

## Trabalho Prático

### Simulador de Sistema de Autorização de Serviços Móveis 5G

**NOTA:** Antes de começar o trabalho leia o enunciado até ao fim!

#### 1. Introdução

A elevada velocidade e baixa latência fornecida pelas sucessivas gerações da rede móvel, nomeadamente o 4G e mais recentemente o 5G, tem motivado o consumo exponencial de serviços móveis pelos utilizadores na última década. Os serviços de dados (p. ex., redes sociais, *streaming* vídeo, *streaming* música, etc.) têm hoje uma enorme utilização. Os operadores de telecomunicações, para além de garantirem o fornecimento destes serviços com qualidade, têm também que autorizar a utilização dos mesmos em tempo-real de acordo com o plafond de cada cliente. Um operador de telecomunicações faz este controlo através de plataformas de autorização em tempo-real (*authorization engines*), com elevada disponibilidade para responder a milhares de pedidos de serviço em simultâneo, garantindo assim que os utilizadores não têm que esperar para aceder aos serviços. Se a resposta a um pedido de serviço ultrapassar algumas centenas de milissegundos, o serviço não se inicia, o que contribui para a insatisfação do cliente.

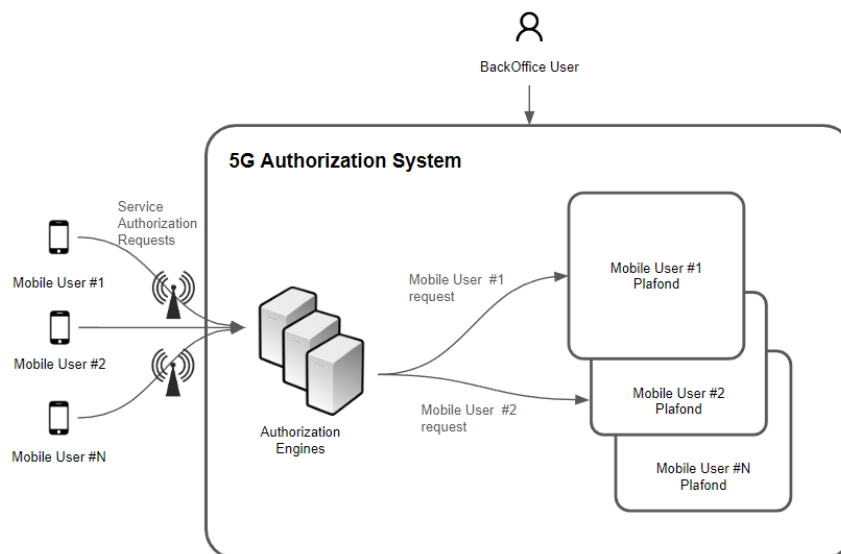


Figura 1: Simulador de Sistema de Autorização de Serviços Móveis 5G

O trabalho a desenvolver neste projeto deve simular um sistema de autorização em tempo real onde vários utilizadores móveis tentam utilizar vários serviços de dados em simultâneo, conforme apresentado na Figura 1. O sistema deve receber os pedidos de utilização de serviço e autorizar os mesmos de acordo com o plafond disponível de cada cliente. Para além do processo de autorização, devem também ser geradas estatísticas agregadas de utilização, bem como alertas de consumo do plafond para os utilizadores.

## 2. Descrição do sistema de simulação

Nesta secção será descrita a arquitetura técnica do sistema, incluindo as funcionalidades dos vários componentes do simulador e a forma como comunicam.

### 2.1. Estrutura do sistema

A arquitetura técnica do simulador está representada na Figura 1.

