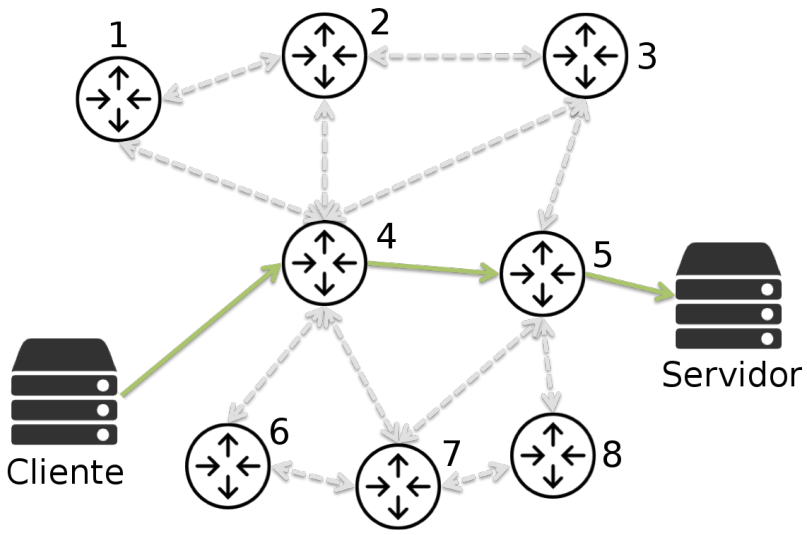
LETI/LEIC 2015-2016, Repescagem do 2º Teste de Sistemas Distribuídos

28 de junho de 2016

Responda no enunciado, usando apenas o espaço fornecido. Identifique todas as folhas.
Uma resposta errada numa escolha múltipla com N opções desconta 1/(N-1) do valor da pergunta.
Duração da prova: 1h30m

Grupo I [8 valores]

Considere o seguinte sistema de encomendas eletrónicas baseado na tecnologia de Web Services.
O Cliente e o Servidor estão interligados através da Internet, por nós de rede em que não confiam.
O fornecedor recebe encomendas através da operação `placeOrder` invocada por HTTP.



1) Um **atacante** capturou o seguinte pedido a caminho do servidor:

```
<S:Envelope xmlns:S="http://schemas.xmlsoap.org/soap/envelope/">
    <S:Header/>
    <S:Body>
        <ns2:placeOrder xmlns="http://tempuri.org/PurchaseOrderSchema.xsd"
xmlns:ns2="http://ws.example/">
            <ns2:order OrderDate="2016-06-17+01:00">
                <ShipTo>
                    <name>Warehouse</name>
                    <street>22nd st</street>
                    <city>Springfield</city>
                    <state>MA</state>
                    <zip>1105</zip>
                </ShipTo>
                <BillTo>
                    <name>Headquarters</name>
                    <street>Vassar St</street>
                    <city>Cambridge</city>
                    <state>MA</state>
                    <zip>2139</zip>
                </BillTo>
            </ns2:order>
        </ns2:placeOrder>
    </S:Body>
</S:Envelope>
```

a) [0,6] Descreva os passos necessários para realizar um ataque que leve a encomenda a ser entregue noutro endereço postal. Indique explicitamente onde se deve posicionar o atacante.

b) [0,5] Se o pedido estivesse a ser enviado via HTTPS em vez de HTTP, continuaria a ser possível o mesmo ataque? Responda esclarecendo se a segurança oferecida pelo HTTPS é "ponto-a-ponto" ou "extremo-a-extremo" explicando a diferença.

