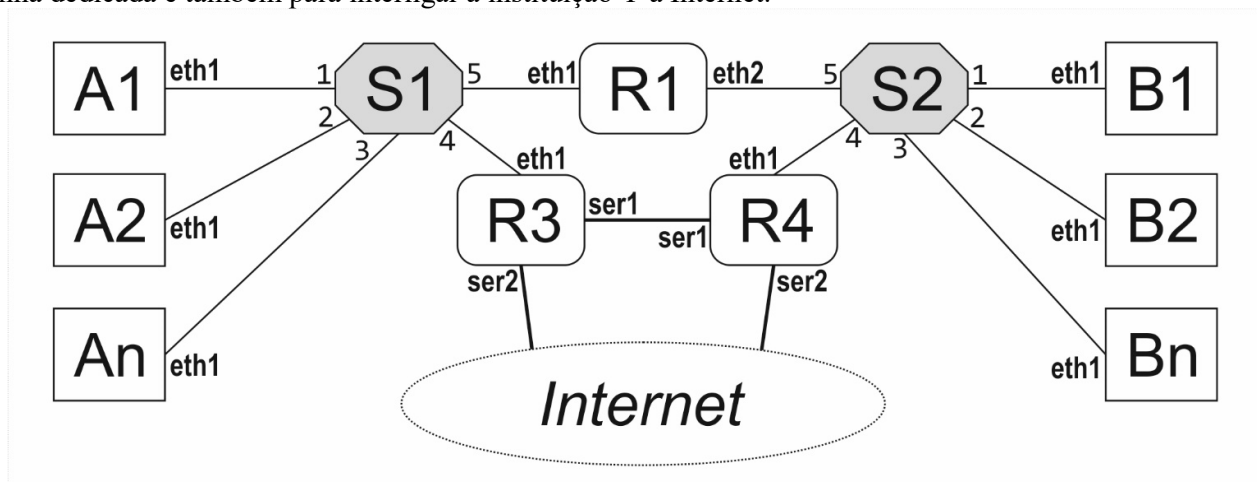
10. No contexto genérico das redes-sem-fios:

A1	Quando nas redes Wi-Fi (IEEE 802.11) são usadas tramas RTS (<i>Request to Send</i>) e CTS (<i>Clear to Send</i>), a probabilidade de haver colisões no meio de transmissão aumenta substancialmente.				
B2	Nas redes Wi-Fi (IEEE 802.11), o problema dos nós expostos ocorre porque um ou mais nós podem estar ocultos por algum obstáculo ou pela atenuação do sinal do meio de transmissão.				
C3	A mobilidade nas redes celulares de dados pode ser suportada por encaminhamento indireto através de um <i>home agent</i> mas este modo é pouco escalável para esse <i>home agent</i> .				
D4	A adaptação do débito de informação entre dois nós específicos é feita dinamicamente tendo em consideração a proporção entre a potência do sinal e a potência do ruído.				
Verdadeiras:			C3	D4	
Falsas:	A1	B2			

Número:		Nome:	
---------	--	-------	--

GRUPO II (15%+15%+10%+10%, 60 minutos)

Tenha em consideração a figura 1 que ilustra o equipamento duma instituição Y que é necessário interligar através de IPv4 à Internet. A instituição possui dos departamentos diferentes, A e B. Os equipamentos **A_n** são *hosts* do dep. A e os equipamentos **B_n** são *hosts* do dep. B. Os equipamentos **S1** e **S2** são comutadores (*switches ethernet*) e **R1**, **R3** e **R4** são encaminhadores (*routers*) IPv4. O *router* **R1** serve para interligar as redes dos dois departamentos e os *routers* **R3** e **R4** servem para interligar os departamentos através duma linha dedicada e também para interligar a instituição Y à Internet.



1. Tendo em consideração que a instituição Y tem apenas disponível uma rede classe A para o endereçamento de todos os equipamentos, defina um esquema de endereçamento que maximize o valor de **K**, i.e., que permita o maior número possível de *hosts* em toda a rede da instituição (escolha um endereço IPv4 classe A válida e a seu gosto):

End. Rede:	1.0.0.0	Valor de n e de K:		$1 \leq n \leq 2^{23}-4$	$K = 2^{24}-8$
Host/Router	Sub-rede	Endereço Interface		Endereço Completo (CIDR)	
A1	01	eth1	000000.00000000.00000001	1.64.0.1/10	
An	01	eth1	111111.11111111.11111100	$1.01[n\{22,16\}].[n\{16,8\}].[n\{24,32\}]/10$	
B1	10	eth1	000000.00000000.00000001	1.128.0.1/10	
Bn	10	eth1	111111.11111111.11111100	$1.10[n\{22,16\}].[n\{16,8\}].[n\{24,32\}]/10$	
R1	01	eth1	111111.11111111.11111110	1.64.0.254/10	
R1	10	eth2	111111.11111111.11111110	1.128.0.254/10	
R3	01	eth1	111111.11111111.11111101	1.64.0.253/10	
R3	001	ser1	11111.11111111.11111101	1.32.0.253/11	
R4	10	eth1	111111.11111111.11111101	1.128.0.253/10	
R4	001	ser1	11111.11111111.11111110	1.32.0.254/11	