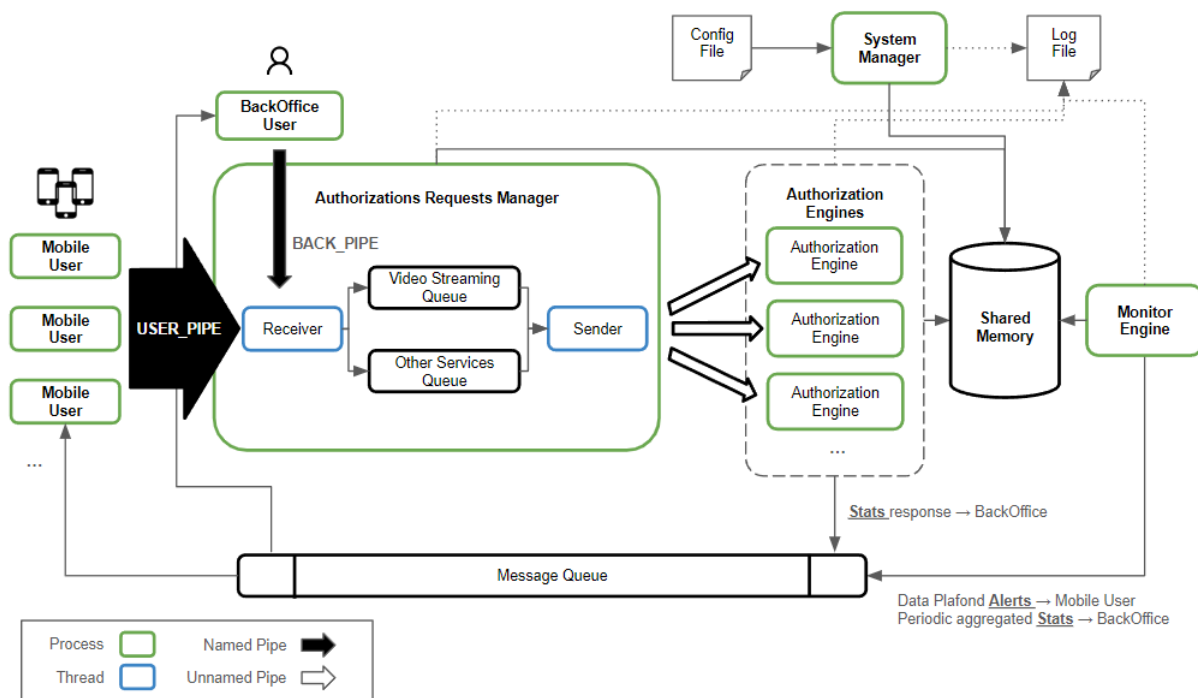


Figura 2: Arquitetura técnica do simulador

O sistema é baseado nos seguintes processos e *threads*:

- **Mobile User** - Processo que simula o utilizador móvel e gera pedidos de serviço de dados (redes sociais, vídeo ou música) utilizando um *named pipe* comum (**USER\_PIPE**) para comunicar com o **Authorization Requests Manager**. É também responsável pela receção de alertas relacionados com os consumos dos vários serviços (via **Message Queue**). Podem existir vários destes processos.
- **BackOffice User** - Processo que gere informação agregada da utilização dos serviços pelos utilizadores. Recebe periodicamente estatísticas agregadas de utilização dos serviços (via **Message Queue**), ou pode também solicitar estatísticas de forma assíncrona ao **Authorization Requests Manager** utilizando um *named pipe* (**BACK\_PIPE**). Existe, no máximo, apenas um destes processos.
- **System Manager** - Processo responsável por iniciar o sistema, ler o ficheiro de configuração, criar a **Shared Memory**, criar a **Message Queue**, e criar os processos **Authorization Requests Manager** e **Monitor Engine**.

- **Authorization Requests Manager** - Processo responsável por gerir a receção de pedidos do **Mobile User** e do **BackOffice User**, encaminhar os mesmos para a respetiva fila interna (**Video\_Streaming\_Queue**, **Other\_Services\_Queue**) e a sua distribuição pelos processos **Authorization Engine** de acordo com as prioridades definidas. Responsável pela criação dos processos **Authorization Engine**, de acordo com a taxa de ocupação das filas. É também responsável pela criação dos *named pipes*.
- **Authorization Engine** - Processo responsável por executar pedidos de autorização de serviço. Sempre que recebe um pedido de autorização de serviço, deve verificar se o utilizador tem *plafond* disponível para prosseguir com o mesmo e fazer a sua contabilização na **Shared Memory**. É também responsável por responder à solicitação de estatísticas do **BackOffice User**. Podem existir vários destes processos.
- **Monitor Engine** - Processo responsável por gerar alertas se os valores dos consumos de cada utilizador atingem os limites definidos pelo sistema (80%, 90%, 100%). Se for este o caso, então deve alertar os mesmos através da **Message Queue**. É também responsável por enviar as estatísticas periódicas agregadas para o **BackOffice User**.
- **Receiver - Thread** que lê os comandos do **Mobile User** e do **BackOffice User** enviados através dos *named pipes*. Esta *thread* guarda os pedidos de autorização de vídeo (provenientes do **Mobile User**) na fila **Video\_Streaming\_Queue**, e guarda todos os outros pedidos (provenientes do **Mobile User** ou do **BackOffice User**) na fila **Other\_Services\_Queue**.
- **Sender - Thread** que lê os pedidos que estão armazenados nas filas (**Video\_Streaming\_Queue**, **Other\_Services\_Queue**) e envia os mesmos através de *unnamed pipes* para um **Authorization Engine** que esteja disponível. Os pedidos de autorização na fila **Video\_Streaming\_Queue** têm prioridade sobre os pedidos na fila **Other\_Services\_Queue**.

