

Parte A (12 valores)

1. Tanenbaum defines a *distributed system* as a *collection of independent computers that appears to its users as a single coherent system*. Using this definition as the starting point, try to elicit some of the distinctive features that this kind of systems present, namely *communication through message passing*, *failure handling* and *global internal state*.

Neste tipo de sistemas podem ser enfrentadas diversas consequências, entre elas estão:

- **Escalabilidade:**
 - A capacidade de expansão do sistema a partir da integração de mais nós de processamento é uma consequência da organização interna.
- **Paralelismo:**
 - O facto de existirem sistemas computacionais que originam threads autónomas que executam simultaneamente.
- **Comunicação através de passagem de mensagens:**
 - Como, num sistema distribuído, o espaço de endereçamento não é partilhado, há a necessidade de desenvolver um mecanismo de interação entre os diferentes sistemas, que é a passagem de mensagens, que deverá ser algo simples.
- **Gestão de Falhas:**
 - Tendo em conta todos os componentes de um sistema distribuído, a gestão de falhas deverá ser uma preocupação pois qualquer um dos seus componentes poderá falhar a qualquer instante, sem que os restantes sejam prejudicados.
 - Ao implementar mecanismos de segurança contra falhas é possível contornar a capacidade que o sistema deverá possuir de lidar com falhas de modo a que estas sejam impercetíveis ao utilizador.
- **Estado Interno Global:**
 - Este estado centra-se nos estados atuais de todos os processos e mensagens a serem transmitidas entre os mesmos. É utilizado de forma a que a totalidade do sistema distribuído seja monitorizado.
 - O sistema deverá estar estruturado de modo a que seja possível fornecer a qualquer momento uma imagem do trabalho corrente, o que requer uma coordenação de atividades entre os vários nós de processamento.

2. Describe the publisher-subscriber model and explain how it fits in two application areas where it has become very popular.

Existem vários publishers, que desempenham o papel de fornecedores de serviços, e múltiplos subscribers, que recebem esses serviços, comunicando entre si através de um broker.

Os publishers geram dados para diversos tópicos, funcionando como clientes do broker que armazena esses dados, garantindo que estes estejam disponíveis quando um subscriber os solicitar.

Os subscribers atuam como clientes tanto dos publishers como do broker, consumindo especificamente os dados que foram gerados pelos publishers. O broker notifica os publishers sempre que um determinado subscriber demonstra interesse por uma informação específica por eles produzida, e os subscribers são informados quando os dados requisitados estão disponíveis.

Este modelo é particularmente útil em sistemas de comunicação assíncrona.

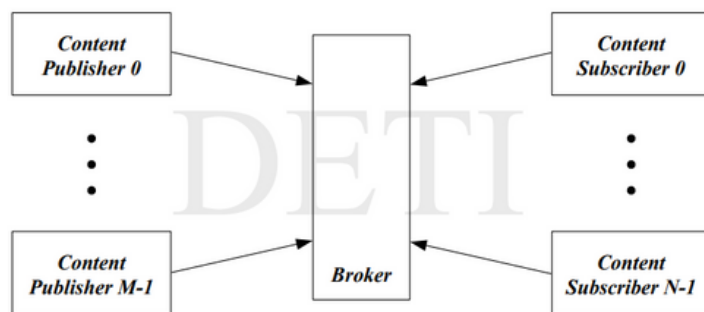
Tendo em conta as características acima mencionadas, este modelo adequa-se a sistemas como:

- **Sistemas de Compra e Venda:**

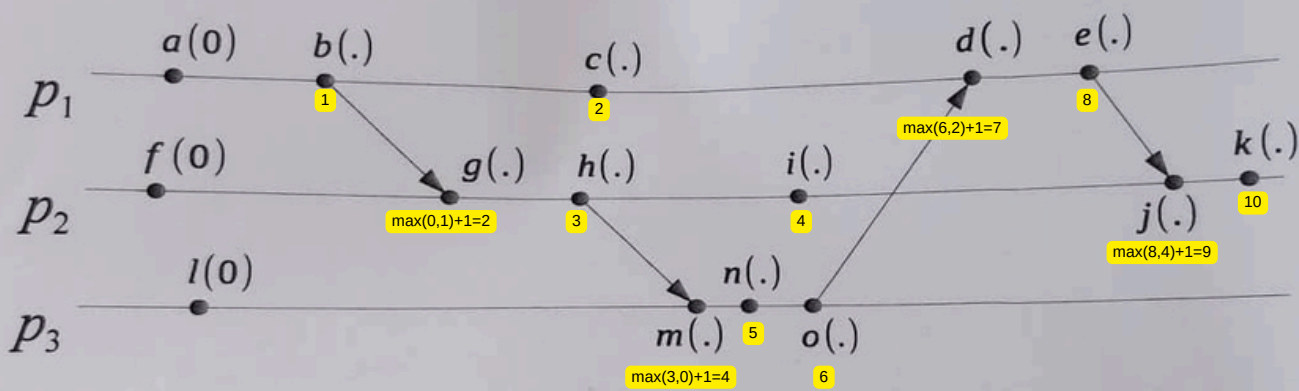
- Onde o vendedor publicará todos os produtos disponíveis (publisher) e os compradores (subscribers) mostrarão interesse em obter um dado produto, neste sistema o papel de broker seria desempenhado pela plataforma de venda que disponibilizaria a loja em causa.

