Perfect Streamer

Versão 1.13.2.444

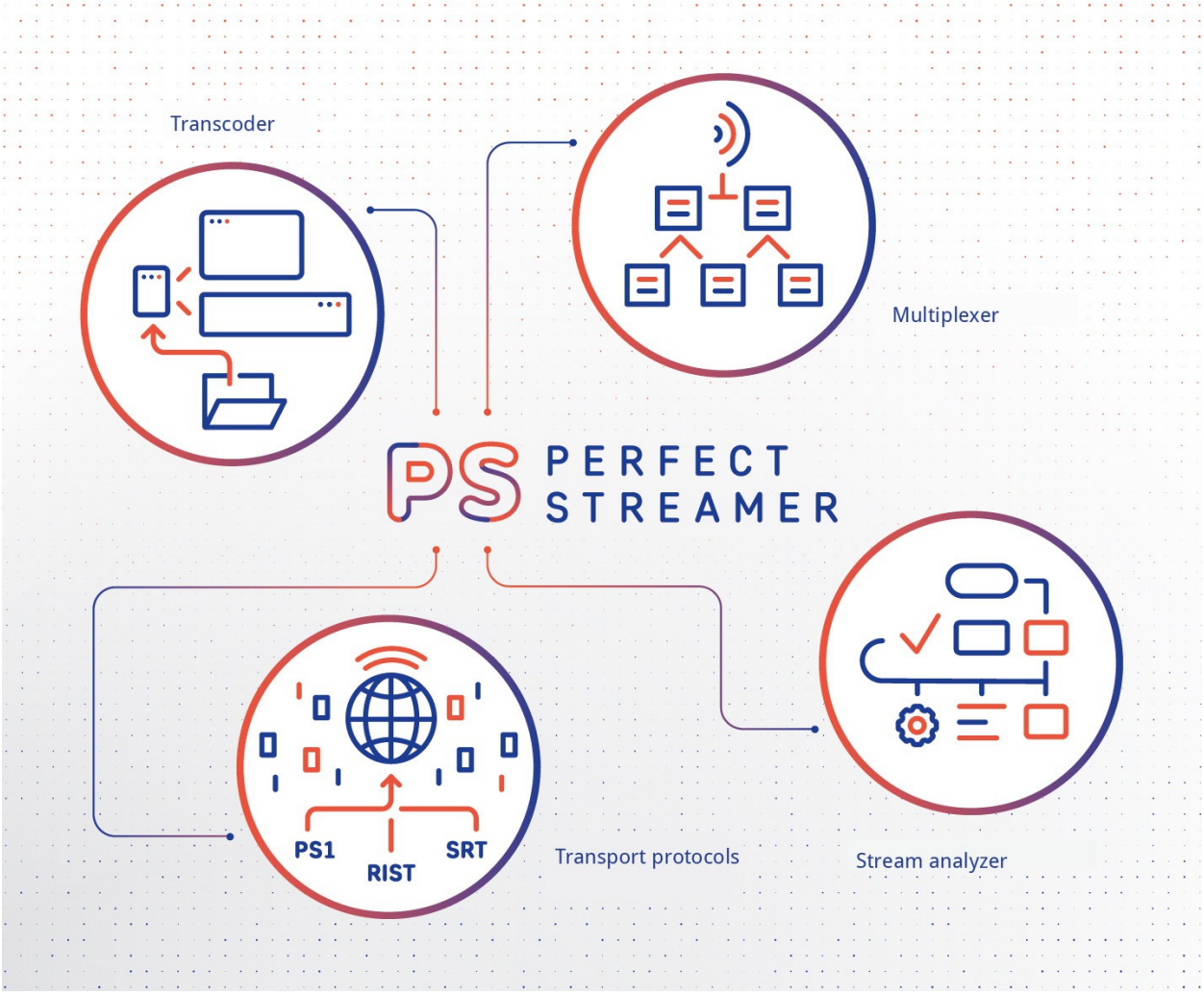
Perfect Soft

01 jun., 2026

Conteúdo

CAPÍTULO 1

Finalidade



O programa **Perfect Streamer** é destinado à transmissão de fluxos no formato MPEG-TS pela rede pública Internet com perdas de pacotes e atrasos. É utilizado o protocolo de desenvolvimento próprio Perfect Stream (**PS1**) baseado em UDP. Também são suportados os protocolos padrão **Pro-MPEG / RTP+FEC** (também conhecido como SMPTE 2022-1/2) e **SRT**, o que permite organizar canais tanto entre instâncias do **Perfect Streamer** quanto com outros programas ou equipamentos que suportem esses protocolos.

- O protocolo **PS1** funciona pelo princípio Automatic Repeat reQuest (ARQ). É leve em recursos e permite transmitir fluxos com alta taxa de bits.
- **Pro-MPEG / RTP+FEC** (Pro-MPEG COP3, também conhecido como SMPTE 2022-1/2) — RTP com correção de erros antecipada (FEC). Descrito na norma IEEE (https://ieeexplore.ieee.org/document/6738329) e suportado por diversos equipamentos. Vantagem: baixa latência. Desvantagem: alto tráfego adicional, e funciona mal com perdas de pacotes elevadas.
- **SRT** — protocolo aberto da Haivision baseado em UDT; amplamente difundido e com boas características de compensação de perdas de pacotes.
- **RIST** — protocolo aberto baseado em RTP/RTCP. Funciona pelo princípio Automatic Repeat reQuest (ARQ) sem ACK, apenas NACK, o que garante alta eficiência.

São suportados os protocolos de transporte padrão HLS, HLS SSL, UDP, RTP, HTTP e outros.

Transcodificador com suporte a Nvidia Encoder e Software CPU.

O programa dispõe de funcionalidade de redundância de fluxos, um servidor EPG, um multiplexador e demultiplexador, um gerador de EIT, trabalho com placas DVB, um analisador profissional (TR 101 290 e mais avançado), gráficos, encriptação AES, mosaico, modificação de metadados em MPEG-TS, etc.

Há suporte à integração com sistemas de monitoramento como Zabbix, Grafana e outros.

CAPÍTULO 2

Instalação

2.1 Requisitos do sistema

- **Perfect Streamer** funciona em Linux. Requisito principal: GLIBC >= 2.17.
- As interfaces de rede utilizadas pelo serviço do streamer devem ter configuração estática.
- Os scripts do instalador usam o utilitário **sudo**, portanto ele deve estar instalado no sistema.

Para as famílias Red Hat e Debian há pacotes de instalação e repositórios disponíveis. É suportada a versão RHEL 7 e superior (CentOS, etc.), bem como distribuições compatíveis com RPM — por exemplo, openSUSE Leap (veja a observação no final da seção RHEL). Sistemas baseados em Debian (Ubuntu, etc.) devem ter o serviço systemd.

Requisitos indicativos: 1 núcleo de 2,4 GHz e 1 GB de RAM para cada 200 Mbit/s de tráfego. Estimativa aproximada que depende dos protocolos e configurações do serviço.

Particularidades da versão Demo gratuita:

- Limitado a 10 fluxos
- O transcodificador opera apenas no modo CPU Software
- Sem limitações de funcionalidade
- Sem limite de tempo

As distribuições das versões completa e Demo diferem. Para instalar a versão Demo use o pacote pstreamer-demo correspondente. Ao migrar para a versão completa é necessário primeiro desinstalar a versão Demo e depois instalar a versão completa. O arquivo de configuração da versão Demo é compatível com a versão completa do pacote, mas o arquivo de configuração da versão completa do pstreamer pode ser incompatível com pstreamer-demo, o serviço pode não iniciar e a remoção manual do arquivo pss.json pode ser necessária.

2.2 Instalação em sistemas RHEL

Instalar o repositório para RHEL 7:

```
$ sudo yum install yum-utils
$ sudo yum-config-manager --add-repo=http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.
↪repo
```

Ou para RHEL 8+:

```
$ sudo yum config-manager --add-repo=http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.
↪repo
```

Instalar o pacote:

```
$ sudo yum -y install pstreamer

or

$ sudo yum -y install pstreamer-demo
```

Atualizar o pacote:

```
$ sudo yum -y update pstreamer

or

$ sudo yum -y update pstreamer-demo
```

Remover todos os pacotes:

```
$ sudo yum -y remove pstreamer aksusbd

or

$ sudo yum -y remove pstreamer-demo
```

Nota: **openSUSE** (Leap, a versão estável mais recente) é um sistema baseado em RPM. Utiliza-se o mesmo repositório que para o RHEL, mas as operações são realizadas com o gerenciador de pacotes **zypper**:

```
$ sudo zypper addrepo http://repo.pstreamer.tv/pub/pstreamer/pstreamer.repo
$ sudo zypper --gpg-auto-import-keys refresh
$ sudo zypper install pstreamer       # or pstreamer-demo
```

Atualização — `sudo zypper update pstreamer`, remoção — `sudo zypper remove pstreamer aksusbd`.

2.3 Instalação em sistemas Debian

Instalar o repositório:

```
$ sudo wget http://repo.pstreamer.tv/pub/deb/dists/pstreamer/pstreamer.list -O /etc/
↪apt/sources.list.d/pstreamer.list
$ sudo apt-get update
```

Instalar o pacote:

```
$ sudo apt-get install pstreamer

or

$ sudo apt-get install pstreamer-demo
```

Atualizar o pacote:

```
$ sudo apt install pstreamer

or

$ sudo apt install pstreamer-demo
```

Remover todos os pacotes:

```
$ sudo apt-get remove pstreamer aksusbd

or

$ sudo apt-get remove pstreamer-demo
```

2.4 Arquivos e serviços

/usr/local/bin/pss
: Arquivo executável.

/opt/pss/config/pss.properties
: Configurações globais, logs, caminhos etc. Após alterações, reiniciar o serviço.

/opt/pss/config/pss.json
: Arquivo principal de configurações. Criado e atualizado automaticamente. Na inicialização, o serviço tenta carregar precisamente este arquivo.

/opt/pss/config/pss_back.json
: Cópia de segurança da configuração de trabalho anterior. Salva automaticamente ao executar a ação **Restaurar configurações** na interface web e usada como primeira alternativa se o *pss.json* principal não puder ser analisado.

/opt/pss/config/pss_default.json
: Arquivo de configurações padrão. Entregue com o pacote e usado como última alternativa se nem o *pss.json* principal nem o *pss_back.json* puderem ser carregados.

/opt/pss/config/pss_back.json
: Arquivo de arquivos *pss.json* corrompidos. Se o arquivo principal de configurações

não puder ser analisado na inicialização, ele é movido para cá com um nome do tipo *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json*. O diretório é criado automaticamente. Consulte a seção *Comportamento na inicialização e erros de configuração*.

/opt/pss/data
Pasta de dados. Criada e atualizada automaticamente. Pode ser alterada no arquivo de configurações globais.

/usr/lib/systemd/system/pss.service
Arquivo de serviço systemd.

/var/log/pss
Pasta de logs. Pode ser alterada no arquivo de configurações globais.

Nome do serviço **pss**. Executa sob o usuário **pss**.

Durante a instalação é instalado o pacote complementar **aksusbd** do sistema de proteção; ele inclui os serviços **hasplmd** e **aksusbd**.

2.5 Após a instalação

Após a instalação do **Perfect Streamer**, *realize a ativação e a configuração inicial do serviço*.

2.6 Transcodificadores

Instalação dos transcodificadores para o Perfect Streamer.

Pacotes disponíveis:

- pstreamer-tcsw: transcodificação em CPU (Software).
- pstreamer-tcnv: transcodificação em GPU Nvidia. Apenas para o pacote *pstreamer* (versão completa com proteção).
- pstreamer-tcivpl: transcodificação em GPU Intel. Apenas para o pacote *pstreamer* (versão completa com proteção).

Requisito principal: GLIBC >= 2.28.

Agora funciona no AlmaLinux 8.9.

O transcodificador Intel VPL funciona em sistemas AlmaLinux 10 (RHEL 10).

2.6.1 RHEL 8+

1. Instalar pstreamer ou pstreamer-demo.
2. Para Nvidia, instalar os repositórios e atualizar o sistema (se ainda não foram instalados):

```
sudo dnf config-manager --add-repo https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/
↪repos/rhel9/x86_64/cuda-rhel9.repo
sudo dnf clean all
sudo dnf update -y
reboot
```

3. NVidia Encoder.

- Instalar CUDA:

```
sudo dnf -y install cuda-toolkit-12-5
```

- Instalar o driver (escolha uma opção):

Legacy

```
sudo dnf -y module install nvidia-driver:latest-dkms
```

New

```
sudo dnf -y module install nvidia-driver:open-dkms
```

Após a instalação é obrigatório reiniciar a máquina:

```
reboot
```

Após reiniciar, verificar o funcionamento do driver:

```
nvidia-smi
modprobe nvidia
sudo lsmod | grep nvidia
```

ou

```
modprobe nouveau
sudo lsmod | grep nouveau
```

4. Intel VPL Encoder.

- Instalação do driver Intel e Intel VPL (RHEL 10):

```
dnf install -y intel-gpu-firmware
dnf install -y https://mirrors.rpmfusion.org/free/el/rpmfusion-free-release-$(rpm -E
↪%rhel).noarch.rpm https://mirrors.rpmfusion.org/nonfree/el/rpmfusion-nonfree-
↪release-$(rpm -E %rhel).noarch.rpm
dnf install -y intel-media-driver
dnf install -y intel-vpl-gpu-rt
```

5. Instalar os pacotes do transcodificador.

- Método CPU Software:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcsw
```

- Nvidia GPU:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcnv
```

- Intel VPL GPU:

```
sudo dnf install -y pstreamer-tcivpl
```

2.6.2 Ubuntu 22/24

1. Instalar pstreamer ou pstreamer-demo.
2. NVidia Encoder.

- Instalar CUDA Toolkit versão 12.5:

```
wget https://developer.download.nvidia.com/compute/cuda/repos/ubuntu2204/x86_64/cuda-
↪keyring_1.1-1_all.deb
sudo dpkg -i cuda-keyring_1.1-1_all.deb
sudo apt-get update
sudo apt-get -y install cuda-toolkit-12-5
```

- Instalar o driver (escolha uma opção):

legacy kernel module flavor:

```
sudo apt-get install -y cuda-drivers
```

ou

open kernel module flavor:

```
sudo apt-get install -y nvidia-driver-555-open
sudo apt-get install -y cuda-drivers-555
```

Após a instalação é obrigatório reiniciar a máquina:

```
reboot
```

Após reiniciar, verificar o funcionamento do driver:

```
nvidia-smi
```

Para o funcionamento do transcodificador é necessária a versão CUDA 12.5. No sistema pode já estar instalada outra versão de CUDA. Também ao atualizar o sistema o CUDA pode ser atualizado para uma versão mais recente. Isso não interfere no funcionamento — não é necessário removê-las, pois versões diferentes de CUDA são instaladas em pastas separadas.

3. Instalar os pacotes do transcodificador.

- Método CPU Software:

```
sudo apt-get install -y pstreamer-tcsw
```

- Nvidia GPU:

```
sudo apt-get install -y pstreamer-tcnv
```

Os pacotes do transcodificador instalam os arquivos:

- /usr/local/bin/tcsw — executável do transcodificador SW (CPU).
- /usr/local/bin/tcnv — executável do transcodificador Nvidia (GPU).
- /opt/pss/config/pss_tc_sw.properties — arquivo de configuração inicial do transcodificador SW (CPU).
- /opt/pss/config/pss_tc_nv.properties — arquivo de configuração inicial do transcodificador Nvidia (GPU).

4. Verificar a instalação do transcodificador.

A instalação dos pacotes do transcodificador reinicia o serviço pss. A instalação pode ser verificada na seção About — é exibida a versão ou um erro.

2.6.3 Outros SO baseados em Debian e RHEL

Para instalar o transcodificador pstreamer-tcnv em SO diferentes de Ubuntu 22/24 e RHEL 8+, use o configurador no site da Nvidia para escolher a versão de CUDA e o driver:

https://developer.nvidia.com/cuda-toolkit-archive

Ao escolher cada versão de CUDA está disponível a informação sobre quais versões de SO ela suporta. Arquitetura suportada — x86_64. Se for necessária uma versão mais antiga do SO, verifique seu suporte em versões mais antigas de CUDA. O requisito principal do SO — suporte a GLIBC >= 2.28.

O driver da Nvidia deve ser instalado a partir do repositório indicado para a versão do seu SO na página da versão de CUDA escolhida.

O suporte a placas de vídeo Nvidia para o funcionamento do transcodificador pstreamer-tcnv pode ser verificado no site da Nvidia em Video Encode and Decode Support Matrix. Nessa página estão disponíveis a matriz de suporte a formatos de vídeo para decoder e encoder, bem como outras características.

2.7 Remoção da versão antiga do CUDA e do driver

Se uma versão incorreta de CUDA e driver for instalada, pode ser necessário trocar por outra versão, removendo antes a instalada.

https://docs.nvidia.com/cuda/cuda-installation-guide-linux/index.html?highlight=uninstall#removing-cuda-toolkit

2.7.1 Remoção do CUDA

RHEL:

```
dnf remove "cuda*" "*cublas*" "*cufft*" "*cufile*" "*curand*" "*cusolver*" "*cusparse*
↪" "*gds-tools*" "*npp*" "*nvjpeg*" "nsight*" "*nvvm*" "*nvptx*"
```

Debian/Ubuntu:

```
apt remove --autoremove --purge "*cuda*" "*cublas*" "*cufft*" "*cufile*" "*curand*"
↪"*cusolver*" "*cusparse*" "*gds-tools*" "*npp*" "*nvjpeg*" "nsight*" "*nvvm*"
↪"*nvptx*"
```

2.7.2 Remoção do driver

Ubuntu 22/24:

```
apt remove --autoremove --purge -V \
        cuda-compat\* \
        cuda-drivers\*  \
        libnvidia-cfg1\* \
        libnvidia-compute\* \
        libnvidia-decode\* \
        libnvidia-encode\* \
        libnvidia-extra\* \
        libnvidia-fbc1\* \
        libnvidia-gl\* \
        libnvidia-gpucomp\* \
        libnvidia-nscq\* \
        libnvsdm\* \
        libxnvctrl\* \
        nvidia-dkms\* \
        nvidia-driver\* \
        nvidia-fabricmanager\* \
        nvidia-firmware\* \
        nvidia-headless\* \
        nvidia-imex\* \
        nvidia-kernel\* \
        nvidia-modprobe\* \
        nvidia-open\* \
        nvidia-persistenced\* \
        nvidia-settings\* \
        nvidia-xconfig\* \
        xserver-xorg-video-nvidia\*
```

RHEL 9:

```
dnf module remove --all nvidia-driver
dnf module reset nvidia-driver
```

RHEL 10:

```
dnf remove nvidia-driver\*
```

CAPÍTULO 3

Configuração e ativação

3.1 Particularidades da versão Demo gratuita

- Limitado a 10 fluxos
- O transcodificador opera apenas no modo Software CPU
- Sem limitações de funcionalidade
- Sem limite de tempo

3.2 Ativação temporária e início

Para a versão temporária sem limite no número de fluxos. Após a instalação, o serviço **pss** fica inativo e precisa de ativação. Para a ativação temporária, execute o script:

```
$ /opt/pss/tools/activate.sh
```

O serviço **pss** será iniciado e configurado para autostart. Verificar o início bem-sucedido:

```
$ systemctl status pss
```

Em caso de problemas, consulte os logs:

```
$ tail -n 20 /var/log/pss/main.log
$ journalctl -u pss -n 20
```

3.3 Configurações iniciais

Conectar-se à interface web pelo navegador:

http://host:8808

Acesso: *admin*

Senha: *admin*

Altere obrigatoriamente o login da interface web — seção *Configuration/Administration/Administrators List*.

Se necessário, altere a porta da interface web em *Configuration/HTTP Server*; o serviço será reiniciado.

Os dados de ativação podem ser verificados na interface web, seção *Configuration/About*.

3.4 Ativação permanente

O sistema de proteção suporta licenças software (SL) e USB (HL). Para ativação permanente:

1. Na interface web, em *Configuration/About*, obtenha os dados C2V para a solicitação de ativação e envie-os ao fornecedor.
2. Insira na mesma seção da interface web os dados V2C recebidos do fornecedor a partir do arquivo ou da área de transferência.
3. Na mesma seção da interface web, verificar os dados de ativação.

Para que o Perfect Streamer reconheça a chave USB enquanto a licença de avaliação está ativa, é necessário reiniciar o serviço PSS. Isso pode ser feito pelo portal web em: Configuration — Maintenance — Reboot. Em alternativa, quando a licença de avaliação expirar, o serviço passa por si só para a chave USB permanente.

3.5 Ao expirar a licença anual ou a Trial

Se não for possível iniciar o serviço PSS, execute o comando:

```
$ journalctl -u pss -n 20
```

O erro a seguir indica que a licença do Perfect Streamer expirou:

```
LDK Protection System: Feature has expired (H0041)
```

CAPÍTULO 4

Documentação do usuário

4.1 Planejamento e protocolos de transmissão de dados

O programa **Perfect Streamer** destina-se à transmissão de fluxos MPEG-TS pela Internet pública com perdas de pacotes e latência, sobre UDP.

Para cada fluxo MPEG-TS (**Stream**) configura-se um servidor transmissor (**Sender**) e um ou mais receptores (**Receiver**); este emparelhamento é doravante designado por **Peer**.

A configuração do transmissor e receptor resume-se à entrada de uma lista de fluxos (Stream) e às configurações para cada Stream da lista de **input** e **output**. Vários **input** na lista garantem redundância de fontes. Vários **output** na lista permitem transmitir os fluxos para diferentes destinatários ao mesmo tempo.

No transmissor, **input** designa as fontes dos fluxos MPEG-TS e **output** a entrega dos fluxos aos receptores. Nos receptores, **input** designa a recepção dos fluxos dos transmissores.

Estão disponíveis quatro protocolos **Peer** para o transporte de fluxos entre o transmissor e o receptor:

- Protocolo Perfect Stream (PS1).
- SRT.
- Pro-MPEG / RTP+FEC.
- RIST.

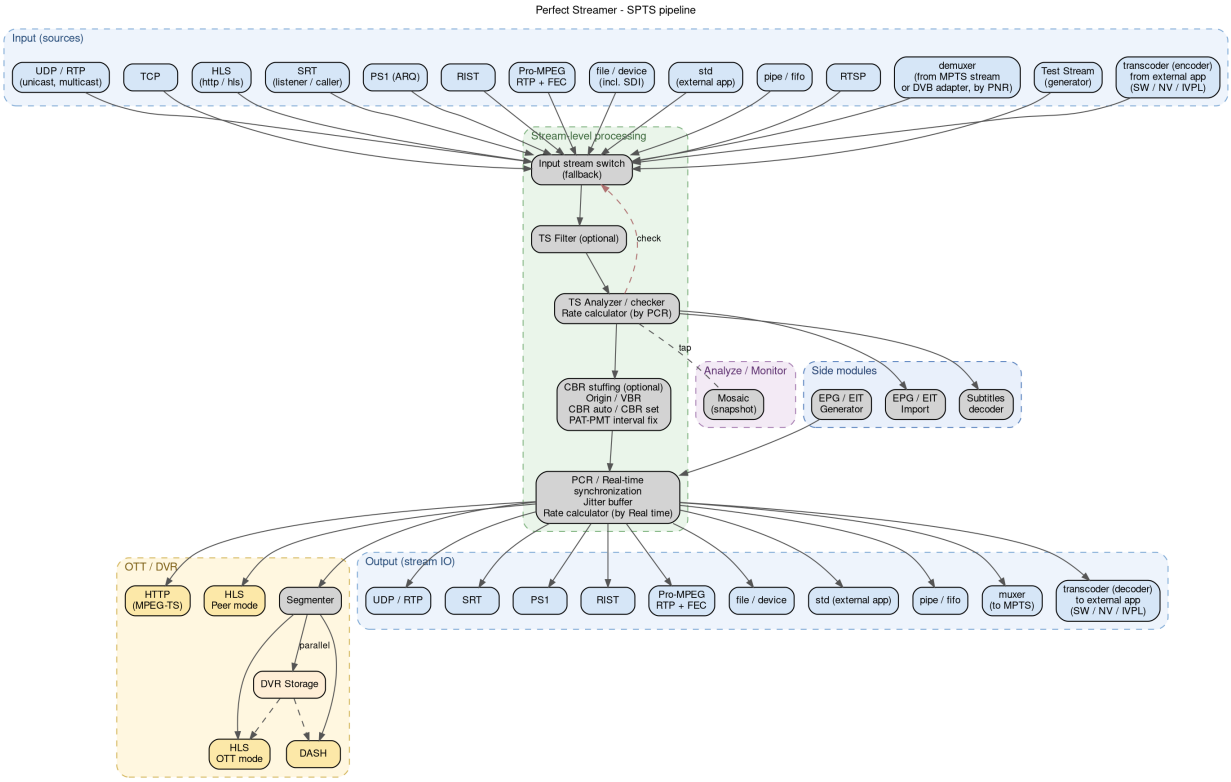


Fig. 1: Arquitetura geral do fluxo SPTS: entradas, processamento a nível de stream (comutador de entrada, filtro TS, analisador, sincronizador), OTT / DVR e saídas. Os detalhes de cada bloco encontram-se nas secções seguintes.

4.1.1 Protocolo PS1

O protocolo PS1 funciona pelo princípio Automatic Repeat reQuest (ARQ). É leve em recursos e permite transmitir fluxos com alta taxa de bits.

No transmissor — configurado em output. Apenas uma instância está disponível para um stream. É necessário registrar em **Peer** os logins dos receptores. Define-se a UDP listen port, que deve ser única para cada stream.

No receptor — configura-se no input. Especifica-se o host e a porta do transmissor, além de login e senha.

Há criptografia de fluxos disponível (Crypto protection) usando AES-128. Para ativar em ambos os lados, informe **Crypt Passphrase** como chave compartilhada.

Em funcionamento, o receptor (cliente) envia suas estatísticas ao transmissor (servidor). É possível consultá-las na seção *Peers* ao selecionar o cliente.

A latência do fluxo e a capacidade de corrigir perdas dependem das configurações do receptor (cliente):

Round Trip Time — RTT em ms, padrão 300. Latência estimada (ping) do canal. Após iniciar o fluxo, o RTT real aparece nas estatísticas (PS1 recovery delay).

Client Latency (RTT multiplexor) — multiplicador do RTT (padrão 10) que define a latência do fluxo no buffer do emissor; no padrão dá 3000 ms.

No lado do emissor há o ajuste de latência (tamanho do buffer) **Latency (ms)**. Ele deve ser maior do que as latências configuradas nos clientes.

A capacidade do protocolo de compensar perdas é determinada pelo número de solicitações de retransmissão e depende de **Client Latency (RTT multiplexor)**. Grandes perdas geram tráfego adicional na rede. Para reduzir a latência convém ajustar esses parâmetros com mais detalhe.

Para conferir o funcionamento correto do protocolo, veja as estatísticas do cliente. **PS1 recovery**: Not found → aumentar o buffer do emissor; Duplicates → aumentar o RTT.

Ao comutar a entrada do fluxo (troca de fonte) no transmissor, a fila de envio pode crescer brevemente. O PS1 lida com isso de forma suave: os pacotes mais antigos são descartados silenciosamente, enquanto a numeração (*seqID*) e as marcas de tempo nos receptores permanecem contínuas — os receptores recuperam as perdas pelo mecanismo regular de retransmissão (retr), sem reinicializar a conexão. O número de pacotes descartados dessa forma é visível nas estatísticas estendidas da saída PS1.

Since the connection is initiated from the side of the receiver, the transmitter requires authentication, the receivers are registered in the peers section. Login and password required.

4.1.2 Protocolo SRT

Protocolo aberto desenvolvido pela Haivision. Baseado no UDT; é amplamente difundido e oferece boas características de compensação de perdas de pacotes.

Casos de uso:

- Peer entre instâncias do **Perfect Streamer**. **No transmissor** — é configurado no output, modo listen (padrão). Para um stream, só pode ser definido um output desse tipo. Nesse modo podem ser conectados vários receptores. Para a autorização, devem ser registrados em **Peer** os logins dos receptores. **No receptor** — é configurado no input. São indicados o host e a porta do transmissor, bem como login e senha. Para transmitir login e senha, o streamer SRT usa o streamid no formato `login|password`.
- Peer entre o **Perfect Streamer** e quaisquer streamers SRT de terceiros. **No transmissor** é possível configurar o modo cliente SRT desativando o listen. O streamid SRT, se necessário, é inserido no campo login. Para o modo listen está disponível a autorização por endereço IP — inserida no campo login em **Peer**. **No receptor** é possível ativar o modo listen, definir o streamid SRT no campo login e também indicar o host a partir do qual a recepção é permitida.

Trabalho no modo Listener: recepção e transmissão do fluxo do canal com indicação da porta de recepção.

As portas em modo listen devem ser únicas.

Há criptografia de fluxos disponível (Crypto protection) usando AES-128. Para ativar em ambos os lados, informe **Crypt Passphrase** como chave compartilhada.

Se o transmissor usa o modo listen (padrão), a iniciação da conexão acontece do lado do receptor, o transmissor exige autenticação e os receptores são registrados em peer. Login e senha são obrigatórios.

As opções do protocolo SRT seguem a descrição em API-socket-options.md

Reorder (SRTO_LOSSMAXTTL) — Valor até o qual a tolerância de reordenamento pode aumentar. A tolerância de reordenamento é o número de pacotes que devem seguir uma «lacuna» detectada nos números de sequência dos pacotes recebidos antes que um relatório de perda seja enviado (na esperança de que a lacuna seja causada por reordenamento de pacotes e não por perda). O valor da tolerância de reordenamento começa em 0 e aumenta quando o reordenamento de pacotes é detectado. Isso ocorre quando um pacote «atrasado» é recebido com um número de sequência maior que o do último recebido, mas sem o sinalizador de retransmissão. Diante de tal detecção, a tolerância de reordenamento é definida como o valor do intervalo entre o último número e o número de sequência desse pacote, mas não superior ao valor definido pelo parâmetro SRTO_LOSSMAXTTL. Por padrão, esse valor é 0, o que significa que esse mecanismo está desativado. SRTO_LOSSMAXTTL

Overhead (SRTO_OHEADBW, %) — Sobrecarga para recuperação de banda além da taxa de entrada (ver SRTO_INPUTBW), em percentual da taxa de entrada. Atua somente se SRTO_MAXBW estiver definido como 0. Remetente: configurável pelo usuário; padrão: 25%.

Recomendações: a sobrecarga destina-se a fornecer banda adicional para o caso de um pacote ter ocupado parte da banda mas ter sido perdido e precisar ser retransmitido. Portanto, a banda máxima efetiva deve ser suficientemente maior do que o bitrate do fluxo para deixar espaço para retransmissões, mas limitada para que os pacotes retransmitidos não levem a um aumento abrupto no uso da banda quando grandes grupos de pacotes forem perdidos. Não defina um valor muito baixo e evite 0 caso o parâmetro SRTO_INPUTBW esteja definido como 0 (automático). Caso contrário, seu fluxo será rapidamente interrompido em qualquer aumento de perda de pacotes. SRTO_OHEADBW

Max Band (SRTO_MAXBW, bps) — Esta opção é efetiva apenas quando SRTO_MAXBW é igual a 0 (relativo). Ela controla a banda máxima em conjunto com o parâmetro SRTO_OHEADBW pela fórmula: MAXBW = INPUTBW * (100 + OHEADBW) / 100. Se esta opção for definida como 0 (automático), o valor real de INPUTBW será estimado com base na taxa do fluxo de entrada (casos em que a aplicação chama a função srt_send*) durante a transmissão. O valor mínimo admissível da estimativa é limitado pelo parâmetro SRTO_MININPUTBW, ou seja, INPUTBW = MAX(INPUTBW_ESTIMATE; MININPUTBW).

Recomendações: defina nesse parâmetro o bitrate esperado da sua transmissão e mantenha o valor padrão de 25% para SRTO_OHEADBW. SRTO_INPUTBW

Timeout (SRTO_CONNTIMEO, ms) — Valor do timeout de conexão em milissegundos. É o tempo durante o qual o objeto que está se conectando tentará estabelecer conexão e aguardará resposta do endpoint remoto antes de encerrar a conexão com código de erro. SRTO_CONNTIMEO

4.1.3 Protocolo Pro-MPEG / RTP+FEC (COP3 / SMPTE 2022-1/2)

Entrega de MPEG-TS sobre RTP com correção antecipada de erros (FEC, Forward Error Correction). O mesmo protocolo aparece na literatura e nos equipamentos sob diferentes nomes:

- **Pro-MPEG / Pro-MPEG COP3** — Code of Practice #3 do fórum Pro-MPEG, descrito no padrão IEEE (https://ieeexplore.ieee.org/document/6738329);
- **RTP + FEC** — nome funcional (fluxo RTP mais canais FEC);
- **SMPTE 2022-1** — Column FEC (mesmo esquema, publicado como padrão SMPTE);
- **SMPTE 2022-2** — Row + Column FEC (matriz bidimensional, implementada em PSS).

Vantagem: baixa latência. Sua desvantagem é o alto tráfego adicional (overhead), e funciona mal com perdas de pacotes elevadas (acima de 0,2 %).

Este protocolo é baseado em RTP com a adição de 2 canais para FEC (código de correção de erros). Os dois canais FEC usam as portas port+2 e port+4, o que deve ser levado em conta ao adicionar vários fluxos em um mesmo host ou grupo multicast.

