



TRABALHO PRÁTICO

Bolsa de valores

Ano Letivo de 2021/22

1 Objetivos

O objetivo deste trabalho prático é implementar um sistema de transações de bolsa, recorrendo a diversas técnicas de comunicação e com recurso aos protocolos da pilha protocolar TCP/IP. O trabalho compreenderá duas fases, avaliadas separadamente.

2 Cenário de Rede

A Figura 1 ilustra a Rede de comunicação a configurar, para suportar a aplicação a desenvolver no trabalho. Para suportar as comunicações UDP e TCP da aplicação, a aplicação fará uso de uma rede com 3 *routers*, que deverão ser configurados para suportar as necessárias operações de encaminhamento. Um dos *routers* terá ativo o NAT (*Network Address Translation*).

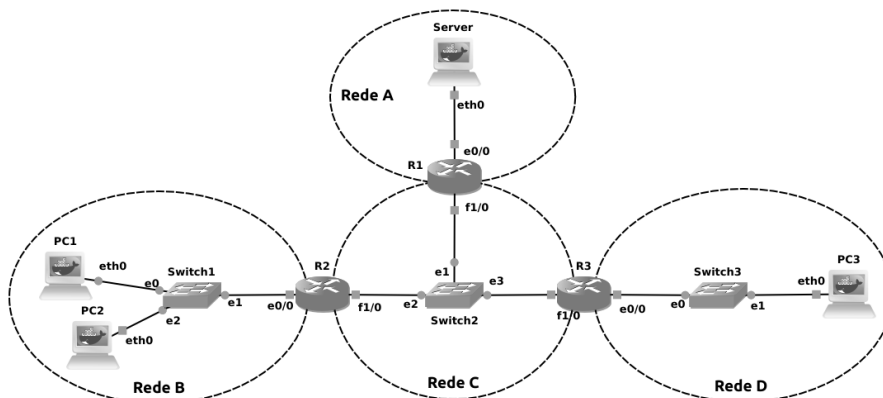


Fig. 1 - Rede de comunicação de suporte à aplicação.

O trabalho compreende duas fases de implementação e avaliação. Os requisitos para cada fase estão descritos no ponto 6.

A seguir descrevem-se os detalhes a ter em conta na implementação do cenário da rede de comunicação de suporte à aplicação, com recurso ao GNS3.

3 Rede de comunicação de suporte à aplicação

Tal como a Figura 1 ilustra, o cenário de rede faz uso de 3 *routers* e 3 *switches*. Os equipamentos devem ser configurados de forma a garantir que os clientes (PCs) conseguem comunicar entre si, bem como com o servidor. **Os PCs (clientes e servidor) deverão utilizar Linux, recorrendo à imagem criada em docker e já disponível no GNS3 na VM fornecida aos alunos.**

Ao nível do endereçamento IPv4, deverá ter em conta os seguintes requisitos:

- A rede a que pertence o PC1 e PC2 (Rede B) usa endereços privados, e o router R2 implementa NAT. Use a rede **192.168.5.0/26** para endereçar todas as interfaces na Rede B.
- Use a rede **180.43.170.0/23** para endereçar as redes A, C e D. Na divisão que tiver de fazer, garanta que a Rede C fica com mais endereços disponíveis que as restantes e que a Rede A fica com os endereços mais baixos. Não deve desperdiçar endereços.
- Deverá atribuir a todos os equipamentos endereços IP apropriados, na gama da sub-rede convencionada.

Para além da comunicação, o router **R2** deverá suportar SNAT (*Source NAT*), em que a rede do PC1 e PC2 será a rede interna.

4 Funcionalidades da aplicação de bolsa

Após a configuração da rede de comunicação de suporte à aplicação, será necessário construir a aplicação de bolsa através do desenvolvimento das suas várias componentes (Fig. 2).