Para além dos processos e *threads* descritos acima, o sistema é também constituído por vários IPCs:

- **Named Pipe** - Permite que os **Mobile Users** (**USER\_PIPE**) e o **BackOffice User** (**BACK\_PIPE**) enviem dados ao processo **Authorization Requests Manager**.
- **SHM** - Zona de memória partilhada acedida pelos processos **System Manager**, **Authorization Engine**, **Authorization Request Manager** e **Monitor Engine**.
- **Unnamed pipes** - Permitem a comunicação entre o processo **Authorization Requests Manager** e cada um dos processos **Authorization Engine**.
- **Message Queue** (fila de mensagens) - Permite o envio (pelo **Authorization Engine**) da resposta aos pedidos de autorização dos **Mobile Users**, bem como o envio de estatísticas agregadas solicitadas pelo **BackOffice User**. Permite também o envio de alertas a partir do **Monitor Engine** para os **Mobile Users**.

Dentro do processo **Authorization Requests Manager** existem duas estruturas de dados de tamanho fixo que armazenam os dados e comandos que têm de ser processados pelos **Authorization Engines**:

1. **Video\_Streaming\_Queue**: fila que armazena pedidos de autorização do serviço de vídeo streaming enviados pelos **Mobile Users**;
2. **Other\_Services\_Queue**: fila que armazena todos os outros pedidos de autorização de serviço enviados pelos **Mobile Users** e os comandos enviados pelo **BackOffice User**;

Existirá também um ficheiro de **log** onde todos os processos deverão escrever as informações relevantes sobre a sua atividade para análise posterior. Todas as informações escritas para o **log** também devem aparecer no ecrã.

## 2.2. Descrição dos componentes e das funcionalidades

De seguida são apresentadas as características e funcionalidades dos diversos componentes.

### Mobile User

Processo que gera pedidos de autorização para cada um dos 3 serviços do simulador (*streaming* de vídeo, *streaming* de música e redes sociais). O **Mobile User** gera duas mensagens:

1. **Registo inicial:** mensagem inicial para simular o registo do **Mobile User** na plataforma de autorizações de serviço. Neste pedido terá que ser indicado o plafond inicial do **Mobile User**. Este valor é registado na **Shared Memory**.
2. **Pedido de autorização:** mensagem para simular os pedidos de autorização de serviço do **Mobile User**. Estas mensagens são enviadas em **intervalos periódicos ( $\Delta t$ )**, específicos para cada tipo de serviço. Para cada pedido de autorização é indicada a **quantidade de dados a reservar** do plafond disponível. Este passo repete-se até o **número máximo de pedidos de autorização** estar concluído ou o plafond esgotado.

A Figura 3 exemplifica o funcionamento do **Mobile User**.