No emissor, o fluxo de pacotes RTP é agrupado em uma matriz com **Cols** colunas e **Rows** linhas. Exemplo para cols=8 e rows=4 (padrão):

RTP01	RTP02	RTP03	RTP04	RTP05	RTP06	RTP07	RTP08	R1
RTP11	RTP12	RTP13	RTP14	RTP15	RTP16	RTP17	RTP18	R2
RTP21	RTP22	RTP23	RTP24	RTP25	RTP26	RTP27	RTP28	R3
RTP31	RTP32	RTP33	RTP34	RTP35	RTP36	RTP37	RTP38	R4
C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	

Os pacotes Rx e Cx formam os dados para FEC por linhas e colunas. Quanto menor o tamanho da matriz, melhor a capacidade de corrigir perdas, mas maior o tráfego adicional. Neste exemplo, há 12 pacotes FEC para cada 32 pacotes RTP do fluxo.

Há criptografia de fluxos disponível (Crypto protection) com AES-128, mas não consta do padrão, portanto a compatibilidade com software ou hardware de terceiros não é garantida.

Existem extensões não padronizadas do protocolo:

Multiplexing — multiplexação de canais RTP por meio de uma única porta UDP. Pode simplificar a configuração da rede.

4.1.4 Protocolo RIST

Novo protocolo aberto baseado em RTP/RTCP. Funciona pelo princípio Automatic Repeat reQuest (ARQ) sem ACK, apenas NACK, o que garante alta eficiência.

Usa unicast e multicast.

Estão implementados os perfis Simple e Main. Simple usa duas portas UDP consecutivas — a porta configurada deve ser par. Main usa uma única porta RTP com multiplexação de dados.

On transmitter — configura-se em output. Para unicast são configurados o endereço e a porta do receptor. Para multicast é necessário indicar a interface de rede pela qual os dados serão transmitidos. Para multicast também é possível configurar a autorização dos receptores por endereço IP registrando os logins em **Peer**.

No receptor — configura-se no input. Para unicast define-se a porta de recepção (listen) e obrigatoriamente a interface de rede. Para multicast indica-se apenas o grupo multicast e a porta.

O RIST suporta vários peers (endereços) separados. Com peso maior que 1 ativa-se o balanceamento de carga entre peers conforme o peso.

Se o transmissor usa multicast, pode haver muitos receptores. Nesse caso, é possível autenticar os receptores por endereço IP. Para isso, ative a autenticação nas configurações do transmissor (desativada por padrão) e adicione o cliente à lista de peers; no campo login, informe o endereço IP.

4.1.5 Outros protocolos

Além dos protocolos **peer**, existem outros para receber e transmitir fluxos:

Protocol	Input	Output
UDP	Yes	Yes
RTP	Yes	Yes
TCP	Yes	No
HLS	Yes	Yes
RTSP	Yes	No
pipe	Yes	Yes

UDP (unicast ou multicast) — recepção e envio de MPEG-TS em pacote UDP, até 7 pacotes TS por UDP.

RTP (unicast ou multicast) — protocolo padrão baseado em RFC. Suportada a recuperação de pacotes reordenados.

TCP — recepção de MPEG-TS em conexão TCP, modo cliente TCP.

HLS — recepção e entrega de MPEG-TS sobre HTTP ou o protocolo HLS padrão da Apple. Na recepção, é selecionada a variante de maior taxa de bits da playlist adaptativa. **HLS input** só está disponível para fluxos **SPTS**; para MPTS utilize UDP / RTP / TCP / file ou um adaptador DVB.

RTSP — recepção de fluxo de vídeo a partir de fontes RTSP (câmaras IP, servidores RTSP) baseada no FFmpeg avformat. O PSS abre uma sessão RTSP (`DESCRIBE` → `SETUP` → `PLAY`), lê os pacotes ES, faz o remux para um MPEG-TS interno e injeta no pipeline do fluxo. O BSF Annex B (`h264_mp4toannexb` / `hevc_mp4toannexb`) é ativado automaticamente. Se a fonte não contiver faixas de áudio, é adicionada uma faixa MPEG-1 Layer 2 silenciosa (48 kHz, estéreo,

128 kbps) com PTS sincronizado ao vídeo — isto é necessário para a compatibilidade com o pipeline do fluxo, que exige pelo menos uma faixa de áudio.

Definições da entrada **RTSP**:

- **URI** — o URL completo da sessão RTSP, por exemplo `rtsp://cam.local/play1.sdp`.
- **Login**, **Password** — credenciais RTSP, caso seja necessária autenticação basic / digest.
- **User-Agent** — User-Agent personalizado (opcional).
- **Cookies** — cabeçalho `Cookie` (opcional, para servidores com autenticação baseada em cookies).
- **Transport** — transporte RTP dentro do RTSP:
  - `UDP` — RTP sobre UDP (baixa latência, sensível a perdas);
  - `TCP` (por omissão) — RTP intercalado na sessão TCP do RTSP; atravessa NAT e firewalls;
  - `HTTP` — túnel RTSP-over-HTTP, para travessia de proxies apenas HTTP.
- **Timeout** — tempo-limite de abertura e leitura em segundos. Valor por omissão: 10.
- **Trace** — registo detalhado para diagnóstico.

A entrada RTSP é executada no mesmo processo do PSS e não requer binário externo. A alternativa via **std** + ffmpeg / gstreamer (ver FAQ) permanece disponível e é útil para protocolos que o RTSP integrado não cobre (por exemplo, RTMP).

A entrada RTSP é uma fonte single-program e, por isso, está disponível **apenas para fluxos SPTS**.

pipe — leitura de e escrita para um named pipe (FIFO) existente. Ao contrário do **std**, o PSS não cria um processo filho — o produtor / consumidor externo deve ser iniciado de forma independente e manter o pipe aberto do seu lado. Nas definições, **File Path** indica o caminho para um FIFO já existente (criado, por exemplo, pelo comando `mkfifo`). O PSS abre o FIFO em modo leitura (para **input**) ou escrita (para **output**). Disponível para SPTS e MPTS.

4.1.6 Fluxos com arquivos e dispositivos

Para **input** e **output** está disponível o protocolo **file/device** para arquivos e dispositivos.

output file/device — gravação em arquivo ou saída para dispositivo. A gravação em arquivo pode ser necessária para registrar em ts-file e posterior diagnóstico por outros analisadores. Saída para dispositivo — qualquer dispositivo (incluindo SDI) registrado em **/dev**.

input file/device — reprodução cíclica do vídeo de um arquivo TS.

Ao trabalhar com arquivos, indique o caminho completo do arquivo no campo *File Path*:
/catalog/stream.ts.

Ao trabalhar com dispositivos, ative também o indicador *Is Device*.

4.1.7 Lista de fluxos permitidos e restrição do peer

Para possibilitar a restrição de acesso aos fluxos de canais de TV no lado do cliente (**Peer**) nos modos SRT Listen, PS1, HLS e HTTP, o programa implementa a funcionalidade de lista de fluxos permitidos. Nas configurações do **Peer** no transmissor define-se a lista de canais disponíveis. Para isso, no campo *Stream Access* devem ser adicionados, da lista geral de canais do servidor, apenas aqueles destinados a este **Peer**. Por padrão, com lista vazia, todos os canais ficam disponíveis.

Para um **Peer** estão disponíveis limites de tempo e número de conexões por protocolo de transporte.

Anonymous peer

Por padrão, o login do peer é *anonymous*. O peer anônimo permite distribuir fluxos sem vínculo a IP ou login/senha. Aplicam-se restrições quanto ao número de fluxos entregues por protocolos de transporte, por data limite e pela lista de fluxos permitidos.

É possível criar um peer individual por login (nome) e senha.

Para autorizar um peer por IP, ative a opção «Login Is IP».

Opções de autorização:

- Por IP único
- Por faixa de IP, por exemplo: «192.168.1.10-192.168.1.20»
- Variante combinada, sintaxe de listas IP: ip[-ip2][,...]

4.1.8 Integração de aplicações de terceiros

Para suportar outros protocolos não cobertos pelos recursos integrados, é possível receber e transmitir o fluxo através de aplicações de console externas. Para isso há um protocolo **std** separado para **input** e **output**. O fluxo MPEG-TS é recebido e transmitido através do fluxo de entrada/saída do sistema operacional.

Na configuração indica-se a aplicação console (caminho absoluto) e a linha de comando; é possível também definir variáveis de ambiente.

Para um **input** com aplicação externa, evite mensagens no stdout — apenas no stderr.

Para o **output** é possível definir o empacotamento de até 7 pacotes MPEG-TS.

4.1.9 Requisitos do fluxo de entrada

Conformidade com ISO 13818-1, Single Program (SPTS) ou Multi Program Transport Stream (MPTS). As particularidades do MPTS são descritas adiante; as configurações a seguir são para SPTS.

É necessária pelo menos uma trilha de áudio.

Fluxos sem vídeo são suportados, ativados pelo modo **Radio**.

Fluxos codificados são suportados; para isso é necessário ativar **Scrambled Stream**.

Para a **sincronização** o fluxo deve conter marcas de PCR válidas.

4.1.10 Configurações do Stream

Defina um nome único para o stream em letras latinas, dígitos e «_»/«-». Também é possível atribuir um nome de exibição que aceita russo e outros idiomas.

Stream Timeout — tempo limite global do stream. Se não chegar fluxo de entrada válido nesse intervalo, ocorre reinício completo.

Pause — coloca o **stream** e todos os **input** e **output** em estado inativo. Por padrão, novos **stream**, **input** e **output** ficam em pausa e inativos.

O programa verifica a validade do fluxo de entrada no **input**. Se a verificação falhar, o **input** é considerado defeituoso.

Check Interval — intervalo de re-verificação do fluxo.

Configurações de filtragem MPEG-TS:

Remove All Unnecessary Data — remove todos os dados desnecessários, exceto PAT/PMT, vídeo e áudio, e o que estiver nos filtros separados (veja abaixo)

Remove SDT — remover dados SDT (nome do canal, provedor etc.).

Remove EIT/EPG — remover os dados de EPG.

Remove Teletext — remover o teletexto.

Remove Subtitles — remover as legendas.

Controle de bitrate do fluxo:

Bitrate mode — modo de controle de bitrate.

1. Origin (default) — o fluxo é transmitido sem alterações.
2. VBR — remove pacotes NULL para minimizar o bitrate. Ative se os fluxos forem usados apenas para distribuição OTT.
3. CBR auto — ativa o alinhamento de bitrate pela inserção de pacotes NULL (stuffing). O bitrate resultante é ajustado ao bitrate máximo do fluxo de entrada.
4. CBR set stuffing bitrate — definir explicitamente o bitrate desejado. Se for menor que o fluxo de entrada, é nivelado como em CBR Auto.

Com o modo CBR ativado, a PCR Accuracy obedece à TR 101 290; o intervalo do PCR permanece como no fluxo original.

Correção de fluxos:

Fix PAT/PMT interval — corrige o intervalo para conformidade com TR 101 290 inserindo PAT/PMT adicionais.

4.1.11 Redundância de fontes

Pode-se listar vários **input**, mas apenas um fica ativo. Se um **input** falhar, é tentado o próximo da lista, e assim ciclicamente.

Se em **stream** for ativado **Fallback Check**, durante o funcionamento do **input** de reserva (não o primeiro da lista) será realizada uma reverificação dos itens superiores da lista no intervalo **Check Interval**. Se na reverificação o fluxo estiver válido, o **stream** alterna para ele.

Como a ordem dos **input** importa, ela pode ser alterada. Um **input** em pausa não é considerado em funcionamento.

4.1.12 Filtragem e modificação de MPEG-TS

Por padrão, o fluxo MPEG-TS é transmitido como está.

Para cada **input** estão disponíveis as seguintes opções de filtragem MPEG-TS:

PID Accept — lista de PIDs permitidos. Se vazia, tudo é permitido exceto **PID Reject**.

PID Reject — lista de PIDs proibidos. Tem prioridade sobre **PID Accept**.

É possível alterar PIDs. Para isso preencha as listas **PID Old** e **PID New**.

Mapping PID and Languages — reatribuição do idioma das trilhas de áudio.

Default Language — definir o idioma padrão quando a trilha de áudio não tiver idioma.

Para o **stream** é possível atribuir novos dados MPEG-TS (tabela SDT):

- MPEG-TS Network ID
- Service Name
- Provider Name
- Language

4.2 Fluxos MPTS

Fluxo MPTS — fluxo MPEG-TS que transporta vários serviços, cada um com um número de programa único (PNR). Utilizado para a radiodifusão DVB.

Para fluxos MPTS as opções de filtragem não estão disponíveis. Os fluxos são transmitidos como estão.

O **RTSP** não pode ser fonte de um fluxo MPTS — é um protocolo single-program, aplicável apenas como fonte SPTS.

A função mosaic está desativada por padrão. Não é recomendado ativá-la em CPUs fracas — pode introduzir jitter.

Na diagnose do fluxo são exibidos os dados de cada programa separadamente e uma estatística global.

4.2.1 Demultiplexador

Extrai fluxos individuais de um fluxo MPTS. Para isso, adicionar no fluxo SPTS uma entrada do tipo demux, selecionar a fonte e o serviço pelo PNR. Se o MPTS de origem estiver ativo, ao selecionar o PNR estará disponível uma lista; caso contrário, o PNR deve ser introduzido manualmente.

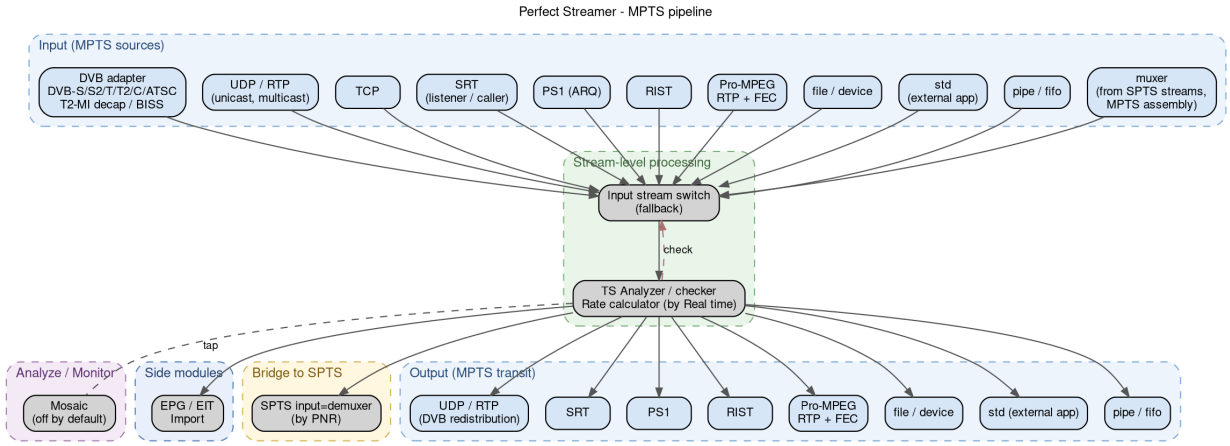


Fig. 2: Arquitetura do fluxo MPTS: trânsito sem filtragem por serviço; para o processamento por serviço (OTT, DVR, filtragem) utiliza-se a entrada demultiplexer de um fluxo SPTS.

4.2.2 Multiplexador

Monta um fluxo MPTS a partir de fluxos SPTS individuais. Para configurar esse fluxo:

- Criar um stream MPTS.
- **Adicionar um input do tipo muxer. Definir o bitrate para alinhar o fluxo CBR (stuffing, conformidade TR 101 290 e T-STD).**
  Se for definido 0 (padrão), não haverá alinhamento — o bitrate corresponderá aos fluxos de entrada. Ali também é possível introduzir alguns parâmetros do fluxo MPEG-TS; para a maioria das aplicações os parâmetros padrão são adequados.
- No Stream de origem adicione um output do tipo muxer. Informe o nome do serviço e, se necessário, o do provedor. Se usar caracteres não latinos, selecione o idioma nas configurações MPEG-TS do stream.
- Repetir para todas as fontes.

O multiplexador gera para o fluxo SDT, NIT e TDT/TOT (marcas de tempo). O EIT (EPG) é obtido dos fluxos de origem. Novos PIDs são atribuídos.

4.3 Fluxos de teste

Test Stream generator - test stream (test card). It allows to create generated video streams as plugs for broadcasting or failures on main streams. It is possible to set the type of image, sound, overlay text and time.

Configura-se ativando o tipo de input correspondente no stream. É possível definir tipo de formato de vídeo, resolução, bitrate, volume e frequência de áudio, etc.

A lista de Test Streams disponíveis está no menu lateral esquerdo do programa.

4.4 Serviço OTT

Entrega fluxos por protocolos baseados em HTTP — **HLS** (sobre MPEG-TS), **MPEG-DASH** e **Low-Latency HLS** (sobre CMAF — MP4 fragmentado, desde a versão 1.13), bem como **MPEG-TS over HTTP**. São suportados HTTPS (SSL) e HTTP/3 (QUIC). A entrega é ativada na aba **OTT** das configurações de **Stream**.

As URLs de conexão têm o formato:

- http://host:port/http/stream/login/password — autorização por login e senha
- http://host:port/http/stream/login — autorização por login (token)
- http://host:port/http/stream/ — autorização por IP

host e **port** são definidos nas configurações do **http server**.

stream — **ID** do stream. Não confundir com o número de ordem na lista de streams. O **ID** é exibido no topo da página de estatísticas do stream e na coluna *ID* da lista de streams; é definido na criação do stream e nunca muda.

De forma análoga para **HLS**, **DASH** e **Low-Latency HLS** (os dois últimos — apenas em *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*, veja abaixo):

- http://host:port/hls/stream/login/password
- http://host:port/hls/stream/login
- http://host:port/hls/stream/
- http://host:port/dash/stream/login/password
- http://host:port/dash/stream/login
- http://host:port/dash/stream/
- http://host:port/llhls/stream/login/password
- http://host:port/llhls/stream/login
- http://host:port/llhls/stream/

Na página de estatísticas do stream são exibidas as URLs dos protocolos conectados (como template) e seu status atual. O acesso não autorizado é proibido; os clientes devem estar registrados em **Peers**.

Para **HLS** e **DASH** estão disponíveis parâmetros adicionais na URL (opcionais):

[URL]?a=1&s=40&m=40&v=5&h3=1

- **a**: 1 — caminho absoluto na playlist, 0 — caminho relativo (padrão).
- **s**: duração da playlist dinâmica (s), 40 s por padrão.
- **m**: duração mínima da playlist dinâmica (s), 40 s por padrão. Tamanho máximo da playlist dinâmica 60 s. Se o tamanho atual do buffer de chunks for menor que o tamanho mínimo solicitado na requisição, é retornado um erro 404. Assim, o HLS arranca com um buffer de chunks cheio no servidor.
- **v**: a versão do protocolo HLS emitida na playlist. Por padrão, o valor depende do modo HLS (veja abaixo): *OTT/HLS* e *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash — 6*, *Peering/HLS — 3*. Um valor explícito na URL substitui o padrão. Trocar a versão pode ser necessário para compatibilidade com um cliente HLS específico.

- **h3**: opt-in para HTTP/3 (QUIC) nesta sessão OTT. Faz com que o servidor emita um cabeçalho `Alt-Svc` na resposta, após o que um leitor / browser compatível passa para QUIC. Ver a secção HTTP/3 (QUIC) abaixo.

Para compatibilidade com alguns clientes HLS é possível adicionar o nome de arquivo index.m3u8 à URL, ex.: http://host:port/hls/stream/login/password/index.m3u8.

O modo de entrega é definido pela configuração de stream *OTT HLS* (aba **OTT**): *Peering/HLS*, *OTT/HLS* ou *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*.

Peering/HLS — um modo com divisão simples em segmentos (chunks). Recomendado para o peering (distribuição) de fluxos. É entregue apenas **HLS** sobre MPEG-TS (`/hls`). Por padrão, a playlist é servida como *EXT-X-VERSION:3* para compatibilidade com clientes peer.

OTT/HLS — um modo com divisão de segmentos otimizada para um início rápido dos players na transmissão OTT. Nesse modo, a carga de CPU é maior; é recomendado para transmissão. É entregue **HLS** sobre MPEG-TS (`/hls`). Por padrão, a playlist é servida como *EXT-X-VERSION:6* com *EXT-X-INDEPENDENT-SEGMENTS* e o atributo *CHARACTERISTICS* em *EXT-X-MEDIA TYPE=SUBTITLES* (Apple HLS, hls.js, Safari, dash.js/Shaka). Se um cliente específico precisar de um valor anterior, defina-o pelo parâmetro de consulta `?v=` (veja a lista de parâmetros acima).

OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash — um modo de entrega sobre **CMAF** (MP4 fragmentado, *fMP4*; desde a versão 1.13). O stream gera segmentos fMP4 (`.m4s` + um `init.mp4` comum, `mimeType="video/mp4"`), sobre os quais são entregues:

- **MPEG-DASH** em `/dash` — agora sobre CMAF, e **não** sobre MPEG-TS;
- **Low-Latency HLS** em `/llhls` (veja Low-Latency HLS abaixo);
- com a configuração de stream *Enable TS Chunk* ativada (padrão *true*) — adicionalmente **HLS** legacy sobre MPEG-TS (`/hls`), como no *OTT/HLS*; com *false*, são entregues apenas segmentos fMP4, o que economiza disco e CPU.

A playlist **HLS** no *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash* também é *EXT-X-VERSION:6* por padrão.

Nota: **MPEG-DASH** e **Low-Latency HLS** estão disponíveis apenas no *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*. No *OTT/HLS* e no *Peering/HLS*, é entregue exclusivamente **HLS** sobre MPEG-TS.

É possível habilitar SSL (HTTPS) no servidor HTTP nas configurações do servidor.

Chunk Min Interval e Chunk Max Interval

No modo OTT, o fluxo é analisado para PAT/PMT/SPS/PPS/IFrame e os chunks são fatiados segundo o critério de arranque rápido dos reprodutores. A análise começa em *min interval* e, se por algum motivo os dados não forem encontrados, o chunk é fatiado à força em *max interval*.

GOP-aligned segments

No *OTT/HLS*, o segmentador alinha as fronteiras dos chunks aos pontos de acesso aleatório e distingue entre *IDR* e um *I-frame* comum. Se a fonte transmite com *closed-GOP* (com IDR), cada segmento TS *.ts* começa garantidamente com *SPS / PPS / IDR* (para HEVC — também *VPS*) — um verdadeiro ponto de entrada a partir do qual o player abre o fluxo. Se a fonte for *open-GOP* / sem IDR, a fronteira é o I-frame mais próximo (o comportamento anterior). O segmentador remove a «cauda» do GOP anterior — os slices *P / B* — da janela entre o PAT inicial e o primeiro SPS do chunk. Isso:

- elimina o quadro preto inicial no começo da sessão VOD (`?t=` / `?epg=`) em *hls.js*, *Safari* e *VLC*: o decodificador MSE recebe o conjunto correto de unidades NAL de cabeçalho já no primeiro segmento e inicia imediatamente;
- alinha a saída com *HLS RFC 8216 §3* («Each Media Segment MUST contain a SPS and a PPS that decode its first Access Unit»);
- torna correta a declaração *EXT-X-INDEPENDENT-SEGMENTS* em uma playlist *EXT-X-VERSION:6*.

Controlado pela configuração por stream *gop-aligned-segment* (padrão *true*). Aplica-se apenas quando *HLS = OTT/HLS*: em *Peering/HLS* e para streams MPTS o comportamento não muda. O PSI (PAT / PMT) e o áudio são preservados integralmente; o único efeito colateral é um salto de um quadro do *continuity_counter* na PID de vídeo na fronteira entre dois chunks vizinhos, o que constitui um decode boundary legítimo para HLS / DASH MSE.

Ao alinhar aos pontos de entrada, a duração real do chunk pode ser arredondada para cima além de *Chunk Min Interval*. Por isso, na playlist live o valor *EXT-X-TARGETDURATION* reflete a duração de segmento **real máxima** (seção 4.3.3.1 de *RFC 8216*) em vez do mínimo configurado. Isso mantém o manifesto dentro do padrão: *hls.js* e os players compatíveis não reduzem o intervalo de atualização da playlist nem emitem *bufferStalledError* falsos.

Low-Latency HLS (/llhls)

No *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*, além de `/dash` há um endpoint **Low-Latency HLS** separado — entrega de baixa latência sobre os mesmos segmentos fMP4 de CMAF:

- http://host:port/llhls/stream/login/password
- http://host:port/llhls/stream/login
- http://host:port/llhls/stream/

A playlist de mídia é dividida em *segmentos parciais* (*parts*, diretivas `#EXT-X-PART`): o player inicia a reprodução sem esperar o segmento completo ficar pronto. São aplicados o recarregamento bloqueante da playlist (o servidor retém a requisição até o próximo part ficar pronto) e a dica de pré-carregamento `#EXT-X-PRELOAD-HINT`.

A duração-alvo de um part é definida pela configuração de stream *Part Target Duration* (ms; padrão 500, faixa 100–5000). O valor é aplicado em tempo real, sem reiniciar o fluxo, e deve ser menor que *Chunk Min Interval*.

HLS / DASH / LL-HLS Adaptive Multistream

HLS Adaptive Multistream é suportado desde a versão 1.10, DASH Adaptive Multistream desde a versão 1.12 (desde a versão 1.13 — sobre CMAF), e Low-Latency HLS Adaptive desde a versão 1.13.

Para os fluxos adaptativos, configura-se uma playlist separada. Para isso:

- Ativar a entrega OTT nos fluxos que farão parte da playlist adaptativa: *OTT/HLS* — para **HLS** adaptativo sobre MPEG-TS; *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash* — para **DASH** / **Low-Latency HLS** adaptativos sobre CMAF.
- No menu principal aparecerá uma seção de fluxos adaptativos. Nela é preciso adicionar um fluxo e indicar todos os fluxos que devem entrar nesta playlist.
- Os fluxos podem ter um parâmetro de bitrate definido. Por padrão, é 0 — o bitrate é obtido do valor medido; caso contrário, pode ser definido explicitamente.

Para playlists adaptativas a URL é diferente:

- http://host:port/hls/adaptive/stream/login/password

- http://host:port/hls/adaptive/stream/login
- http://host:port/hls/adaptive/stream/
- http://host:port/dash/adaptive/stream/login/password
- http://host:port/dash/adaptive/stream/login
- http://host:port/dash/adaptive/stream/
- http://host:port/llhls/adaptive/stream/login/password
- http://host:port/llhls/adaptive/stream/login
- http://host:port/llhls/adaptive/stream/

Aos peers (clientes) pode-se impor restrições de acesso aos fluxos adaptativos, assim como aos comuns. A permissão para um fluxo adaptativo inclui a permissão para todos os fluxos que o compõem.

4.5 HTTP/3 (QUIC)

Desde a versão 1.13.1.438, o **Perfect Streamer** inclui um servidor **HTTP/3** integrado para a entrega OTT de HLS, MPEG-DASH e Low-Latency HLS sobre **QUIC** (RFC 9000 + RFC 9114). A pilha é **ngtcp2** (QUIC v1) + **nghttp3** (HTTP/3 frame layer); a infraestrutura TLS reutiliza o mesmo certificado que o listener HTTPS.

O QUIC serve apenas rotas OTT:

- `/` — redirecionamento raiz,
- `/hls/...`, `/dash/...` e `/llhls/...` — master playlists / MPD,
- `/h<sessID>/...` — URL por sessão (media playlists, segmentos, VTT),
- `/http/<stream>/...` — MPEG-TS bruto sobre HTTP.

Low-Latency HLS e DASH são entregues sobre QUIC de forma incremental (chunked): as *parts* são enviadas ao cliente à medida que ficam prontas, sem esperar o segmento completo.

Os caminhos administrativos (`/data`, `/config`, `/xmltv`, `/db/`, `/login`, `/logout`, `/restart`) devolvem **404** sobre QUIC — a API de administração permanece em HTTPS / HTTP-TCP. Trata-se de uma restrição deliberada para reduzir a superfície de ataque do listener QUIC.

4.5.1 Ativação

As definições de QUIC encontram-se na secção **Configuration / HTTP server** (nó `/config/http-server`):

- **HTTP/3 Enable** (`http3-enable`) — indicador global que ativa o listener QUIC. Valor por omissão: **off**. A ativação abre um socket UDP em `http3-port`; a desativação fecha-o.
- **HTTP/3 Port** (`http3-port`) — porta UDP do listener QUIC. Valor por omissão: **43984**. O QUIC opera sobre UDP e o HTTPS sobre TCP; as portas podem coincidir ou diferir, sem conflito entre si.
- **HTTP/3 0-RTT Enable** (`http3-zero-rtt-enable`) — permite o handshake 0-RTT (RFC 9001 §4.6.1) em ligações retomadas do mesmo cliente. Reduz a latência de arranque; o risco de reprodução deve ser considerado para pedidos não idempotentes (é seguro para cargas OTT de apenas leitura). Valor por omissão: **on**.

As alterações de configuração são aplicadas a quente, sem reiniciar o serviço.

O certificado e a chave são obtidos do listener HTTPS — não existe configuração de certificado separada para HTTP/3. Se o HTTPS não estiver configurado (`ssl-enable=false`), a ativação do HTTP/3 não produz efeito — o handshake não será concluído.

4.5.2 O parâmetro `?h3` — opt-in por sessão

Um browser não liga diretamente a um endpoint HTTP/3 — acede primeiro via HTTPS/TCP, recebe na resposta o cabeçalho `Alt-Svc: h3=":<port>"; ma=86400` (RFC 7838) e só os pedidos seguintes a esse origin são comutados para QUIC.

No Perfect Streamer, a emissão de `Alt-Svc` é **opt-in por sessão OTT**. O servidor não anuncia QUIC a todos os clientes indistintamente: o cliente deve solicitar HTTP/3 explicitamente através do parâmetro de consulta `?h3` no URL master HLS / DASH.

Valor no URL	Valor opt-in	`Alt-Svc` na resposta
parâmetro ausente	off (default)	não
`?h3` (sem valor)	on	sim
`?h3=1`, `?h3=on`, `?h3=yes`, `?h3=true`	on	sim
`?h3=0`, `?h3=off`, `?h3=no`, `?h3=false`	explicit off	não (como se ausente)

Depois de o cliente obter o URL de sessão `/h<sess>/...`, o indicador `wantH3` fica armazenado na sessão — todas as atualizações posteriores de media playlist, GET de segmentos e GET de chunks VTT sob esse URL de sessão recebem **também** `Alt-Svc`, mesmo que `?h3` esteja ausente do pedido em si. Sem opt-in no master, não se estabelece comportamento sticky.

Filtragem de `Alt-Svc`:

1. O listener QUIC está globalmente ativado (`http3-enable=true`); caso contrário o anúncio é suprimido mesmo com `?h3` definido.
2. O pedido **não** chegou por QUIC — em pedidos já servidos sobre H3, `Alt-Svc` não faz sentido e não é emitido.
3. Por sessão ou por URL `wantH3=true` (ver a tabela acima).
4. Os servidores de administração e EPG nunca emitem `Alt-Svc` — não possuem listener QUIC.

Este comportamento está em conformidade com a RFC 7838 §3 — o próprio servidor decide em que respostas emite `Alt-Svc`.

4.5.3 Cenário de comutação para QUIC no browser

Fluxo típico (Chrome / Firefox / Safari):

1. O leitor abre o URL master com opt-in explícito:

```
https://stream.example.com:41982/hls/test1/login/password/index.m3u8?h3=1
```

2. O primeiro pedido vai por HTTPS/TCP. Na resposta o servidor emite `Alt-Svc: h3=":43984"; ma=86400`.

3. O browser memoriza o mapeamento `stream.example.com:41982 → h3=":43984"`. No Chrome pode ser visto na página `chrome://net-internals/#alt-svc`; no Firefox — `about:networking#http3`.
4. Nos pedidos seguintes ao mesmo origin (atualização da playlist, GET de segmentos, VTT) o browser abre uma ligação QUIC em `udp/43984` e prossegue sobre HTTP/3. Em DevTools → Network a coluna **Protocol** desses pedidos passa a `h3`.

Se a ligação QUIC não puder ser estabelecida (porta UDP bloqueada pela firewall, certificado não confiável no sistema), o browser permanece de forma transparente em HTTPS/TCP — funcionalmente o fluxo continua a reproduzir sem interrupção.

4.5.4 Contabilização de clientes e monitorização

O endereço IP real de um cliente QUIC na contabilização de pares ativos (`/data/http-clients`, limites de ligações concorrentes, ACL por IP) é o **endereço de peer real** da ligação QUIC, não o loopback da ponte de backend interna.

O atributo `ott-type` em `/data/http-clients` é composto, com o formato `<PROTO>/<scheme>`:

- `PROTO` — protocolo OTT: `HLS`, `DASH` ou `HTTP`.
- `scheme` — o transporte de rede efetivo: `http`, `https` ou `quic`.

Exemplos: `HLS/quic`, `DASH/https`, `HTTP/http`. A interface de administração mostra tanto o protocolo OTT como o transporte de rede de cada cliente numa única coluna.

O tempo-limite de uma sessão OTT é de **60 segundos**, independentemente do transporte. Quando o cliente alterna entre transportes, o esquema apenas é atualizado para cima segundo a cadeia de prioridade `http → https → quic`. Um retorno paralelo a uma ligação menos segura não sobrescreve o tipo atual — na contabilização permanece o transporte mais seguro observado.