2. Sabendo que os dois departamentos têm que ter interligação entre si e à Internet, complete as tabelas de encaminhamento manual/estático IPv4 para **B1**, **R1** e **R3** (a ordem das entradas numa tabela é irrelevante; escreva os endereços no formato CIDR):

Tabela de encaminhamento de R3

Rede/Sub-rede Destino	Próximo Hop	Interface de saída
0.0.0.0	128.20.0.6/30	ser2
128.20.0.4/30	128.20.0.5/30	ser2
1.128.0.0/10	1.128.0.254/10	eth1
1.32.0.254/11	1.32.0.253/11	ser1
1.128.0.0/10	1.64.0.254/10	eth1

Número:		Nome:	
----------------	--	--------------	--

Tabela de encaminhamento de R1

Rede/Sub-rede Destino	Próximo Hop	Interface de saída
0.0.0.0	1.64.0.253/10	eth1
1.128.0.0/10	1.128.0.254/10	eth2
1.64.0.0/10	1.64.0.254/10	eth1

Tabela de encaminhamento de B1

Rede/Sub-rede Destino	Próximo Hop	Interface de saída
0.0.0.0	1.128.0.253/10	eth1
1.128.0.0/10	1.128.0.1/10	eth1
1.64.0.0/10	1.128.0.254/10	eth1

3. Suponha que **S1** e **S2** são reinicializados (tabelas de comutação ficam vazias) e em seguida o host **B1** envia um pacote IPv4 para o host **A1** que responde de imediato com um pacote IP para **B1**. Complete a tabela seguinte com os eventos que acontecem em **S1** e **S2** (as entradas devem estar por ordem temporal). Considere que os eventos possíveis são: receber trama na porta X (**Rec X**), gravar informação recebida da porta X na tabela de comutação (**Save X**) ou enviar trama nas portas X,Y... (**Send X,Y,...**).

Comutador	Evento	Porta Entrada	Portas Saída	MAC Origem
S2	Rec	1	-	B1:eth1
S2	Save	1	-	B1:eth1
S2	Send	-	2,3,4,5	B1:eth1
S1	Rec	5	-	R1:eth1
S1	Save	5	-	R1:eth1
S1	Send	-	1,2,3,4	R1:eth1
S1	Rec	1	-	A1:eth1
S1	Save	1	-	A1:eth1
S1	Send	-	5	A1:eth1
S2	Rec	5	-	R1:eth2
S2	Save	5	-	R1:eth2
S2	Send	-	1	R1:eth2

4. Sabendo que o MTU (*Maximum Transmission Unit*) da rede dedicada entre **R3** e **R4** é de 1000 bytes, **R3** tem que fragmentar um pacote IPv4 que recebeu de **A1**, com um total de 1980 bytes, por forma a enviar o menor número de fragmentos possível para **R4**. O pacote IPv4 original recebido de **A1** tem o seguinte cabeçalho (o símbolo “?” indica que o valor destes campos é irrelevante neste exercício):

Ver = 4	HL = 5	Type of Service = ?	Total Length = 1980	
Identification = 1980			Flags=000	Fragment Offset = 0
Time To Live = 2		Protocol = ?	Header Checksum = ?	
Source IP Address = ?				
Destination IP Address = ?				

Número:		Nome:	
----------------	--	--------------	--

Preencha os campos dos seguintes cabeçalhos dos pacotes IP resultantes do processo de fragmentação do pacote original e que serão enviados a **R4**:

Ver = 4	HL = [5]	Type of Service = ?	Total Length = [996]	
Identification = [1980]			Flags=[?01]	Fragment Offset = [0]
Time To Live = [1]		Protocol = ?	Header Checksum = ?	
Source IP Address = ?				
Destination IP Address = ?				

Ver = 4	HL = [5]	Type of Service = ?	Total Length = [996]	
Identification = [1980]			Flags=[?01]	Fragment Offset = [122]
Time To Live = [1]		Protocol = ?	Header Checksum = ?	
Source IP Address = ?				
Destination IP Address = ?				

Ver = 4	HL = [5]	Type of Service = ?	Total Length = [28]	
Identification = [1980]			Flags=[?00]	Fragment Offset = [244]
Time To Live = [1]		Protocol = ?	Header Checksum = ?	
Source IP Address = ?				
Destination IP Address = ?				

Campo **Flags** do cabeçalho do pacote IPv4 (3 bits):

- Primeiro bit é reservado (valor irrelevante);
- Segundo bit é o DF (*Don't Fragment*) bit e se for 1 indica que o pacote não pode ser fragmentado;
- Terceiro bit é o MF (*More Fragment*) bit e se for 1 indica que o fragmento não é o último.

Campo **Header Length** (HL) é de 4 bits e indica o número de palavras de 4 bytes que o cabeçalho ocupa.

4 bits	4 bits	8 bits	16 bits	
Version	HL	Type of Service	Total Length	
Identification			Flags	Fragment Offset
Time To Live		Protocol	Header Checksum	
Source IP Address				
Destination IP Address				
Options + Padding (if any)				
DATA				
...				

Formato do pacote IPv4

Octets: 2	2	6	6	6	2	6	2	4	0-7951	4
Frame Control	Duration /ID	Address 1	Address 2	Address 3	Sequence Control	Address 4	QoS Control	HT Control	Frame Body	FCS

Formato da trama MAC IEEE 802.11