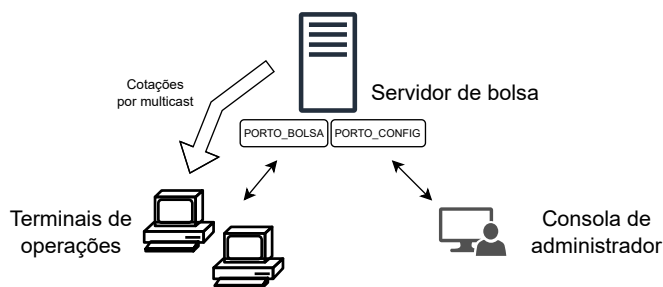


Fig. 2 – Componentes do sistema.

Servidor de bolsa:

- Programa servidor que gere a bolsa;
- Gera valores para as ações a cada intervalo de tempo;
- Envia os valores das ações para os vários clientes por *multicast*;
- Através de uma consola de administração acessível por UDP, permite a gerir os utilizadores e configurar a aplicação;
- Comunica com o **Terminal de Operações** através de TCP.

Terminal de operações

- Programa cliente em que são dadas ordens de bolsa e onde pode ser visualizada a carteira e o saldo de cada utilizador;
- Permite subscrever os valores das ações de um ou mais mercados;
- Permite visualizar o valor das ações à medida que são recebidos do servidor;
- Comunica com o **Servidor de bolsa** por TCP.

Cada cliente deve inicialmente autenticar-se perante o servidor, recorrendo para tal ao seu *username* e *password*, sendo que estas credenciais devem ter sido previamente registadas no servidor pelo administrador do serviço. Após a autenticação ser bem sucedida, o cliente recebe do servidor informação acerca dos mercados disponíveis.

De seguida descrevem-se com detalhe as funcionalidades de cada um dos componentes.

Funcionalidades suportadas pelo servidor

O servidor será responsável pelas seguintes funcionalidades:

- Gestão de mercados

- Gerir até 2 mercados diferentes de ações, cada um com no máximo 3 ações cada. As ações e os mercados são lidos de um ficheiro de texto no arranque do servidor, o qual contém os valores iniciais de cada ação.
- Gerar aleatoriamente, a cada REFRESH_TIME (que é por omissão de 2 segundos), novos valores para cada ação, subindo ou descendo o seu valor em 0.01 eur. Deve ser salvaguardado que nenhuma seja inferior a 0.01 eur. Cada ação tem um valor de compra e de venda, que corresponde ao valor a que outros utilizadores estão disponíveis para comprar ou vender uma determinada ação. Comprador e vendedor devem estar sempre distanciados por 0.02 eur. O número de ações que têm a cada momento comprador ou vendedor, varia em múltiplos de 10, entre 10 e 100.

- Ex:

	Preço do vendedor	Nº de ações à venda
Vendedor	12.023	20
Diferença = 0.02		
Comprador	12.021	40
	Preço do comprador	Nº de ações a comprar

- Gestão de carteiras de até 5 clientes

- O servidor guarda o saldo e o número atual das várias ações de cada cliente.

- Através de uma consola de administração disponível no PORTO_CONFIG do servidor, um utilizador com privilégios de administração na aplicação pode aceder ao servidor usando UDP e, através de uma *command line interface* (CLI) realizar as seguintes operações:

- Adicionar um utilizador com uma identificação e uma *password*, bem como especificar a que mercados pode ter acesso (no máximo existem 2 mercados diferentes) e o saldo da sua conta; caso já exista um utilizador com aquele nome e *password* apenas alterará as bolsas a que tem acesso e/ou o saldo. O número de utilizadores está limitado a 10 (além do administrador).
 - `ADD_USER {username} {password} {bolsas a que tem acesso} {saldo}`
- Eliminar um utilizador
 - `DEL {username}`
- Lista utilizadores
 - `LIST`
- Configura tempo de atualização do valor das ações geradas pelo servidor
 - `REFRESH {segundos}`
- Sair da consola
 - `QUIT`
- Desligar servidor
 - `QUIT_SERVER`
- Para aceder à CLI não necessita de criar um programa cliente, poderá usar o comando `netcat`.
- Para aceder à CLI o administrador terá de se autenticar previamente (o *username* e *password* devem ser definidos no ficheiro de configurações a ler no arranque).