4.5.5 Compatibilidade dos leitores

O HTTP/3 para OTT é suportado por:

- **iOS AVPlayer / Safari** — nativamente, através de `Alt-Svc`; com 0-RTT.
- **Chrome, Firefox, Edge, Brave** — através de `Alt-Svc`; o HLS é reproduzido com hls.js e o DASH com dash.js / Shaka; o tráfego do leitor herda o HTTP/3 da fetch API do browser.
- **Android ExoPlayer** — através do motor QUIC Cronet (não é o transporte predefinido; requer configuração no cliente).

VLC (libVLC) não suporta HTTP/3 — nestes clientes o fluxo continua a funcionar sobre HTTPS/TCP, sem o benefício do QUIC.

O benefício real do QUIC face ao HTTPS/TCP é mais notório em redes móveis / Wi-Fi / redes com perdas:

- ausência de head-of-line blocking ao nível do TCP — uma perda num fluxo HTTP não atrasa os restantes;
- handshake 0-RTT em ligações retomadas do mesmo cliente;
- taxa de bits ABR mais estável com perdas de pacotes de 1 a 5 %.

Em redes geridas / Wi-Fi corporativo, o ganho costuma ser modesto — de 5 a 10 % na latência de arranque e praticamente nulo em regime estacionário. A carga de CPU no servidor é maior com QUIC do que com o TCP do kernel — é o preço de uma pilha TLS + transporte em user space.

4.6 Modelo de cache para OTT HLS e DASH

O servidor produz respostas em três categorias, distintas pelo tempo de vida do conteúdo e pela adequação ao cache em nós intermediários (reverse proxy, CDN, cache do cliente).

4.6.1 1. Modelo de cache

1.1. Recursos e cabeçalhos HTTP

Recurso	URL	Content-Type	Cache-Control
Segmento TS (HLS)	`/h<sess>/<keyHex>.ts`, `/h<sess>/sub/<pid>/<keyHex>.vtt`	`video/mp2t`	`public, max-age=60, immutable`
Segmento fMP4 (DASH / LL-HLS)	`/h<sess>/init.mp4`, `/h<sess>/<key|N>.m4s`	`video/mp4`	`public, max-age=60, immutable`
DASH MPD	`/h<sess>/index.mpd`	`application/dash+xml; charset=utf-8`	`public, max-age=1`
HLS master	`/hls/<stream>/<login>/<pass>/index.m3u8`	`application/vnd.apple.mpegurl`	`public, max-age=1`
HLS media	`/h<sess>/index.m3u8`, `/h<sess>/sub/<pid>/index.m3u8`	`application/vnd.apple.mpegurl`	`public, max-age=1`
302 Redirect	`/dash/<stream>/<login>/<pass>/index.mpd`	—	`no-cache, no-store`
Raw TS	`/http/<stream>/<login>/<pass>`	`video/mp2t`	não definido; não é cacheado

1.2. Características dos segmentos

O identificador hexadecimal do segmento na URL (`<keyHex>` nos caminhos `/h<sess>/<keyHex>.ts`) é calculado como um CRC64 sobre o tempo de início do segmento e o ID do stream, e é globalmente único. A URL do segmento endereça conteúdo imutável — em requisições repetidas para a mesma URL é devolvido um fluxo de bytes idêntico (enquanto o segmento permanecer dentro da janela deslizante).

A diretiva `immutable` suprime a revalidação condicional pelo cliente (`If-None-Match`, `If-Modified-Since`). O valor `max-age=60` é compatível com o típico `timeShiftBufferDepth=40s`.

Os segmentos fMP4 de CMAF (`.m4s`) e o `init.mp4` comum para **DASH** / **Low-Latency HLS** são endereçados de forma análoga e armazenados em cache pelo mesmo modelo (`immutable`,

`max-age=60`). Os segmentos parciais (*parts*) do LL-HLS são requisições byte-range dentro do mesmo `.m4s`, portanto não formam uma entrada de cache separada.

1.3. Características dos manifestos

`max-age=1` limita o limite superior de obsolescência do conteúdo no cache em um segundo. Em conjunto com `proxy_cache_lock on` (nginx), picos de requisições ao manifesto coalescem em uma única requisição ao origin por segundo.

1.4. Variabilidade do conteúdo

Com `absPath=0` (valor padrão; sem o parâmetro de URL `a`) os manifestos HLS media e DASH MPD não incluem identificador de sessão no corpo. O conteúdo do manifesto é idêntico entre sessões que pertencem à mesma combinação (stream, param). Isso permite que o cache do reverse-proxy reutilize uma única entrada entre sessões quando a chave de cache está normalizada.

Com `absPath=1` (parâmetro de URL `a=1`) o corpo do manifesto contém URLs absolutas que incluem o esquema, o host e o identificador de sessão. O conteúdo torna-se específico da sessão; a reutilização de cache entre sessões não está disponível.

4.6.2 2. Comportamento dos clientes

Cliente	URL de atualização do manifesto	Impacto no número de sessões
VLC 3.x HLS	`/h<sess>/index.m3u8`	Uma sessão por reprodução
VLC 3.x DASH	`/dash/<stream>/.../index.mpd`	Tratado por session reuse (ver 3.3)
ffmpeg 5.x HLS	`/h<sess>/index.m3u8`	Uma sessão por reprodução
ffmpeg 5.x DASH	`/dash/<stream>/.../index.mpd` (laço de repetição)	Tratado por session reuse (ver 3.3)
dash.js, hls.js	`/h<sess>/...` via `<Location>` / URL de sessão	Uma sessão por reprodução

4.6.3 3. Mecanismos especiais

3.1. HTTP 302 Redirect para DASH

Uma requisição da forma `/dash/<stream>/<login>/<pass>/index.mpd` retorna a resposta `302 Found` com o cabeçalho `Location: /h<sess>/index.mpd`. O corpo da resposta é vazio. A autenticação e a alocação da sessão acontecem na fase de processamento do redirecionamento.

Clientes que suportam cache de redirecionamento acessam diretamente a URL da sessão nas requisições subsequentes. Clientes que não suportam repetem a requisição de redirecionamento. O custo do reprocessamento do redirecionamento limita-se à verificação de autenticação e às operações de session reuse.

3.2. Session reuse para DASH

Ao processar uma requisição `/dash/.../index.mpd` do mesmo login para o mesmo stream (com o mesmo indicador *adaptive*), o servidor encontra uma sessão DASH já existente e devolve novamente o identificador dela. Nenhuma nova sessão é criada; nenhum slot do limite de conexões simultâneas é consumido.

Aplica-se apenas ao DASH. Para HLS não é necessário um mecanismo de reuse separado: os clientes HLS atualizam a media playlist via URL de sessão e não criam uma nova sessão a cada refresh.

3.3. Reutilização de segmentos entre sessões

O caminho `/h<sess>/<keyHex>.ts` não depende de `<sess>` ao resolver `<keyHex>` em conteúdo: `<keyHex>` identifica de forma globalmente única um segmento TS dentro de um stream. Nginx com uma chave de cache normalizada (que remove o prefixo `/h<sess>/`) atende cada requisição para o mesmo `<keyHex>` a partir de uma única entrada de cache, independentemente de quais clientes a emitiram.

O mesmo vale para os segmentos fMP4 de CMAF (`.m4s`) e `init.mp4`: seu conteúdo é imutável e endereçado dentro do stream, de modo que a normalização da cache key produz a mesma deduplicação entre sessões no cache.

4.6.4 4. Parâmetros de requisição

Parâmetro	Valor padrão	Impacto
`a`	`0`	`1` — URLs absolutas nos manifestos; `0` — relativas
`s`	`40`	`timeShiftBufferDepth` em segundos
`m`	`40`	Comprimento mínimo da janela para emitir o manifesto
`v`	`6` para *OTT/HLS* e *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*, `3` para *Peering/HLS*	`#EXT-X-VERSION` em HLS (ignorado pelo DASH); um valor explícito na URL sobrepõe-se ao valor padrão
`h3`	ausente (off)	opt-in para HTTP/3 (QUIC) — faz com que o servidor emita `Alt-Svc` na resposta. Valores reconhecidos: presence ⇒ on, `1`/`on`/`yes`/`true` ⇒ on, `0`/`off`/`no`/`false` ⇒ explicit off. Sticky no URL de sessão `/h<sess>/...`. Ver a secção HTTP/3 (QUIC).

A alteração de um parâmetro via query string atualiza os valores armazenados na sessão na sua próxima reabertura.

4.6.5 5. Características de carga

A carga no origin escala com o número de streams distintos assistidos simultaneamente. O aumento do número de clientes assistindo o mesmo stream não aumenta o número de requisições ao origin quando há reverse-proxy cache com chave de cache normalizada.

Cenário	Taxa de requisições ao origin (ref.)
1 cliente por fluxo X	MPD: 0.4 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes em um mesmo fluxo X (cache ativo)	MPD: 1 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes ffmpeg em modo replay no mesmo fluxo	MPD: 1 req/s (com `proxy_cache_lock`)
N clientes em N fluxos distintos	MPD: 0.4·N req/s, segment: 0.2·N req/s

4.6.6 6. Nginx como reverse proxy com cache

6.1. Configuração básica

```
proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss_segments
    levels=1:2 keys_zone=pss_segments:100m
    max_size=20g inactive=30m use_temp_path=off;

proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss_manifests
    levels=1:2 keys_zone=pss_manifests:10m
    max_size=256m inactive=5m use_temp_path=off;

upstream pss_backend {
    server 127.0.0.1:41972;
    keepalive 64;
}

map $uri $pss_cache_key {
    ~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>/.+\.(ts|m3u8))$  "stream:$tail";
    default                                    $uri;
}

server {
    listen 80;
    server_name stream.example.com;

    location ~* "^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+)?/([0-9a-f]+\.(ts|m4s)|init\.mp4)$" {
        proxy_cache              pss_segments;
        proxy_cache_key          $pss_cache_key;
        proxy_cache_valid        200 60s;
        proxy_cache_valid        404 403 0s;
        proxy_cache_lock         on;
        proxy_cache_use_stale    updating error timeout;
        proxy_cache_revalidate   on;
        add_header               X-Cache-Status $upstream_cache_status;

        proxy_pass               http://pss_backend;
        proxy_http_version       1.1;
        proxy_set_header         Connection "";
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
        proxy_buffering           on;
    }

    location ~* "(^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+)?/index\.(m3u8|mpd)$|^/(hls|dash)/.*\.
↪(m3u8|mpd)$)" {
        proxy_cache               pss_manifests;
        proxy_cache_key           $pss_cache_key;
        proxy_cache_valid         200 1s;
        proxy_cache_valid         404 403 0s;
        proxy_cache_lock          on;
        proxy_cache_lock_timeout  2s;
        proxy_cache_use_stale     updating;
        add_header                X-Cache-Status $upstream_cache_status;

        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_http_version        1.1;
        proxy_set_header          Connection "";
    }

    location / {
        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_http_version        1.1;
        proxy_set_header          Connection "";
        proxy_set_header          X-Forwarded-Proto $scheme;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Host  $host;
        proxy_buffering           off;
        proxy_read_timeout        3600s;
    }
}
```

6.2. Finalidade das diretivas

Diretiva	Finalidade
`proxy_cache_lock on`	Serializa as requisições upstream em cache misses simultâneos para a mesma chave
`proxy_cache_use_stale updating`	Devolve a cópia obsoleta às requisições paralelas durante a atualização do cache
`proxy_cache_revalidate on`	Usa `If-Modified-Since` em cache miss com cópia salva
`proxy_cache_valid 404 403 0s`	Proíbe o cache de erros de autorização e 404
`keepalive 64` no upstream	Mantém um pool de conexões persistentes ao origin
`proxy_buffering on`	Para segmentos; ativa o bufferização da resposta no nginx
`proxy_buffering off`	Para a seção `/`; desativa o bufferização (raw streaming)

6.3. Cálculo de `max_size` do cache de segmentos

Valor de referência: `bitrate × timeShiftBufferDepth × distinct_streams × 2`

Exemplo: 10 fluxos × 8 Mbps × 40 s × 2 ≈ 800 MB. Recomenda-se uma margem de 10× para absorver a variabilidade do bitrate.

6.4. Terminação TLS

O servidor do Perfect Streamer aceita conexões nas portas HTTP e HTTPS. Com terminação TLS no nginx, o upstream usa a porta HTTP. O encaminhamento dos cabeçalhos `X-Forwarded-Proto` e `X-Forwarded-Host` é obrigatório para a composição correta de URLs absolutas quando `absPath=1`.

```
server {
    listen 443 ssl http2;
    server_name stream.example.com;

    ssl_certificate           /etc/letsencrypt/live/stream.example.com/fullchain.pem;
    ssl_certificate_key       /etc/letsencrypt/live/stream.example.com/privkey.pem;
    ssl_protocols             TLSv1.2 TLSv1.3;
    ssl_session_cache         shared:SSL:10m;
    ssl_session_timeout       1d;

    add_header Strict-Transport-Security "max-age=31536000; includeSubDomains" always;

    location ... {
        proxy_pass                http://pss_backend;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Proto https;
        proxy_set_header          X-Forwarded-Host  $host;
        proxy_set_header          Host              $host;
        # + caching directives from 6.1
    }
}

server {
    listen 80;
    server_name stream.example.com;
    return 301 https://$host$request_uri;
}
```

Para HTTPS entre nginx e origin aplicam-se `proxy_ssl_verify` e `proxy_ssl_trusted_certificate`. Em conexões loopback a criptografia é redundante.

6.5. Multi-host

Quando um único processo nginx atende vários `server_name`, `$host` é adicionado à cache key para isolar o conteúdo:

```
map $uri $pss_cache_key {
    ~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>/.+\.(ts|m3u8))$  "$host:stream:$tail";
    default                                     "$host:$uri";
}
```

O tamanho de `keys_zone` é dimensionado em 8000 chaves/MB. Para instalações multi-host com milhares de fluxos, recomenda-se `keys_zone=...:300m` ou mais.

4.6.7 7. Cache no cliente

`Cache-Control: immutable` é processado pelos navegadores Chrome/Firefox/Safari. O cache do cliente devolve o segmento sem requisição condicional em acessos repetidos (incluindo seek para trás dentro do buffer do player).

Service Workers podem aplicar a estratégia `cache-first` baseada no conteúdo de Cache-Control. Os players DASH (dash.js, Shaka) usam MSE através de `SourceBuffer`; o segmento colocado no buffer permanece disponível sem nova requisição HTTP até sair da janela deslizante.

Para requisições cross-domain, o cabeçalho `Access-Control-Allow-Origin: *` permite o cache em shared caches sem `Vary: Origin`. Ao trocar o valor ACAO para um Origin específico passa a ser necessário `Vary: Origin`, o que reduz a eficiência do shared cache.

4.6.8 8. Implantação via CDN

Perfect Streamer é compatível com CDNs em modo pull-from-origin (Cloudflare, Akamai, Fastly, BunnyCDN, Amazon CloudFront).

Origin shield. Recomenda-se colocar um ou mais nós shield entre o edge do CDN e o origin para reduzir a taxa de requisições ao origin quando os clientes estão distribuídos globalmente.

Purge. Segmentos content-addressed não precisam de purge. Quando os metadados do stream mudam (codec, resolução), os manifestos atualizam dentro de `max-age=1` sem purge explícito.

Cache warming. Em caso de pico esperado em um stream específico, é admissível pré-aquecer a CDN a partir de vários pontos geográficos antes do início da transmissão.

Geodistribuição. Os segmentos (`max-age=60`) são bem adequados para cache geograficamente distribuído. Os manifestos (`max-age=1`) toleram atraso de entrega de até um segundo — aceitável para live non-low-latency.

4.6.9 9. Monitoramento

9.1. `X-Cache-Status`

Adicionar `add_header X-Cache-Status $upstream_cache_status;` em cada location com cache. Valores:

Valor	Descrição
`HIT`	Resposta do cache
`MISS`	Não estava em cache; obtido do origin e armazenado
`EXPIRED`	Expirado, atualizado
`UPDATING`	Cópia stale entregue à requisição paralela durante a atualização
`STALE`	`use_stale` retornou a cópia expirada (origin indisponível)
`REVALIDATED`	Origin retornou 304 Not Modified
`BYPASS`	`proxy_cache_bypass` foi acionado

9.2. Formato do access-log

```
log_format pss_cache '$remote_addr $status $request_method "$request" '
                     '$body_bytes_sent rt=$request_time ut=$upstream_response_time '
                     'cache=$upstream_cache_status key=$pss_cache_key';

server {
    access_log /var/log/nginx/pss.log pss_cache;
}
```

9.3. Métricas

O módulo `nginx-vts` exporta métricas por zona no formato Prometheus:

```
GET /status/format/prometheus
```

Limites recomendados para alertas:

Métrica	Limite	Causa possível
Segment HIT rate	< 90 % em 5 minutos	Normalização de cache key quebrada; `max_size` pequeno
Manifest MISS rate	> 50 % em 1 minuto	`proxy_cache_lock` não serializa as requisições
Upstream response time p95	> 500 ms em 1 minuto	Sobrecarga do origin
Cache zone fill	> 90 % em 10 minutos	Aproximação de `max_size`; eviction LRU prevista

4.6.10 10. Diagnóstico

Sintoma	Causa provável	Solução
Taxa HIT de segmento baixa	`Vary: Origin` com alta variabilidade do Origin; normalização quebrada em `map`	Verificar cabeçalhos e regex na diretiva `map`
404 em segmentos após sair da janela	404 em cache para segmento que saiu da janela deslizante	Adicionar `proxy_cache_valid 404 0s` na location de segments
Atraso do início da reprodução 2–5 s	`proxy_cache_lock_timeout` excede a latência alvo	Reduzir para 1–2 s; ativar `proxy_cache_use_stale updating`
O manifesto não atualiza	`proxy_cache_valid` sobrescreve `max-age`	Definir explicitamente `proxy_cache_valid 200 1s`
Crescimento de TIME_WAIT no upstream	Falta `keepalive` no bloco upstream	Adicionar `keepalive 64`, `proxy_http_version 1.1`, `proxy_set_header Connection ""`
403 em `/dash/.../<segment>.m4s` do ffmpeg	O cliente resolve URLs relativas a partir da URL pré-redirect	O servidor emite `<BaseURL>/h<sess>/</BaseURL>` (caminho absoluto); compatível no build atual
Lags, rebuffering frequente em clientes remotos	Throughput TCP efetivo baixo devido a slow start e idle restart com RTTs grandes (300 ms e superiores)	Ajuste da pilha de rede do Linux no origin: ver 10.1

10.1. Ajuste TCP do origin para clientes high-RTT

O problema se manifesta em clientes com RTT grande até o origin (por exemplo 300 ms ou mais) quando o bitrate do stream está próximo da capacidade do canal. Sintomas no reprodutor (VLC, ffmpeg, dash.js) — rebuffering frequente, warnings do tipo `ES_OUT_SET_PCR called too late` (aumento de `pts_delay`), `buffer deadlock prevented`, interrupções do stream. No servidor, enquanto isso, o cliente parece normal, não há erros, e o throughput em `/data/stream/...` corresponde ao stream de entrada.

Causa:

- **TCP slow start.** Cada nova conexão TCP começa com um congestion window de cerca de 14 KB e o aumenta ao longo de vários RTT. Com um RTT de 300 ms, atingir a janela completa leva 2-3 segundos. Durante esse tempo, um segmento HLS/DASH com duração de 5 s (4-6 MB) é baixado visivelmente mais devagar do que em tempo real.
- **TCP idle restart.** Entre solicitações de segmentos, um cliente HLS em pull-model faz uma pausa de 4-5 s. Por padrão, após tal pausa o kernel do Linux redefine o congestion window da conexão para o initial cwnd (comportamento `net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle=1`). Como resultado, no próximo GET a conexão keep-alive retoma a transmissão a partir do slow start — mesmo em uma sessão já aquecida.

Um agravante adicional — o congestion control CUBIC padrão lida mal com RTTs longos e perdas de pacotes em trechos intermediários da rede.

Solução — dois parâmetros sysctl no origin:

```
# Keep congestion window across idle pauses inside keep-alive sessions.
sysctl -w net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle=0

# Use BBR instead of CUBIC: better behaviour on long-RTT paths
# with mild packet loss; paces sending instead of bursting.
modprobe tcp_bbr
sysctl -w net.ipv4.tcp_congestion_control=bbr
```

Para aplicação persistente:

```
cat > /etc/sysctl.d/99-pss-net.conf <<EOF
net.ipv4.tcp_slow_start_after_idle = 0
net.ipv4.tcp_congestion_control    = bbr
EOF
sysctl --system
```

O principal efeito vem do primeiro parâmetro (`tcp_slow_start_after_idle=0`). Ele elimina diretamente o slow start repetido entre solicitações de segmentos dentro de uma mesma conexão keep-alive. O segundo (BBR) oferece robustez adicional e aplica-se a todas as novas conexões.

O ajuste não requer reinicialização do Perfect Streamer e aplica-se a todas as novas conexões TCP imediatamente após `sysctl -w`. As conexões existentes conservam o congestion control com o qual foram estabelecidas.

4.6.11 11. Segurança

11.1. Session URL

A URL no formato `/h<sess>/...` cumpre a função de token de sessão — não exige reautenticação. O tempo de vida é limitado pelo idle timeout (valor 30 s). Em caso de inatividade, a sessão é removida pela tarefa cleaner.

Requisitos:

- HTTPS em todos os caminhos OTT (`/hls/`, `/dash/`, `/h<sess>/`) em produção
- O Session ID no cabeçalho `Location` do 302 não é cacheado (`no-cache, no-store`)

11.2. Rate limiting

```
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=dash_top:10m  rate=5r/s;
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=hls_top:10m   rate=5r/s;
limit_req_zone $binary_remote_addr zone=llhls_top:10m rate=5r/s;

server {
    location /dash/ {
        limit_req zone=dash_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
    }
    location /hls/ {
        limit_req zone=hls_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
    }
    location /llhls/ {
        limit_req zone=llhls_top burst=20 nodelay;
        proxy_pass http://pss_backend;
    }
}
```

URLs de sessão (/h<sess>/) não exigem rate limiting — o processamento é barato e as respostas são cacheadas.

11.3. Cache de respostas de erro

```
proxy_cache_valid 200 60s;
proxy_cache_valid 301 302 0s;
proxy_cache_valid 404 403 0s;
proxy_cache_valid any 1s;
```

Proíbe o cache de redirecionamentos (sess único em Location) e de respostas de erro de autorização ou recurso ausente.

11.4. Restrição do acesso de rede ao origin

A porta 41972 (41982 para HTTPS) deve estar fechada ao tráfego externo. Configurações aceitáveis:

1. Bind do Perfect Streamer em 127.0.0.1 (com nginx local)
2. Regra de firewall:

```
iptables -A INPUT -p tcp --dport 41972 ! -s 10.0.0.0/8 -j DROP
```

4.6.12 12. Integração com middleware

12.1. Modelo prefix-login

O Perfect Streamer permite delegar a identificação de usuário a middleware/sistema de billing via o mecanismo prefix-login. Um conector externo ao sistema de billing não está incluído nesta versão.

Configuração do usuário embedded:

```
{
  "id": 9,
  "login": "sub",
  "password": "xxx",
  "is-prefix": true,
  "max-conn-http-hls": 1,
  "accept-stream": [ ... ]
}
```

Com is-prefix: true o servidor aceita URLs cujo login segue <prefix><billing_user_id>:

```
/dash/test1/sub42/xxx/index.mpd
/hls/test1/sub43/xxx/index.m3u8
```

12.2. Formato das estatísticas

```
<clients>
  <client login-id="-1974387287" login="sub" match-login="sub42"
          sess-id="11331..." ott-type="dash" stream-id="10000" .../>
  <client login-id="-2147031294" login="sub" match-login="sub43"
          sess-id="11132..." ott-type="dash" stream-id="10000" .../>
</clients>
```

O campo `login-id` contém o hash do login URL. `login` é o valor configurado. `match-login` é o login URL usado pelo cliente.

12.3. Limitações do prefix-login

- **Senha compartilhada.** Todos os assinantes do pool prefix usam um único valor de senha. O comprometimento da senha concede acesso a qualquer `<prefix><string>`.
- **Granularidade de ACL.** `accept-stream` aplica-se a todo o pool prefix; não há ACL por assinante sem billing externo.
- **Rotação da senha.** A alteração da senha desconecta todos os assinantes ativos. Uma substituição gradual requer o uso temporário de dois prefix-logins.

4.6.13 13. Legendas WebVTT

A fonte das legendas é DVB Teletext / DVB Subtitling do MPEG-TS de entrada. As faixas de legendas Teletext devem estar presentes nas seções **Media Information** ou **Original Media Information**. A seção **Analyzer** também permite verificar se os pacotes dos PIDs correspondentes estão ativos.

Para OTT HLS/DASH o modo OTT deve estar ativado (em *Peering/HLS* as legendas WebVTT não estão disponíveis). Na seção **Output # OTT** o contador de chunks **OTT WebVTT buffer chunk count** deve ficar diferente de zero.

Para diagnosticar as legendas, ativar **Analyze** e **Trace** no stream. Ao iniciar o fluxo, o log do stream deve exibir:

```
Start Teletext subtitle decoder
[ttxsubdec] ttx: pid=331 magazine=8 page=0x88 lang=***
```

Em seguida, o log registra o texto decodificado das legendas.

13.1. URL dos segmentos VTT

Esquema	URL	Conteúdo
HLS master	`/hls/.../index.m3u8`	`#EXT-X-MEDIA:TYPE=SUBTITLES, GROUP-ID="subs",...,URI="/h<sess>/sub/<pid>/index.m3u8"`
HLS subtitle playlist	`/h<sess>/sub/<pid>/index.m3u8`	lista `<keyHex>.vtt` com `#EXTINF`
Segmento VTT HLS	`/h<sess>/sub/<pid>/<keyHex>.vtt`	VTT com X-TIMESTAMP-MAP estilo HLS
DASH MPD AdaptationSet	em `index.mpd`	`contentType="text" mimeType="text/vtt" + <SegmentTemplate media="$Number$.vtt">`
Segmento VTT DASH	`/h<sess>/sub/<pid>/<seq>.vtt`	VTT com X-TIMESTAMP-MAP estilo DASH

`<keyHex>` é um CRC64 hex de 16 caracteres calculado a partir do tempo de início do segmento, do ID do stream e do PID da faixa de legendas. `<seq>` é o número decimal sequencial de um chunk do stream de legendas (a numeração das legendas não está relacionada com a dos chunks TS).

4.7 DVR / Arquivo

Desde a versão 1.13, **Perfect Streamer** inclui um DVR integrado — um arquivo de fluxo persistente em disco, paralelo à saída OTT normal (HLS / DASH). O arquivo é gravado automaticamente, sem processo separado, e reproduzido pelas mesmas URLs OTT que o live — única diferença: o parâmetro query.

Recursos:

- Gravação de cada fluxo OTT ao arquivo no armazenamento escolhido.
- Reprodução HLS, DASH e Low-Latency HLS do arquivo (VOD) nas mesmas URLs que o live (DASH e LL-HLS — em CMAF, no *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*).
- Legendas (WebVTT) — gravadas junto com chunks TS.
- Vários armazenamentos — um fluxo é vinculado a um; fluxos distintos podem gravar em discos distintos.
- Limpeza automática por tempo de retenção e uso do disco.
- EPG-aligned VOD — arquivo conforme evento EPG referenciado.
- VOD adaptativo — suportado para grupos adaptativos.

O DVR não requer licença separada. Ativado por fluxo adicionando vinculação ao armazenamento.

O DVR não substitui a transmissão ao vivo. Se um fluxo possui arquivo, o cliente recebe uma playlist ao vivo com o mesmo comportamento de quando não há DVR. O arquivo só começa a reproduzir quando o cliente solicita explicitamente o modo VOD por meio de um parâmetro de consulta da URL (ver abaixo).

4.7.1 Configuração do armazenamento

Um armazenamento é um registro na seção **Configuration / DVR Storage**. Cada registro descreve um diretório em disco onde PSS grava arquivos. Um fluxo usa um armazenamento.

Ao adicionar um armazenamento, configura-se:

Name — nome exibido.

Dir Path — caminho do diretório em disco. Após criar o registro, o caminho **não pode ser alterado** — para mover o arquivo, apagar o registro e criar um novo. Os arquivos existentes **não são tocados em disco** ao apagar o registro.

Max Usage, % — limiar de uso do disco (padrão 90 %). Ao exceder, inicia limpeza size-based (ver abaixo). Mín 1 %, máx 100 %.

Cleanup Interval, seg — período da tarefa de limpeza (padrão 10 seg). A cada tick corta-se primeiro o mais antigo que a profundidade de retenção; depois, se exceder **Max Usage**, chunks antigos.

Disk Pressure Grace, seg — segundos que **Used %** deve exceder **Max Usage** continuamente antes do **Size-based cleanup** (padrão 60 seg). Filtra picos curtos.

Disk Pressure Cut, seg — limite superior por tick de limpeza: segundos de vídeo por fluxo apagáveis de uma vez (padrão 300 seg). O resto passa ao próximo tick.

Disk Emergency Bytes — limiar de espaço livre abaixo do qual o armazenamento entra em *Error* e a gravação para (padrão 2 GiB). Recuperação auto se espaço livre ≥ 2 × este valor.

Alarm Disk-Full Hysteresis, % — a margem abaixo de **Max Usage** até à qual a limpeza baseada em tamanho reduz o preenchimento, para que **Used %** não oscile mesmo junto ao limiar (2 % por padrão).

A maioria dos valores padrão serve para instalações típicas; geralmente basta ajustar **Max Usage** e **Dir Path**.

Faz sentido criar um armazenamento por disco. Se no mesmo disco forem indicados vários registros com subdiretórios distintos, eles competirão pelo espaço livre — o disco é compartilhado, mas a limpeza é própria de cada armazenamento.

4.7.2 Vinculação de um fluxo ao armazenamento

Nos ajustes **Stream / OTT** aparece uma seção **DVR**:

Storage — lista suspensa de armazenamentos; *0* significa «arquivo desativado para este fluxo».

Storage Hours — profundidade do arquivo para este fluxo, em horas, de 1 a 2160 (até 90 dias). Os chunks mais antigos que esse valor são apagados a cada tick da tarefa de limpeza (**Rolling cleanup**).

Storage Min Hour — limiar de proteção inferior (horas). A limpeza nunca apaga chunks mais novos, mesmo sob pressão **Max Usage**. Útil se a lógica de negócio exige gravação recente garantida, ex. «as últimas 2 horas sempre presentes».

Alteração de **Storage** em tempo real:

- definir *0* — desativa o arquivo; os chunks em disco são **mantidos**, novos não são gravados. As sessões VOD passam a responder 404;

- escolher outro armazenamento — o fluxo se desvincula do antigo e passa a gravar no novo. Os arquivos do antigo não são migrados.

Mudanças em **Storage Hours** e **Storage Min Hour** se aplicam de imediato — a limpeza usa o novo valor no próximo tick.

Após configuração, o fluxo grava o arquivo automaticamente ao entrar em *Running*.

4.7.3 VOD: reprodução do arquivo

O arquivo é reproduzido pelas **mesmas URLs** que o live HLS / DASH (ver seção *OTT service*) — só muda o parâmetro query.

URLs e parâmetros

URLs para HLS, DASH e Low-Latency HLS (DASH e LL-HLS — em CMAF, requerem o modo *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*):

- http://host:port/hls/stream/login/password/index.m3u8
- http://host:port/dash/stream/login/password/index.mpd
- http://host:port/llhls/stream/login/password/index.m3u8

Sem parâmetros query — live normal com **janela deslizante**. Com o parâmetro *t* — modo VOD.

Parâmetro	Finalidade
`t=<epoch>`	Hora de início VOD (Unix epoch, seg). *t=0* — desde o início do arquivo. A presença de *t* (mesmo *t=0*) ativa o modo VOD.
`d=<sec>`	Duração da janela VOD, seg. *d=0* ou ausente — «até o momento atual». Só faz sentido com *t*.
`epg=<epoch>`	EPG-aligned VOD: o servidor localiza o evento EPG ativo no momento dado e usa seus *start* e *duration* como bordas da janela. Incompatível com *t* e *d* (substituição server-side). Ver abaixo.
`a`, `s`, `m`, `v`	Parâmetros live padrão (ver *OTT service*); `s` e `m` são ignorados em modo VOD.

Comportamento conforme *t* e *d*:

t	d	Janela	Condição 404
não	—	live (janela deslizante)	—
0	nenhum / 0	[início arquivo, agora]	DVR não vinculado
0	> 0	[início arquivo, +d]	DVR não vinculado
> 0	nenhum / 0	[t, agora]	DVR não vinculado
> 0	> 0	[t, t+d]	DVR não vinculado

Normalização das bordas:

- *t* anterior ao início do arquivo — start é alinhado automaticamente ao primeiro chunk disponível (a limpeza pode ter cortado). Não é **404** — entrega-se o que resta.

- *t* no futuro ou janela toda antes do arquivo — playlist vazia mas válida (HLS: só header + `EXT-X-ENDLIST`; DASH: `@type="static"`, `mediaPresentationDuration="PT0S"`).
- Os chunks são selecionados estritamente pelo instante de início do chunk que cai no intervalo semiaberto *[t, t+d)* — não há segmentos parciais.