2) Considere agora que tem à sua disposição **criptografia assimétrica**.

a) [0,9] O que acrescentaria à mensagem para garantir *apenas* a **integridade**.
Use { } para representar cifra e Kpub e Kpriv para indicar chave pública e privada.
Acrescente uma legenda para outros elementos adicionais, caso sejam necessários.

```
<soap:envelope>
    <soap:header>









    </soap:header>
    <soap:body>
        <placeOrder .../>
    </soap:body>
</soap:envelope>
```

b) [0,9] Pretende-se agora garantir a **confidencialidade** recorrendo *apenas* a cifra assimétrica.
Represente as etiquetas XML de forma simplificada.

```
<soap:envelope>









</soap:envelope>
```

c) [0,5] Qual seria a distribuição de chaves que permitiria garantir o **não-repúdio** dos pedidos de encomenda?
   i) A chave pública deve ser certificada por 2 níveis hierárquicos de CA.
   ii) A chave pública deve ser apenas do conhecimento do destinatário.
   iii) Deve usar-se um par de chaves diferente para cada mensagem.
   iv) A chave privada deve ser apenas do conhecimento do próprio.

d) Pretende-se agora usar **cifra híbrida** da seguinte forma:
   { M } K1, { K1 } K2 onde M representa a mensagem, { } cifra, e K1 e K2 são chaves criptográficas.

   i) [0,4] Escolha um algoritmo de cifra para K1. Justifique.

   ii) [0,4] Escolha um algoritmo de cifra para K2. Justifique.

   iii) [0,6] O que sucede se o tamanho de M não for um múltiplo exato do tamanho do bloco da cifra? Como trataria o último bloco?

3) Considere agora que está a utilizar o sistema **Kerberos V5**.
   a) [0,4] Do ponto de vista do cliente, qual é o resultado final **após** executar integralmente o protocolo Kerberos?

   b) [0,4] Que chaves devem ser partilhadas entre um cliente e o Kerberos **antes** de se poder executar o protocolo?

   c) [0,5] Seguindo o protocolo Kerberos V5, um cliente C obteve um ***ticket*** para sessão com o serviço S. O cliente pretende agora enviar um pedido confidencial a S. Para tal, a mensagem deve incluir:
      i) {pedido}Kpub s
      ii) {pedido}Kcs
      iii) {pedido}Kpriv s
      iv) {pedido}Ksaut

d) [0,8] Usando a chave escolhida na resposta anterior, poderia garantir a **integridade** da mensagem?
Se sim, indique o nome do mecanismo e explique-o sucintamente.
Se não, indique a razão que impede a garantia.

e) [0,5] Considere o **autenticador** usado no Kerberos V5: $auth_{x,y} = \{x, T_{req}\}_{Kx,y}$
i) x é o resumo do nome do cliente, Treq é um valor numérico, Kx,y é uma chave simétrica.
ii) x é um nonce, Treq é marca temporal para garantir frescura, Kx,y é a chave pública de Y.
iii) x é a chave do cliente, Treq é marca temporal para garantir frescura, Kx,y é a chave de sessão.
iv) x é o nome do cliente, Treq é marca temporal para garantir frescura, Kx,y é a chave de sessão.

f) [0,6] Que implicação tem a utilização do valor **Treq** sobre os clientes e servidores envolvidos?

Grupo II [6 valores]

1) Considere um sistema cliente-servidor com **replicação ativa** com *quorum consensus*.
Onde: C1 – cliente com id 1; C2 – cliente com id 2; FE1 – *Front-end* de C1; FE2 – Front-end de C2;
R1, R2, R3 – réplicas do servidor; x uma é variável inteira.
Registaram-se as seguintes mensagens:

- C1 -> FE1 read(x)
- FE1 -> R1 read(x)
- FE1 -> R2 read(x)
- FE1 -> R3 read(x)
- R2->FE1 x=0, <1,33>
- R3->FE1 x=-100, <2,31>

a) [0,5] O que são os valores <… , …> (exemplificados acima por <1,33> e <2,31>)? E para que servem?

b) [0,5] Considera que a leitura de C1 poderia ser finalizada no passo seguinte a R3->FE1? Justifique.

c) [0,9] C1 pretende agora executar ***write(x, 10)*** e C2 **write(x, 20)**.
Considere que:
- A leitura anterior já terminou e nenhuma outra operação se executou entretanto.
- R2 teve uma falta silenciosa (R2 KO) e antes não tinham ocorrido outras faltas.
- A ligação de rede do FE1 a todas as réplicas tem aproximadamente o dobro da latência da ligação de rede de FE2 a todas as réplicas.