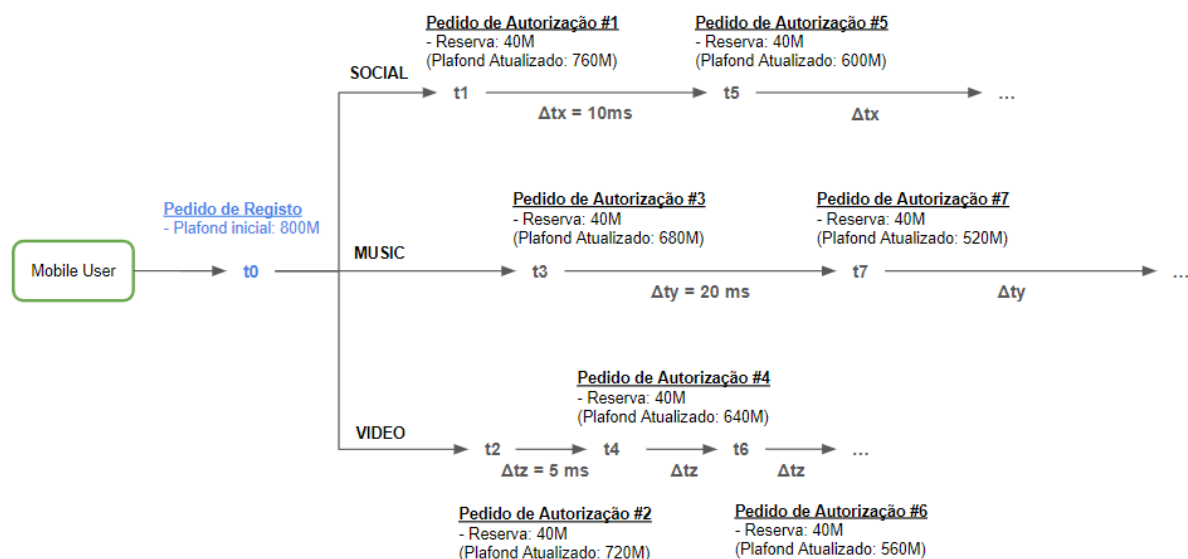


Figura 3: Funcionamento do **Mobile User**

O **plafond inicial**, o número **máximo** de pedidos de autorização a enviar, os **intervalos periódicos de renovação ( $\Delta t$ )** por serviço e a **quantidade de dados a reservar** em cada pedido de renovação é fornecido através da linha de comandos no arranque do **Mobile User**.

Cada um dos processos **Mobile User** envia as mensagens através do *named pipe* **USER\_PIPE**. Podemos ter um ou mais processos destes a correr em simultâneo, cada um com os seus parâmetros.

Sintaxe do comando de inicialização do processo **Mobile User**:

```
$ mobile_user /  
{plafond inicial} /  
{número máximo de pedidos de autorização} /  
{intervalo VIDEO} {intervalo MUSIC} {intervalo SOCIAL} /  
{dados a reservar}
```

Exemplo:

```
$ mobile_user 800 50 10 20 5 40
```

Informação a enviar para o *named pipe* para a **mensagem de registo**:

```
ID_mobile_user#Plafond inicial
```

Exemplo:

```
345#800
```

Informação a enviar para o *named pipe* relativamente à **mensagem de pedido de autorização** (para cada um dos 3 serviços):

```
ID_mobile_user#ID serviço#Quantidade de dados a reservar
```

Exemplo (para cada serviço):

```
345#VIDEO#40
```

```
345#MUSIC#40
```

```
345#SOCIAL#40
```

O identificador do **Mobile\_User**, correspondente ao PID, será utilizado para agrupar a informação do utilizador na memória partilhada.

O **Mobile\_User** recebe alertas sobre o plafond de dados (80%, 90%, 100%) através da **Message Queue**.

O processo **Mobile User** termina quando uma das seguintes condições se verificar:

1. Receção de um **signal SIGINT**;
2. Receção de um **alerta de 100%** relativo ao plafond de dados;
3. No caso de o **número máximo de pedidos de autorização** ser atingido;
4. Em caso de erro - um erro pode acontecer se algum parâmetro estiver errado ou ao tentar escrever para o *named pipe* e a escrita falhar. Nestes casos deve escrever a mensagem de erro no ecrã.

Sempre que o **Mobile User** termina, o processo deve limpar todos os recursos.

### **BackOffice User**

Processo que gere informação agregada dos plafonds dos utilizadores. Recebe estatísticas periódicas (produzidas pelo **Monitor Engine**) através da **Message Queue**. Pode também, proactivamente, solicitar estatísticas utilizando um comando específico. Neste caso, o comando é enviado para o **Authorization Request Manager** através do *named pipe* **BACK\_PIPE**, e guardado na fila **Other\_Services\_Queue**. O **Authorization Engine** é responsável por processar as estatísticas e enviar as mesmas ao **BackOffice User** através da **Message Queue**.

Sintaxe do comando de inicialização do processo **BackOffice User**:

```
$ backoffice_user
```

Exemplo:

```
$ backoffice_user
```

Informação a enviar para o *named pipe*:

```
ID_backoffice_user#[data_stats | reset]
```

O identificador do **BackOffice User** a utilizar é 1.

Este processo recebe os seguintes comandos do utilizador:

- **data\_stats** - apresenta estatísticas referentes aos consumos dos dados nos vários serviços: total de dados reservados e número de pedidos de renovação de autorização;
- **reset** - limpa as estatísticas relacionadas calculadas até ao momento pelo sistema.

Exemplo da utilização do comando:

```
> 1#data_stats
```

Service	Total Data	Auth Reqs
VIDEO	130000	3000
MUSIC	42000	2100
SOCIAL	790000	8500

```
> 1#reset
```

O processo termina ao receber um sinal **SIGINT**, ou em caso de erro. Um erro pode acontecer se algum parâmetro estiver errado ou ao tentar escrever para o *named pipe* e a escrita falhar, casos em que deverá escrever a mensagem de erro no ecrã. Sempre que termina, o processo deve limpar todos os recursos.

### **System Manager**

Este processo lê as configurações iniciais e arranca todo o sistema. Em concreto tem as seguintes funcionalidades:

- Lê e valida as informações no ficheiro de configurações - **Config File** (neste enunciado é fornecido um exemplo deste ficheiro)
- Cria os processos **Authorization Requests Manager e Monitor Engine**
- Cria a **Message Queue**
- Cria a **Shared Memory**;
- Escreve no log file;
- Captura o sinal **SIGINT** para terminar o programa, libertando antes todos os recursos.