VOD em um fluxo sem arquivo (ou cujo armazenamento está em *Error*) — **404** imediato em master playlist / MPD. Nenhuma sessão é criada.

Texto de erro no corpo 404 (visível em logs do servidor e HTTP body):

- `VOD: stream not running` — o fluxo está na config mas não em *Running*.
- `VOD: no DVR archive` — o fluxo não tem armazenamento ou está em *Error*.
- `VOD: DVR detached` — o fluxo se desvinculou do armazenamento entre requisições.
- `VOD: EPG event not found` — sem evento para `?epg=`.

Playlist HLS VOD — **fechada** (o player vê a duração e pode buscar):

```
#EXTM3U
#EXT-X-VERSION:6
#EXT-X-PLAYLIST-TYPE:VOD
#EXT-X-TARGETDURATION:6
#EXT-X-MEDIA-SEQUENCE:0
#EXTINF:5.000,
...
#EXT-X-ENDLIST
```

Esses marcadores não estão na playlist live — essa é a única diferença.

MPD DASH VOD — **estático**: `@type="static"`, `mediaPresentationDuration` fixo, `<SegmentURL>` explícitos. O DASH live permanece `@type="dynamic"`.

Se o intervalo escolhido tem **lacunas** no arquivo (p. ex. reinício de gravação ou limpeza no meio), o MPD DASH é dividido em vários `<Period>` — um por trecho contíguo. Os players (VLC, dashjs, Shaka) cruzam os limites de período sem configuração especial.

EPG-aligned VOD

Se o fluxo está vinculado a uma fonte EPG (campos **EPG Source** e **EPG Channel** nos ajustes), o cliente pode solicitar o arquivo **por um instante contido em um evento EPG**:

- http://host:port/hls/stream/login/password/index.m3u8?epg=1778500000
- http://host:port/dash/stream/login/password/index.mpd?epg=1778500000

O servidor localiza o evento EPG ativo no *epoch* dado e usa seus *start* e *duration* como bordas da janela VOD. Útil para catálogos: a UI sabe a hora do evento mas não precisa calcular bordas exatas.

Se o fluxo não está vinculado a EPG ou não há evento ativo — **404 ``VOD: EPG event not found``**. *t* e *d* são ignorados se há *epg*.

Fluxos adaptativos

Os grupos adaptativos (ver HLS Adaptive Multistream) aceitam os mesmos parâmetros VOD:

- http://host:port/hls/adaptive/group/login/password/index.m3u8?t=0
- http://host:port/dash/adaptive/group/login/password/index.mpd?t=0

Na master playlist (HLS) só entram variantes com armazenamento DVR configurado. As sem DVR são puladas (no log aparece `VOD: variant N has no DVR`); a montagem segue com as demais.

Na variante DASH, cada qualidade vira um `<Representation>` distinto em `<Period>` comuns; o player troca de qualidade sem reabrir o manifesto.

Comportamento do player

O VOD HLS / DASH do arquivo toca em players padrão: VLC, hls.js, dashjs, Shaka, ffmpeg. A busca na timeline funciona.

Se o player pede um segmento já apagado pela limpeza, o servidor retorna **404 para esse segmento** (não 500). VLC, hls.js, dashjs pulam o segmento e seguem no próximo.

Recursos adicionais:

- **Proteção de sessões ativas**: enquanto há sessão VOD aberta, a limpeza não apaga chunks na sua janela (ver abaixo).
- **Live-edge bridge**: se um cliente em sessão VOD solicitar um segmento além do limite direito da janela VOD — por exemplo, avança na timeline ao atingir o fim do arquivo — o servidor entrega automaticamente o segmento da memória live. Sem redirecionamentos e sem reautenticação.
- **Cache de playlist**: em requisições repetidas do mesmo VOD `index.m3u8` / `index.mpd`, o servidor retorna resposta idêntica byte a byte — sem reconstruir. Adequado para CDN à frente do PSS.

4.7.4 Legendas no arquivo

Se o fluxo traz legendas (DVB Subtitling, Teletext ou WebVTT) e a opção **OTT WebVTT** está ativa, as legendas são arquivadas em paralelo aos chunks TS — em arquivos `.vtt` ao lado de `.ts`.

Em modo live, a master playlist contém `EXT-X-MEDIA:TYPE=SUBTITLES`; em modo VOD, o servidor retorna uma **playlist VOD de legendas** (com `ENDLIST`) e segmentos `.vtt` nas mesmas URLs.

Particularidades:

- **HLS**: o cabeçalho `X-TIMESTAMP-MAP` é preservado no início de cada `.vtt` (exigido pela spec HLS).
- **DASH**: o cabeçalho `X-TIMESTAMP-MAP` é removido em tempo real (ligado ao PCR absoluto, conflita com a âncora DASH; senão, VLC mostra legendas vazias).
- Em grupo adaptativo: se o sub-stream ativo não grava legendas, os segmentos VTT retornam 404. Na próxima variante, o player pode receber legendas de novo.

As legendas se desativam via **OTT WebVTT** no fluxo, ou não ativando HLS em modo *OTT/HLS*.

4.7.5 Limpeza e retenção

PSS usa duas estratégias de limpeza, executadas a cada tick (padrão a cada 10 seg):

1. **Rolling cleanup** (por fluxo): por fluxo, apagam-se chunks mais antigos que **Storage Hours**. Roda sempre, mesmo com disco semivazio.
2. **Size-based cleanup** (por armazenamento): quando **Used %** excede **Max Usage** continuamente por **Disk Pressure Grace** seg, os chunks mais antigos são cortados **proporcionalmente** entre fluxos vinculados. Por tick: **Disk Pressure Cut** seg de vídeo por fluxo. Nunca chunks mais novos que **Storage Min Hour**.
3. **Emergency disk-full cut**: se o espaço livre cai abaixo de **Disk Emergency Bytes**, a limpeza age agressivamente e pode apagar até chunks protegidos por sessão. A gravação para até o espaço livre voltar com histerese × 2.
4. **Orphan scan**: no disco podem permanecer arquivos não contabilizados no índice (após uma parada abrupta do PSS). O coletor percorre os subdiretórios dos fluxos e remove esses arquivos "esquecidos" — a primeira passagem pouco após o início do serviço, depois uma vez por hora e sempre que a pressão de disco for acionada. Como proteção contra uma corrida com a escrita, arquivos com menos de 60 s são ignorados.

Nota. As tarefas de limpeza rodam em segundo plano; o usuário normalmente não age. Se o arquivo cresce mais rápido do que é cortado, reduzir **Storage Hours** nos fluxos ou aumentar **Disk Pressure Cut**.

4.7.6 Proteção de sessões VOD ativas

Ao abrir uma sessão VOD, em cada armazenamento envolvido registra-se um «slot de proteção» com a hora de início da janela. As limpezas **Rolling** e **size-based** não tocam chunks na janela da sessão aberta. O slot é liberado automaticamente ao fechar (FIN, timeout).

Isso significa:

- Se o cliente mantém a sessão VOD por muito tempo, pode buscar a qualquer instante na sua janela — os chunks não «somem sob ele».
- A limpeza por **Max Usage** pode não levar **Used %** ao limiar enquanto a sessão estiver ativa; ao cliente sair, a limpeza alcança.
- **Emergency disk-full cut** e **Storage Min Hour** contornam a proteção: se o disco está quase sem livre, os chunks são apagados e o cliente recebe 404 nos segmentos afetados (o player os pula).
- Após reiniciar o PSS, os slots de proteção somem — a limpeza retoma de imediato.

4.7.7 Vários armazenamentos

Pode-se criar qualquer número de registros **DVR Storage** — um por diretório / disco. Os fluxos se vinculam a armazenamentos distintos de forma independente. A limpeza e limiares (**Max Usage**, **Disk Pressure**) operam por armazenamento.

Casos de uso:

- **Tiering por valor**: armazenamento SSD rápido para canais premium com grande profundidade, HDD capacitivo para o resto.

- **Disco dedicado ao arquivo**: para que a gravação DVR não concorra com o disco do sistema ou arquivos temporários.
- **Separação por projeto**: um disco para o lote nº 1, outro para o nº 2 — simplifica migração e auditoria.

Trocar a vinculação do fluxo (campo **Storage** em **Stream / OTT**) comuta a gravação em tempo real. Os arquivos antigos ficam intactos no disco anterior — podem ser apagados manualmente ou retomar a gravação revertendo o fluxo.

4.7.8 Estado do armazenamento e monitoramento

A seção **Data / DVR Storage List** (e a API `GET /data/dvr-storage-list`) mostra por armazenamento:

- **State** — *Ready* / *Error* (mais o estado intermediário *Not Ready* em um armazenamento recém-adicionado).
- **Total / Free / Used Bytes** — espaço livre e ocupado no disco.
- **Used %** — porcentagem atual de uso.
- **Archived Bytes** — tamanho total dos chunks indexados de todos fluxos vinculados (sem orphans).
- **Pressure Since Sec** — momento (epoch) em que **Used %** primeiro excedeu **Max Usage** neste episódio; *0* significa «sem pressão».
- **Active Task** — a operação de manutenção em segundo plano em execução neste momento: *gc-orphans* (remoção de arquivos órfãos), *disk-pressure-trim* (corte sob pressão de disco) ou *none*, e há quantos segundos ela já está em execução. Operações de curta duração (< 2 s) não piscam na interface.
- **Last cleanup** — um resumo das últimas execuções de limpeza: há quanto tempo ocorreu a anterior recolha de ficheiros órfãos (e quantos foram eliminados) e o último corte sob pressão de disco (quanto espaço foi libertado).
- **Attached streams** — a lista dos fluxos associados; para cada um são exibidos o nome, o indicador de gravação em curso (*active*), a profundidade de arquivo configurada (*retention-hours*) e o preenchimento real (*archived-sec* e *archived-bytes*). A soma de *archived-bytes* de todos os fluxos é igual a **Archived Bytes** de todo o armazenamento.

Estados:

- *Ready* — o diretório está disponível, a gravação e a limpeza ocorrem normalmente.
- *Error* — o diretório de armazenamento está indisponível (desmontado, sem permissões, erro do sistema de arquivos) ou há espaço livre criticamente baixo no disco; a gravação é interrompida. A recuperação é automática — assim que o diretório fica novamente disponível e surge espaço livre suficiente.

Se o armazenamento entrou em *Error*, verifique se o diretório do arquivo está montado e se há espaço livre no disco — o PSS não sai sozinho desse estado até que o problema seja resolvido fisicamente.

Preenchimento do arquivo ao longo do tempo:

- No nível do stream (**Data / Stream**) está disponível a métrica **storage-gap-percent** — a proporção de lacunas de tempo no arquivo acumulado: *0 %* significa gravação contínua, valores mais altos significam que há descontinuidades no arquivo (reinícios da fonte, trechos cortados pela limpeza).

- O endpoint `GET /data/dvrstat` retorna um histograma do preenchimento do arquivo por intervalos de tempo, com a marcação de eventos de gravação (início/parada da fonte, mudança de **PMT**, comutações de embaralhamento, reconstrução do índice, execução de limpeza) e de atividade de legendas — para desenhar a linha do tempo do arquivo DVR na interface de administração.

4.7.9 Proteção contra perda acidental

Várias operações do admin causam **perda do arquivo** ou **cessação da entrega VOD**. Antes de executá-las, a UI mostra confirmação modal:

- **Excluir DVR Storage** — todos os fluxos vinculados perdem acesso VOD; os arquivos ficam no disco mas são inacessíveis via PSS sem o registro.
- **Trocar o fluxo para outro armazenamento** — o VOD sobre o arquivo antigo deixa de funcionar.
- **Desvincular o fluxo do armazenamento** (Storage = 0) — mesmo efeito.
- **Reduzir Max Usage** — pode disparar a limpeza size-based e apagar chunks antigos.
- **Reduzir Storage Hours / Storage Min Hour** — pode tirar parte do arquivo do rolling-window.

Decisão deliberada do produto: a operação é possível mas com confirmação, e os arquivos apagados ficam no disco (restauráveis de backup). Colocar o arquivo em servidor de arquivos / RAID separado reduz muito o risco de perda irreversível.

4.7.10 Limitações da versão atual

- Uma sessão VOD aberta pelo cliente **não acompanha** o live edge — se vieram chunks durante a sessão, o cliente deve repedir a playlist (comportamento padrão HLS / DASH).
- Atribuir um armazenamento por disco é o recomendado — vários registros com subdiretórios distintos disputam o espaço.
- Os segmentos são endereçados por hash (HLS sobre MPEG-TS) ou pelo modelo `$Number$.m4s` com um `init.mp4` comum (live DASH sobre CMAF) / por `<SegmentURL>` explícitas para `.m4s` (VOD DASH). Alterar o tamanho do chunk entre live e VOD não exige reabrir a URL.
- O orphan scanner roda por hora; para acelerar, reiniciar PSS.

4.8 Operações com fluxos

Remoção. Para remover um fluxo, abra suas configurações e clique em *Delete stream*.

Clonagem. Para clonar um fluxo, abra suas configurações e clique em *Clone stream*.

Ordenação. Para configurar a ordenação dos fluxos clique no botão *Sort* na janela da lista de fluxos. Em seguida indique a ordem desejada arrastando os fluxos para cima e para baixo na lista. Para salvar a ordem definida clique em *Save order*, ou em *Cancel* para descartar as alterações.

Filtragem da lista. Para filtrar a lista de fluxos clique no ícone de busca e digite a string de filtro. Para cancelar, clique na seta voltar.

Operações em grupo. No modo de filtragem da lista de fluxos é possível selecionar vários fluxos marcando as caixas na coluna esquerda. Se houver fluxos selecionados, ficam disponíveis os botões *Excluir* e *Clonar* para os fluxos selecionados.

4.8.1 Exportação e importação de fluxos por meio de um script em Python

A exportação e importação de configuração é feita por uma playlist .m3u via um script em Python.

É necessário Python 3 no caminho /usr/bin/python3.

4.8.2 Exportação e importação de fluxos pela interface web

Na lista de fluxos, ao clicar no botão *Playlist*, abre-se o diálogo de exportação dos fluxos para uma playlist no formato m3u8. São exportados apenas os fluxos atualmente exibidos, considerando os filtros aplicados na lista.

Configurações:

- **Host / IP** — nome ou endereço do servidor usado para formar as URLs dos fluxos.
- **Protocols** — tipos de protocolos para exportação.
- **Login** — selecionar a conta que será usada para formar as URLs dos fluxos.
- **Use Display Names** — usar o *Display name* do fluxo em vez do *Stream name* no arquivo m3u8.

A playlist é baixada como arquivo m3u8 ao clicar no botão *Download*.

Ao clicar no botão **Import Playlist**, o diálogo muda para o modo de importação de fluxos a partir de uma playlist no formato m3u8. Durante a importação, os fluxos existentes não são removidos. Em todos os fluxos importados o horário da importação é registrado no campo *Note*.

Configurações:

- **Playlist** — seleção do arquivo de playlist para importação.
- **Create Outputs** — escolha do protocolo para gerar automaticamente saídas para os fluxos importados.
- **Output Ports From** — número de porta inicial para gerar as saídas.
- **Output IP** — seleção da interface à qual os fluxos de saída são vinculados.
- **Tags** — tags com que os fluxos importados são marcados. Úteis para operações em grupo, por exemplo, remover todos os fluxos importados.

Se no campo **Playlist** estiver indicado um arquivo a importar, o botão **Load Playlist** torna-se ativo. Ao clicar em **Load Playlist** ocorre o pré-carregamento da playlist, e o resultado do parsing é exibido na tabela. Após o parsing da playlist torna-se ativo o botão **Import Streams**: ao clicá-lo são importados os fluxos e gerados outputs para eles.

4.9 Relatórios e diagnóstico

A seção **Streams** exibe os dados de todos os **stream** em forma de tabela. **Pausa** está disponível para os papéis **admin** e **restricted admin**.

Para cada **stream** estão disponíveis estatísticas detalhadas e relatórios.

Peers — lista de receptores ativos (clientes). Para cada um há estatísticas separadas.

4.9.1 Análise de fluxos

O analisador de fluxos do streamer mede e analisa diversos parâmetros do fluxo MPEG-TS, permitindo avaliar a qualidade.

Input speed — taxa (bitrate) do fluxo em `kbps`. Muda após o filtro por marcas de PCR. Exibida como gráfico que também mostra o bitrate de saída após o sincronizador.

Raw data speed — a taxa de receção de dados pelo protocolo escolhido. **Overhead** — a percentagem acrescentada correspondente à sobrecarga do protocolo.

CC errors — perdas de pacotes (CC, discontinuity). São apresentados contadores por intervalo e um contador acumulado durante o stream uptime. É também apresentado um gráfico de histórico.

Scrambled — contadores de pacotes MPEG-TS ES criptografados. Se for ≠ 0, há falhas na decodificação de canais criptografados.

Sync by — fonte de sincronização — PCR.

PCR interval — intervalo entre as marcas de PCR. Recomendado: até 50 ms.

PCR jitter — caracteriza a precisão de sincronização do fluxo de saída; medido como a diferença entre o PCR e o tempo real.

Analyze PCR PMT Gap — é ativado através de uma definição específica. É analisada a dispersão entre PCR e PTS/DTS para cada ES. O histórico é apresentado em forma de gráfico. Uma dispersão excessiva pode causar problemas em leitores com buffer de sincronização reduzido. A análise é ativada pela definição **Analyze PAT/PMT/KF**.

PAT interval e **PMT interval** — alteram o intervalo entre tabelas PAT (PMT). Recomendado: até 500 ms. A análise é ativada por **Analyze PAT/PMT/KF**.

Key Frame interval (intervalo GOP) — o intervalo entre fotogramas-chave (inícios de GOP). Para leitores que se ligam ao fluxo em pontos aleatórios, recomenda-se um valor máximo de 1 s. A análise é ativada pela definição **Analyze PAT/PMT/KF**.

IDR interval — o intervalo entre quadros IDR, que são verdadeiros pontos de acesso aleatório (*SPS / PPS / IDR*). É exibido apenas se a fonte transmitir com IDR. Se **IDR interval** coincidir aproximadamente com **Key Frame interval**, o fluxo tem *closed-GOP*: cada GOP abre com um ponto de entrada completo e o reprodutor pode iniciar a partir de qualquer segmento. Se a métrica estiver ausente, o fluxo é *open-GOP* sem IDR — há quadros-chave, mas eles não são pontos de entrada completos. Essa relação torna imediatamente visível o tipo de estrutura GOP da fonte. A análise é ativada pela configuração **Analyze PAT/PMT/KF**.

PAT/KF interval — mede o intervalo médio entre o início e o fim da sequência PAT/PMT/SPS/PPS/KF. Dele depende o tempo de arranque da reprodução para leitores que se ligam ao fluxo em pontos aleatórios. A medição é feita no início do KF no fluxo, pelo que o tempo de arranque real do leitor será maior. A análise é ativada pela definição **Analyze PAT/PMT/KF**.

Ativar **Analyze PAT/PMT/KF** coloca o analisador do fluxo em modo permanente, aumentando a carga de CPU.

4.9.2 Controle do jitter

Para gerenciar o jitter existem várias configurações no stream:

- **Jitter Compensation Delay (ms)** — função de compensação do jitter de rede; define o tamanho do buffer. Descrição detalhada: https://forum.pstreamer.tv/viewtopic.php?t=25
- **Jitter Auto sync** — ativa 2000 ms para protocolos baseados em TCP (HTTP, HLS); para os protocolos UDP o valor permanece em 500 ms.
- **Limit PCR gap (ms)** — verifica o quanto o PCR pode saltar; se ultrapassar, ocorre resincronização.

Se após o transcodificador surgirem erros *PCR Accuracy*, é necessário definir um bitrate uniforme por meio do *stuffing* para o fluxo codificado pelo caminho: «**input** — **transcoder** — **Align Total Bitrate**». A velocidade deve ser definida garantidamente acima do bitrate de vídeo e áudio.

4.9.3 PCR drift

A métrica *PCR drift* mede o desvio sistemático da frequência de relógio da fonte em relação ao tempo real e é expressa em *ppm* (parts-per-million). Ao contrário do *PCR jitter* instantâneo, que captura a oscilação de marcas individuais, *PCR drift* caracteriza precisamente a deriva do cristal do codificador a longo prazo — um desvio estável que se acumula ao longo de minutos e horas.

A medição é realizada por regressão linear sobre pares (tempo *PCR* acumulado em segundos, tempo de recepção em segundos). O ruído de medição decai como `1/T^1.5` com o crescimento da janela, de modo que um veredito confiável só é possível em intervalos longos. A janela se expande automaticamente até 300 *s* (**TR 101 297**), após o que é aplicado um reancoramento deslizante com um limite de 6 *horas* — isso elimina a perda de precisão por estouro da mantissa `float64`.

As estatísticas **XML** do stream exportam:

- `pcr-drift-ppm` — veredito atual da regressão;
- `pcr-drift-window-s` — comprimento da janela sobre a qual o veredito foi calculado;
- `pcr-drift-samples` — número de pontos na regressão.

A tolerância definida por **ISO/IEC 13818-1** §2.4.2.1 é de ±30 *ppm*. Em caso de excesso sustentado (consulte a seção de alertas abaixo), um atributo dedicado `pcr-drift-alert` é definido, e após 300 *s* de violação contínua — `pcr-drift-alert-acceptance` (nível de aceitação **TR 101 297**).

Expor *PCR drift* como atributo autônomo (em vez de incluí-lo no `tr101290-alert` comum) é intencional: a deriva do cristal é um problema do codificador a montante, não do receptor, e o operador deve vê-la separadamente, sem misturá-la com erros de integridade do transporte.

4.9.4 PCR accuracy

A métrica *PCR accuracy* (seção P2.3 em **TR 101 290**) mede a precisão da inserção das marcas *PCR* no fluxo de transporte. Conforme a especificação, o valor de cada *PCR* deve coincidir com o momento efetivo de sua passagem pelo multiplexador com um erro não pior que ±500 *ns*.

A medição é feita como sinal residual (*residual*) de uma regressão linear em uma janela deslizante de 30 *s*. O tamanho da janela é escolhido para capturar todo o ciclo de repetição do *PCR* (≤40 *ms* segundo a especificação) com ampla margem, mas mantendo uma resposta rápida à deterioração da qualidade de inserção.

As estatísticas **XML** do stream exportam `pcr-accuracy-max-ns` — o valor de pico do residual na janela. Ao exceder ±500 *ns*, o token `pcr-acc` é adicionado ao atributo comum `tr101290-alert`.

A medição só faz sentido para multiplex **CBR**: em **VBR**, os intervalos entre *PCR* podem divergir da tendência linear estimada sem violar o padrão. O analisador desativa automaticamente o token `pcr-acc` para fluxos classificados como *vbr* (consulte a seção sobre o detector de modo).

4.9.5 Compensador de desvio de PCR

Se o *PCR drift* da fonte estiver dentro da tolerância da **ISO/IEC 13818-1** mas ainda for diferente de zero, o fluxo de saída «se afasta» lentamente em relação ao tempo de rede do receptor. Em um player com buffer pequeno, isso se manifesta como perda acumulada de sincronização ou solavancos periódicos na reprodução.

O compensador elimina o desvio sem ressincronização rígida: os pacotes de saída recebem um microdeslocamento de ~11.1 *µs* (duração de um pacote *TS* de 188 bytes a 100 *Mbps*), e a decisão «se o deslocamento é necessário» é tomada com base na diferença efetiva entre o tempo de rede e o ritmo do *PCR*. O resync rígido (`Limit PCR gap`) permanece como recurso de contingência para rupturas de fluxo — o compensador opera em uma escala mais fina e preserva a continuidade.

Configurações em **stream**:

- *Sync Drift Compensation* — ativa/desativa o compensador. Ativado por padrão.
- *Sync Drift Soft Window* — janela suave dentro da qual as correções são aplicadas uma a uma (1–60000 *ms*, padrão 500). O limite superior é restrito por `8 × Sync Disc Window`, a partir do qual considera-se necessário um resync rígido.

As estatísticas **XML** exportam `slew-adjust-count` — o contador de correções desde `reset-stat`. Um crescimento abrupto desse contador significa que a fonte saiu de sua tolerância ou possui um cristal instável.

4.9.6 Analisador de buffer de vídeo T-STD

O modelo **T-STD** (*Target Decoder*) está descrito em **ISO/IEC 13818-1** §2.4.2. É o modelo de referência do buffer do receptor: se ele for respeitado, garante-se que o fluxo será reproduzido por qualquer decodificador de hardware conforme.

O analisador modela o buffer `MBn` (multiplex buffer para vídeo) e verifica que:

- o buffer não estoura (overflow → o codificador é obrigado a descartar quadros);
- o buffer não esvazia (underflow → o decodificador mostra uma pausa ou artefatos).

Ativado pela configuração *Analyze T-STD video* (desativado por padrão — adiciona carga de CPU no caminho de processamento crítico).

Tipos de ES de vídeo suportados (`stream_type`):

- `0x01` / `0x02` — MPEG-2 video, capacidade 750 *KB*;
- `0x10` — MPEG-4 part 2, capacidade 750 *KB*;
- `0x1B` — H.264 / AVC, capacidade 3 *MB*;
- `0x24` / `0x25` — HEVC, capacidade 3.75 *MB*.

A taxa de drenagem (*drain rate*) é ajustada adaptativamente à taxa de bits real do vídeo: utiliza-se uma média móvel exponencialmente ponderada (EMA) com `α=0.2` em uma janela de 5 *s*. Sem adaptação, o modelo produz rapidamente falsos underflows em qualquer vídeo *VBR*.

O buffer é drenado pelos pulsos de **PCR** (90 *kHz*) e não pelo tempo do sistema do host — isso torna a análise robusta frente a pausas do SO e flutuações de carga de CPU. O tempo real do host é utilizado apenas para verificar o funcionamento do compensador de desvio, nunca para T-STD.

As estatísticas **XML** exportam:

- `tstd-video-cap` — capacidade do modelo em bytes;
- `tstd-video-drain-bps` — taxa de drenagem adaptada atual, *bytes/s*;
- `tstd-video-overflows` — contador de overflows desde `reset-stat`;
- `tstd-video-underflows` — contador de underflows;
- `tstd-video-max-fill` — ocupação de pico em bytes.

Diante de qualquer contador diferente de zero (`overflows > 0` ou `underflows > 0`), o token `tstd-video` é adicionado ao `tr101290-alert` comum. Assim como `pcr-acc`, o token aplica-se apenas a fluxos **CBR** — em um multiplex **VBR** quedas transitórias do buffer são admissíveis.

4.9.7 Detector de modo de taxa de bits do multiplex

Parte dos testes de **TR 101 290** só faz sentido no modo **CBR** (taxa de bits do multiplex constante). Para não emitir alertas falsos em canais **VBR**, o analisador determina automaticamente o modo da fonte e exporta o veredito no atributo `bitrate-mode-detected`.

Algoritmo: comparação das taxas de bits médias em duas janelas — 5 *s* e 60 *s*. Se a divergência exceder 20 %, o fluxo é marcado como `vbr`; se ficar dentro, `cbr`. Até que a estatística se acumule (~70 *s* desde o início ou desde `reset-stat`), o veredito é `unknown` e os testes exclusivos de **CBR** (`pcr-acc`, `tstd-video`) ficam temporariamente suprimidos.

Valores do atributo:

- `cbr` — taxa de bits constante, todos os testes ativos;
- `vbr` — taxa de bits variável, `pcr-acc` e `tstd-video` estão desativados;
- `unknown` — dados insuficientes, os testes exclusivos de **CBR** estão suspensos.

4.9.8 Alertas TR 101 290

O atributo agregado `tr101290-alert` combina vários detectores de conformidade com **TR 101 290**. Se ao menos um estiver ativo no momento atual, o atributo contém uma lista de tokens separados por espaços; caso contrário, o atributo está ausente do **XML**.

Tokens possíveis e seu significado:

- `pcr-int` — intervalo entre *PCR* excedido (seção 5.2.4 de **TR 101 290**, limite 40 *ms*, recomendação ≤25 *ms*);
- `pcr-acc` — precisão de inserção de *PCR* excedida (seção 5.2.5, ±500 *ns*, **CBR**-only);
- `pcr-disc` — foi detectado um resync rígido por *PCR* (seção 5.2.4, `PCR_discontinuity_indicator_error`);
- `pat-int` — intervalo de *PAT* excedido (seção 5.1.3, limite 500 *ms*, requer *Analyze PAT/PMT/KF*);
- `pmt-int` — intervalo de *PMT* excedido (seção 5.1.5, limite 500 *ms*, requer *Analyze PAT/PMT/KF*);
- `tstd-video` — foi detectado um overflow ou underflow do modelo **T-STD** (seção 5.3.16, requer *Analyze T-STD video*, **CBR**-only).

Para evitar a cintilação do indicador em rajadas curtas, é aplicada uma lógica de debounce: um token entra em `tr101290-alert` apenas se tiver sido acionado por pelo menos 30 dos últimos 60 segundos. Isso se aplica uniformemente a todos os tokens.

Adicionalmente é exportado `tr101290-alert-acceptance` — uma cópia do atributo na qual um token só aparece após 300 *s* de violação contínua (nível de aceitação de **TR 101 297**). É a métrica agregada «final» para a aceitação técnica do canal.

O indicador `pcr-drift` é deliberadamente separado em seu próprio `pcr-drift-alert` (+ `pcr-drift-alert-acceptance`). A deriva do cristal é um problema do codificador a montante, é independente da integridade do transporte e deve ser classificada separadamente.

4.9.9 Assistente de IA para reclamações

Se em um canal forem disparados alertas *TR 101 290* ou *PCR drift*, o operador pode obter em uma única solicitação um prompt em inglês pronto para um chat de IA que redigirá uma carta formal de reclamação ao provedor a montante do fluxo.

Endpoint: `GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt`. Disponível com o papel *Viewer* (assim como todas as requisições GET sob `/data/*`). Retorna `text/plain; charset=utf-8`. Para **MPTS** é retornado 404 — as métricas *T-STD* / *PCR drift* só se aplicam a **SPTS**.

O prompt é compatível com qualquer chat de IA moderno: «ChatGPT», «Claude», «DeepSeek», «Qwen», «Doubao». O tom da carta é profissional, sem acusações; ao final do prompt é adicionada a escolha do idioma do documento resultante: inglês, russo, chinês simplificado ou qualquer outro à escolha do operador.

Conteúdo do prompt:

- nome e parâmetros medidos do stream;
- a lista de todos os tokens ativos de *TR 101 290* e *PCR drift* com a referência ao padrão;
- valores numéricos e limiares;
- o impacto de cada erro no lado do decodificador.

O que **não** entra no prompt: nome do stream, ID, URI da fonte. Esses campos são substituídos pelo marcador `<Stream Designation>` — o operador os preenche antes do envio, para que não vazem para um serviço de IA de terceiros.

4.9.10 System Monitor

Controle dos principais parâmetros do sistema operacional.

4.9.11 Mosaic

Função de captura de tela do fluxo de entrada. Ativada individualmente para cada **stream**.

Se não for necessária, pode ser totalmente desativada em **Settings/Server Settings** para economizar recursos.

4.10 Administração

Em **Configuration/Administration/Administrators List** são adicionados os usuários para acessar a interface web — servidor HTTP embutido.

Aos usuários são atribuídos papéis:

admin — acesso total.

restricted admin — as configurações não estão acessíveis; apenas o valor **pause** pode ser alterado.

viewer — acesso apenas em modo de visualização.

4.10.1 Backup das configurações

Para fazer backup das configurações, salve o conteúdo da pasta */opt/pss/config*.

Para restaurar as configurações, pare o serviço e substitua o conteúdo da pasta */opt/pss/config*.

4.10.2 Comportamento na inicialização e erros de configuração

Na inicialização, o serviço tenta carregar sucessivamente os arquivos de configurações do diretório */opt/pss/config*:

1. *pss.json* — arquivo principal de configurações.
2. *pss_back.json* — cópia de segurança da configuração de trabalho anterior.
3. *pss_default.json* — configurações padrão, entregues com o pacote.

É usado o primeiro arquivo carregado com sucesso. Se os três arquivos estiverem ausentes ou corrompidos, o serviço inicia com configurações vazias; nesse caso é necessária a edição manual da senha do administrador e a reinicialização.

Arquivo de configurações estruturalmente corrompido. Se *pss.json* contém um erro de sintaxe JSON, chaves desconhecidas, um tipo de valor incorreto ou uma violação de unicidade (por exemplo, dois fluxos com o mesmo *id*), o serviço move o arquivo corrompido para o diretório */opt/pss/config/bad/* com um nome do tipo *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json* (data e hora da inicialização). Em seguida, o serviço continua as tentativas de carregamento na ordem habitual e regrava a configuração de trabalho em *pss.json* a partir de *pss_back.json* ou *pss_default.json*. Detalhes (nome da chave, descrição do erro, nome do arquivo no arquivo) são registrados no log do serviço.

Apenas o *pss.json* principal vai para o arquivo. Os arquivos *pss_back.json* e *pss_default.json* não são arquivados quando corrompidos — as entradas do log são suficientes para diagnóstico, e os próprios arquivos permanecem no lugar e podem ser corrigidos manualmente.

Se no momento do próximo carregamento já existir em */opt/pss/config/bad/* um arquivo com o mesmo carimbo de data/hora (por exemplo, em reinicializações rápidas dentro do mesmo segundo), ele é sobrescrito.