- Acesso de clientes previamente registados no serviço. Esse acesso é feito através do PORTO_BOLSA

- Validação do acesso dos clientes através de *username* e *password*, sendo que um utilizador deve ter sido previamente registado no serviço.
- Após a autenticação, enviar ao cliente informação sobre os mercados onde ele está autorizado a transacionar.

- Receber ordens de compra e venda dos utilizadores. De modo a facilitar a operação, apenas existirá a compra/venda da ação se nesse momento a cotação do vendedor/comprador estiver igual ou abaixo/acima do preço enviado. Caso tal não aconteça a ordem é recusada pelo servidor e enviada a informação ao utilizador. O número de ações compradas/vendidas poderá ser igual ou inferior ao pedido do cliente, e será realizada mediante a quantidade disponível para venda/compra. Caso a compra/venda parcial ou total seja efetuada, o servidor envia ao cliente o número e valor da ação comprada/vendida.
- Receber pedidos de subscrição de mercados, caso o cliente tenha permissão para lhes aceder. Após receber um pedido de subscrição de um mercado específico, envia ao cliente que o pediu o endereço do grupo *multicast* a usar para receber o *feed* de cotações.
- O servidor suporta acesso simultâneos de diversos clientes.

O programa servidor deverá ser executado na linha de comandos do Linux recorrendo à seguinte sintaxe:

```
stock_server {PORTO_BOLSA} {PORTO_CONFIG} {ficheiro configuração}
```

Ao sair, o servidor perde toda a informação. Não é necessário escrever o estado para um ficheiro.

Funcionalidades suportadas pelo Terminal de Operações cliente

O cliente será responsável pelas seguintes funcionalidades:

- Deverá solicitar inicialmente ao utilizador o seu *username* e *password*, que deverá enviar ao servidor para se autenticar no serviço de bolsa.
- Após autenticação do utilizador, o cliente deverá receber do servidor informação sobre os mercados a que está autorizado a aceder.
- O cliente pode subscrever as cotações de cada um dos mercados a que tiver acesso. Ao subscrever, recebe do servidor o endereço do grupo *multicast* a usar e, a partir daí começa a receber as atualizações dos valores das ações, sempre que estes forem atualizados.
- O utilizador poderá dar ordens de compra/venda de ações. Depois da operação receberá do servidor a confirmação da operação.
- Para comprar/vender uma ação tem de especificar a sua identificação, o número de ações e o preço.
 - Só existirá compra se o valor de venda da ação naquele momento for igual ou inferior ao preço enviado. A compra será feita pelo valor mais baixo possível e na quantidade disponível. A compra só será realizada se o utilizador tiver saldo suficiente para a operação.
 - Só existirá venda se o valor do comprador da ação naquele momento for igual ou superior ao preço enviado. A compra será feita pelo valor mais alto possível e na quantidade disponível. A venda só será realizada se o utilizador tiver as ações em carteira.
- O cliente pode ligar ou desligar, em qualquer momento, o *feed* de atualização de ações no ecrã.
- O cliente pode pedir em qualquer altura ao servidor o conteúdo da sua carteira de ações e o saldo disponível.
- Ao sair, o cliente deve ser removido de todos os grupos *multicast* que tenha subscrito.

O programa cliente deverá ser executado na linha de comandos do Linux recorrendo à seguinte sintaxe:

```
operations_terminal {endereço do servidor} {PORTO_BOLSA}
```

As comunicações entre o cliente e o servidor deverão utilizar TCP.

