



Perfect Streamer

Versão 2.0.0.206

Perfect Soft

29 jul., 2026

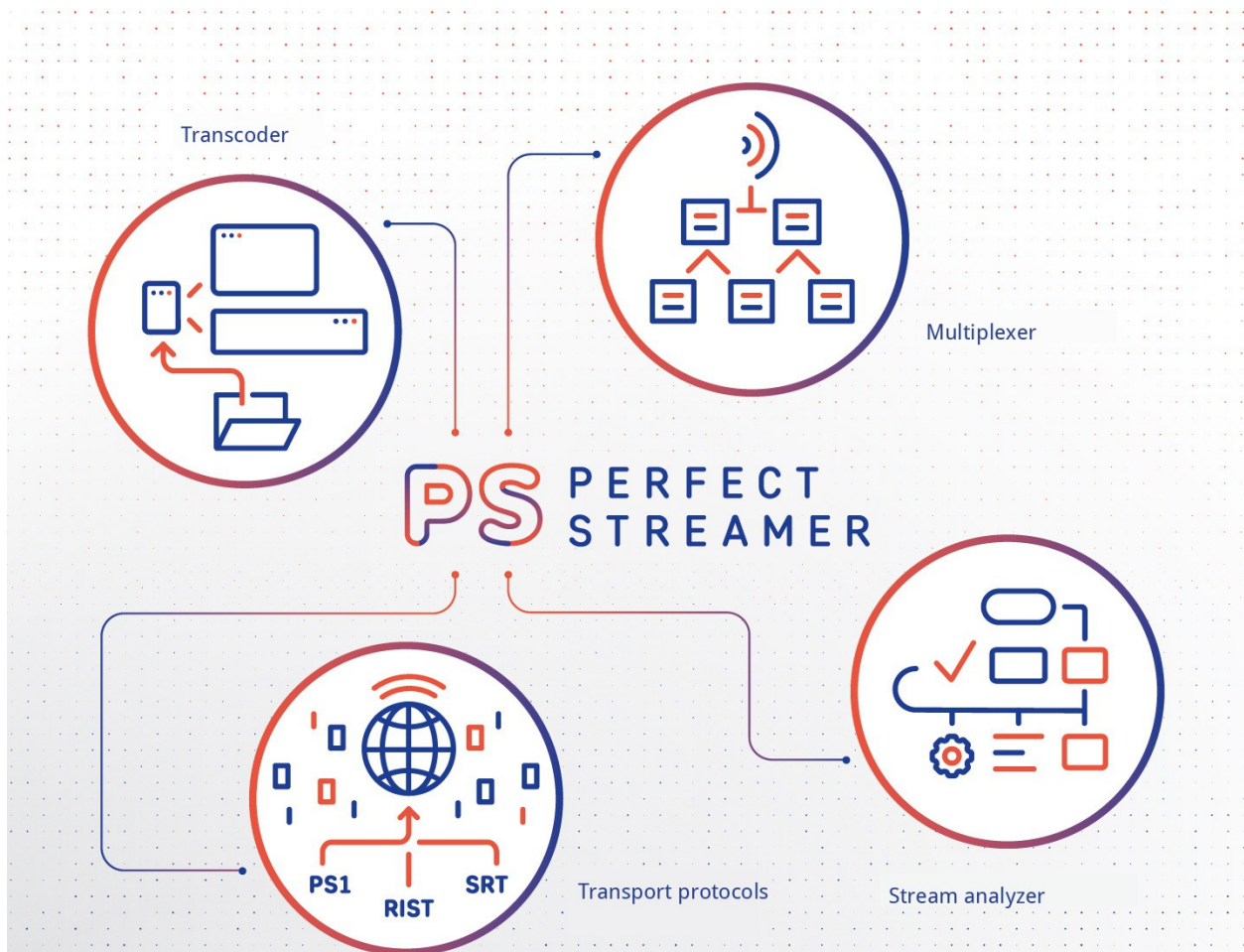
1	Perfect Streamer — Guia do usuário	1
1.1	Finalidade	2
1.1.1	Transporte de fluxos entre nós	3
1.1.2	Funções principais	3
1.1.3	Para radiodifusores DVB	4
1.1.4	Para radiodifusores OTT	5
1.2	Instalação	5
1.2.1	Requisitos do sistema	5
1.2.2	Instalação em sistemas da família RHEL	6
1.2.3	Instalação em sistemas da família Debian	6
1.2.4	Arquivos e serviços	7
1.2.5	Transcodificadores	8
1.3	Primeira inicialização e ativação	13
1.3.1	Ativação temporária e inicialização	13
1.3.2	Configurações iniciais	14
1.3.3	Ativação permanente	14
1.3.4	Ao expirar o prazo da licença anual ou de teste	15
1.4	Planejamento e protocolos de transmissão de dados	15
1.4.1	Modelo de transmissão: Stream, Sender, Receiver, Peer	15
1.4.2	Protocolos Peer de transmissão confiável	15
1.4.3	Escolha do protocolo de transmissão	17
1.4.4	Planejamento da largura de banda, da latência e das portas	17
1.4.5	Criptografia de fluxos	18
1.4.6	Outras entradas e saídas	18
1.4.7	Redundância de fontes e distribuição	18
1.4.8	Requisitos do fluxo de entrada	19
1.5	Início rápido	19
1.5.1	Passo 1. Criar um fluxo	19
1.5.2	Passo 2. Adicionar uma entrada	19
1.5.3	Passo 3. Iniciar e verificar	20
1.5.4	Passo 4. Distribuir o fluxo	20
1.5.5	Próximos passos	20
1.6	Meshwork	20
1.6.1	Conceitos-chave	21
1.7	Streamer: detalhes de implementação	32
1.7.1	Fluxos SPTS	32