Valores numéricos fora do intervalo permitido. Se o arquivo de configurações contiver um valor numérico inferior ao mínimo ou superior ao máximo permitido para esse parâmetro, o serviço não descarta o arquivo por completo. Em vez disso, um aviso é registrado no log indicando o nome do parâmetro, o valor lido e o limite aplicado; o próprio valor é ajustado ao limite mais próximo do intervalo permitido (mínimo ou máximo). Após a conclusão do carregamento, o serviço regrava *pss.json* automaticamente com os valores corrigidos, de modo que em uma reinicialização posterior esses avisos não aparecem mais.

Esse comportamento aplica-se apenas ao carregamento inicial do arquivo de configurações. Ao alterar as configurações pela interface web ou por uma API externa, os valores fora do intervalo permitido continuam sendo rejeitados com erro, sem correção automática.

4.10.3 Integração de sistemas externos de monitoramento

pss-metrics — exportador universal de métricas para Perfect Streamer

Um único script CLI em Python 3 que obtém estatísticas da API HTTP do servidor web do PSS e gera saída para os sistemas de monitoramento mais comuns:

- Zabbix (UserParameter, Low-Level Discovery, zabbix_sender trapper)
- Prometheus (formato de exposição de texto para o textfile collector)
- InfluxDB / Telegraf (line protocol ou JSON para o input exec)
- JSON universal para scripts arbitrários e verificações de estado no estilo Nagios

O exportador é um arquivo único e autocontido, sem dependências de terceiros, e usa apenas a biblioteca padrão do Python 3.6+ (*urllib*, *xml.etree*, *json*, *argparse*).

Arquivos

```
pss-metrics.py                    main CLI (executable)
userparameter_pss.conf.example    UserParameter template for Zabbix
```

Instalação

O exportador é entregue em */opt/pss/monitoring/pss-metrics.py*. Verifique se o Python 3.6 ou posterior está instalado:

```
# RHEL / Rocky / AlmaLinux
yum install -y python3

# Debian / Ubuntu
apt-get install -y python3
```

Nenhum pacote adicional é necessário.

Configuração

Por padrão, *pss-metrics* conecta-se a *http://127.0.0.1:43971* e detecta automaticamente a porta a partir de */opt/pss/config/pss.json* (ou */opt/pss/config/pss_default.json*). Os parâmetros podem ser sobrepostos por variáveis de ambiente, pelo arquivo */etc/pss-metrics.conf* (formato *chave=valor*) ou por flags de linha de comando. Prioridade: CLI > env > arquivo > valores padrão.

Variáveis suportadas:

```
PSS_URL          full URL, e.g. http://10.0.0.1:43971         (auto by default)
PSS_USER         web server login (if authorization is enabled)
PSS_PASS         web server password
PSS_TIMEOUT      HTTP timeout, in seconds                      (default 5)
PSS_CACHE_DIR    cache directory                               (default /run/pss-
↪metrics)
PSS_CACHE_TTL    cache TTL, in seconds                         (default 10)
PSS_CA_BUNDLE    path to CA bundle for HTTPS
PSS_INSECURE     1 — disable TLS certificate verification
PSS_VERBOSE      1 — log requests to stderr
```

Cache: cada execução faz no máximo um HTTP GET por endpoint dentro da janela de TTL. Com TTL=10 s, mesmo centenas de verificações de UserParameter por minuto resultam em ~6 requisições HTTP por minuto ao PSS.

Início rápido

Verificação de estado (códigos de saída no estilo Nagios):

```
pss-metrics.py health
# OK: total=42 running=15 stopped=27 unhealthy=0 version=1.12.2.430d
```

Descoberta LLD do Zabbix:

```
pss-metrics.py discover streams
pss-metrics.py discover inputs --running-only
pss-metrics.py discover outputs
```

Obtenção de uma única métrica (para uso em UserParameter do Zabbix):

```
pss-metrics.py get summary.running
pss-metrics.py get stream.10031.bitrate
pss-metrics.py get input.10031.1.speed1
pss-metrics.py get output.10031.1.speed
pss-metrics.py get sysmon.cpu.self-usage
pss-metrics.py get server.server-version
```

Exportação completa:

```
pss-metrics.py dump --format=json
pss-metrics.py dump --format=prometheus
pss-metrics.py dump --format=influx
pss-metrics.py dump --format=zabbix-trapper --zabbix-host=streamer-01
```

Caminhos das métricas

pss-metrics get aceita um caminho separado por pontos. Saída vazia significa «valor ausente» (por exemplo, a métrica só existe para fluxos em execução).

```
server.<attr>                e.g. server.server-version, server.uptime
summary.<key>                total | running | stopped | unhealthy |
                             input_bitrate_kbps | output_bitrate_kbps
sysmon.cpu.<attr>            self-usage | total-usage | cores
sysmon.memory.<attr>         self-usage-kb | available-kb | total-kb
sysmon.netbw.<iface>.<attr>  rx-bw | tx-bw  (interface name as in XML)
stream.<id>.<attr>           any <stream> attribute
input.<sid>.<iid>.<attr>     any <input> attribute
output.<sid>.<oid>.<attr>    any <output> attribute
```

Atributos úteis por fluxo (de /data/stream/detail):

```
stream:  state, state-str, bitrate, thread-usage, mpts
input:   speed1, recv-bytes, recv-packets, recv-err,
         stat-disc, stat-disc1, stat-scrambled, stat-scrambled1,
         health-state-good, health-status, check-status
output:  speed, sent-bytes, sent-packets, sent-err, uri, type
```

Integração com Zabbix

Dois cenários são suportados — escolha o que se adequa ao seu ambiente.

1) UserParameter estático + LLD (agente Zabbix v1 / v2)

   Copie *userparameter_pss.conf.example* para */etc/zabbix/zabbix_agentd.d/pss.conf*, reinicie o *zabbix-agent* e importe no servidor um template com protótipos LLD que utilizem as chaves *pss.discover*. Exemplos de associações:

```
UserParameter=pss.discover[*],/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py discover $1
UserParameter=pss.get[*],/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py get $1
UserParameter=pss.health,/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py health
```

   No servidor Zabbix:

```
Discovery rule key:        pss.discover[streams]
Item prototype keys:       pss.get[input.{#STREAM_ID}.1.speed1]
                           pss.get[stream.{#STREAM_ID}.bitrate]
                           pss.get[summary.unhealthy]
```

2) Trapper (push) por zabbix_sender

   Execute por temporizador (cron / systemd) e direcione a saída para um pipe:

```
/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=zabbix-trapper \
    --zabbix-host="$(hostname)" \
  | zabbix_sender -z zabbix.example.com -i -
```

Integração com Prometheus

Duas opções.

a) Textfile collector (recomendado para ambientes one-shot).

   Execute uma exportação periódica via systemd-timer ou cron:

```
*/1 * * * * /opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=prometheus \
    > /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom.$$ \
    && mv /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom.$$ \
          /var/lib/node_exporter/textfile_collector/pss.prom
```

   O *node_exporter* disponibiliza o arquivo via *–collector.textfile.directory*.

b) Scrape direto por meio de um pequeno wrapper (por exemplo *socat* + *pss-metrics dump*) ou qualquer proxy HTTP de terceiros à sua escolha.

Integração com Telegraf / InfluxDB

Telegraf *inputs.exec*:

```
[[inputs.exec]]
  commands = ["/opt/pss/monitoring/pss-metrics.py dump --format=influx"]
  interval = "10s"
  timeout  = "5s"
  data_format = "influx"
```

Para o parser JSON, use *–format=json* e configure *data_format = «json»* com os caminhos dos campos.

HTTPS e autenticação

Se o servidor web do PSS opera atrás de HTTPS ou é protegido por senha:

```
PSS_URL=https://streamer.example.com:8443 \
PSS_USER=monitor PSS_PASS=secret \
pss-metrics.py health
```

Certificados autoassinados: defina *PSS_INSECURE=1* (não recomendado) ou informe *PSS_CA_BUNDLE=/path/to/ca.pem*.

Códigos de saída

pss-metrics segue a convenção do Nagios:

```
0  OK
1  WARNING       (e.g. running streams report unhealthy)
2  CRITICAL      (PSS is unreachable)
3  UNKNOWN       (invalid arguments / internal error)
```

get e *dump* produzem uma linha vazia e encerram com código 0 quando a entidade solicitada está ausente — isso corresponde à expectativa do Zabbix de que um valor vazio seja tratado como «NOT_SUPPORTED» e não como falha do agente.

Diagnóstico

```
pss-metrics.py -v health        # log every HTTP request to stderr
pss-metrics.py --cache-ttl=0 …  # bypass cache while debugging
rm -rf /run/pss-metrics         # purge cache
```

4.10.4 Let's Encrypt e certbot para HTTPS

A partir da versão 1.9.2.340, o Perfect Streamer suporta renovação automática de certificados Let's Encrypt para HTTPS no Web Server, HTTP Server e EPG Server.

4.10.5 Configuração do certbot para RHEL.

Limitação:

- A porta TCP/80 deve estar livre e deve ser atribuído um IP público com nome de domínio público.
- Todos os servidores HTTPS usam o mesmo nome de host (web server, http server, epg server).

Instalação do certbot (https://certbot.eff.org/instructions?ws=other&os=snap):

```
sudo yum install snapd
sudo systemctl enable --now snapd.socket
sudo ln -s /var/lib/snapd/snap /snap
sudo snap install certbot --classic
```

Configuração do certbot:

```
sudo ln -s /snap/bin/certbot /usr/bin/certbot
sudo certbot certonly --standalone
```

Verificação do certbot:

```
sudo certbot renew --dry-run
```

Verificação do timer do certbot:

```
systemctl list-timers | grep certbot
```

No painel admin do Perfect Streamer, ative o HTTPS nos servidores (Web Server, HTTP Server, EPG Server).

Crie o script de hook (https://pstreamer.tv/distrib/scripts/cert_update.zip) e coloque-o no caminho:

```
/opt/pss/scripts/cert_update.sh
```

Ali, se necessário, indique o nome de domínio do host; por padrão é lido de /etc/hostname.

Tornar o arquivo executável.

```
chmod +x /opt/pss/scripts/cert_update.sh
```

Verificar a execução do script, não deve haver erros:

```
/opt/pss/scripts/cert_update.sh
```

As configurações HTTPS devem ser aplicadas; a mudança de status aparecerá nos logs.

Adicionar arquivo de hook ao certbot:

```
certbot renew --deploy-hook "/opt/pss/scripts/cert_update.sh"
```

Verificar o certbot novamente:

```
sudo certbot renew --dry-run
```

4.10.6 Configuração do certbot para Debian/Ubuntu.

A configuração no Debian é análoga ao RHEL; descrição breve no exemplo de Ubuntu 24.04.2 LTS.

Instalação do certbot:

```
apt install certbot
certbot certonly
```

Tornando o script executável:

```
chmod +x /opt/pss/scripts/cert_update.sh
```

Executando o script:

```
/opt/pss/scripts/cert_update.sh
```

Emite:

```
Select domain name (your domain name)
```

Verificar se os certificados foram renovados:

```
ls -lat /opt/pss/config/cert/
total 44
-rw------- 1 root root  241 May 26 07:52 epgserver.key
-rw------- 1 root root  241 May 26 07:52 httpserver.key
-rw------- 1 root root  241 May 26 07:52 webserver.key
-rw-r--r-- 1 root root 1338 May 26 07:52 epgserver.crt
-rw-r--r-- 1 root root 1338 May 26 07:52 httpserver.crt
-rw-r--r-- 1 root root 1338 May 26 07:52 webserver.crt
```

A data deve ser atual.

4.11 Adaptadores DVB

Perfect Streamer suporta qualquer adaptador DVB instalado no sistema. Padrões suportados: DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2, DVB-C, ATSC. Adicionalmente implementados: desencapsulamento T2-MI (ETSI TS 102 773) e descodificação BISS-1 / BISS-E.

A condição principal é um controlador de adaptador corretamente instalado e em funcionamento no sistema.

A secção DVB aparece apenas se o sistema possuir adaptadores DVB válidos. A reconfiguração em tempo de execução não é suportada; é necessário reiniciar o streamer.

4.11.1 Ligação do adaptador

Para adicionar um novo adaptador DVB, aceda à secção correspondente e adicione o adaptador:

- Definir o nome do adaptador.
- Selecionar um adaptador da lista dos disponíveis no sistema.
- Selecionar o modo **Stream**.
- Especificar o tipo de sistema de transmissão: **DVB-S**, **DVB-S2**, **DVB-T**, **DVB-T2**, **DVB-C**.
- Especificar os parâmetros de receção: **Frequência da portadora**, **Polarização**, **Taxa de símbolo**, **FEC**, **Modulação**, **ID do fluxo DVB**, **Frequência do oscilador**, **Oscilador da banda alta**, **Limite da banda alta**, **Modo DiSEqC 1.0** e outros parâmetros consoante o tipo.

Opcionalmente pode ativar-se o registo de EIT na base de dados EPG (**Registar EIT na BD EPG**).

Repetir a adição para cada adaptador presente no sistema.

4.11.2 Varredura DVB

Para evitar introduzir manualmente os parâmetros de receção (frequência, polarização, taxa de símbolo, FEC, modulação), o Perfect Streamer integra um scanner de transponders. O scanner percorre os transponders do satélite selecionado (DVB-S/S2) ou da banda regional (DVB-C, DVB-T/T2), efetua a sintonização e a captura de cada um, recolhe as tabelas PSI/SI (PAT, PMT, SDT) e constitui a lista final de multiplex com os respetivos programas. Qualquer multiplex encontrado pode ser adicionado à lista de adaptadores DVB com um único botão.

O scanner utiliza o adaptador físico na sua totalidade; para o iniciar é necessário um adaptador que não esteja a ser utilizado pelo kernel do sistema operativo nem por qualquer entrada de adaptador DVB ativa no Perfect Streamer.

Adaptadores disponíveis

Ao abrir o ecrã de varredura no painel de administração, é apresentada uma lista dos adaptadores DVB físicos do sistema com o respetivo estado de ocupação:

- **free** — o adaptador está disponível para varredura.
- **kernel** — o dispositivo está retido por outro processo do sistema operativo.
- **pss-id-N** — o adaptador já está a ser utilizado por uma entrada de adaptador DVB no Perfect Streamer com o identificador indicado. Não é possível iniciar o scanner nele enquanto essa entrada estiver ativa. Para libertar o adaptador temporariamente, a entrada de adaptador DVB existente deve ser colocada em pausa (o indicador **Pause** nas suas definições).

Listas de transponders

O scanner baseia-se em listas de referência no formato Enigma2: a lista de satélites `satellites.xml` e as listas regionais `cables.xml` / `terrestrial.xml`. Cada ficheiro contém um conjunto de transponders para uma posição orbital conhecida ou para uma banda regional DVB-T/C (para mais detalhes, consulte o site do projeto oe-alliance-tuxbox-common).

Os ficheiros encontram-se no diretório `sat/` relativo a `pss.json` (por predefinição `/etc/pss/sat/`). São fornecidos com a distribuição do Perfect Streamer e são carregados ao abrir o ecrã de varredura. Quando necessário, podem ser atualizados substituindo o ficheiro XML correspondente.

No painel de administração, as listas de referência são apresentadas em três listas:

- **Satélite** — posições orbitais (por exemplo, *Hot Bird 13.0°E*, *Astra 19.2°E*).
- **Região cabo** — país ou fornecedor DVB-C.
- **Região terrestre** — região DVB-T/T2.

Se o satélite ou a região pretendidos não estiverem presentes nas listas de referência, é possível atualizar o XML ou utilizar em alternativa a **varredura cega** (ver abaixo).

Início

Na caixa de diálogo de varredura, definem-se sequencialmente os seguintes elementos:

- Um adaptador físico livre.
- Tipo de delivery system: **DVB-S**, **DVB-S2**, **DVB-T**, **DVB-T2** ou **DVB-C**.
- Fonte:
  - para DVB-S/S2 — uma posição orbital da lista de satélites e os parâmetros LNB (frequências do oscilador local LO1 e LO2, limite da banda superior, porta DiSEqC);
  - para DVB-C — uma região cabo;
  - para DVB-T/T2 — uma região terrestre.

Após premir **Iniciar**, a varredura é executada em segundo plano. O progresso é apresentado no painel de administração:

- a percentagem de progresso baseada no número de transponders processados;
- a frequência e a polarização atuais;
- os contadores *Multiplex encontrados* e *Programas encontrados*;
- uma árvore dos multiplex já encontrados, expansível até aos programas.

O scanner é um recurso partilhado em todo o streamer: executa-se no máximo uma varredura de cada vez. Se for iniciada uma nova varredura enquanto outra está em curso, a anterior é automaticamente cancelada. O botão **Cancelar** interrompe a varredura e limpa a lista acumulada.

A duração da varredura depende do número de transponders na lista de referência selecionada (tipicamente até 5 segundos por transponder: até 2 segundos para o bloqueio do sinal e até 5 segundos para a recolha das PSI). Valores típicos:

- DVB-S Hot Bird 13.0°E — cerca de 2 minutos (44 transponders).
- DVB-S Astra 19.2°E — cerca de 1,5 minutos.

- DVB-T região europeia — menos de um minuto.

Resultado

O resultado da varredura é apresentado como uma árvore **multiplex → programas**.

Parâmetros do multiplex:

- frequência, polarização, taxa de símbolo;
- FEC, modulação, delivery system;
- identificador do fluxo de transporte (**TSID**);
- as leituras do frontend no momento em que termina a recolha das PSI — **SNR**, **Signal**, **BER**;
- os contadores *pmt-total* / *pmt-recv* — quantas tabelas PMT foram anunciadas pela PAT e quantas foram efetivamente recolhidas dentro do tempo limite.

Parâmetros do serviço:

- **PNR** (program_number) — o identificador do serviço dentro do multiplex;
- **Nome** e **Fornecedor** — obtidos da tabela SDT, em UTF-8;
- **scrambled** — o indicador de codificação. A sua origem é determinada pela seguinte ordem: o bit `free_CA_mode` da SDT (declaração do broadcaster) → os indicadores de codificação de transporte da PMT. Se nem a SDT nem a PMT chegarem dentro do tempo limite, o valor predefinido é 0 («não codificado»); o estado real é apurado quando se tenta a receção;
- **video-pid**, **audio-pid**, **pcr-pid** — os principais fluxos elementares do serviço.

Aplicação do resultado

O multiplex selecionado na árvore é adicionado à lista de adaptadores DVB com um único botão. É criada uma nova entrada com os parâmetros do resultado da varredura (frequência, polarização, taxa de símbolo, FEC, modulação, delivery system) juntamente com os parâmetros LNB e o par *adapter/device* especificados no arranque da varredura. O nome do adaptador é definido pelo utilizador; os parâmetros adicionais (chaves BISS para canais codificados, T2-MI, LNB partilhado, etc.) são preenchidos após a criação da entrada, nas suas definições.

Os programas dos multiplex encontrados são aplicados em separado — criando um fluxo (**Stream**) com uma fonte de entrada **demuxer** endereçada pelo PNR (ver a secção *Ligação de um fluxo SPTS a um serviço de multiplex DVB*).

Varredura cega

O modo cego é utilizado quando:

- o satélite pretendido não consta das listas de referência (posição orbital não normalizada, uplink local);
- as listas de referência regionais DVB-T/C são insuficientes ou estão desatualizadas para uma localização específica;
- é necessário reverificar um troço da banda independentemente da lista de transponders conhecidos.

Neste modo, o scanner não consulta as listas de referência; sintetiza uma lista de transponders a partir de uma grelha de frequências. Por predefinição, são utilizadas as seguintes gamas típicas:

- DVB-S/S2 Ku — 10700..12750 MHz, passo de 4 MHz, ambas as polarizações (H e V), taxas de símbolo típicas 22000 / 27500 / 30000 ksym/s.
- DVB-C — 47000..862000 kHz, passo de 8000 kHz, QAM-64 e QAM-256, taxas de símbolo típicas 6875 / 6900 / 6952 ksym/s.
- DVB-T/T2 — 174000..862000 kHz, passo de 8000 kHz.

Uma varredura cega completa da banda Ku demora cerca de 100 minutos (vários milhares de pontos de sintonização). Na prática, o intervalo é restringido manualmente no painel de administração — frequência mínima/máxima e passo da grelha. Por exemplo, uma varredura de 11700..11800 MHz com passo de 4 MHz para uma única banda LNB demora cerca de 5 minutos.

O formato do resultado de uma varredura cega é idêntico ao de uma varredura normal. Particularidades:

- os campos **FEC** e **Modulação** dos multiplex encontrados ficam fixados no valor **AUTO** — o scanner não determina os seus valores exatos;
- o delivery system é igual ao solicitado (DVB-S, DVB-S2, ...). Para redes mistas, recomenda-se efetuar duas passagens — DVB-S e DVB-S2 em separado.

A aplicação de um multiplex proveniente de uma varredura cega é efetuada da mesma forma que num caso normal — através do botão que o adiciona à lista de adaptadores DVB. Os campos **FEC** e **Modulação** são geralmente deixados em AUTO e, se necessário, afinados após um bloqueio estável do sinal no transponder em causa.

4.11.3 Tamanho do buffer de receção do kernel

O parâmetro **buffer-size** (inteiro, valor predefinido 512) define o tamanho do buffer circular DVB demux do kernel em blocos de 65536 bytes.

- `512` (32 MB) — valor predefinido recomendado. Cobre cenários DVB-S/S2 de transponder completo (>= 33 Mbit/s) com um ou vários consumidores MPTS. Selecionado com base em testes de bancada com um adaptador TBS sob carga total do transponder.
- `8...64` (512 KB ... 4 MB) — aceitável para sistemas embarcados com RAM limitada ou para adaptadores nos modos Scanner / Femon onde o tráfego é baixo.
- `0` — manter o valor predefinido do controlador (normalmente 8...32 KB). Adequado apenas para cenários com muito pouca carga. Acima de 10 Mbit/s haverá perdas.

Quando uma mensagem da seguinte forma aparecer no registo:

```
DVB adapter X/Y dvr buffer overflow (NN so far, KK pids);
raise 'buffer-size' or reduce pid filter
```

aumentar **buffer-size** ou reduzir o número de PIDs que passam pelo filtro (por exemplo, eliminar a saída MPTS se não for necessária).

Custo de memória: o valor N consome N × 64 KB de memória do kernel por adaptador. Com muitos adaptadores (8 ou mais) convém tê-lo em conta (8 × 32 MB = 256 MB).

4.11.4 Ligação de um fluxo SPTS a um serviço de multiplex DVB

Ao adicionar um novo canal SPTS ao `input` do fluxo, selecionar:

- Tipo: **demuxer**.
- Fonte: **adaptador DVB**.
- Multiplex criado no adaptador DVB, por nome do adaptador.
- PNR — selecionado a partir da lista emergente de serviços detetados no multiplex ou introduzido manualmente.

4.11.5 Permissões de acesso aos dispositivos DVB

Se os adaptadores DVB não forem apresentados no Perfect Streamer, executar as seguintes ações:

```
sudo nano /etc/udev/rules.d/99-dvb-permissions.rules
SUBSYSTEM=="dvb", GROUP="video", MODE="0660"

sudo usermod -aG video pss
sudo chown -R root:video /dev/dvb/*
sudo reboot
```

4.11.6 Desencapsulamento T2-MI

T2-MI (T2-Modulator Interface, ETSI TS 102 773) é um formato para transportar fluxos DVB-T2 sobre DVB-S2 multistream. O transponder externo DVB-S/S2 transporta um ou mais T2-MI carrier-PIDs, cada um encapsulando BBFRAMEs com um ou mais PLPs (Physical Layer Pipe). Após o desencapsulamento, extrai-se do BBFRAME o MPEG-TS interno contendo os programas e as tabelas PSI/SI.

A implementação Perfect Streamer funciona no **modo multi-carrier**: um único adaptador físico entrega simultaneamente o multiplex DVB-S/S2 externo **e** todos os carriers T2-MI desencapsulados (um por cada carrier-PID encontrado no PMT do fluxo externo).

Parâmetros de configuração

t2mi-mode (Int, 0..2, valor predefinido 0) — modo de desencapsulamento:

- `0` — Desativado. O MPEG-TS externo é transmitido sem processamento. Se for detetado um descritor T2-MI (tag 0x51) no PMT, é registada uma dica única.
- `1` — Manual. O desencapsulamento está sempre ativo. Se `t2mi-pid` não for 0, é pré-criado um carrier nesse PID no arranque. Os carriers adicionais continuam a ser detetados automaticamente a partir do PMT.
- `2` — Auto. Os carriers são detetados automaticamente a partir do PMT do multiplex externo para todos os ES que pareçam T2-MI (descritor 0x51 ou único ES com stream_type=0x06 num serviço sem outros ES A/V). Se não forem encontrados carriers, o adaptador funciona como um multiplex DVB normal.

t2mi-pid (Int, 0..8191, valor predefinido 0) — PID para pré-criar um carrier no arranque, antes da chegada do PMT:

- `0` — sem pré-criação. Os carriers são detetados a partir do PMT (recomendado para o modo auto 2).
- `1..8191` — pré-criar um carrier neste PID. Os T2-MI ES adicionais encontrados no PMT obtêm igualmente os seus próprios carriers.

No modo multi-carrier o parâmetro `t2mi-pid` **não** é um seletor de um único carrier — cada ES T2-MI detetado obtém o seu próprio carrier com o seu próprio desencapsulador. O parâmetro disponibiliza inicialização antecipada para um PID conhecido.

t2mi-plp (Int, 0..255, valor predefinido 0) — identificador do PLP extraído de cada carrier T2-MI no adaptador. Aplica-se a **todos** os carriers — a substituição por carrier não é suportada na versão atual. Se em produção diferentes carriers transportarem diferentes PLPs, convém:

- especificar um PLP comum a todos os carriers, ou
- configurar adaptadores separados para diferentes PLPs através de `lnb-sharing`.

Este é o identificador do campo `plp_id` do BBFRAME, **não** o ISI multistream DVB-S2 (definido pelo parâmetro `dvb-stream-id`). São identificadores diferentes em camadas diferentes.

Diagnóstico de seleção PLP:

- Cinco segundos depois do arranque de um carrier, se não tiver sido recebida nenhuma BBFrame para o PLP configurado mas se observarem outros PLPs, é registado um aviso com a lista dos `plp_id` observados.

t2mi-tsid (Int, -1..255, valor predefinido -1) — reservado para uso futuro. Seletor do identificador de fluxo T2-MI quando vários fluxos T2-MI partilham um mesmo carrier-PID. Ignorado na versão atual.

PNR composto — ligação SPTS a partir de T2-MI

Um adaptador pode expor vários multiplex lógicos:

- `carrier-id = 0` — multiplex DVB-S/S2 externo (serviços A/V normais).
- `carrier-id = 1..N` — carriers T2-MI desencapsulados (um por cada ES T2-MI externo).

4.11.7 Descodificação BISS

É suportada a descodificação de fluxos DVB cifrados com BISS-1 (modo E1) e BISS-E (modo E2). Aplicável aos sistemas de transmissão DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2.

A implementação permite manter vários descodificadores ativos em simultâneo num mesmo adaptador:

- Por **PNR** no multiplex externo (serviço normal).
- Por `plp_id` para decifrar o carrier-PID T2-MI **antes** do desencapsulamento (necessário para fluxos `multistream` cifrados — caso contrário o desencapsulador descarta cada pacote cifrado, ver contador `<t2mi scrambledDropped>`).

4.12 EPG

4.12.1 Importação EPG/XMLTV

Os dados de EPG são coletados na EPG Database a partir de várias fontes:

- EIT dos fluxos recebidos (SPTS e MPTS). Ativado pela configuração Stream: Extract EIT to EPG Database.
- Import in XMLTV format from different external sources. Set in Configuration/EPG/EPG Sources. Supported sources EPG in the form of a link to a web resource and a local file, with the full path specified.

O tempo de armazenamento dos eventos do EPG é definido pelo parâmetro EPG storage period (days).

Auto-clean database — programas sem eventos são removidos.

Na seção EPG são exibidas as fontes de EPG e dados associados. Para cada canal (EPG Channels List) pode-se definir:

- Channel Name — nome usado na exportação para o servidor XMLTV.
- Time Zone — é possível ajustar o fuso horário se na importação ele não foi vinculado ao UTC.
- EPG Channel Sets — vincular o canal a um Channel Set (veja abaixo).
- Icon — URL do ícone do canal (*http://example.com/mychannel/myicon.png*).

4.12.2 Gerador de EIT

Os dados EIT da EPG Database podem ser gerados num SPTS Stream. Para isso, na configuração do Stream é necessário definir **EPG Source ID** e selecionar **EPG Channel ID**. Nesse caso, a SDT será obrigatoriamente gerada, mesmo que não esteja presente na fonte. Configure corretamente **SDT Data**.

Se este Stream for usado em um multiplexador, o Service Name pode ser redefinido separadamente no ajuste output/muxer.

4.13 Servidor EPG (XMLTV)

Um servidor HTTP integrado separado do Perfect Streamer entrega o XMLTV completo para um dado conjunto de canais. O endpoint é destinado a middleware e players que mantêm o guia localmente e o atualizam com pouca frequência, como arquivo inteiro — normalmente uma ou duas vezes por dia.

O servidor e seus clientes são configurados em **Configuration/EPG/EPG Server**.

4.13.1 URL e autenticação

O serviço é atendido por um servidor HTTP **separado** `epg-server` (não o de `/data/*`). Por padrão, ele escuta nas portas `10444` (HTTP) e `10445` (HTTPS); portas e SSL são configurados em `/config/epg-server`.

Rotas:

URL	Content-Type	Comportamento
`GET /xmltv`	`text/xml`	Com `Accept-Encoding: gzip` a resposta é comprimida em tempo real (`Content-Encoding: gzip`); caso contrário, é entregue como XML sem compressão.
`GET /xmltv.gz`	`application/octet-stream`	Sempre retorna um fluxo gzip com `Content-Disposition: inline; filename="xmltv.xml.gz"` — prático para salvar como arquivo.

São suportados três métodos de autenticação:

- **HTTP Digest** (preferencial) — conta em `/config/epg-server/login`.
- **Parâmetros na URL** — `?l=<login>&p=<password>` (sinônimos: `login=…`, `password=…`).
- **Loopback** — uma solicitação de `127.0.0.1` é tratada anonimamente. Útil para scripts implantados na mesma máquina.

Aviso: Um login e senha na URL acabam nos access-logs do reverse-proxy e no histórico do navegador. Para distribuição pública do XMLTV, use HTTP Digest ou aceite solicitações apenas de endereços privados.

4.13.2 Acesso por channel-set

Cada conta `epg-server/login` está vinculada a **um único** `channel-set` em `/config/epg-channel-set`. O EPG retornado contém apenas os canais desse grupo. Isso permite que uma mesma instalação do PSS forneça XMLTV distintos para diferentes operadoras/middleware.

Configuração básica na IU:

1. Em **Configuration/EPG/EPG Channel Sets**, crie um grupo de canais e atribua os canais desejados nas fontes EPG.
2. Em **Configuration/EPG/EPG Server Clients**, crie uma conta e vincule o grupo criado a ela. Sem vínculo de channel-set, o cliente recebe um XMLTV vazio.

Restrições adicionais para um login:

- `ip-addr` — se definido e não for curinga, uma solicitação de outro IP recebe `403 Forbidden`.
- `limit-day` — Unix epoch em s, após o qual a conta deixa de ser atendida (`403 Forbidden`). Útil para um modelo de assinatura.
- `pause` — desativar temporariamente um login sem excluí-lo.