Ficheiro de configuração inicial

Ao arrancar o servidor lê os dados iniciais de um ficheiro de configuração. Na figura seguinte apresenta-se o formato e um exemplo desse ficheiro.

```
{username administrador}/{password de administrador}
{Número de utilizadores iniciais}      # no máximo 5
[username utilizador 1;password utilizador 1;saldo inicial]
(..)
{mercado};{ação};{preço inicial}      # 2 mercados, cada um com 3 ações
(..)
```

```
admin/admin_password
2
User1;pass1;1000
User2;pass2;1500
bvl;stock_bvl_1;10
bvl;stock_bvl_2;10
bvl;stock_bvl_3;10
nyse;stock_nyse_1;10
nyse;stock_nyse_2;10
nyse;stock_nyse_3;10
```

5 Netcat

A aplicação **netcat** (**nc**) poderá ser bastante útil para efetuar testes ao cenário da rede de comunicação, bem como ao nível da própria aplicação. A seguir descreve-se de que forma esta aplicação pode ser usada para testar uma comunicação UDP ou TCP entre dois hosts. O **nc** pode ser usado diretamente na linha de comandos do Linux, portanto nos clientes e no servidor do cenário de comunicação. Para utilizar o **netcat** como **servidor** deverá utilizar a seguinte sintaxe:

```
nc -l {IP do servidor} {porto}      # Escuta num porto TCP
nc -u -l {IP do servidor} {porto}    # Escuta num porto UDP
```

Para utilizar o **netcat** como **cliente** deverá utilizar a seguinte sintaxe:

```
nc -v {IP do servidor} {porto}      # Ligação TCP ao servidor
nc -v -u {IP do servidor} {porto}    # Comunicação UDP com o servidor
```

Após o estabelecimento da comunicação entre o cliente e o servidor, para testar se a ligação está a funcionar corretamente basta escrever num dos terminais (cliente ou servidor), sendo que o texto introduzido deverá ser enviado e mostrado no outro terminal.

6 Entrega do trabalho

- Realização do trabalho: Trabalho em grupos de dois alunos (entregas individuais só em casos excecionais e mediante aprovação prévia pelos docentes)
- A entrega decorre em duas metas, com os seguintes objetivos e datas a ter em atenção:
 - **Meta 1:**
 - Implementação do cenário de rede com recurso ao GNS3, com todas as configurações necessárias ao suporte do encaminhamento entre as redes. Nesta meta não é necessário ter o NAT ou o *multicast* configurados (a rede B continuará privada).
 - Criação de uma primeira versão do servidor que permita gerir a consola de administração. Para testes será usado como cliente o **netcat**.

Entrega do relatório por *upload* no Inforestudante, com todos os comandos de configuração usados para cada dispositivo. As defesas serão efetuadas em *slots* a definir pelo docente:

- **Data limite de entrega: 18 de Abril de 2022.**

- Defesas entre 19 e 22 de Abril 2022.
- **Meta 2:** a entrega final consistirá do relatório final do trabalho, e dos ficheiros com o código fonte em C da aplicação desenvolvida:
 - **Data limite de entrega do relatório final por *upload* no Inforestudante: dia 28 de Maio de 2022.**
 - **Defesas na semana de 30 de Maio 2022.**

Notas importantes:

- Na realização do trabalho deverá recorrer à linguagem de programação C.
- O relatório final deve ser sucinto (no máximo 4 páginas A4), no formato PDF (não serão aceites outros formatos). No relatório deve explicar as opções tomadas na construção da solução e o modo de funcionamento.
- Crie um arquivo no formato ZIP (não serão aceites outros formatos) com todos os ficheiros do trabalho.
 - Inclua todos os ficheiros fonte e de configuração necessários.
 - Não inclua quaisquer ficheiros não necessários para a compilação ou execução do programa (ex. diretórios ou ficheiros de sistemas de controlo de versões)
 - Não serão admitidas entregas por e-mail.
- As defesas (meta1 e final) do trabalho são obrigatórias para todos os elementos do grupo.
- Todos os trabalhos serão escrutinados para deteção de cópias de código.