Construa uma possível sequência de mensagens até à conclusão das duas escritas, caso seja possível. Inclua os meta-dados <… , …> relevantes na sua resposta e pode acrescentar mais • se necessário.

- **R2 KO**
- C1 -> FE1 write(x, 10)
- C2 -> FE2 write(x, 20)
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-

d) [0,7] O cliente C3 pretende agora executar ***read(x)*** após as duas escritas anteriores terem sido concluídas. Considere que R2 está recuperado (R2 OK) e que R1 teve uma falta silenciosa (R1 KO).

Construa uma possível sequência de mensagens até à conclusão da leitura, caso seja possível.

- **R2 OK**
- **R1 KO**
- C3 -> FE3 read(x)
-
-
-
-
-
-
-
-

2) Considere agora um outro sistema replicado, baseado no protocolo ***primary-backup*** com um servidor de nomes. Onde: C – cliente; FE – front-end; S – serviço; R1 – réplica primária; R2 – réplica secundária; NS – servidor nomes. a é uma variável inteira.
O *front-end* resolve *sempre* o nome do servidor antes de o contactar através da função *resolve* que devolve o endereço de uma réplica (*addressOf*).

Registaram-se as seguintes mensagens:

- C -> FE read(a)
- R1 -> R2 …
- FE -> NS resolve(S)
- NS -> FE addressOf(R1)
- FE -> R1 read(a)
- R1 -> FE a=100
- R1 -> R2 …
- FE -> C a=100

a) [0,5] Qual é o conteúdo e propósito das mensagens R1 -> R2 … ?

b) [0,6] Antes da resposta ao cliente, não deveria ter surgido R1 -> R2 read(x)?
Considera este comportamento normal ou uma falta? Justifique.

c) [0,9] O cliente pretende agora executar ***write(a, 300)***.
Complete uma possível sequência de mensagens sendo que R1 KO representa a falta silenciosa de R1.
Complete a sequência até que o sistema recupere da falta (caso recupere).

- C -> FE write(a, 300)
- FE -> NS resolve(S)
- NS -> FE addressOf(R1)
- FE -> R1 write(a, 300)
- **R1 KO**
-
-
-
-
-
-
-

d) [0,4] Qual é o cálculo correto para o tempo de recuperação do serviço assumindo *primary-back com naming server*?

i) (P + tmax) + (tpublishNS + tresolveNS) + tretryFE
ii) P + tpublishNS + tretryFE
iii) (P + tmax) + tpublishNS + tretryFE + tresponse
iv) (P + 3*tmax) + (tpublishNS + tresolveNS) + tretryFE

e) [0,4] Qual é o ponto central de falha da solução global de *primary-backup com naming server*? Considere que cada FE corre no mesmo processo que cada C.

f) [0,6] Que solução proporia para evitar um ponto central de falha na solução?

Grupo III [3 valores]

Numa plataforma de *crowdfunding* cada projeto proposto recebe promessas de donativos monetários vindas de diferentes interessados em apoiar o projeto. Após um projeto angariar o montante pretendido, é realizada a transferência de cada donativo para a conta do proponente do projeto.

Assuma que para um dado projeto as promessas de donativos foram recolhidas na lista donativos, diferentes donativos podem vir de diferentes bancos (*d.bank*). Cada banco tem um serviço remoto que oferece a operação *transfer* e mantém as suas contas num sistema de dados transacional.

```
1     boolean collectDonations(List<Donation> donations, Account proponentAccount) {
2           Object tx = openTransaction();
3           for each (Donation d in donations) {
4                 d.bank.transfer(d.account, d.amount, proponentAccount, tx);
5                 if (error) {
6                       return error;
7                 }
8           }
9           return closeTransaction(tx);
10    }
```

1) O programa acima poderá violar a propriedade da Atomicidade.

a) [0,2] Defina o conceito de Atomicidade.

b) [0,5] Indique como corrigiria o programa para garantir a propriedade.
Programe as alterações indicando o número ou números das linhas a modificar ou a corrigir.

2) [0,4] No programa não há qualquer menção explícita à utilização de mecanismos para garantir isolamento porque:
a) O isolamento é garantido pelo coordenador.
b) O isolamento é garantido pela transação local do participante.
c) O isolamento é garantido pelo 2PC que chega a uma decisão única.
d) O isolamento se necessário é garantido pela programação da sincronização no código.