Sintaxe do comando:

```
$ 5g_auth_platform {config-file}
```

### **Authorization Requests Manager**

Este processo é responsável por receber os dados do **Mobile User** e do **BackOffice User**. Coloca a informação recebida numa de duas filas internas, e distribui os pedidos pelos processos **Authorization Engine** de acordo com as prioridades definidas. Em concreto tem as seguintes funcionalidades:

- Cria os *named pipes* **USER\_PIPE** e **BACK\_PIPE**
- Cria os *unnamed pipes* para cada **Authorization Engine**
- Cria as *threads* **Receiver** e **Sender**
- Cria as estruturas de dados internas: **Video\_Streaming\_Queue** e **Others\_Services\_Queue**
- Criação e remoção dos processos **Authorization Engine** de acordo com a taxa de ocupação das filas.

### **Receiver**

Esta *thread* é responsável por receber os pedidos provenientes do **Mobile User** e do **BackOffice User** através dos respectivos *named pipes* (**USER\_PIPE** e **BACK\_PIPE**). A monitoria dos *file descriptors* dos *named pipes* terá de ser efetuada através da *system call* **select()**, permitindo assim uma espera eficiente entre os múltiplos *file descriptors*. Os pedidos de autorização associados ao serviço de vídeo são colocados na fila **Video\_Streaming\_Queue**, enquanto os restantes pedidos são colocados na fila **Others\_Services\_Queue**. Ambas as filas têm tamanho máximo de **QUEUE\_POS**, sendo este parâmetro fornecido pelo ficheiro de configurações. Se a fila estiver cheia, o pedido é eliminado e essa informação é escrita no ecrã e no ficheiro de **log**.

### **Sender**

Esta *thread* é responsável por ler pedidos de autorização presentes nas filas de mensagens e entregar os mesmos ao **Authorization Engine** disponível. A fila de pedidos de autorização de vídeo (**Video\_Streaming\_Queue**) é prioritária relativamente à fila **Others\_Services\_Queue**. As seguintes considerações devem ser tidas em conta na implementação desta *thread*:

- Esta *thread* é notificada quando um novo pedido de autorização é colocado numa das filas. Nesse momento terá que selecionar um **Authorization Engine** que esteja disponível e entregar o pedido de autorização para execução.
- Quando uma das filas estiver cheia deve ser criado um **Authorization Engine extra**. A remoção do **Authorization Engine extra** deve ser efetuada quando a fila atingir os 50%.
- O número inicial de **Authorization Engines** é dado por **AUTH\_SERVERS**, sendo este parâmetro fornecido pelo ficheiro de configurações.
- O tempo de processamento de cada **Authorization Engine** para processar a tarefa solicitada é dado por **AUTH\_PROC\_TIME**;
- Os pedidos de autorização de vídeo têm **MAX\_VIDEO\_WAIT** para serem atendidos. Os pedidos de autorização colocados na fila menos prioritária têm **MAX\_OTHERS\_WAIT** para serem atendidos. Se o pedido não for atendido no respetivo tempo limite, o mesmo é eliminado pela *thread* **Sender** e essa informação é escrita no ecrã e no ficheiro de **log**.
- A comunicação entre o **Sender** e o **Authorization Engine** é feita através do *unnamed pipe* criado para cada **Authorization Engine**. Quando o **Authorization Engine** estiver a processar um pedido de autorização deve passar a estar no estado ocupado (para que o **Sender** não lhe envie outra mensagem enquanto esta não tiver sido processada).

### **Authorization Engine**

Este processo é responsável por executar pedidos de autorização entregues pela *thread Sender* através do *unnamed pipe*. As mensagens recebidas pelo **Authorization Engine** são as seguintes:

- **Registo inicial:** mensagem inicial para simular o registo do **Mobile User** na plataforma de autorizações de serviço. O plafond inicial do **Mobile User** é indicado nesta mensagem e é registado na **Shared Memory**. O plafond inicial de cada **Mobile User** pode ser distinto.
- **Pedido de autorização:** enviado no início da utilização de cada serviço, e em intervalos periódicos, contém a quantidade de dados a reservar para o serviço. O **Authorization Engine** deve verificar se o **Mobile User** ainda tem plafond disponível na **Shared Memory**. Em caso afirmativo deve subtrair o valor da reserva ao plafond disponível. Se não tiver plafond suficiente, o pedido de autorização deve ser rejeitado e essa informação escrita no ecrã e no ficheiro de **log**. Para o cálculo das estatísticas deve ser mantido o valor total dos dados solicitados para cada tipo de serviço, bem como o número total de pedidos que foram recebidos para cada tipo de serviço.
- **Pedido de estatísticas:** comando enviado pelo utilizador do **BackOffice** a solicitar estatísticas. O **Authorization Engine** deve aceder à **Shared Memory**, ler os dados necessários e devolvê-los ao **BackOffice User** através da *Message Queue*.
- **Reset de estatísticas:** comando enviado pelo utilizador do **BackOffice** a solicitar o reset das estatísticas. O **Authorization Engine** deve reiniciar as estatísticas na **Shared Memory**.

### **Monitor Engine**

Este processo verifica quando é que o plafond de dados de cada **Mobile User** atinge 80%, 90% ou 100% do plafond inicial. Como resultado, são gerados alertas para os respetivos **Mobile Users** através da **Message Queue**. Para além dos alertas, este processo é também responsável por gerar estatísticas periódicas (em intervalos de 30 segundos) para o **BackOffice User**.

### **Para todos os processos do simulador**

Todos os processos mantêm a memória partilhada atualizada, usando os mecanismos necessários para que não seja possível a existência de corrupção de dados. Todos os processos devem escrever para o **log** e para o ecrã as atividades que estão a executar.

### **Fim controlado do simulador de offloading**

O sistema que controla e executa pedidos de autorização tem de terminar de forma controlada. Ao receber um SIGINT através do **System Manager** o sistema segue as seguintes etapas:

- Escreve no **log** que o programa vai acabar.
- As *threads Receiver* e *Sender* terminam a sua execução, deixando assim o sistema de receber dados dos processos **Mobile User** ou **BackOffice User**.
- Aguarda que todos os pedidos de autorização e comandos que estejam a executar nos **Authorization Engines** terminem.
- Escreve no **log** as tarefas que estão nas filas e que não chegaram a ser executadas.
- Após as tarefas terminarem, remove todos os recursos utilizados pelo sistema (inclui todos os recursos utilizados, com exceção dos processos **Mobile User** e **BackOffice User**).



## Ficheiro de Configurações

O ficheiro de configurações deverá seguir a seguinte estrutura:

```
MOBILE_USERS - número de Mobile Users que serão suportados pelo simulador
QUEUE_POS - número de slots nas filas que são utilizadas para armazenar os pedidos de autorização e os comandos dos utilizadores (>=0)
AUTH_SERVERS - número de Authorization Engines que devem ser lançados inicialmente (>=1)
AUTH_PROC_TIME - período (em ms) que o Authorization Engine demora para processar os pedidos
MAX_VIDEO_WAIT - tempo máximo (em ms) que os pedidos de autorização do serviço de vídeo podem aguardar para serem executados (>=1)
MAX_OTHERS_WAIT - tempo máximo (em ms) que os pedidos de autorização dos serviços de música e de redes sociais, bem como os comandos podem aguardar para serem executados (>=1)
```

Exemplo do ficheiro de configurações:

```
50
30
6
500
100
300
```

## Log da aplicação

Todo o *output* da aplicação deve ser escrito de forma legível num ficheiro de texto “log.txt”. Cada escrita neste ficheiro deve ser sempre precedida pela escrita da mesma informação na consola, de modo a poder ser facilmente visualizada enquanto decorre a simulação.

Deverá pôr no **log** todos os eventos relevantes acompanhados da sua data e hora, incluindo:

- Início e fim do programa;
- Criação de cada um dos processos e *threads*
- Erros ocorridos
- Pedidos de autorização descartados
- Mudança de estado de cada **Authorization Engine**
- Alertas enviados pelo **Monitor Engine**
- Sinais recebidos

Exemplo do ficheiro de *log*:

```
18:00:05 5G_AUTH_PLATFORM SIMULATOR STARTING
18:00:06 PROCESS SYSTEM_MANAGER CREATED
18:00:06 PROCESS AUTHORIZATION_REQUEST_MANAGER CREATED
18:00:06 THREAD RECEIVER CREATED
18:00:06 THREAD SENDER CREATED
18:00:06 PROCESS MONITOR_ENGINE CREATED
(...)
18:00:23 AUTHORIZATION_ENGINE 1 READY
18:00:23 AUTHORIZATION_ENGINE 2 READY
(...)
18:04:00 SENDER: VIDEO AUTHORIZATION REQUEST (ID = 345) SENT FOR PROCESSING ON AUTHORIZATION_ENGINE 1
18:04:00 SENDER: MUSIC AUTHORIZATION REQUEST (ID = 5011) SENT FOR PROCESSING ON AUTHORIZATION_ENGINE 2
(...)
18:04:30 AUTHORIZATION_ENGINE 1:VIDEO AUTHORIZATION REQUEST (ID = 345) PROCESSING COMPLETED
18:05:30 AUTHORIZATION_ENGINE 2: VIDEO AUTHORIZATION REQUEST (ID = 5011) PROCESSING COMPLETED
(...)
18:06:00 ALERT 80% (USER 1) TRIGGERED
(...)
18:05:50 SIGNAL SIGINT RECEIVED
18:06:00 5G_AUTH_PLATFORM SIMULATOR WAITING FOR LAST TASKS TO FINISH
18:06:10 5G_AUTH_PLATFORM SIMULATOR CLOSING
```