4.13.3 Formato da resposta

O corpo da resposta é um documento XMLTV com raiz `<tv>`. A estrutura segue o esquema XMLTV DTD habitual:

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
<tv source-info-name="..." source-info-url="...">
  <channel id="channel.one">
    <display-name lang="en">Channel One</display-name>
    <icon src="https://.../channel-one.png"/>
  </channel>
  ...
  <programme start="20260504060000 +0300"
             stop ="20260504070000 +0300"
             channel="channel.one">
    <title lang="en">Morning News</title>
    <desc  lang="en">Overview of the day's events</desc>
    <rating system="MPAA"><value>PG</value></rating>
  </programme>
  ...
</tv>
```

Notas sobre os campos:

- Os atributos `source-info-name` e `source-info-url` da raiz `<tv>` são preenchidos a partir dos campos **EPG Source Name** e **EPG Source URL** em **Configuration/EPG/EPG Server**.
- Os atributos `start` e `stop` seguem o formato `YYYYMMDDhhmmss ±zone` (o fuso horário é obtido do campo `time_zone` do canal).
- Um `<programme>` pode conter vários `<title>`/`<desc>` para idiomas diferentes. O atributo `lang` fica vazio quando o identificador de idioma dos dados EPG de origem não pôde ser mapeado no dicionário (a entrada ainda aparece na saída).

- Canais com `channel_id` em conflito (quando o mesmo id chega de várias fontes) aparecem uma vez; as fontes restantes são ignoradas com um aviso no log do servidor.
- Somente eventos com `stop_time >= now` entram na saída.

4.13.4 Cabeçalhos HTTP

O servidor sempre envia:

```
Cache-Control: no-cache, no-store, must-revalidate
Pragma:        no-cache
Expires:       0
Connection:    close
```

Para `/xmltv`, adicionalmente — `Content-Encoding: gzip` quando `Accept-Encoding: gzip` está presente na solicitação. Para `/xmltv.gz` — `Content-Disposition: inline; filename="xmltv.xml.gz"`.

A proibição do cache do lado do cliente é intencional: o XMLTV muda a cada importação EIT ou refresh de fontes XMLTV externas, e o player não deve manter dados desatualizados indefinidamente. Um cache edge (nginx), porém, é perfeitamente aceitável — veja a seção sobre desempenho abaixo.

4.13.5 Cache do servidor e sua limpeza

O XMLTV pronto é armazenado em cache na memória do processo PSS:

- Uma entrada por `channel-set`; ambas as variantes do corpo (raw e gzip) são guardadas — solicitações repetidas com `Accept-Encoding: gzip` ou `/xmltv.gz` não recomprimem os dados.
- Cada entrada é marcada com um contador `update-time`. Qualquer atualização de EPG (importação EIT, refresh de fonte XMLTV) incrementa o contador, e o cache é reconstruído na próxima solicitação.

Limpeza forçada do cache:

```
POST /xmltv/reset-cache
```

A rota é atendida pelo **servidor admin** (porta `43971/43981`), não pelo epg-server. Corpo vazio; a resposta é `200 OK` com um envelope JSON.

4.13.6 Códigos de resposta HTTP

Código	Condição
`200 OK`	Solicitação processada. O corpo é um documento XMLTV (possivelmente um `<tv></tv>` vazio em caso de falha transitória da BD).
`401 Unauthorized`	Nem Digest nem os parâmetros `l/p` passaram na verificação (para solicitações não loopback).
`403 Forbidden`	O login existe, mas a solicitação não vem de um IP permitido, ou `limit-day` expirou.
`404 Not Found`	Qualquer URL além de `/xmltv` e `/xmltv.gz`.
`405 Method Not Allowed`	Método diferente de GET.

O corpo do erro é um envelope JSON de formato fixo:

```
{"status": 401, "message": "Unauthorized"}
```

4.13.7 Desempenho e escalabilidade

Cache do servidor

O cache do servidor atende solicitações repetidas a um mesmo `channel-set` sem acessar o SQLite — copiando o corpo já pronto.

Construir o XMLTV «do zero» (cache miss) é mais caro: para cada canal é feito um SELECT separado em `channel_name` e, para cada evento, em `event_text` e `event_rating`. Tempos de construção aproximados:

Tamanho da saída	Cache hit	Cache miss (build)
100 canais / dia	dezenas de ms	~0,5–1 s
500 canais / dia	~50 ms	2–5 s
1000+ canais / semana	~100–300 ms	5–15 s

Para a maioria dos middleware é aceitável buscar o XMLTV a cada algumas horas ou uma vez por dia.

Quando é preciso um reverse-proxy externo (nginx)

Ao contrário de `/data/epg/channel` (respostas JSON curtas), o XMLTV é um único documento grande por `channel-set`, ideal para um cache edge:

- **Dezenas a centenas de clientes por channel-set** — o cache interno do PSS costuma ser suficiente se eles consultam o XMLTV de hora em hora ou uma vez por dia.
- **Milhares de clientes simultâneos** — recomenda-se um reverse-proxy com cache. Servir um arquivo XMLTV a centenas/milhares de solicitações é, antes de tudo, uma carga de rede (centenas de KB a alguns MB por resposta) que é melhor retirar do PSS.
- **Entrega geograficamente distribuída** — um CDN/cache edge é indispensável independentemente do número de clientes.

O PSS devolve `Cache-Control: no-cache`, portanto é preciso dizer explicitamente ao nginx para ignorar o cabeçalho do upstream e manter o próprio TTL.

Exemplo de configuração nginx

```
# /etc/nginx/conf.d/pss-xmltv.conf

proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss-xmltv
                 levels=1:2
                 keys_zone=pss_xmltv:8m
                 max_size=4g
                 inactive=2h
                 use_temp_path=off;

upstream pss_epg {
    server 127.0.0.1:10444;
    keepalive 16;
}

server {
    listen 80;
    # listen 443 ssl http2;     # SSL termination makes sense here
    server_name epg-files.example.com;

    # Do not enable gzip on: /xmltv.gz is already compressed, and /xmltv
    # arrives gzip-encoded from PSS — re-compressing is pointless.

    location ~ ^/xmltv(\.gz)?$ {
        proxy_pass http://pss_epg;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Connection "";
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;

        # PSS returns no-cache; force-cache it at the edge.
        proxy_ignore_headers Cache-Control Expires Set-Cookie;
        proxy_hide_header   Cache-Control;
        proxy_hide_header   Pragma;
        proxy_hide_header   Expires;

        # Cache key = full URL including query (login/password in /xmltv?l=...&p=...)
        # produce distinct keys for different accounts with different channel-sets.
        proxy_cache_key     "$scheme$host$request_uri";

        proxy_cache         pss_xmltv;
        proxy_cache_valid   200      30m;       # XMLTV changes infrequently
        proxy_cache_valid   401 403  1m;
        proxy_cache_lock           on;          # coalesce cache misses
        proxy_cache_lock_timeout   60s;         # XMLTV build may take seconds
        proxy_cache_use_stale      error timeout updating
                                   http_500 http_502 http_503;

        # Large buffer: XMLTV for a big channel-set can reach
        # several megabytes.
        proxy_buffering      on;
        proxy_buffers        16 256k;
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
        proxy_buffer_size    256k;
        proxy_busy_buffers_size 1m;

        # Let the client cache for a short period.
        add_header Cache-Control "public, max-age=600";
        add_header X-Cache-Status $upstream_cache_status always;
    }
}
```

Explicações e recomendações

- **TTL ``proxy_cache_valid 200 30m``** — o XMLTV raramente muda com frequência maior que a cada meia hora. Se a sincronização com as fontes ocorre uma vez por hora ou menos, dá para elevar para 1 hora ou mais; se a frescura após `POST /xmltv/reset-cache` importa, reduza.
- **``proxy_cache_lock_timeout 60s``** — aumentado em relação a `/data/epg/channel` (onde 5 segundos é o usual), porque construir o XMLTV de um channel-set grande leva mais tempo.
- **Uma ``keys_zone`` dedicada** — mesmo em uma instalação grande, as chaves XMLTV únicas são poucas (número de contas × `channel-set`); 8 MB são suficientes. `max_size` é dimensionado pelo volume de XMLTV, não pela quantidade de chaves.
- **gzip do lado do nginx é desnecessário**: para `/xmltv.gz` a resposta já vem comprimida, e para `/xmltv` o próprio PSS responde com gzip-encoded quando `Accept-Encoding: gzip` está presente.
- **Terminação HTTPS** no nginx oferece melhor desempenho com muitos handshakes TLS simultâneos.

4.13.8 Endpoints relacionados

- `POST /xmltv/reset-cache` — limpeza forçada do cache XMLTV do servidor (no servidor admin 43971/43981).
- `POST /data/epg/update?s=<src_id>` — atualização forçada de uma fonte XMLTV externa; após sucesso, o cache XMLTV do servidor é limpo automaticamente.
- `GET /data/epg/channel?…` — saída EPG em JSON para um canal por um dia; veja a seção separada.

A lista completa e a descrição detalhada da API HTTP estão em `manual/http_data_api.txt`.

4.14 EPG para middleware OTT

O servidor fornece os dados do guia de programação (EPG) para o dia selecionado e para um único canal no formato JSON. O endpoint é destinado aos back-ends de middleware OTT que agregam a programação do Perfect Streamer para montar o guia no cliente final.

4.14.1 URL e autenticação

O endpoint é servido pelo servidor admin integrado. Por padrão está disponível nas portas 43971 (HTTP) e 43981 (HTTPS); as portas são configuradas em **Settings/Server Settings**.

```
GET /data/epg/channel?src=<src_id>&ch=<channel_id>&lang=<lang>&t=<time>
```

A autenticação é HTTP Digest, como para o restante de `/data/*`. Para o middleware, basta uma conta com o papel `viewer` (somente leitura).

Nota: Solicitações do endereço loopback (`127.0.0.1`) são executadas sem verificação HTTP Digest — o servidor as trata como anônimas. É conveniente para scripts locais e health-checks de middleware implantado na mesma máquina que o Perfect Streamer; para acessos remotos as credenciais são obrigatórias.

4.14.2 Parâmetros da solicitação

Parâmetro	Tipo	Obrigatório	Padrão	Descrição
`src`	inteiro sem sinal	não	`0`	Fonte EPG. `0` — dados importados do EIT MPEG-TS dos fluxos de entrada. `1, 2, …` — identificador de entrada em `/config/epg/epg-source` (fonte XMLTV externa).
`ch`	cadeia	**sim**	—	Identificador do canal na base EPG: valor do campo `channel_id` da tabela `channel`. A lista de identificadores disponíveis pode ser obtida por uma consulta SQL via `POST /data/epg/sql`.
`lang`	inteiro ou ISO 639	não	idioma padrão do sistema	`0` — idioma padrão do sistema; um inteiro > 0 — identificador interno de idioma (veja `GET /schema/lang`); uma cadeia — código ISO 639 de duas ou três letras, p. ex. `eng`, `rus`, `fra`.
`t`	inteiro sem sinal (Unix epoch, s)	não	hora atual do servidor	Qualquer ponto dentro do dia de interesse. O servidor retorna eventos do **dia UTC** ao qual `t` pertence: intervalo `[t / 86400 · 86400, (t / 86400 + 1) · 86400)`. Para obter dados do «dia seguinte», basta somar `86400` ao horário atual.

Nota: O dia é tomado em UTC, não no fuso local. Se o middleware monta a programação pelo dia calendário local, o limite do dia UTC pode não coincidir com a meia-noite local; nesse caso é preciso fazer duas solicitações (para dias UTC adjacentes) e juntar os resultados pelo campo `start`.

4.14.3 Formato da resposta

- `Content-Type`: `application/json`.
- Os cabeçalhos HTTP proíbem o cache no lado do cliente e em proxies intermediários:

```
Cache-Control: no-cache, no-store, must-revalidate
Pragma: no-cache
Expires: 0
```

- O corpo da resposta é um JSON com a lista de eventos do dia:

```
{
  "event": [
    {"start": 1715000000, "end": 1715003400, "title": "Morning News", "desc":
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
↪"Overview of the day's events"},
    {"start": 1715003400, "end": 1715007000, "title": "Weather Forecast", "desc": ""}
  ]
}
```

Campos do evento:

- `start`, `end` — início e fim do programa em Unix epoch (s), UTC.
- `title` — título do programa no idioma escolhido. Se o título no idioma solicitado não existir para o evento, o servidor recorre à entrada no idioma padrão do sistema e, depois, em qualquer outro disponível.
- `desc` — descrição estendida. Pode ser uma cadeia vazia se a base não tiver descrição separada para o evento.

Particularidades da saída:

- Eventos com título vazio e sem descrição, assim como aqueles com timestamps inválidos, são excluídos da saída.
- Os duplicados por `start` são descartados: para o mesmo momento de início é retornada uma única entrada com a melhor prioridade de idioma (solicitado → padrão do sistema → demais).
- A ordem dos eventos no array não é garantida — se necessário, o middleware ordena a lista pelo campo `start` por conta própria.
- Se o canal não for encontrado, se a fonte não existir ou se não houver eventos para o dia escolhido, o servidor retorna `200 OK` com o array vazio `{"event":[]}` ou, no caso raro de fonte ausente, com corpo vazio. O middleware deve tratar corretamente as duas variantes.

4.14.4 Cache no servidor

O JSON pronto é armazenado em cache pelo servidor sob a chave `(channel_id, data UTC, idioma)`, de modo que solicitações repetidas para o mesmo dia e canal são atendidas sem acessar o banco de dados. O middleware não precisa gerenciar o cache.

O cache é limpo automaticamente:

- quando chegam novos eventos do EIT MPEG-TS dos fluxos de entrada (`src=0`);
- ao atualizar com sucesso uma fonte XMLTV externa (`src > 0` — agendada ou forçada via `POST /data/epg/update?s=<src_id>`);
- quando um dia sai da janela de retenção do EPG.

Um endpoint dedicado para a limpeza forçada do cache não está previsto nem é necessário.

4.14.5 Códigos de resposta HTTP

Código	Condição
`200 OK`	Solicitação processada. O corpo é um JSON com a lista de eventos (possivelmente vazia).
`400 Bad Request`	O parâmetro `ch` está ausente ou vazio; ou `src`, `t` não são analisáveis como inteiro sem sinal; ou um `lang` numérico aponta para um identificador de idioma inexistente.
`401 Unauthorized`	A autenticação HTTP Digest está ausente ou incorreta (para solicitações que não vêm de um endereço loopback).

Outras situações (`src` desconhecido, canal ausente, sem eventos no dia) não geram 4xx — o middleware recebe `200 OK` com o array vazio `{"event":[]}`.

Em caso de erro, o corpo da resposta é um envelope JSON de formato fixo:

```
{"status": 400, "message": "Bad Request"}
```

O campo `status` duplica o código HTTP; o campo `message` traz a causa refinada do erro em inglês (ou o texto padrão do status HTTP, se não houver informação adicional). O `Content-Type` da resposta de erro é `application/json`.

4.14.6 Exemplo

```
curl -u middleware:secret --digest \
  'http://pss.example.com:43971/data/epg/channel?src=0&ch=12.0.1&lang=rus&t=1715000000
↪'
```

Exemplo de resposta:

```
{
  "event": [
    {"start": 1715000000, "end": 1715003400, "title": "Morning News", "desc":
↪"Overview of the day's events"},
    {"start": 1715003400, "end": 1715007000, "title": "Weather Forecast", "desc": ""}
  ]
}
```

4.14.7 Desempenho e escalabilidade

Cache do servidor Perfect Streamer

Dentro do processo PSS há um cache LRU de respostas em memória com chave `(channel_id, data UTC, idioma)` e teto rígido de 1024 entradas por fonte EPG. Sob carga típica (dezenas a centenas de canais × 1–3 idiomas × `keep-day` dias) todas as entradas atuais cabem inteiras no cache; solicitações repetidas são atendidas sem acessar o SQLite.

Ordem de grandeza (build de depuração, loopback local, sem HTTPS):

Cenário	Latência (solicitação única)	Vazão (P=8)
Cache hit	~0,3 ms	~1100 solicitações/s
Cache miss (SQL + JSON)	~1,0–1,5 ms	~1000 solicitações/s

Em um build de release e sem logging de depuração, os números ficam cerca de 2–3× melhores. Bandwidth — cerca de 14 KB por resposta para um canal-dia típico.

Quando é preciso um reverse-proxy externo (nginx)

O cache do servidor acelera solicitações repetidas para o mesmo `(canal, dia, idioma)`, mas cada solicitação ainda passa pelo servidor HTTP integrado do PSS e consome um thread do seu pool. Com muitos clientes faz sentido mover o cache para o edge:

- **até ~1.000 clientes online** — o cache interno costuma ser suficiente, reverse-proxy não é obrigatório.
- **dezenas de milhares ou mais** — recomenda-se um reverse-proxy com cache (por exemplo, nginx). Um cache edge atende 99 % das solicitações sem o PSS, amortiza picos (start do middleware, refresh em massa do player) e permite mover a terminação SSL para um nó separado.
- **entrega geograficamente distribuída** — um CDN/proxy externo é necessário antes mesmo de contar os clientes.

O PSS envia o próprio cabeçalho `Cache-Control: no-cache, no-store, must-revalidate` para que os clientes finais não armazenem o EPG por muito tempo. Já o reverse-proxy pode (e deve) cachear a resposta sozinho — abaixo mostra-se como informar explicitamente ao nginx que ignore o `Cache-Control` do upstream e mantenha o próprio TTL.

Exemplo de configuração nginx

Configuração mínima para um cache edge de EPG dimensionada para dezenas de milhares de clientes com intervalo de polling de 1–5 minutos:

```
# /etc/nginx/conf.d/pss-epg.conf

proxy_cache_path /var/cache/nginx/pss-epg
                 levels=1:2
                 keys_zone=pss_epg:32m
                 max_size=2g
                 inactive=30m
                 use_temp_path=off;

upstream pss_admin {
    server 127.0.0.1:43971;
    keepalive 64;
}

server {
    listen 80;
    # listen 443 ssl http2;  # recommended: SSL termination here
    server_name epg.example.com;
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
    # gzip helps: typical EPG JSON compresses ~5–8x.
    gzip on;
    gzip_types application/json;
    gzip_min_length 512;
    gzip_proxied any;

    location = /data/epg/channel {
        proxy_pass http://pss_admin;
        proxy_http_version 1.1;
        proxy_set_header Connection "";
        proxy_set_header Host $host;
        proxy_set_header X-Forwarded-For $proxy_add_x_forwarded_for;

        # PSS returns no-cache; force-cache it at the edge.
        proxy_ignore_headers Cache-Control Expires Set-Cookie;
        proxy_hide_header   Cache-Control;
        proxy_hide_header   Pragma;
        proxy_hide_header   Expires;

        # Cache key = full URL with query string. The src/ch/lang/t
        # parameters already determine response uniqueness.
        proxy_cache_key     "$scheme$host$request_uri";

        proxy_cache         pss_epg;
        proxy_cache_valid   200 60s;          # staleness TTL
        proxy_cache_valid   400 404 10s;
        proxy_cache_lock           on;        # coalesce cache misses
        proxy_cache_lock_timeout   5s;
        proxy_cache_use_stale      error timeout updating
                                   http_500 http_502 http_503;

        # Serve the JSON to the client with its own TTL
        # (the player won't recheck EPG before that).
        add_header Cache-Control "public, max-age=60";
        add_header X-Cache-Status $upstream_cache_status always;
    }
}
```

Explicações e recomendações

- **TTL ``proxy_cache_valid 200 60s``** — compromisso entre frescura do EPG e carga no upstream. A programação não muda em tempo real, então 30–300 segundos são razoáveis. Após importar novos eventos, o PSS limpa o próprio cache imediatamente, e o cache edge alcança no próximo TTL.
- **``proxy_cache_lock on``** é obrigatório com muitos clientes: em um cache miss, ele coalesce solicitações paralelas para a mesma chave em uma única solicitação upstream, protegendo o SQLite de picos de `BUSY` sob carga.
- **``keys_zone`` e ``max_size``** são dimensionados pelo número de (`canal × dia × idioma`): 32 MB de `keys_zone` cobrem centenas de milhares de chaves; 2 GB de `max_size` cobrem um mês de histórico para centenas de canais com folga.
- **gzip** reduz significativamente o tráfego: as respostas comprimem bem (chaves JSON repetidas, cirílico em UTF-8).

- ``**X-Cache-Status**`` na resposta permite que o middleware veja `HIT/MISS/EXPIRED` e avalie a eficácia do cache.
- Se nginx e PSS coabitam na mesma máquina, o servidor admin não exige HTTP Digest para loopback, portanto o bloco upstream pode ficar sem `proxy_set_header Authorization …`. Para distribuir por redes diferentes, crie uma conta `viewer` dedicada e adicione autenticação Digest em `proxy_pass`.
- **HTTPS** é melhor terminado no nginx: o PSS suporta HTTPS diretamente, mas um servidor edge costuma ser mais eficiente para lidar com handshakes TLS de milhares de clientes simultâneos.

4.14.8 Endpoints relacionados

- `POST /data/epg/sql?s=<src_id>` — consulta SQL arbitrária ao banco EPG (em especial, para obter a lista de `channel_id`).
- `POST /data/epg/update?s=<src_id>` — atualização forçada de uma fonte XMLTV externa.

A lista completa e a descrição detalhada da API HTTP estão em `manual/http_data_api.txt`.

4.15 Otimização do programa

Se com muitos **stream** houver problemas de alta carga de CPU ou falta de memória, é possível otimizar as configurações.

You can disable the MPEG-TS filtering and processing features if you don't need to.By default, the **stream** has the **Clean All Unnecessary Data** function enabled, disable it if there is no unwanted data in the stream. Disabling these features completely will remove the **Original Media Information** section of the Report.

Desativar completamente ou alterar as configurações de **Mosaic**. A desativação completa pode ser feita nas configurações do servidor. É possível desativá-lo individualmente para cada **stream** ou alterar o intervalo de atualização pela configuração **Check Interval**.

Aumento do consumo de memória com um grande número de fluxos. O PSS devolve periodicamente a memória não utilizada ao sistema operacional, e a unidade *systemd* fornecida limita por padrão o número de pools paralelos de alocação de memória (variável de ambiente **MALLOC_ARENA_MAX**). Isso contém o crescimento gradual do **RSS** ao operar com dezenas de fluxos e não é consequência de um vazamento. Geralmente não é necessário alterar o valor manualmente.

4.15.1 Erros de queue overload para as bases DBStat e DBEPG

Ocorrem quando o desempenho dos bancos de dados é insuficiente — disco lento ou sistema sobrecarregado.

O local dos bancos de dados é definido pelo parâmetro data-dir no arquivo de configuração pss.properties

Possíveis soluções:

1. Mover os arquivos de banco de dados para /tmp. Será utilizada a memória do sistema, o que requer estimativa de memória livre disponível e ajuste do tempo de armazenamento das estatísticas (ver configurações do servidor). Ao reiniciar o sistema, os dados serão perdidos.
2. Reduzir o detalhamento das estatísticas — ver o parâmetro dbstat-detail. Por padrão 5 s; pode ser aumentado até 20.
3. Colocar o banco de EPG em memória — definir dbepg-memory=true.

4.16 Transcodificadores

Os transcodificadores são implementados como binários executáveis separados, iniciados pelo pstreamer como processos independentes.

Suporta configurações 1toN: a partir de um decoder é possível gerar vários fluxos com configurações diferentes de encoder.

O fluxo de origem deve conter vídeo e áudio; variantes sem vídeo ou sem som não são suportadas.

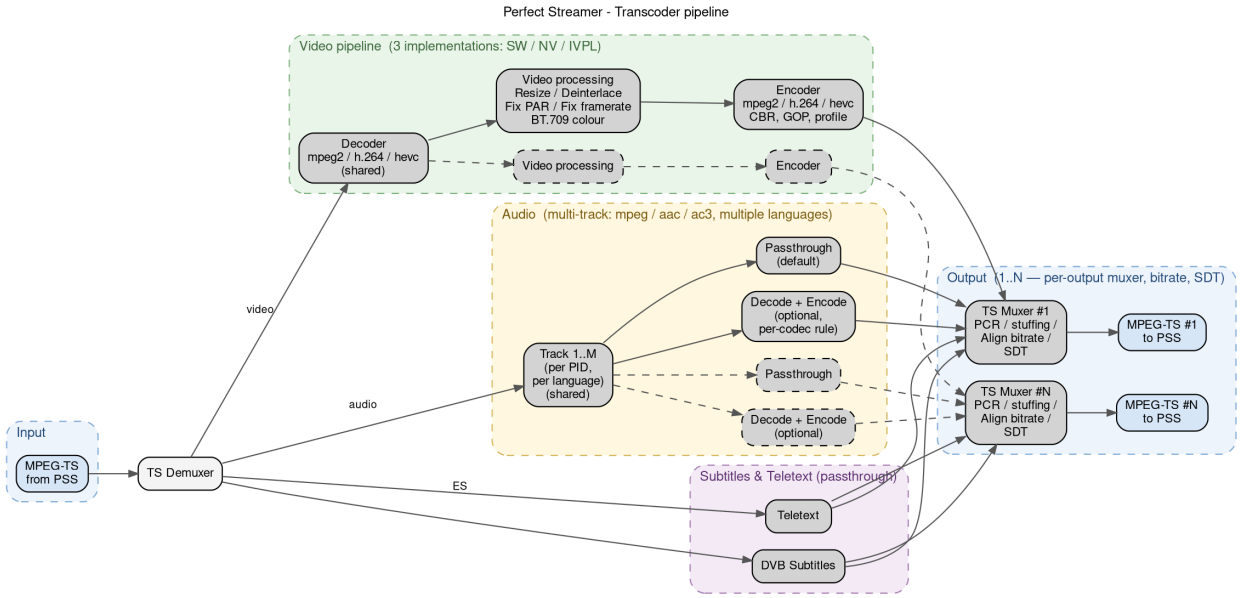


Fig. 3: Arquitetura do transcodificador: um único **decoder** partilhado → **N** ramos *VPP* + *encoder* independentes (1 para N); o áudio é multifaixa com transcodificação opcional por saída; as legendas e o teletexto são passthrough.

Codecs implementados:

- Video SW decoder: mpeg2, h.264, hevc (h.265)
- Video NW decoder: mpeg2, h.264, hevc (h.265)
- Video SW encoder: mpeg2, h.264, hevc (h.265)
- Video NW encoder: h.264, hevc (h.265)

Fluxos entrelaçados são suportados na entrada e na saída.

Para os decoders H.264 e HEVC, há suporte ao interlace alternate (dois campos separados no fluxo); é convertido em interlace interleaved.

O decoder HEVC suporta o perfil Main10 com bt.709 (SDR) e bt.2020 (HDR). O encoder HEVC sempre usa o perfil Main com bt.709.

Para os decoders H.264 e HEVC há suporte ao VBR (Variable Frame Rate); ele é convertido para frame rate constante.

- Audio decoder — mpeg (layer 1,2,3), aac, ac3
- Audio encoder — mpeg (layer 2), aac

Existe o modo de transcodificação **Video Passthrough** — o vídeo não é transcodificado, apenas o áudio; é usado o transcodificador *SW*.

Nota: Para a transcodificação configure dois ou mais streams, com output (decoder) e input (encoder).

Para configurar uma instância do transcodificador é necessário:

- Fonte — adicionar no stream output transcoder (decoder). Nas configurações escolha o tipo: SW, NV ou Video Passthrough.
- Fluxo de saída — adicionar no stream input transcoder (encoder); nas configurações selecionar a fonte-decoder.
- Repita se forem necessários vários fluxos de saída para um mesmo decoder.

4.16.1 Configurações do transcodificador de saída (decoder)

- **Convert colors to BT.709** — conversão dos formatos SD BT.470-2 (PAL) e SMPTE 170M (NTSC) para BT.709
- **Trace** — ativar para diagnóstico o log detalhado do transcodificador.

Para o funcionamento correto do transcodificador, o fluxo de origem deve atender a determinados requisitos; em alguns casos isso pode ser corrigido. Estas configurações não convertem o fluxo — atuam como dicas para o funcionamento correto do transcodificador.

Para corrigir os dados do fluxo de entrada existem as configurações:

- **Fix PAR** — corrigir o Pixel Aspect Ratio. É indicado como fração N/D; por exemplo, 16/9 para Wide SD.
- **Fix Framerate** — especificar explicitamente o framerate. Em alguns fluxos o framerate pode estar ausente no SPS e o log do transcodificador apresentará o erro correspondente. Nesses casos é necessário indicar o framerate manualmente. É indicado como fração N/D.

Exemplos de valores de framerate:

- PAL — 25/1
- NTSC — 30/1 ou 30000/1001
- Cinema — 24/1 ou 24000/1001

4.16.2 Configurações do transcodificador de entrada (encoder)

- **Encoder Type** — codec de vídeo.
- **Align Total Bitrate** — taxa de bits do stuffing do fluxo (preenchimento com pacotes null). É importante defini-la se o fluxo for usado para transmissão DVB. A taxa de bits deve ser garantidamente maior que a do vídeo e a de todas as trilhas de áudio.
- **Video Profile** — para H.264 é possível escolher o perfil de codificação.
- **Video Bitrate** — taxa de bits do fluxo de vídeo em kbps. A codificação é sempre CBR; a taxa total será maior por causa das trilhas de áudio.
- **Speed Preset** — predefinições de codificação, valores de 1 a 7. Menor valor = maior qualidade e mais recursos. Padrão 4.
- **GOP Interval** — intervalo em frames para o GOP (equivale ao Key Frame Interval). Padrão 25 (1 segundo a 25p); recomendado quando os players iniciam aleatoriamente.
- **BFrame** — ativar para melhorar a qualidade. Valor recomendado: 3.
- **Lookahead** — ativar para melhorar a qualidade. Valor recomendado: 20–50 frames.
- **Resize** — redimensionamento da imagem.
- **Deinterlace** — converte interlace em progressivo.

A inserção de *crop* (bordas vazias na imagem) não é suportada. Tamanhos de imagem arbitrários não são permitidos para não distorcer proporções.

Para **resize** estão disponíveis as opções:

- Reduzir proporcionalmente o tamanho em 2 e 4.
- Definir o formato Wide SD 16:9, será aplicada a Aspect Ratio adequada.
- Upscale SD→HD. Aplica-se a fontes SD PAL/NTSC. O interlace não é suportado; aplique deinterlace antes se necessário.
- Definir a largura. A altura será recalculada proporcionalmente.
- Definir a altura. A largura será recalculada proporcionalmente.

Alguns parâmetros podem ser incompatíveis com o transcodificador escolhido; os erros aparecem nos logs dele.

4.16.3 Processamento de áudio

Por padrão todas as trilhas de áudio passam do input para o output sem processamento. Trilhas desnecessárias podem ser removidas com os filtros de PID do stream.

Para transcodificar áudio, configure regras separadas por codec. A opção *skip* — remover a trilha de áudio com esse codec.

Se no fluxo de saída não houver trilhas de áudio, ocorrerá um erro — consulte os logs do transcodificador.

4.16.4 Geração de PCR e TR 101 290.

O multiplexador MPEG-TS gera um novo PCR. Com **Align Total Bitrate** correto (maior que a soma dos bitrates de vídeo e áudio), o PCR deve passar na conformidade TR 101 290.

4.16.5 Status dos transcodificadores

Em caso de problemas no funcionamento do transcodificador (não há fluxo do encoder), consulte os logs na seção **Transcoders** — é exibida a lista de instâncias (cada linha é uma instância separada, decoder + N encoders); ao clicar na instância desejada, abre-se a janela de status dos logs. São exibidos o log atual e o log da execução anterior. Para log detalhado, ative *trace* nas configurações do output (decoder).

CAPÍTULO 5

FAQ

5.1 SRT e autorização por login e senha em software de terceiros

A autenticação por login e senha em SRT entre instâncias do Perfect Streamer é suportada nativamente e configurada nos campos correspondentes em output e input, mas o funcionamento com outros softwares não é garantido. Esta funcionalidade não é padronizada e está implementada de forma diferente em diversos softwares.

Para interoperabilidade entre Perfect Streamer e outros softwares, a autorização é feita criando um peer cujo nome equivale ao valor do stream ID. Por exemplo, no link:

```
srt://Stream_IP:port?streamid=!#::u=1234567890,password=1234567890
```

Nome do peer:

```
!#::u=1234567890,password=1234567890
```

A sintaxe do stream ID é irrelevante para o Perfect Streamer; valores de até 511 caracteres são suportados.

Diferentes programas que recebem SRT podem transmitir o stream ID também em seu próprio formato, portanto, se a recepção por meio de um determinado tipo de link com stream ID não funcionar, você pode ativar a opção de rastreamento na saída SRT do Perfect Streamer e verificar, no log de recepção do fluxo, o erro e o stream ID que o software de terceiros realmente emite. Com isso, é possível ajustar o stream ID — por exemplo, removendo caracteres excedentes no início da cadeia do stream ID que atrapalham a transferência do valor do stream ID pelo software de terceiros.

5.2 Trabalho com RTSP e RTMP no Perfect Streamer usando FFmpeg

Para **RTMP** e outros protocolos de transporte para os quais o Perfect Streamer não possui um input integrado, é possível usar o tipo de input STD do fluxo (stdin). Esse mesmo método serve como alternativa para fontes **RTSP** não padrão — para RTSP padrão, o Perfect Streamer dispõe de um input RTSP integrado. É possível usar FFmpeg, GStreamer e quaisquer outras aplicações que suportem stdout.

Vejamos a configuração no exemplo do FFmpeg:

1. Escolher o tipo de input: std.
2. Indicar o caminho do FFmpeg no campo Cmd: /usr/bin/ffmpeg.
3. No campo Args, digite o comando para receber o fluxo:

```
-loglevel error -i rtmp://192.168.1.29/channelTV/chanelSD -c copy -f mpegts -
```

ou

```
-loglevel error -i rtsp://viewer:viewer200@172.31.91.197:554/play1.sdp -c copy -f␣
↪mpegts -
```

Se o vídeo da câmera não tiver áudio, aparecerão erros na página do stream. Para evitá-los, nas configurações do tipo de stream selecione Only Video.

Descrição na *documentação* sobre a integração de aplicações de terceiros.

5.3 Trabalho com RTSP e RTMP no Perfect Streamer usando GStreamer

Para protocolos de transporte sem suporte integrado no Perfect Streamer (por exemplo, **RTMP**), e também como solução alternativa para fontes **RTSP** não padrão, pode-se usar o tipo de input STD (stdin) em um stream. Podem ser usados FFmpeg, GStreamer e quaisquer outras aplicações que suportem stdout.

Vejamos a configuração usando GStreamer.

1. Escolher o tipo de input: std.
2. Indicar o caminho do interpretador de comandos no campo Cmd: /bin/bash.
3. No campo Args, digite o caminho para o script gerador do stream e outros argumentos:

```
/opt/conf/pss/scripts/rtmp.sh rtmp://192.168.1.2/live/mmtv2025air
```

ou

```
/opt/conf/pss/scripts/rtsp.sh rtsp://viewer1:viewer300@172.34.95.198:553/play1.sdp
```

A instrução completa está disponível no fórum.

Pacote de scripts: scripts_gstreamer.zip.

5.4 Recomendações para trabalhar com UDP multicast

Tarefa:

Receber de forma estável UDP multicast de centenas de Mbit/s (1 Gbit/s ou mais) em um único servidor.

Problema:

Recepção em placas de rede com interface RJ-45 — ao aumentar o tráfego acima de algumas centenas de megabits começam perdas crescentes em multicast. O ajuste das configurações da placa de rede não ajuda (era relevante em versões antigas dos sistemas operacionais; nos atuais já se utilizam configurações ótimas). Em qualquer placa de rede com chips de melhor qualidade (Intel, Broadcom etc.) o problema persiste, especialmente após ultrapassar 500 Mbit/s de tráfego. O bonding de duas placas de rede também não resolve.

Solução:

Para recepção e transmissão de UDP multicast, recomendamos utilizar placas de rede com interface SFP+, pois utilizam chips mais potentes. Uma placa de rede de baixo custo do nível Intel X520-DA1/2 (Intel 82599ES) é suficiente — seu uso elimina completamente o problema de perdas no tráfego UDP multicast acima de 1 Gbit/s.

Como benefício adicional, há queda notável da carga de CPU e GPU ao usar o transcodificador.

5.5 Recomendações para configurar a rede para multicast

Configurar os parâmetros de rede em `/etc/sysctl.conf`:

```
net.core.rmem_default=8388608
net.core.rmem_max=16777216
```

Aplicar:

```
sudo sysctl --system
```

5.6 Flussonic e SRT

Exemplo de link SRT para recepção no software «Flussonic»:

`srt://Stream_IP:port?streamid=flussonic`

Onde **streamid** é o login do cliente no software «Flussonic», definido em «Configuração – Ajustes de peers».

Ao adicionar um novo peer, basta indicar apenas o login — no link de teste consta «flussonic». O software «Flussonic» gera *streamID* automaticamente ao trabalhar com SRT, e se o login *streamID* não for indicado no link de recepção, o fluxo não será recebido e o «Perfect Streamer» não conseguirá entregá-lo.

De forma análoga, é possível definir *streamID* no formato login/senha, criando em «Perfect Streamer» um peer com o valor em **Login or IP**: `!#::u=1234567890,password=1234567890`

e registrando no «Flussonic» o link: `srt://Stream_IP:port?streamid=!#::u=1234567890,password=1234567890`

É possível indicar *streamid/login* no formato de endereço IP no «Perfect Streamer»:

- 192.168.1.1 (IP único)
- 192.168.1.1-192.168.1.254 (faixa de IP; no peer é obrigatório ativar a opção **Login is IP**)

Em ambos os casos, o link de recepção por IP no «Flussonic» será: `srt://Stream_IP:port?streamid=*`

Será feito o vínculo ao endereço IP do cliente e a recepção por esse link só será possível a partir desse IP (ou faixa de IPs).

CAPÍTULO 6

Ferramentas

6.1 TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.2 — TR 101 290

Parte do **Perfect Streamer Toolkit** — https://pstreamer.tv

Analisador em console de fluxos de transporte MPEG-TS com verificação de conformidade **ETSI TR 101 290 V1.4.1** e validação do modelo de buffers T-STD **ISO/IEC 13818-1**.

Lê **UDP multicast/unicast** ou **arquivos TS**, detecta automaticamente os PCR PIDs via PAT/PMT e emite um relatório detalhado ou breve no stdout.

6.1.1 O que é verificado

O analisador percorre cada pacote TS e relata as violações:

- **Priority 1** (decodificabilidade do TS): sync TS, perda de sync, presença e CRC de PAT/PMT, contador de continuidade, presença de PIDs
- **Priority 2** (monitoramento recomendado): indicador TEI, erros CRC, repetição / precisão / descontinuidades do PCR, intervalo PTS, presença de CAT
- **Priority 3** (monitoramento estendido): intervalos NIT/SDT/EIT/TDT, PIDs não referenciados, overflow / underflow dos buffers T-STD

Adicionalmente, emite:

- **Precisão de PCR** até ±500 ns — regressão por posições de byte
- **Drift de PCR** em ppm (apenas modo live)
- **Modelo de buffers T-STD** para cada fluxo elementar (modo live)
- Validação dos **tamanhos das seções SI** em relação aos limites ISO/EN com avisos de compatibilidade EIT-on-STB (>1024 B)

- **UDP IAT** (inter-arrival time) — estatísticas de jitter no nível do datagrama (apenas modo live)

6.1.2 Uso

```
ts_analyze [options] <input>
```

Entradas

Forma	Descrição
`udp://239.1.1.1:1234`	UDP multicast
`udp://eth0@239.1.1.1:1234`	UDP multicast na interface indicada
`udp://192.168.1.100:1234`	UDP unicast
`udp://lo@127.0.0.1:12655`	UDP unicast em loopback (fonte de teste)
`/path/to/file.ts`	Arquivo TS local

UDP encapsulado em RTP é detectado e desencapsulado automaticamente.

Opções

Opção	Descrição	Padrão
`-t, --time <sec>`	Duração da análise em segundos	`30`
`-s, --short`	Relatório resumido breve	–
`-f, --full`	Relatório detalhado completo	sim
`-b, --bitrate <Mbps>`	Dica de bitrate TS para o modo de arquivo	`38.8`
`-p, --pcr-pid <pid>`	Analisar apenas o PCR PID especificado (decimal ou `0xHHHH`)	automático
`-l, --pcr-limit <ms>`	Limite de erro de repetição do PCR em ms	`40`
`--no-eit`	Pular a análise de EIT — P3.7..P3.10 aparecem como `N/A`; a contribuição do EIT para P2.2 e o resumo de tamanhos SI é excluída	EIT habilitado
`--no-nit`	Pular a análise de NIT — P3.1, P3.2 aparecem como `N/A`; a contribuição do NIT para P2.2 e o resumo de tamanhos SI é excluída	NIT habilitado
`--no-color`	Desativar cores ANSI na saída	cores ativadas
`--xml`	XML estruturado no stdout (sem stderr)	texto
`-h, --help`	Mostrar ajuda	–

Exemplos

```
# 30-second TR 101 290 check on a multicast stream
ts_analyze -t 30 udp://239.10.10.1:1234

# short summary, save to log (no color)
ts_analyze -s --no-color -t 60 udp://239.10.10.1:1234 > report.txt

# analyze a TS file
ts_analyze -t 30 recording.ts

# analyze only a single PCR PID
ts_analyze -p 0x0100 -t 30 udp://239.10.10.1:1234

# machine-readable XML for CI / monitoring
ts_analyze --xml -t 30 udp://239.10.10.1:1234 > result.xml

# skip EIT/NIT analysis (e.g. for streams where they are intentionally absent)
ts_analyze --no-eit --no-nit -t 30 udp://239.10.10.1:1234
```

Desativar a análise de EIT ou NIT

Em alguns fluxos, o EIT ou NIT são intencionalmente omitidos (redes fechadas, fontes laboratoriais, contribuição OTT-only etc.). Nesse caso, as verificações P3 correspondentes do TR 101 290 sempre falharão na conclusão OVERALL — isso é apenas ruído.

Use `--no-eit` e/ou `--no-nit` para excluir essas verificações:

Sinalizador	Verificações ignoradas	Efeitos colaterais
`--no-eit`	P3.7 (EIT actual P/F), P3.8 (EIT other P/F), P3.9 (EIT actual schedule), P3.10 (EIT other schedule)	As seções EIT não são montadas; sua contribuição para P2.2 (CRC) e o resumo de tamanhos SI é zero. O aviso de compatibilidade EIT-on-STB é suprimido.
`--no-nit`	P3.1 (NIT actual), P3.2 (NIT other)	As seções NIT não são montadas; sua contribuição para P2.2 (CRC) e para o resumo de tamanhos SI é zero.

As verificações puladas aparecem no relatório como `N/A` com a marca `disabled (--no-eit)` / `disabled (--no-nit)`, e no XML como `applicable="false" result="N/A"`. No relatório resumido, em vez do contador de erros, são exibidos `NIT=off` / `EIT=off`.

Os flags afetam apenas o processamento de EIT (PID `0x0012`) e NIT (PID `0x0010`) — todas as demais verificações TR 101 290 (P1.x, P2.x, SDT, TDT, CAT, T-STD, drift do PCR, IAT) ocorrem normalmente.

Modo de saída XML (`--xml`)

`--xml` faz o analisador emitir um único documento XML UTF-8 autossuficiente em **stdout**. Toda a informação de serviço (banner, «Stream locked», «PCR PIDs discovered», progresso por segundo, resumo da captura, avisos sobre duração curta) é suprimida; **stderr permanece vazio** a menos que ocorra uma falha real (não foi possível abrir a entrada, sem dados de PCR, fluxo demasiado curto, interrupção por sinal). As cores ANSI são forçadamente desativadas.

O código de saída é o mesmo do modo texto: `0` em OVERALL=PASS, `65` em OVERALL=FAIL, mais os códigos padrão de erro/sinais (1, 2, 3, 130, 143).

Estrutura XML de nível superior:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ts_analyze version="2.2">
  <source>udp://239.1.1.1:5000</source>
  <timestamp>2026-04-30T12:00:00+0300</timestamp>
  <duration_s>30.00</duration_s>
  <packets total="..." null="..."/>
  <ts_bitrate_mbps>20.012</ts_bitrate_mbps>

  <programs>
    <program number="1" pmt_pid="0x0100" pcr_pid="0x0101">
      <es pid="0x0101" stream_type="0x1b" name="H.264/AVC"/>
      <es pid="0x0102" stream_type="0x03" name="MPEG-2 Audio"/>
    </program>
  </programs>

  <tr101290>
    <check id="1.1" name="TS Sync Byte Error" applicable="true" errors="0" result=
↪"PASS"/>
    ...
    <check id="2.3" name="PCR Repetition Error"
           applicable="true" errors="0" result="PASS" soft_violations="3"/>
    ...
    <check id="3.4" name="Unreferenced PIDs" applicable="true" count="2" result="INFO
↪"/>
    ...
  </tr101290>

  <si_section_size oversize_total="0" eit_stb_warn_total="12">
    <table name="EIT_actual_pf" max_bytes="1380" std_limit="4096"
           oversize="0" eit_stb_warn="12" result="WARN_STB"/>
    ...
  </si_section_size>

  <iat datagrams="33252" intervals="33251" min_ms="0.002" max_ms="5.009"
       avg_ms="0.150" stddev_ms="0.295" p95_ms="0.872" p99_ms="1.076"
       max_jitter_ms="4.272" gap_threshold_ms="100.0" gaps_over_threshold="0"/>

  <pcr_pids>
    <pcr_pid value="0x0101" sid="1" pcr_count="1500" discontinuities="0"
             estimated_bitrate_mbps="18.750">
      <interval samples="1499" min_ms="19.812" max_ms="20.195"
                avg_ms="20.001" p95_ms="20.102"
                iso_hard_violations="0" tr_soft_violations="0"
                rec_violations="0" result="PASS"/>
      <accuracy samples="1499" min_ns="-148.3" max_ns="201.7" abs_max_ns="201.7"
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```
                avg_ns="2.1" stddev_ns="45.6" p95_ns="102.3"
                violations="0" result="PASS"/>
      <drift measured="true" ppm="0.618" limit_ppm="30"
             verdict_mode="informational" result="PASS"/>
      <tstd overflows="0" underflows="0" max_fill_bytes="34218" result="PASS">
        <es_buffer es_pid="0x0101" stream_type="0x1b"
                   capacity_bytes="3000000" measuring="true"
                   es_bitrate_mbps="15.200" max_fill_bytes="34218"
                   overflows="0" underflows="0"/>
      </tstd>
    </pcr_pid>
  </pcr_pids>

  <unreferenced_pids count="2">
    <pid value="0x01ff"/>
    <pid value="0x0200"/>
  </unreferenced_pids>

  <overall result="PASS"/>
</ts_analyze>
```

Convenções principais:

- Todos os PIDs são formatados como `0xHHHH` (hex de 4 dígitos com prefixo `0x`).
- O atributo `result` assume os valores `PASS` / `FAIL` / `WARN` / `N/A` / `INFO` / `SKIP` / `ok` / `WARN_STB`.
- Para verificações não aplicáveis (modo arquivo, ausência de scrambling etc.), o elemento ainda assim aparece com `applicable="false"` e `result="N/A"` para que os consumidores do esquema vejam um formato estável.
- `<drift>` leva `verdict_mode="informational"` para $30\ \text{s} \le T < 300\ \text{s}$ e `verdict_mode="hard"` para $T \ge 300\ \text{s}$; `result="SKIP"` para execuções menores que 30 s.
- `<iat>` está ausente em execuções no modo de arquivo.
- `<overall>` reflete o mesmo gate da linha OVERALL no relatório de texto e coincide com o código de saída do processo.

A saída é XML bem formado (validado com `xmllint --noout`); pode ser enviada diretamente para XSLT, Python `lxml` etc. sem ajustes de parsing.

6.1.3 Leitura do relatório

Cores de status

Estado	Cor	Valor
`PASS` / `ok`	verde	A verificação satisfaz o padrão
`WARN` / `WARNING` / `WARN(STB)`	amarelo	Violação leve, não afeta o OVERALL
`FAIL` / `ERROR`	vermelho	Violação do padrão, afeta o OVERALL
`INFO` / `NOTE` / `N/A`	por padrão	Apenas informativo

Use `--no-color` ao redirecionar para arquivos de log ou terminais não-ANSI.

Duração mínima da análise

Duração	Cobertura	Código de saída
< 2 s	Insuficiente — análise recusada	**3** (erro)
2–10 s	P1 + P2 confiáveis; algumas verificações P3 podem não ter dados suficientes	0 + WARN
10–30 s	P1 + P2 + a maioria dos P3; TDT (30 s) pode não ter dados	0 + NOTE
≥ 30 s	Cobertura completa de todas as verificações TR 101 290	0

A duração padrão é de **30 segundos** — suficiente para cobertura completa do TR 101 290. Use `-t <sec>` para aumentar (por exemplo, para testes de aceitação por drift de PCR) ou reduzir (verificações smoke rápidas).

Durante o trabalho, o analisador atualiza a cada segundo um indicador de progresso de uma linha no stderr:

```
Progress: 47.3%  (14.2s / 30.0s, 330614 packets)
```

A linha usa carriage-return (`\r`) para permanecer em uma única linha no terminal; redirecione stderr (`2>/dev/null`) para ocultá-la.

Veredito do drift do PCR — janela de dois níveis

A tolerância da frequência do relógio PCR conforme **ISO/IEC 13818-1 §2.4.2.1** e **ETSI TR 101 290** é de **±30 ppm**. O valor de drift no relatório é obtido por regressão linear dos segundos cumulativos de PCR em relação ao tempo de chegada pelo relógio do equipamento; o erro estatístico decresce como 1 / T^(3/2), portanto a janela de análise deve ser longa o suficiente para que o ruído de medição fique bem abaixo do limite de ±30 ppm.

Por isso, o analisador condiciona o veredito do drift à duração da análise:

Janela	Veredito se o drift sair do limite	Impacto no OVERALL
`T < 30 s`	**skipped** (o ruído domina o limite de ±30 ppm)	nenhum
`30 s ≤ T < 300 s`	**WARN** — apenas informativo	nenhum
`T ≥ 300 s`	**FAIL**	OVERALL = FAIL, exit 65

`300 s` é a janela de testes de aceitação do **DVB TR 101 297** — longa o suficiente para que mesmo uma entrega bursty/loopback fique abaixo de 1 ppm de ruído de medição, de modo que um resultado fora de especificação reflita o oscilador do encoder, não a rede. O relatório completo mostra o nível atual na linha `Verdict mode` do bloco PCR DRIFT.

Para obter um veredito PASS/FAIL rígido do drift, execute com `-t 300` ou mais.

Recomendações sobre a qualidade da fonte (informativo; os níveis do veredito não mudam):

Fonte	Janela mínima para ±5 ppm	Para ±2 ppm	Aceitação
Multicast broadcast (rede CBR, jitter < 100 µs)	**30 s**	60 s	5 min
Rede IP estável (jitter < 200 µs)	**30 s**	2 min	5–10 min
Loopback / emissor em rajadas (UDP unicast em `lo`)	**5 min**	15 min	30 min
Calibração / medição em laboratório	—	30 min	1+ hora

Exemplos:

```
# Quick PCR drift check on a real broadcast multicast (30 s)
ts_analyze -t 30 -s udp://239.1.1.1:5000

# Reliable check on a loopback source (5 min)
ts_analyze -t 300 -s udp://lo@127.0.0.1:12655

# Lab acceptance (30 min, full report to file)
ts_analyze -t 1800 -f --no-color udp://239.1.1.1:5000 > acceptance.txt
```

Se o mesmo fluxo for analisado em várias janelas curtas e o valor do drift variar mais do que alguns ppm entre janelas, o gargalo é o jitter de entrega (ritmo de envio do emissor ou da rede), não o relógio do codificador — aumente a janela.

Códigos de saída

Código	Valor
`0`	Análise concluída, **OVERALL = PASS**
`1`	Erro de argumento ou entrada
`2`	O fluxo não contém dados de PCR
`3`	Duração do fluxo abaixo do mínimo de 2 s
`65`	Análise concluída, **OVERALL = FAIL** — violação de TR 101 290 / ISO 13818-1
`130`	Interrompido por **SIGINT** (Ctrl+C) — análise abortada, sem relatório
`143`	Interrompido por **SIGTERM** — análise abortada, sem relatório

`65` é `EX_DATAERR` do POSIX `<sysexits.h>`: «input data was incorrect». Use-o em CI/monitoramento como gate de conformidade do fluxo:

```
ts_analyze -s -t 60 udp://239.1.1.1:5000 || {
    case $? in
        65)  echo "stream does not conform — see report" >&2 ;;
        130) echo "interrupted by user" >&2 ;;
        *)   echo "tool error" >&2 ;;
    esac
}
```

Os códigos 130/143 seguem a convenção POSIX shell `128 + signal_number`, então `$?` após `Ctrl+C` coincide com o que o bash retorna para qualquer processo encerrado por SIGINT/SIGTERM. Em caso de interrupção, o analisador imprime uma linha em stderr (`Analysis interrupted by signal N — no report produced.`) e pula totalmente a geração do relatório.

6.1.4 Exemplo de saída

Relatório completo (trecho)

```
================================================================================
  MPEG-TS ANALYZER v2.2 — TR 101 290 FULL REPORT
================================================================================
  Source     : udp://239.1.1.1:5000
  Duration   : 30.00 s
  Packets    : 398936 total, 12045 null
  TS bitrate : 20.012 Mbit/s
--------------------------------------------------------------------------------

================================================================================
  TR 101 290 — PRIORITY 1 (TS decodability)
================================================================================
  |  1.1   TS Sync Byte Error            :        0 errors  PASS
  |  1.4   Continuity Count Error        :        0 errors  PASS
  |  1.6   PID Error (5s absence)        :        0 errors  PASS
  ...

================================================================================
  TR 101 290 — PRIORITY 2 (recommended monitoring)
================================================================================
  |  2.3   PCR Repetition Error          :        0 errors  PASS
  |  2.5   PCR Accuracy Error            :        0 errors  PASS
  ...

================================================================================
  OVERALL COMPLIANCE: PASS  — stream is TR 101 290 compliant
================================================================================
```

Relatório breve

```
MPEG-TS Analyzer v2.2
TR 101 290 Summary | udp://239.1.1.1:5000 | 30.0s
--------------------------------------------------------------------------------
--------------
  P1: sync=0 CC=0 PAT=0 PMT=0 PID=0  P2: TEI=0 CRC=0 PTS=0  P3: NIT=0 SDT=0 EIT=0␣
↪TDT=0 unref=2
  IAT: dgrams=33252 avg=0.150 ms max=5.009 ms p99=1.076 ms gaps>100ms=0
--------------------------------------------------------------------------------
--------------
PCR PID       SID     Count     Intv max      Jitter max    Drift     Interval ␣
↪Accuracy  T-STD
--------------------------------------------------------------------------------
--------------
0x0101        1       1500      20.195 ms     76.4 ns       0ppm      PASS      PASS ␣
↪    PASS
--------------------------------------------------------------------------------
--------------
OVERALL: PASS
```

6.1.5 Notas

- **Modo arquivo**: drift do PCR, modelo de buffers T-STD e UDP IAT não são medidos — requerem referência em tempo real. As demais verificações funcionam em ambos os modos.
- **Um único fluxo de transporte**: é analisado um MPTS ou SPTS por vez.

6.2 MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.0 — migração de identidade MPTS

Parte do **Perfect Streamer Toolkit** — https://pstreamer.tv

Captura a identidade DVB SI/PSI de um fluxo MPEG-TS multiprograma (MPTS) em funcionamento e a reproduz em uma instância do Perfect Streamer (PSS) no mesmo host. Resultado: os receptores de usuários (STB / TV) continuam funcionando **sem nova varredura de canais** após a migração ou a comutação para reserva.

6.2.1 Pré-requisitos

Antes de executar a utilidade, certifique-se de que:

- **PSS está em execução** no mesmo host (ou em host acessível via `--pss-base`). A utilidade procura `pss` em `/proc` e lê `pss.json` para obter a porta de admin (padrão 43971).
- **Fonte MPTS acessível**, se planejada a captura (modos 1, 2, save+apply): a URL passada como argumento posicional `<input>` deve entregar um fluxo MPEG-TS. Para UDP multicast — IGMP / firewall devem permitir a recepção; para arquivos — o caminho deve existir.
- **MPTS de destino já configurado no PSS**: a utilidade não cria novos fluxos. Um objeto MPTS e ao menos tantos feeders SPTS quantos serviços houver no inventário devem existir previamente. Serviços sem feeder disponível são exibidos no diálogo e podem ser pulados.
- **A API HTTP admin está aberta no localhost** para ler `/data/stream` (usado pelo verify) e gravar em `/config/stream` (apply).

6.2.2 O que é migrado

Todos os identificadores visíveis para o receptor no nível do fluxo de transporte e dos serviços:

- **Transport stream**: TSID, ONID, network ID, network name, **provider name** (aplicado como `sdt-provider-name` válido para todo o mux quando todos os serviços de origem compartilham o mesmo valor), descritor de delivery (parâmetros de transmissão terrestre/cabo/satélite), versões de PAT/SDT/NIT
- **Por serviço**: `service_id`, `pmt_pid`, `pcr_pid`, `service_type`, nome do serviço, LCN, free-CA, EIT-present / EIT-schedule
- **Fluxos elementares**: PIDs (identity remap aplicado — ver *Limitações*), tipos de fluxo, tags de idioma

- **Acesso condicional**: descritores CA no nível do programa e do ES

Nomes de serviços/provedores em codificações DVB não ASCII (por exemplo, ISO-8859-5 para cirílico) são decodificados em UTF-8 automaticamente.

O ES PID remap por serviço é construído como pares de identidade (`mpegts-pid-old ≡ mpegts-pid-new`) para cada PCR / video / audio / teletext / data PID, de modo que a saída multiplexada resultante mantém os PIDs originais **byte-exact**. Receptores legados que cacheiam o PMT após a primeira varredura continuam funcionando sem reconfiguração.

6.2.3 Casos de uso

- **Failover**: troca dos decoders do MPTS principal para o de backup mantendo os canais no receptor
- **Migração de hardware**: mudança de um multiplex ativo de um host PSS para outro sem instruções para os espectadores
- **Snapshot pré/pós atualização**: capturar o multiplex antes do upgrade do PSS e reaplicá-lo após, garantindo SI/PSI bit-idênticos
- **Edição manual e reaplicação**: capturar, editar `migrate.json` (renomear serviços, mudar LCN, ajustar `service_type`) e aplicar de novo
- **Verificação dry-run**: imprime cada HTTP POST que *seria* enviado, sem afetar o PSS

6.2.4 Início rápido

```
# Capture from a live stream and apply to local PSS in one run
mpts_migrate udp://239.1.1.1:1234

# Capture, save to migrate.json and apply
mpts_migrate -s udp://239.1.1.1:1234

# Capture only — write to file, do not apply
mpts_migrate -o backup.json udp://239.1.1.1:1234

# Apply a previously saved JSON
mpts_migrate -i backup.json

# No arguments — load ./migrate.json and apply
mpts_migrate

# Preview what apply would do, without changes
mpts_migrate -i backup.json --dry-run
```

6.2.5 Fluxo de trabalho

1. **Captura** — a utilidade abre o fluxo, faz o parse de PAT / PMT / SDT / NIT / EIT por `-t` segundos (padrão 30) e monta o inventário; o bitrate total é medido.
2. **(Opcional) Salvar** — com `-s` ou `-o` o inventário é gravado em JSON para reutilização posterior.
3. **Descoberta do PSS** — encontra um PSS em execução varrendo `/proc` e lê `pss.json` para obter a porta de admin (padrão `43971`); `--pss-base http://host:port` ignora o autodescobrimento.
4. **Confirmação do mapeamento** — um diálogo interativo pergunta como mapear cada serviço capturado a um feeder SPTS existente; `--non-interactive` aceita as sugestões e encerra em caso de conflito; `--target-mpts <id>` pula a etapa de seleção do MPTS.
5. **Auto-despausar feeders** — para cada SPTS/muxer-output mapeado, o utilitário envia `{"pause":false}` se estava em pausa, para que o multiplexador realmente receba dados após o apply.
6. **Ajuste automático do bitrate** — se `captured_bitrate × (1 + headroom%)` exceder `mpegts-output-bitrate` do MPTS de destino, a utilidade aumenta esse limite no PSS por um único POST (arredondado para cima até o múltiplo mais próximo de 1000 kbps). Desativável por `--no-bitrate-adjust`.
7. **Planejamento** — compara o inventário com a árvore atual de `/config/stream` no PSS e prepara requisições HTTP POST apenas para os campos que diferem. O ES PID remap é gerado como pares de identidade (`mpegts-pid-old` ≡ `mpegts-pid-new`) para que a saída multiplexada mantenha cada PID de origem inalterado — incluindo PCR, video, audio, teletext, SCTE-35, DSM-CC.
8. **Apply** — envia as requisições POST planejadas e em seguida alterna pause/unpause do MPTS para que o PSS releia a configuração; com `--dry-run` o plano apenas é impresso.
9. **Verify** (ativado por padrão, mesmo se o plano estiver vazio) — captura o MPTS resultante por uma das saídas UDP do PSS e compara com o objetivo; divergências críticas (TSID, ONID, service_id, name, type, LCN) → exit 5.

Reexecutar todo o pipeline é **idempotente**: a segunda execução reporta `no changes needed` se o PSS já corresponde ao inventário, e o verify confirma com nova captura.

6.2.6 Opções CLI

Seleção de modo

Opção	Descrição	Padrão
`-f, --file <path>`	Caminho do JSON de migração (importação padrão sem `-i` e alvo de gravação com `-s`)	`./migrate.json`
`-s, --save`	Salvar o inventário capturado no arquivo de migração (combina com entrada por fluxo; o apply é executado mesmo assim)	—
`-o, --output <file>`	Apenas captura: escrever em arquivo, sem apply	—
`-i, --input <file>`	Apenas apply: carregar arquivo, sem captura	—

Captura

Opção	Descrição	Padrão
`-t, --time <sec>`	Duração máxima de captura	`30`
`-b, --bitrate <Mbps>`	Dica de bitrate TS para o pacing no modo de arquivo	`38.8`

Apply / Verify

Opção	Descrição	Padrão
`--target-mpts <id>`	Pular a seleção do MPTS; aplicar a este stream id no PSS	—
`--non-interactive`	Aceitar automaticamente as sugestões do diálogo; abortar em caso de conflito	—
`--dry-run`	Imprimir o plano de POSTs, sem enviar nada	—
`--pss-base <url>`	Sobrescrever o autodescobrimento do PSS (ex. `http://host:43971`)	auto
`--no-verify`	Pular a captura pós-apply e o diff	verify habilitado
`--verify-time <s>`	Janela de captura para verificação	`10`
`--no-bitrate-adjust`	Não elevar `mpegts-output-bitrate` no MPTS de destino	ajuste habilitado
`--bitrate-headroom <pct>`	Margem de bitrate acima do valor medido ao ajustar	`15`

Outros

Opção	Descrição
`-v, --verbose`	Log detalhado (cada HTTP POST e ramo do diálogo)
`-h, --help`	Mostrar ajuda e sair

6.2.7 Arquivo de migração (`migrate.json`)

JSON legível por humanos com `format_version: 1`. Localização padrão `./migrate.json`; substituída via `-f`. Exemplo de estrutura:

```
{
  "format_version": 1,
  "tool": "mpts_migrate",
  "capture": {
    "source": "udp://239.1.1.1:1234",
    "captured_at_utc": "2026-04-30T08:15:00Z",
    "duration_s": 8.2,
    "packets": 109344
  },
  "transport_stream": {
    "transport_stream_id": 1234,
    "original_network_id": 8442,
    "network_name": "Operator",
    "delivery": { "type": "terrestrial", "frequency_khz": 522000 }
  },
  "services": [
    {
      "service_id": 1, "pmt_pid": 256, "pcr_pid": 256,
      "service_type": 1, "service_name": "Channel 1",
      "provider_name": "MyProvider", "logical_channel_number": 101,
      "free_ca_mode": false,
      "elementary_streams": [
        { "pid": 256, "stream_type": 27, "language": "rus" }
      ]
    }
  ]
}
```

O arquivo pode ser editado antes de novo apply: renomear serviços, alterar LCN, inverter `service_type`, ajustar `network_name` — `mpts_migrate -i migrate.json` enviará apenas os campos alterados.

6.2.8 Conexão ao PSS

- **Autodescobrimento**: varrer `/proc/<pid>/comm` por `pss`, ler seu arquivo `--config` e usar `web-server.bind-port` (padrão 43971).
- **Manual**: `--pss-base http://host:port` ignora totalmente o autodescobrimento. Útil para PSS remoto ou quando `--dry-run` precisa gerar um plano sem PSS ativo.
- A API REST de admin não requer autenticação em `localhost`.

6.2.9 Verificação

Se `--no-verify` **não** for indicado (padrão), após aplicar o plano a utilidade:

1. Procura uma saída UDP em localhost no MPTS de destino ou adiciona temporariamente uma em `127.0.0.1:<auto>` com a marca `added by mpts_migrate for verification`.
2. Captura o MPTS ao vivo por essa saída durante `--verify-time` segundos (padrão 10).
3. Compara o inventário capturado com o objetivo: - Divergência **crítica** (TSID, ONID, service_id, name, type, LCN) → código de saída **5**. - Divergência **branda** (PMT PID, PCR PID, ES PID) → impressa como warning, código de saída 0.
4. Se o MPTS de destino estiver sobrecarregado (bitrate de saída ≥ `mpegts-output-bitrate` configurado), é impresso `WARNING: target MPTS is overloaded` — veja *Bitrate adjust* abaixo.

6.2.10 Dry-run

`--dry-run` imprime cada requisição HTTP que a utilidade *enviaria* (path, corpo JSON), sem enviar nenhuma. Útil para:

- Revisão do plano com o operador antes do commit.
- Geração de conjuntos de mudanças reproduzíveis em CI / change-management.
- Trabalho com PSS indisponível (combinar com `--pss-base http://host:port`).

O dry-run não executa a verificação.

6.2.11 Bitrate adjust

Por padrão, se `captured_bitrate × (1 + headroom%)` exceder `mpegts-output-bitrate` do MPTS de destino, a utilidade aumenta esse limite no PSS antes de aplicar as alterações de SI/PSI. Sem reserva suficiente, um MPTS sobrecarregado descarta dados de baixa prioridade — sintomas típicos: perda de áudio em serviços de rádio, erros intermitentes de CRC do EIT. Desativável por `--no-bitrate-adjust`; a reserva é regulada por `--bitrate-headroom <pct>` (padrão 15).

6.2.12 Códigos de saída

Código	Valor
`0`	Sucesso — apply e (se habilitada) verificação correram bem. Também retornado por um `--dry-run` bem-sucedido.
1	Erro de argumentos / arquivo / detecção
2	Nenhuma PAT encontrada na fonte — a entrada não é um MPEG-TS válido ou a janela de captura é muito curta
3	Um ou mais HTTP POSTs do apply falharam
4	Apply foi bem-sucedido, mas o MPTS de destino não voltou ao estado *Running*
5	Verificação falhou — o fluxo capturado difere da meta em campos críticos

6.2.13 Limitações e armadilhas

- **O PSS deve já hospedar o MPTS de destino e os feeders**: a utilidade não cria novos fluxos. O MPTS de destino e ao menos tantos feeders SPTS quantos serviços houver no inventário devem existir previamente; serviços sem feeder disponível são pulados no diálogo.
- **A fonte MPTS deve estar acessível** durante a captura (modos 1, 2, save+apply): a URL passada como argumento posicional `<input>` deve entregar um fluxo MPEG-TS; para UDP multicast, IGMP / firewall devem permitir a recepção.
- **O ES PID remap é aplicado automaticamente**: o remap de identidade por serviço (`mpegts-pid-old` ≡ `mpegts-pid-new`) é gerado para cada PCR/video/audio/teletext/data PID para que a saída multiplexada preserve os PIDs originais byte-exact. O layout PMT permanece estável entre migrações — mesmo receptores legados (STBs anteriores a 2015, Samsung anteriores à série H, LG anteriores ao WebOS 3.0) que cacheiam PIDs não exigem nova varredura.
- **O descritor de delivery deve corresponder à portadora real** para receptores que se reconfiguram via NIT (DVB-T/T2/C/S). Um bloco `delivery` incompatível pode levar o receptor a uma frequência incorreta.
- **Consistência de LCN** entre o MPTS principal e o de backup é crítica para failover — se diferirem, as posições de canais no receptor mudarão após a comutação.
- **Provider name no PSS é comum a todo o multiplex** (um único `sdt-provider-name` no muxer-input MPTS). A utilidade o aplica automaticamente quando todos os serviços capturados compartilham o mesmo valor; se serviços diferentes tiverem valores `provider_name` distintos, é impresso um warning e o campo permanece intocado — a decisão fica a cargo do operador.
- **Não é uma ferramenta de configuração do PSS**: `mpts_migrate` toca apenas nos campos de identidade SI/PSI, na flag `pause` em cada feeder e (opcionalmente) em `mpegts-output-bitrate`. Encoders, inputs, criptografia, agendamento etc. ele não configura.

