

- **IMP** Responda as perguntas 1 e 2 numa folha e às restantes noutra.
- **Justifique todas as respostas.**

1 [3v] - Sobre sistemas distribuídos.

1.1- Dê uma definição de **sistema distribuído** e apresente, justificando, algumas vantagens da utilização destes sistemas relativamente aos sistemas centralizados, i.e., com uma só unidade computacional.

1.2- Diga o que entende por **Middleware** e discuta o respetivo papel na programação dos sistemas distribuídos.

1.3- Diga o que entende por **relógio de Lamport** e diga quais as suas propriedades mais relevantes.

2 [7v]- Um sistema de video-vigilância construído sobre uma rede IP/Ethernet-comutada permite a um conjunto de operadores observar qualquer câmara a partir de qualquer de vários pontos de observação. O sistema permite ainda que vários operadores possam visualizar a mesma câmara em simultâneo.

2.1- Um protocolo IP adequado à distribuição dos streams de video para vários pontos de visualização simultânea é o IGMP (Internet Group Management Protocol). Diga sucintamente como funciona e qual o modelo de cooperação que está subjacente ao seu funcionamento. Quais as características que os comutadores Ethernet devem suportar para uma utilização eficiente da largura de banda da rede?

2.2- Qual o modelo de encaminhamento que os comutadores Ethernet normalmente usam (incluído na norma IEEE 802.1D)? Diga algumas propriedades mais relevantes desse modelo.

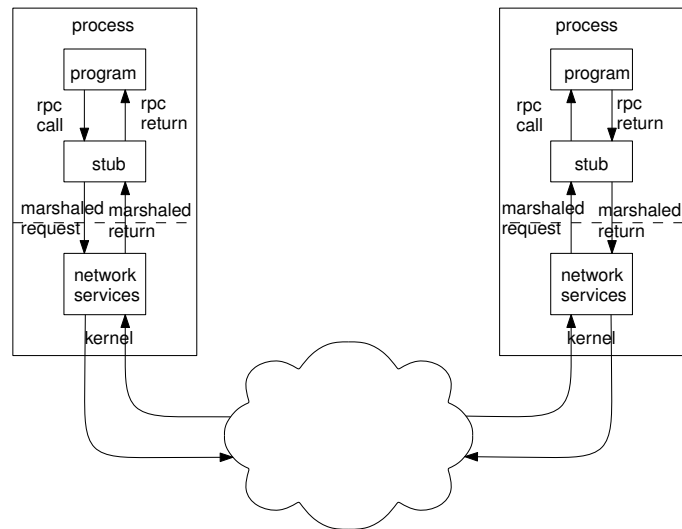
2.3- Neste sistema as várias frames de video são transmitidas com marcas temporais que permitem relacionar no tempo videos de câmaras distintas. Para manter os relógios sincronizados é utilizado o protocolo NTP. Este protocolo tem um relógio de referência (servidor) que se sincroniza a partir da Internet. Todos os restantes nodos na rede local (clientes) se sincronizam com este. Este protocolo faz uso da técnica de Round Trip Delay Measurement. Diga em que consiste esta técnica e para que serve. Dê um exemplo numérico.

2.4- Na continuação da alínea anterior, considere que os cristais dos relógios locais têm uma exatidão de 10^{-5} e que os nodos fazem pedidos de ressincronização ao servidor de tempo cada minuto. O *jitter* máximo do atraso de rede é de 2ms. Qual a precisão que o relógio local consegue atingir?

3 [2v]- Sobre RPC.

3.1- Explique o conceito de *Remote Procedure Call (RPC)*. Para que tipo de aplicações este tipo de *middleware* é mais apropriado?

3.2- A figura ao lado ilustra a implementação dum sistema baseado em RPC. Em princípio, dada uma aplicação do tipo que terá indicado na alínea anterior, é sempre possível implementar a funcionalidade dos *stubs*, e desta forma usar o paradigma de RPC na estruturação de aplicações distribuídas desse tipo. Qual a vantagem no uso duma camada *middleware* que suporte RPC em relação a essa solução?



4 [4v]- Considere o protocolo de replicação *quorum-consensus*.

4.1- Sejam N_R e N_W o tamanho dos *quorums* de leitura e de escrita e N o número de réplicas. Enuncie as desigualdades que deverão ser satisfeitas por estes parâmetros. Pode assumir que as réplicas não falham.

4.2- Considere um sistema replicado em que $N = 3$, $N_R = N_W = 2$. Este sistema é tolerante à falha do tipo *crash* de 1 réplica? E de 2 réplicas?

4.3- Pretende-se que o protocolo *quorum consensus* seja tolerante a falhas do tipo *crash* de no máximo f réplicas. I.e., que continue a fornecer o serviço desde que o número de réplicas que falhe, parando (*crashing*) seja no máximo f . Apresente as desigualdades que deverão ser satisfeitas neste caso. Pode assumir que a rede não se parte.

5 [4v]- Considere *View Synchronous Multicast*.

5.1- Explique por suas palavras o que é *view synchronous multicast*.

5.2- A implementação deste serviço discutida na aula usa exclusivamente comunicação TCP. Uma alternativa seria usar *multicast IP* na difusão de mensagens e usar TCP na alteração das vistas, incluindo a “estabilização” de mensagens. Analise esta possibilidade e apresente a principal vantagem e a principal desvantagem desta aproximação. Proponha algumas medidas que poderiam ser usadas para minorar a desvantagem que identificou.

6 [2v] - Sobre replicação em sistemas distribuídos.

6.1- Explique as duas principais razões para o recurso à replicação em sistemas distribuídos.

6.2- Garantir consistência sequencial ao nível da Internet pode não ser viável, especialmente em sistemas de grande escala. Explique porquê e quais as consequências deste facto para esse tipo de sistemas na Internet.