- **Sistema de E-mail:**

- Neste sistema os clientes seriam tanto publishers como subscribers, dependendo da ação que executassem: enviar um email (publishers), receber um email (subscribers). A plataforma que disponibiliza o email funcionaria como broker, e o mail Server como publisher.



3. The schematics bellow describes the *temporal* evolution of three processes whose local clocks are scalar logical clocks synchronized according to the Lamport algorithm.



a) Assign to the different events, specified by small letters ($a \dots o$), their associated time stamp.

b) State for the following event pairs, $a-j$, $f-c$, $b-i$, $e-m$, $i-o$ e $i-e$, if they are concurrent events (\parallel) or sequential ones (\rightarrow).

Pairs ($a-j$), ($f-c$), ($b-i$), ($e-m$), ($i-o$), ($i-e$):

Existindo a ligação:

$a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow e \rightarrow j$ então $a \rightarrow j$

Uma vez que não existe ligação $f \rightarrow c$, nem $c \rightarrow f$, então $f \parallel c$

Existindo a ligação:

$b \rightarrow g \rightarrow h \rightarrow i$, então $b \rightarrow i$

Existindo a ligação:

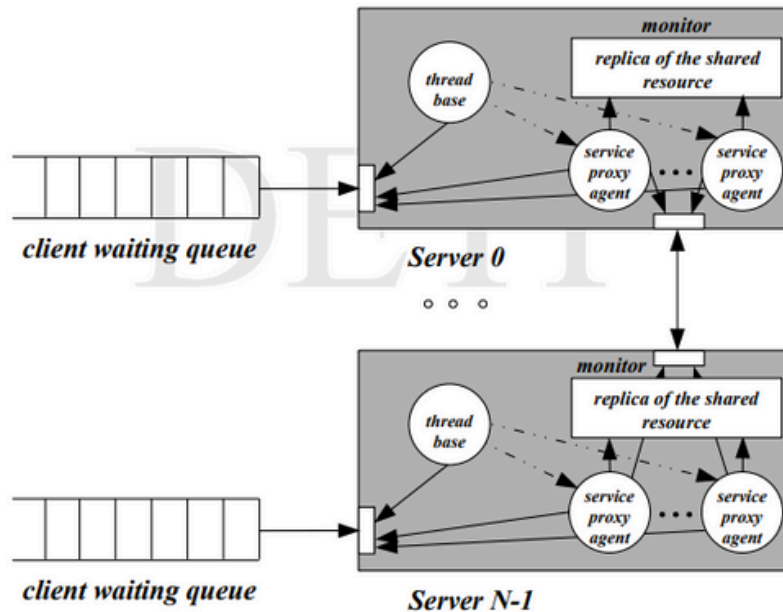
$m \rightarrow n \rightarrow o \rightarrow d \rightarrow e$, então $m \rightarrow e$

Uma vez que não existe ligação $i \rightarrow o$, nem $o \rightarrow i$, então $i \parallel o$

Uma vez que não existe ligação $i \rightarrow e$, nem $e \rightarrow i$, então $i \parallel e$

4. Suppose we want to ensure service availability in a *client-server* model. In order to achieve this aim, a *resource replication* variant where the server is installed in two hardware platforms, is implemented. In principle, only one of the servers is active at a time and interacts with the clients. When it fails, the other starts operating immediately, replacing it.
- Draw a functional diagram that depicts the organization and list three problems which must be solved for the system to work properly. Justify clearly your claims.

Resource replication



○ sistema deverá conseguir distribuir os pedidos de maneira a que nenhuma máquina específica fique sobrecarregada ou subutilizada, trabalhando assim de acordo com uma política ou algoritmo previamente definido.

○ sistema deverá ainda conseguir gerir e sincronizar corretamente os diferentes recursos partilhados, mantendo assim alguma redundância para tolerância a falhas. Por exemplo, garantir que o acesso dos clientes aos servidores seja gerido por um serviço de DNS de associação geográfica para pedidos globais e associação rotativa para pedidos locais.

Deverá ainda ser capaz de lidar com falhas, ou seja, no caso de falha de uma das máquinas, depois da falha ser efetivamente detetada, a carga de trabalho deverá ser corretamente distribuída. É ainda necessário garantir a sincronização do conteúdo presente nas *shared regions* de todos os servidores para que discrepancias sejam evitadas.