6.2.14 Diagnóstico

Sintoma	Causa provável / solução
`Error: no PAT seen in stream`	a origem não é MPEG-TS, IGMP/firewall bloqueia o multicast ou `-t` é muito curto
`Error: cannot reach PSS`	usar `--pss-base http://host:port` para ignorar o autodescobrimento
Apply foi bem-sucedido, mas o MPTS permanece em pausa	verificar o log do PSS; reiniciar com `-v` para ver o plano completo de POSTs
A verificação mostra divergência crítica	comparar goal vs capture no JSON; normalmente um feeder está mapeado por engano para o serviço errado no diálogo
`WARNING: target MPTS is overloaded`	aumentar `mpegts-output-bitrate` no PSS ou `--bitrate-headroom <higher %>`; sem margem, o áudio de serviços de rádio e as tabelas PSI ficam corrompidos

CAPÍTULO 7

Histórico de versões

7.1 versão 1.13.2.444 Beta

31.05.2026

- **OTT (Low-Latency HLS / DASH sobre CMAF)**: um novo modo de entrega *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash* (*ott-hls = 3*) — o multiplexador integrado gera **MP4 / CMAF** fragmentado (*fMP4*), sobre o qual são entregues **MPEG-DASH** (agora sobre CMAF em vez de MPEG-TS) e Low-Latency **HLS** em um novo endpoint (caminho *.../llhls/...*). O player inicia a reprodução sem esperar o segmento completo: a playlist de mídia **LL-HLS** é dividida em *partial segments* («parts»), e são aplicados o recarregamento bloqueante da playlist (o servidor retém a requisição até o próximo part ficar pronto) e a dica de pré-carregamento *EXT-X-PRELOAD-HINT*.
- **OTT (Low-Latency: configurações e sincronização)**: a duração-alvo de um part é definida pela configuração *Part Target Duration* (ms, aplicada em tempo real sem reiniciar o fluxo); a opção *Enable TS Chunk* determina se o **HLS** MPEG-TS legacy (playlist *.../hls/...*) é emitido em paralelo — quando desativada, apenas os segmentos fMP4 vão para o disco e a CPU. Para uma latência baixa precisa, foram adicionados aos manifestos *Producer Reference Time* (*prft*) e *UTCTiming*, que vinculam o tempo de mídia ao **UTC**.
- **DVR (inicialização do subsistema)**: um arquivo persistente em disco é gravado em paralelo ao segmentador live integrado para **HLS / MPEG-DASH OTT**, usa a mesma segmentação e as mesmas URLs da sessão OTT — o modo de reprodução é alternado por um parâmetro de consulta. No modo *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*, o arquivo mantém dois índices independentes — um para os chunks MPEG-TS e outro para os segmentos fMP4 / CMAF —, de modo que o VOD é servido no mesmo contêiner que o live. *Descrição completa do DVR*.
- **DVR (reprodução)**: VOD via **HLS** e **MPEG-DASH** por meio dos parâmetros de consulta *t=<epoch>* (momento de início, *t=0* — desde o começo do arquivo) e *d=<sec>* (duração da janela, vazio ou *0* — «até o momento atual»), bem como vinculação ao **EPG** via *epg=<epoch>* (o próprio servidor insere *start* e *duration* do evento ativo como limites da janela). Uma playlist VOD **HLS** fechada com os

marcadores *EXT-X-PLAYLIST-TYPE:VOD* e *EXT-X-ENDLIST*; um **DASH MPD** estático (*@type=»static»*, *mediaPresentationDuration* fixo) com divisão automática em vários *Period* nas interrupções de gravação. As solicitações além do arquivo são normalizadas para os limites disponíveis sem erros.

- **DVR (VOD adaptativo)**: para os grupos adaptativos **HLS** e **DASH**, apenas as variantes vinculadas a um armazenamento DVR figuram no manifesto, cada qualidade é um *Representation* separado dentro dos *Period* comuns, e a troca de qualidade funciona sem reabrir o manifesto.
- **DVR (proteção e entrega)**: enquanto uma sessão VOD está aberta, a limpeza size-based e por janela deslizante não toca nos chunks dentro de sua janela (a proteção é liberada por timeout ou *FIN*); uma transição transparente VOD → live-edge se o reprodutor alcançar o limite direito da janela — o segmento é entregue a partir da memória live sem redirecionamentos; o cache da playlist VOD entrega as requisições repetidas do mesmo *index.m3u8* / *index.mpd* idênticas byte a byte (conveniente para a **CDN**).
- **DVR Storage (configurações de armazenamento)**: vários armazenamentos simultâneos, cada um com um limiar *Max Usage*, um período *Cleanup Interval*, um antirrejeição *Disk Pressure Grace*, um limite superior de exclusão por ciclo *Disk Pressure Cut*, um limiar de emergência *Disk Emergency Bytes* e os estados *Ready* / *Error*.
- **DVR (configurações do fluxo)**: *Storage Hours* — profundidade do arquivo em horas com limpeza por janela deslizante (o limite superior está fixado em 90 dias), e *Storage Min Hour* — um limite inferior protegido que a limpeza size-based não remove nem mesmo sob pressão de disco.
- **DVR (legendas)**: o **WebVTT** é gravado no arquivo em paralelo com os chunks TS, com um índice por PID; a lista de reprodução VOD de legendas é servida nas mesmas URL (para **DASH** o cabeçalho *X-TIMESTAMP-MAP* é removido em tempo real). Os chunks de legendas sem cue não são gravados em disco — um chunk de tamanho zero é sintetizado na leitura, o que reduz a carga do sistema de ficheiros em canais com legendas esporádicas.
- **DVR (manutenção)**: um coletor em segundo plano de arquivos «órfãos» (a execução inicial cerca de um minuto após a inicialização, depois a cada hora e ao acionar *disk pressure*; proteção contra condição de corrida com o writer por mtime), numeração monótona de chunks entre reinícios do serviço; corrigido um modo em que a limpeza em segundo plano por volume e o coletor podiam não iniciar.
- **DVR (observabilidade e monitoramento)**: *GET /data/dvr-storage-list* retorna, para cada armazenamento, *State*, *Total / Free / Used Bytes*, *Used %*, *Archived Bytes*, *Pressure Since Sec*, o indicador de uma operação em segundo plano ativa (*active-task*: *gc-orphans* / *disk-pressure-trim* / *none*) com sua duração e informações sobre as últimas execuções de limpeza, bem como uma lista dos fluxos vinculados com os atributos *retention-hours*, *archived-sec*, *archived-bytes* e *active*; o tamanho do arquivo é adicionalmente detalhado por contêiner (TS / MP4). No nível do fluxo, *GET /data/stream/<id>* expõe a métrica *storage-gap-percent* (porcentagem de lacunas temporais no arquivo), e seu histograma por buckets de tempo é servido pelo novo endpoint *GET /data/dvrstat* — para desenhar a escala do arquivo DVR na interface de administração com a marcação dos eventos de gravação e da atividade de legendas.
- **OTT (segmentação por IDR)**: a segmentação de **HLS** e **MPEG-DASH** distingue um *IDR* de um *I-frame* comum nos fluxos **H.264** / **HEVC**. Em conteúdo closed-GOP, os limites dos segmentos são alinhados aos IDR — cada chunk começa com um verdadeiro ponto de acesso aleatório (*SPS+PPS+IDR* e, em **HEVC**, considerando ainda o NAL *VPS* separado),

e o leitor consegue abrir o fluxo a partir de qualquer segmento de forma garantida; em fontes open-GOP / sem IDR, o limite é o I-frame mais próximo.

- **OTT (métricas do analisador)**: novas métricas no fluxo de vídeo — *idr-int-max / avg* (intervalo IDR) e *kf-int-max / avg* (intervalo GOP). Pela sua relação, o administrador vê de imediato o tipo de estrutura GOP: closed-GOP (*idr-int* ≈ *kf-int*) ou open-GOP (*idr-int* ausente). Os nomes das chaves XML/JSON permanecem iguais para a compatibilidade retroativa.
- **OTT HLS (playlist)**: *EXT-X-VERSION* é escolhido por padrão conforme o modo HLS — *OTT/HLS* e *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash* resultam em *EXT-X-VERSION:6* com *EXT-X-INDEPENDENT-SEGMENTS* e o atributo *CHARACTERISTICS* em *EXT-X-MEDIA TYPE=SUBTITLES* (no *OTT/HLS/LL-HLS/LL-Dash*, o master legacy *…/hls/…* também emite um *EXT-X-MEDIA* de legendas), *Peering/HLS* — *EXT-X-VERSION:3* para compatibilidade com clientes antigos (o parâmetro de consulta `?v=` substitui o padrão). O valor *EXT-X-TARGETDURATION* agora reflete a duração real máxima do segmento (seção 4.3.3.1 da **RFC 8216**), e não a configuração *chunk-min-interval* — com a segmentação alinhada aos GOP, o manifesto não viola o padrão, e o *hls.js* não reduz pela metade o intervalo de atualização da playlist nem gera falsos *bufferStalledError*.
- **HTTP/3 (QUIC)**: um servidor integrado baseado em **ngtcp2 + nghttp3** serve **HLS** e **MPEG-DASH** sobre **QUIC** — habilitado pela configuração *HTTP/3 Enable* do servidor web (porta *HTTP/3 Port*, UDP, por padrão coincide com a porta HTTPS), suporta *0-RTT*. Low-Latency **HLS** / **DASH** são entregues sobre **QUIC** de forma incremental (chunked) — as *parts* são enviadas ao cliente à medida que ficam prontas, sem esperar o segmento completo. No transporte QUIC são aceitas apenas rotas OTT; os caminhos administrativos permanecem em HTTPS/HTTP. O IP real do cliente é transmitido pelo cabeçalho interno `x-pss-peer-addr` e é contabilizado nos peers ativos sem ser substituído pelo endereço de loopback. A alternância de **HLS** / **DASH** para **HTTP/3** também é ativada pelo parâmetro de consulta *?h3* — para alternar uma sessão específica para fins de teste sem reconfigurar o cliente.
- **Pares ativos**: timeout uniforme de sessão OTT de 60 segundos independentemente do transporte; a atualização do registro do cliente em uma troca de esquema é feita apenas «para cima» por prioridade (`http` → `https` → `quic`). O atributo *ott-type* em *http-clients* agora contém um valor composto da forma `<PROTO>/<scheme>` (*PROTO* = *HLS* / *DASH* / *HTTP*; *scheme* = *http* / *https* / *quic*) — a UI de administração vê tanto o protocolo OTT quanto o transporte de rede real de cada cliente.
- **PS1 output**: na saída *PS1* foi implementado um tratamento suave da comutação de entrada do stream. Em um pico de fila durante a comutação de fonte, os pacotes mais antigos são descartados silenciosamente, enquanto os seqID / TS dos clientes permanecem contínuos — os pares receptores se viram com o mecanismo retr padrão, sem reiniciar a conexão com *StateError*. O contador de pacotes descartados é visível nas estatísticas estendidas da saída PS1.
- **SPTS / TR 101 290**: nos fluxos de entrada foi ativado um compensador de desvio de PCR — o desvio lento do oscilador de referência da fonte em relação ao relógio local é absorvido por um deslocamento suave *sync DT* em segundo plano, sem saltos visíveis na saída. Controlado pelas configurações de stream *Sync Drift Compensation* (ativado por padrão) e *Sync Drift Soft Window* (ms).
- **SPTS / TR 101 290**: uma regressão linear de PCR em janela larga mede *drift* (ppm) e *PCR accuracy* (ns conforme a seção *P2.3*) contra o ritmo de referência. As métricas *pcr-drift-max / avg*, *pcr-acc-max-ns*, bem como os intervalos *pcr-int*, *pat-int*, *pmt-int* são expostos em *GET /data/stream/<id>* e gravados no BD de estatísticas históricas (as novas tabelas são visíveis para *Resetting Stat*).

- **SPTS / T-STD**: um analisador do buffer de vídeo do decodificador de referência (**T-STD**, **ISO/IEC 13818-1** §2.4.2). A capacidade de *MBn* é selecionada conforme o *stream type* do PID de vídeo; a drain-rate se estabiliza em um «aquecimento» de 1 segundo conforme o relógio PCR (não conforme o relógio do sistema do host — assim, o analisador não reage às pausas do escalonador de CPU). Os contadores *tstd-video-overflows / underflows / max-fill / drain-bps* são expostos em *GET /data/stream/<id>* e alimentam *tr101290-alert*.
- **SPTS**: detector em runtime do modo de taxa de bits do multiplex — o atributo *bitrate-mode-detected* (*cbr* / *vbr* / *unknown*) baseado na comparação das taxas de 5 segundos e 60 segundos. As verificações *pcr-acc* e *tstd-video* em *tr101290-alert* são automaticamente suprimidas em *VBR* detectado — onde, de outro modo, produziriam falsos positivos.
- **Analisador para inserção de publicidade (ad-insertion)**: no fluxo **SPTS** de entrada é construído um «passaporte» de codecs — um passaporte de vídeo (*SPS* completo, perfil e nível **H.264** / **HEVC**) e um passaporte de áudio (**MPEG Audio**, **AC-3**, **AAC** nos formatos *ADTS* e *LATM*) —, e as seções **SCTE-35** (*splice_info_section*) são analisadas com a marcação dos pontos de emenda. Em *GET /data/stream/<id>* (com a análise **SPTS** contínua ativada) são exibidos os sinais de limites de acesso e de emenda — *GOP*, *RAI*, *splice-point*, eventos **SCTE-35**; a configuração *Splice Point Notify At* define a antecedência da notificação do ponto de inserção. Os dados estão preparados para a inserção de publicidade no lado do servidor.
- **Assistente de IA para reclamações**: um novo endpoint *GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt* entrega um prompt em inglês pronto para qualquer modelo de chat, que instrui o modelo a redigir uma carta oficial de reclamação ao provedor enumerando as violações detectadas de **TR 101 290** / **ISO/IEC 13818-1**. O prompt contém exatamente os mesmos tokens e valores medidos que *tr101290-alert*; o nome do stream e o URI da fonte não entram no prompt — é usado o marcador *<Stream Designation>*, que o operador preenche manualmente. O idioma da carta é escolhido na resposta ao prompt.
- **Portal web (papéis)**: as configurações do servidor, o EPG e a gestão da lista de contas de administrador são permitidos apenas ao papel *Admin*; o papel *RestrictAdmin* pode pausar streams e canais, mas não alterar as demais configurações; o papel *Viewer* é apenas de visualização. As rotas *POST* são fechadas por padrão, e qualquer nova operação HTTP exige permissão explícita para um papel reduzido — o acesso não é ampliado silenciosamente.
- **Servidor (memória)**: devolução periódica da memória livre das arenas do *glibc* ao sistema (*malloc_trim* a cada 30 s) e limitação do número de arenas através da variável de ambiente *MALLOC_ARENA_MAX* na unidade do *systemd* — elimina o crescimento gradual do *RSS* durante o funcionamento prolongado com dezenas de fluxos, sem fugas lógicas.
- **Filtro MPEG-TS**: o ajuste *Filter Teletext* volta a descartar ambos os tipos de fluxos PES de teletexto (clássico e subtitles) após a reclassificação interna no analisador.
- **MPTS input**: o transporte **RTSP** foi removido da lista dos permitidos para MPTS — o **RTSP** é single-program e aplicável apenas como fonte SPTS.
- Outras melhorias e correções de erros.

7.2 versão 1.12.3.433

09.05.2026

- Scanner DVB para **DVB-S/S2**, **DVB-C** e **DVB-T/T2**: busca de transponders e composição da lista de programas, com opção de aplicar os parâmetros encontrados diretamente nas configurações do adaptador DVB.
- Scanner DVB: as referências de transponders são carregadas a partir de arquivos no formato *Enigma2* (*satellites.xml*, *cables.xml*, *terrestrial.xml*) no diretório de configurações.
- Scanner DVB: modo *blind scan* para **DVB-S/S2** e **DVB-C/T/T2** — varredura de frequências, polarizações e taxas de símbolos sem referência de transponders.
- Scanner DVB: para cada programa detectado são indicados *PNR*, nome do serviço, provedor, o indicador *scrambled* (derivado de *free_CA_mode* na **SDT** com fallback via **PMT**) e os principais *PID* (vídeo, áudio, *PCR*).
- Descrambler de hardware **BISS-1** e **BISS-E** para recepção de canais cifrados a partir de placas DVB. As chaves são atribuídas por programa ou por *PLP* individual em modo **T2-MI**; ambos os formatos de chave são suportados (12 ou 16 caracteres hex, com verificação automática dos bytes de controle **BISS-1**).
- Suporte a **T2-MI** multi-fluxo (*ETSI TS 102 773*): vários *T2-MI carrier* em um mesmo transponder, seleção de PLP por serviço, modos de seleção *carrier PID* automático e manual, filtragem por *TSID*.
- Suporte a **MPEG-DASH** na saída **HLS OTT**: geração de um manifesto *MPD* no perfil *mp2t-simple* com os mesmos segmentos do **HLS**.
- Suporte a legendas **WebVTT** em **HLS OTT**: decodificação automática de legendas de teletexto, segmentação da faixa de legendas nos limites dos segmentos **HLS** e sua publicação na playlist. Controlado pela opção *ott-webvtt* do fluxo.
- Decodificador de legendas baseado em teletexto (**ETSI EN 300 706**): tabelas completas de alfabetos nacionais, montagem correta das linhas da página e entrega das legendas ao player.
- Multiplexador **MPTS**: detecção automática do *Service Type* a partir do *PMT* (HD/SD H.264, HEVC, MPEG-2, rádio digital etc.) com a possibilidade de sobrescrita manual pelo ajuste *Service Type*.
- Multiplexador **MPTS**: remapeamento manual de PID (*mpegts-pid-old* / *mpegts-pid-new*) com proteção contra colisões na seleção automática de PID dos fluxos elementares vizinhos.
- Multiplexador **MPTS**: passagem de fluxos elementares de serviço (*DSM-CC*, *AIT*, **SCTE-35**) marcados pelos descritores correspondentes no *PMT* — anteriormente, tais fluxos eram filtrados incondicionalmente.
- Multiplexador **MPTS**: o limite superior do bitrate agregado foi elevado de 64 para 128 Mbit/s.
- Seção de ajustes *DVR Storage*: anexação de armazenamentos DVR e sua vinculação a fluxos **SPTS** (parâmetro *dvr-storage*) — preparação para a funcionalidade de gravação.
- Suporte para dispositivos ASI.
- Transcodificador: suporte a fluxos sem frames IDR.

- Transcodificador: perfil do codificador de áudio 5.1 com correção de loudness. Correção de loudness ao transcodificar de 5.1 para estéreo/mono.
- Cache de servidor do Perfect Streamer e reverse-proxy externo (nginx) para sistemas de alta carga.
- Integração com Prometheus, Telegraf / InfluxDB.
- Ferramentas: *TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.2 — TR 101 290*.
- Ferramentas: *MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.0 — migração de identidade MPTS*.
- Correções de erros e outras melhorias.
- Publicada a versão 1.2.0.95 dos transcodificadores *pstreamer-tcsw* e *pstreamer-tcnv*.
- Publicada a versão 1.0.0.28 do transcodificador *pstreamer-ivplv* (Intel VPL).

7.3 versão 1.11.1.420

07.04.2026

- Muxer MPTS refeito. O bitrate é definido no *input muxer*. Conformidade com **TR 101 290** e **T-STD**.
- RTSP input.

7.4 versão 1.11.1.417

31.03.2026

- SPTS Stream / MPEG-TS: adicionado o ajuste *Bitrate Mode*.
- SPTS Stream: adicionado Restamp PCR para conformidade com **TR 101 290**.
- SRT: correções de deadlock sob alta carga.
- Correções de erros e outras melhorias.

7.5 versão 1.11.1.407

13.03.2026

- Transcodificador: adicionado suporte ao formato Variable Frame Rate (VFR).
- Transcodificador: adicionado suporte ao perfil HEVC Main10 com bt.709 (SDR) e bt.2020 (HDR).
- Transcodificador: adicionada opção para converter os formatos SD BT.470-2 (PAL) e SMPTE 170M (NTSC) para BT.709.
- Transcodificador: adicionado o preset de resize «Upscale SD→HD». Aplica-se a fontes SD PAL/NTSC; interlace não é suportado, faça deinterlace se necessário.
- Transcodificador: corrigido bug crítico de travamento do processo ao descarregar o encoder Nvidia. Ele prejudicava o transcodificador e exigia reinício manual do stream.

- Streamer: corrigido um erro crítico no analisador de vídeo (H.264 e HEVC) que causava carga de CPU anormalmente alta e podia bloquear o streamer.
- Adicionado suporte ao formato interlace/alternate 8 bit/10 bit no transcodificador TCNV.
- Melhoria da qualidade de imagem do TCNV; pós-processamento em Nvidia CUDA aprimorado.
- Transcodificador de output: estatísticas estendidas.
- Adicionado suporte a IGMP v3 SSM.
- Possibilidade de definir um nome personalizado do stream no link HLS/HTTP em vez do ID.
- SRT input/output: parâmetro AES Type.
- Cópia conveniente dos links dos fluxos de saída.
- Formulário de busca/filtragem de peers ativos.
- Correções de erros e outras melhorias.
- Publicada a versão 1.2.0.86 dos transcodificadores *pstreamer-tcsw* e *pstreamer-tcnv*.

7.6 versão 1.11.1.384

21.12.2025

- Transcodificador: adicionado suporte a Interlace Alternate (dois campos entrelaçados separados no fluxo).
- Queda significativa da carga de CPU na recepção de fluxos SRT (*SRT input Caller mode → Disable TSBPD*) graças ao sincronizador próprio do Perfect Streamer.
- Correção dos dados do fluxo de entrada: *Fix PAR* (correção do Pixel Aspect Ratio) e *Fix Framerate* (configurado quando os dados de framerate estão ausentes no SPS do fluxo, necessário para a posterior transcodificação do fluxo).
- Nova configuração do modo HLS/HTTP: *Auto* — detecção do modo pelo *Content-Type*.
- Aprimoramentos relacionados ao tratamento de legendas e teletexto.
- Aprimoramento da importação de playlists UDP.
- Correções de erros e outras melhorias.
- Publicada a versão 1.0.0.70 dos transcodificadores *pstreamer-tcsw* e *pstreamer-tcnv*.

7.7 versão 1.11.1

19.10.2025

- Suporte a Debian 13/Ubuntu 25 e RHEL 10/AlmaLinux 10.
- Para os transcodificadores *Nvidia enc* e *Software CPU* o requisito de GLIBC foi reduzido de 2.34 para 2.28: suporte a Debian 10 e AlmaLinux 8.
- Adicionada a escolha dos perfis *Main* e *High* para transcodificadores H.264.

- Novo recurso *output file* — gravar o fluxo em um arquivo TS ou enviar a qualquer dispositivo (incluindo SDI) listado em /dev.
- Nova possibilidade *input file* — reprodução cíclica do vídeo a partir de um arquivo TS.
- Melhoria do transcodificador.
- Adicionado tratamento de Conditional Access MPEG-TS (CA): ECM e EMM.
- Correção do esvaziamento do buffer HLS OTT ao desligar o fluxo.
- Novo recurso *Jitter Auto sync*.
- Melhor compatibilidade na recepção de links HLS não padrão.
- Melhor compatibilidade do servidor EPG com fontes XMLTV.
- Outras melhorias e correções de erros.

7.8 versão 1.10.1.364

20.08.2025

- Gerador Test Stream — sinais de teste (padrões de teste).
- Funcionalidade do peer login anonymous: receber fluxos sem autenticação.
- Autorização do peer por faixa de endereços IP.
- Opção do peer *Login is ip* — autorização por IP (ou faixa de IP) em vez de login.
- Melhoria da funcionalidade do HLS adaptativo.
- Melhoria da qualidade de imagem para o transcodificador Nvidia.
- Correção de CBR para H.264 no transcodificador Software CPU.
- Atualização da biblioteca OpenSSL para a versão 3.0.9.
- O scroll da tabela de fluxos na lista foi refeito.
- Outras melhorias e correções de erros.
- Publicada a versão 1.0.0.57 dos transcodificadores *pstreamer-tcsw* e *pstreamer-tcnv*.

7.8.1 Particularidades da migração a partir de versões anteriores:

Devido a mudanças nos mecanismos de autorização por IP e por faixa de endereços IP para recepção no software «Flussonic», para os peers criados no «Perfect Streamer» com autorização por IP é necessário usar links no formato: `srt://Stream_IP:port?streamid=*`

Antes, em vez de *, era usado o IP do servidor de recepção com «Flussonic», ex.: `srt://Stream_IP:port?streamid=Your_IP`

A partir da versão 1.10.1.364 a recepção do fluxo nesse formato deixará de funcionar.

Mais detalhes sobre receber SRT do «Perfect Streamer» no «Flussonic» em *FAQ*.

Devido a mudanças nos mecanismos de identificação de placas de vídeo, será necessário re-vincular as placas de vídeo no transcodificador. Para isso, abra as configurações de transcoder-output, verifique se o dispositivo correto está selecionado (Device ID) e salve as configurações independentemente de o dispositivo selecionado ter sido alterado ou não.

7.9 versão 1.10.1

30.06.2025

- Geração de HLS adaptativo. Descrição na documentação.
- Renovação automática de certificados SSL Let's Encrypt via certbot.
- Adicionado suporte a LCN (Logical Channel Number).
- Adicionada a exibição e a análise de marcadores SCTE-35 no fluxo.
- Melhorias no transcodificador software. Melhor qualidade de imagem e CBR corrigido para MPEG-2.
- O GStreamer e os codecs já estão integrados nos pacotes das distribuições tcsw e tcnv (a instalação do GStreamer não é mais obrigatória — pode ser necessária apenas para o funcionamento de RTSP, RTMP e da tabela de teste (Test stream)).
- GStreamer embutido atualizado para a versão 1.26.
- O transcodificador Nvidia (tcnv) funciona com qualquer versão do CUDA; sem dependência rígida da 12.5.
- A configuração Deinterlace do transcodificador Nvidia foi movida do ajuste geral da GPU para o input de cada fluxo codificado — individual, como no método software.
- Melhoria no servidor EPG e nos modos SSL para EPG e HTTP.
- Correção de erros.

7.10 versão 1.9.2.340

07.05.2025

- Adicionado suporte a *Video Passthrough* no modo transcodificador. Nesse modo o vídeo passa como está; só o formato e o bitrate do áudio mudam.
- Adicionadas as configurações *NV lookahead* e *bframe* para o transcodificador Nvidia.
- Adicionado suporte a áudio na entrada MPEG-1 Layer 1, 2, 3 (mp3).
- A seção *Transcodificadores* do menu lateral esquerdo foi refeita e detalhada.
- Estabilidade e compatibilidade do transcodificador melhoradas com diversos fluxos de TV.
- Melhorias no servidor EPG.
- Aprimoramentos no servidor HTTPS, EPG SSL e HLS SSL.
- Adicionado suporte a links HLS em que a playlist aponta para outra playlist com uma nova sessão.
- Outras melhorias e correções de erros.
- Publicada a versão 0.9.6.34 dos transcodificadores *pstreamer-tcsw* e *pstreamer-tcnv*.

7.11 versão 1.9.2

31.03.2025

- (Beta) Adicionada a funcionalidade de transcodificador baseada em Nvidia Encoder e Software CPU. Suporte aos formatos HEVC (H.265), H.264 e MPEG-2 em todas as resoluções de 4K a SD.
- A seção «Monitor do Sistema» foi aprimorada com exibição da carga das GPUs Nvidia por gpu, memory, encoder e decoder.
- Nova seção «Transcodificadores». Exibe informações resumidas sobre os fluxos ativos em transcodificação (decoder e encoder), as fontes, o tempo de execução e o status.
- Na seção «Transcodificadores» há log para cada fluxo em transcodificação com descrição detalhada do status e dos possíveis erros e suas causas.
- Seção «adaptadores DVB» restaurada. Recepção de canais via cartões DVB-S/S2, DVB-C, DVB-T2; análise do sinal e dos fluxos recebidos.
- Melhorias no protocolo de transporte RIST.
- Aprimoramentos e melhorias no servidor EPG.
- Melhoria do analisador embutido de fluxos de canais de TV.
- Melhorias e correções de erros no portal web.
- Adicionada a possibilidade de substituir PIDs em fluxos SPTS.
- Adicionada a exibição de TS ID e TS Net ID no bloco Stream Info da página do fluxo MPTS.
- Melhorada a manipulação de PIDs nos fluxos.
- Outras melhorias e correções de erros.

7.12 versão 1.9.1

10.02.2025

- Melhorias e ajustes no multiplexador.
- Modo Stuffing: PCR e Realtime (system clock) para SPTS e MPTS.
- Correção de erros.

7.13 versão 1.8.1.315

02.01.2025

- Listas de controle de acesso aos fluxos nos peers.
- Adicionadas opções de login e senha para HLS/HTTP input.
- Melhorada a compatibilidade do login e senha por SRT com software de terceiros.
- Melhoria de funcionamento e otimização de desempenho.

- Correção de erros.

7.14 versão 1.8.1

28.11.2024

- Melhoria de desempenho do modo HLS OTT.
- Melhoria da usabilidade.
- Aprimoramento da exportação de playlist.
- Correção de erros.

7.15 versão 1.7.1.300

04.09.2024

- Melhoria de desempenho ao trabalhar com SRT.
- Melhoria da usabilidade.
- Melhor compatibilidade ao trabalhar com HLS.
- Melhoria das operações em grupo com fluxos.
- Importação aprimorada de canais a partir de playlists, suporte aos protocolos de transporte UDP e RTP na saída ao gerar saídas automaticamente.
- Indicador de taxa por PID.
- Correção de erros.

7.16 versão 1.7.1

08.02.2024

- Otimização e refatoração do código, redução significativa da carga de CPU.
- Modos de operação do HLS: Peering e OTT.
- Exportação de canais de TV em diversos protocolos de transporte para uma playlist .m3u8.
- Importação de canais a partir de uma playlist em diversos protocolos de transporte, com posterior configuração da saída dos fluxos no protocolo escolhido e na faixa de portas indicada.
- Clonagem de fluxos.
- Operações em grupo com fluxos: clonagem e remoção.
- Melhoria de usabilidade do programa.
- Diversas melhorias e correções de erros.

7.17 versão 1.6.1

15.10.2023

- Importação de XMLTV de fontes externas.
- Servidor XMLTV.
- Gerador de EIT para fluxo SPTS e multiplexador.

7.18 versão 1.6

15.08.2023

- Multiplexador MPEG-TS.

7.19 versão 1.5.1

18.04.2023

- Restrições para Peer: pausa, limite por data, limites do número de sessões por protocolo.
- Adicionado o recurso Stream Name e suporte para cirílico.
- Ordenação por canais desativados e ativados.
- Biblioteca SRT atualizada.
- Corrigido o funcionamento do analisador.
- Outras melhorias e correções.

7.20 versão 1.5

28.12.2022

- OTT http/hls output.
- Suporte a HTTPS para servidores web e HTTP.
- Analisador de fluxos avançado.
- Correções de erros.

7.21 versão 1.4.3

12.09.2022

- Otimização do programa: redução da carga de CPU.
- A configuração de bitrate do stream foi removida.
- O input HTTP foi removido; este protocolo agora é suportado pelo input HLS.
- Para HLS, adicionado suporte a https:// e redirecionamentos.

7.22 versão 1.4.2

27.05.2022

- Suporte ao protocolo de transporte RIST.
- Correção de marcas de PCR quebradas (PCR Fix).
- Recepção e envio de fluxos SRT no modo Listener.
- Correção de erros.

7.23 versão 1.4

16.12.2021

- Analisador MPEG-TS para CAT/ECM/EMM.
- Opções de filtragem para CAT/ECM/EMM.
- Gráfico de perdas do fluxo de entrada.
- Melhorias na interface web.
- Correções de erros.

7.24 versão 1.3

14.11.2021

- Dispositivos DVB — recepção e análise de fluxos. Controle de qualidade.
- Demultiplexação MPTS para fluxos DVB e MPTS.
- Tema contrastado da interface web.
- Configurações locais da interface web: tema, fuso horário.
- Correções de erros.

7.25 versão 1.2

01.09.2021

- Trabalho com EPG.
- Exportação XMLTV.
- Correções de erros.

7.26 versão 1.1

26.08.2021

- Recepção e transmissão de fluxos MPTS. Análise de conteúdo.
- Fluxos criptografados.
- Exibição de parâmetros adicionais dos fluxos MPEG-TS — EPG, teletexto, legendas.
- Opções adicionais de filtragem de fluxos MPEG-TS — EPG, teletexto, legendas.

7.27 versão 1.0

11.07.2021

Primeira versão pública.