### 3. Checklist

Esta lista serve apenas como indicadora das tarefas a realizar e assinala as componentes que serão objeto de avaliação na defesa intermédia. Tarefas com “(preliminar)” não precisam de estar completas na defesa intermédia.

Item	Tarefa	Avaliado na defesa intermédia?
<i>Mobile e Backoffice User</i>	Criação dos processos <i>Mobile</i> (podem ser vários) e <i>Backoffice</i> (apenas 1). Estes processos são independentes.	S
	Leitura correta dos parâmetros de linha do comando e de comandos do utilizador	S
	Geração e escrita dos pedidos nos <i>named pipe</i> USER_PIPE e BACK_PIPE	
<i>System Manager</i>	Arranque do sistema, leitura do ficheiro de configurações, validação dos dados do ficheiro e aplicação das configurações lidas.	S
	Criação dos processos <i>Authorization Request Manager</i> e <i>Monitor Engine</i>	S
	Criação da memória partilhada	S
	Criação da fila de mensagens	
	Capturar o sinal SIGINT, terminar a corrida e liberta os recursos	
<i>Authorization Requests Manager</i>	Criação dos <i>named pipes</i> USER_PIPE e BACK_PIPE	
	Criação das <i>threads Receiver</i> e <i>Sender</i>	S
	Receção de pedidos do <i>Mobile</i> e <i>Backoffice user</i> e colocação nas filas corretas	
	Envio dos pedidos para os <i>Authorization Engines</i> por ordem de prioridade	
	Gestão dinâmica do <i>Authorization Engine</i> extra	
<i>Authorization Engine</i>	Gerir registos e pedidos de autorização	
	Gerir pedidos de estatísticas e <i>reset</i> das mesmas	
<i>Monitor Engine</i>	Gerar alertas	
<i>Ficheiro log</i>	Envio sincronizado do <i>output</i> para ficheiro de <i>log</i> e ecrã.	S
Geral	Criar um <i>makefile</i>	S
	Diagrama com a arquitetura e mecanismos de sincronização	S (preliminar)
	Suporte de concorrência no tratamento de pedidos	
	Deteção e tratamento de erros.	
	Atualização da shm por todos os processos e <i>threads</i> que necessitem	
	Sincronização com mecanismos adequados (semáforos, <i>mutexes</i> ou variáveis de condição)	S (preliminar)
	Prevenção de interrupções indesejadas por sinais não especificados; fornecer a resposta adequada aos vários sinais especificados no enunciado	
	Após receção de SIGINT, terminação controlada de todos os processos e <i>threads</i> , e libertação de todos os recursos.	

#### 4. Notas importantes

- Leia atentamente este enunciado e esclareça dúvidas com os docentes.
- Em vez de começar a programar de imediato pense com tempo no problema e estruture adequadamente a sua solução. Soluções mais eficientes e que usem menos recursos serão valorizadas.
- Inclua na sua solução o código necessário à deteção e correção de erros.
- Evite esperas ativas no código, sincronize o acesso aos dados sempre que necessário e assegure a terminação limpa do servidor, ou seja, com todos os recursos utilizados a serem removidos.
- **Penalizações:**
  - A não compilação do código enviado implica uma classificação de **ZERO valores** na meta correspondente.
  - Esperas ativas serão fortemente penalizadas! Use o comando *top* num terminal, de modo a assegurar que o programa não gasta mais CPU que o necessário!
  - Acessos concorrentes que, por não serem sincronizados, puderem levar à corrupção de dados, serão fortemente penalizados!
  - Uso da função *sleep* ou estratégias similares para evitar problemas de sincronização, serão fortemente penalizados!
- Inclua informação de *debug* que facilite o acompanhamento da execução do programa, utilizando por exemplo a seguinte abordagem:

```
#define DEBUG //remove this line to remove debug messages
(...)
#ifdef DEBUG
printf("Creating shared memory\n");
#endif
```