3) O valor retornado na linha 2 (tx)
a) [0,3] Quem atribui o valor a tx?

b) [0,4] Que utilidade tem tx na sequência da transação, no caso concreto da linha 4? Justifique.

c) [0,4] Que utilidade tem tx na sequência da transação, no caso concreto da linha 9. Justifique.

4) Assuma que o programa é executado com 4 bancos participantes (B1, B2, B3, B4) e chega à linha 9 do programa. Indique qual a decisão tomada pelo coordenador em cada uma das seguintes situações:
a) [0,4] Após enviar canCommit(tx), o coordenador recebeu voto Yes de todos os participantes exceto do B1 que não respondeu tendo expirado o *timeout*.
   i) O Coordenador envia doAbort a todos.
   ii) O Coordenador envia doCommit a todos.
   iii) O Coordenador envia doCommit aos participantes que votaram Yes e doAbort a B1.
   iv) O Coordenador não toma nenhuma decisão neste caso ficando bloqueado.

b) [0,4] Após enviar canCommit(tx), o coordenador recebeu voto Yes de todos os participantes e agiu em conformidade, B1 não volta a contactar o coordenador.
   i) O Coordenador envia doAbort a todos.
   ii) O Coordenador envia doAbort a B1.
   iii) O Coordenador mantém a transação aberta esperando que B1 recupere.
   iv) O Coordenador envia uma excepção ao cliente e fecha a transação.

Grupo IV [3 valores]

Considere o seguinte extrato de uma mensagem SOAP:

```
<soap:Body>
  <m:GetPrice xmlns:m="http://www.w3schools.com/prices">
    <m:Item>Apples</m:Item>
  </m:GetPrice>
</soap:Body>
```

1) [0,4] O URI `http://www.w3schools.com/prices` indicado neste pacote SOAP serve para:
   a) Localizar o WSDL do serviço.
   b) Identificar um *namespace*.
   c) Não é um *namespace* porque é uma mensagem SOAP e não um documento XML.
   d) Localizar um *namespace*.

2) [0,4] Considere o seguinte binding em Java RMI e o nome "`//xpto.jogox`"

```
Jogo j = (DeckofCards) Naming.lookup("//xpto.jogox");
```

   a) É um URL que localiza diretamente o objeto servidor
   b) O nome identifica o objeto no RMI registry local e permite obter a sua referência remota
   c) O nome é local à máquina virtual onde está a correr o servidor
   d) O nome é puro e pode estar localizado em qualquer RMI registry

O seguinte excerto faz parte da página de informação do Fénix. A informação apresentada deve ser percebida tendo em conta o que aprendeu na cadeira de Sistemas Distribuídos.

> **Sistema de Autenticação Centralizada**
>
> O sistema de autenticação centralizada do IST inclui:
>
> O diretório central do IST através do protocolo LDAP;
>
> O sistema de autenticação Kerberos;

3) Um serviço de diretório é diferente de um serviço de nomes
   a) [0,5] Indique claramente a principal diferença entre um serviço de diretório e um serviço de nomes.

   b) [0,5] A que se refere o protocolo LDAP da página do IST? Explique claramente o que deverá conter este diretório. Procure ilustrar com a sua informação como utente do IST.

c) No seu projeto usou também um serviço de diretório

i) [0,3] Qual a principal vantagem que obteve da sua utilização. Justifique.

ii) [0,5] Procure evidenciar com 2 exemplos que outras funções poderia obter desse diretório que não fosse a mera tradução do nome do serviço.

4) [0,4] LDAP e certificados digitais

a) O diretório pode ter os certificados digitais X509 dos utilizadores.

b) Não pode colocar certificados no diretório porque existe a possibilidade de ataque de "*man-in-the-middle*".

c) O LDAP não resulta da evolução do X500 pelo que não consegue armazenar certificados X509 que apenas podem existir nesse diretório.

d) O LDAP tem os certificados porque é uma *Certification Authority* (neste caso do IST).