- Todos os trabalhos **deverão funcionar na VM fornecida** ou, em alternativa, na máquina **student2.dei.uc.pt**.
- Compilação: o programa deverá compilar com recurso a uma *makefile*; não deve ter erros em qualquer uma das metas; evite também os *warnings*, exceto quando tiver uma boa justificação para a sua ocorrência (é raro acontecer!).
- A defesa final do trabalho é obrigatória e todos os elementos do grupo devem participar. A não comparência na defesa final implica a classificação de **ZERO valores** no trabalho.
- O trabalho pode ser realizado em grupos de até 2 alunos (grupos com apenas 1 aluno devem ser evitados e grupos com mais de 2 alunos não são permitidos).
- Os alunos do grupo devem pertencer a turmas PL do mesmo docente. Grupos com alunos de turmas de docentes diferentes são exceções que carecem de aprovação prévia.
- A nota da defesa é individual pelo que cada um dos elementos do grupo poderá ter uma nota diferente;
- Ambas as defesas, intermédia e final, devem ser realizadas na mesma turma e com o mesmo docente.
- **Não será tolerado plágio, cópia de partes de código entre grupos ou qualquer outro tipo de fraude.** Tentativas neste sentido resultarão na **classificação de ZERO valores** e na consequente **reprovação na cadeira**. Dependendo da gravidade poderão ainda levar a processos disciplinares.
- Todos os trabalhos serão escrutinados para deteção de cópias de código.
- Para evitar cópias, os alunos **não podem** colocar código em repositórios de acesso público.

## 5. Metas, entregas e datas

Data	Meta	
Data de entrega no Inforestudante 02/04/2024-09h00	Entrega intermédia	<p>Crie um arquivo no formato <b>ZIP (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b> com todos os ficheiros do trabalho e submeta-o no Inforestudante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os <b>nomes e números</b> dos alunos do grupo devem ser colocados <u>no início dos ficheiros com o código fonte</u>.</li> <li>Inclua <u>todos</u> os ficheiros fonte e de configuração necessários e também um Makefile para compilação do programa.</li> <li><u>Não inclua</u> quaisquer ficheiros não necessários para a compilação ou execução do programa (ex. diretórios ou ficheiros de sistemas de controlo de versões)</li> <li>Com o código deve ser entregue <b>1 página A4 com a arquitetura e todos os mecanismos de sincronização a implementar descritos</b>.</li> <li><b><u>Não serão admitidas entregas por e-mail.</u></b></li> </ul>
Semana de 02/04/2024	Demonstração/defesa intermédia	<ul style="list-style-type: none"> <li>A demonstração deverá contemplar todos os pontos referidos na <i>checklist</i> que consta deste enunciado.</li> <li>A demonstração/defesa será realizada nas aulas PL.</li> <li>A defesa intermédia vale <b>20%</b> da cotação do projeto.</li> </ul>
Data de entrega final no Inforestudante 13/05/2024-09h00	Entrega final	<p>Crie um arquivo no formato <b>ZIP (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b> com todos os ficheiros do trabalho e submeta-o no Inforestudante:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Os <b>nomes e números</b> dos alunos do grupo devem ser colocados <u>no início dos ficheiros com o código fonte</u>.</li> <li>Inclua <u>todos</u> os ficheiros fonte e de configuração necessários e também um Makefile para compilação do programa.</li> <li><u>Não inclua</u> quaisquer ficheiros não necessários para a compilação ou execução do programa (ex. diretórios ou ficheiros de sistemas de controlo de versões)</li> <li>Com o código deve ser entregue um <b>relatório</b> sucinto (no máximo 2 páginas A4), no formato <b>pdf (NÃO SERÃO ACEITES OUTROS FORMATOS)</b>, que explique as opções tomadas na construção da solução. Inclua um esquema da arquitetura do seu programa. Inclua também informação sobre o tempo total despendido (por cada um dos dois elementos do grupo) no projeto.</li> <li><b><u>Não serão admitidas entregas por e-mail.</u></b></li> </ul>
13/05/2024 a 06/06/2024	Defesa final	<ul style="list-style-type: none"> <li>A defesa final vale <b>80%</b> da cotação do projeto e consistirá numa análise detalhada do trabalho apresentado.</li> <li>Defesas em grupo nas aulas PL.</li> <li>É necessária inscrição para a defesa.</li> </ul>

Depois da submissão é aconselhado o *download* dos ficheiros, para verificar se tudo o que é necessário foi submetido. Caso submeta a pasta errada, apenas parte dos ficheiros, etc., isso não poderá contar para a meta.