1.7.2	Fluxos MPTS	38
1.7.3	Analizador	40
1.7.4	Demultiplexador	43
1.7.5	Multiplexador	43
1.7.6	Fluxos de teste	46
1.7.7	OTT e DVR	47
1.7.8	Transcodificadores	52
1.7.9	Receptor DVB	55
1.7.10	Publicação e recepção RTMP	58
1.7.11	Outras entradas e saídas	59
1.7.12	EPG/EIT	61
1.8	Interface web	63
1.8.1	Acesso e funções	63
1.8.2	Estrutura da interface	64
1.8.3	Uso pelo teclado	65
1.8.4	Como funciona a ajuda contextual	66
1.9	Materiais adicionais	103
1.9.1	Cache e CDN para a distribuição OTT	103
1.9.2	Ligação de sistemas de monitorização externos	114
1.9.3	Otimização do funcionamento do nó	118
1.9.4	Transcodificador Intel VPL: hardware suportado	119
1.10	FAQ	122
1.10.1	SRT: autorização por login e senha em software de terceiros	122
1.10.2	Recomendações para o trabalho com multicast UDP	123
1.10.3	Recomendações para a configuração da rede para multicast	123
1.10.4	Flussonic e SRT	124
1.11	Ferramentas	124
1.11.1	TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.3 – TR 101 290	125
1.11.2	MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.1 – migração da identidade MPTS	132
1.12	Materiais de referência	139
1.13	Histórico de versões	139
1.13.1	versão 2.0.0.206 Beta	139
1.14	Roadmap	143
1.14.1	Desembaralhamento de fluxos individuais através de um CAM	143
1.14.2	Sistemas DRM comerciais para a distribuição OTT	144
1.14.3	Sinalização dos pontos de inserção de publicidade na distribuição OTT	144

CAPÍTULO 1

Perfect Streamer – Guia do usuário

1.1 Finalidade



O **Perfect Streamer** é um software de servidor para a entrega confiável de fluxos MPEG-TS através da rede pública da Internet com perdas de pacotes e latência, bem como para a recepção, o processamento, a multiplexação, a transcodificação e a distribuição OTT de canais de televisão. O produto destina-se a radiodifusores e operadoras de telecomunicações: transporte de backbone de canais entre operadoras, cabeças de rede DVB-to-IP, plataformas IPTV/OTT e redes de distribuição.

O Perfect Streamer é fornecido como uma única aplicação para Linux x86-64 com interface web integrada e API HTTP. Uma única instalação executa todas as etapas da cadeia: recepção, processamento e remultiplexação, transcodificação, transporte entre nós, distribuição OTT e arquivamento (DVR), monitoramento e muito mais.

1.1.1 Transporte de fluxos entre nós

Para cada fluxo, configura-se um servidor transmissor (**Sender**) e um ou mais receptores (**Receiver**). Para o transporte de fluxos entre o transmissor e o receptor, bem como para a comunicação com equipamentos de terceiros, estão disponíveis quatro protocolos **Peer**:

- **PS1** (Perfect Stream) — protocolo de desenvolvimento próprio baseado em UDP, que funciona segundo o princípio Automatic Repeat reQuest (ARQ) com retransmissão seletiva. Baixo consumo de recursos; transporte de fluxos de alta taxa de bits, incluindo um MPTS completo. Especialmente eficaz em configurações ponto-multiponto, um emissor e muitos receptores.
- **SRT** — protocolo aberto, amplamente difundido e com boas características de compensação de perdas de pacotes; modos listener/caller; compatível com equipamentos de terceiros e serviços em nuvem.
- **RIST** — protocolo aberto baseado em RTP/RTCP. Funciona segundo o princípio ARQ sem ACK, apenas com NACK, o que garante alta eficiência; perfis Simple e Main.
- **Pro-MPEG / RTP+FEC** (Pro-MPEG COP3, também conhecido como SMPTE 2022-1/2) — RTP com correção de erros para a frente (FEC) sem canal de retorno. Suas vantagens são a baixa latência e a compatibilidade com equipamentos de radiodifusão profissionais; suas desvantagens são o tráfego adicional permanente e a fraca recuperação em caso de grandes perdas de pacotes.

Todos os protocolos Peer oferecem suporte à criptografia AES. Uma descrição detalhada dos protocolos e o planejamento dos canais de transporte encontram-se na seção [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#).

Além dos protocolos Peer, há suporte a entradas e saídas padrão: UDP (unicast/multicast), RTP, HLS/HTTP, RTMP/RTMPS, arquivo/dispositivo, canal nomeado (pipe) e aplicação externa (std); adicionalmente, apenas como entradas — TCP e RTSP.

1.1.2 Funções principais

- [Processamento sem transcodificação](#) — listas de PID permitidos e proibidos, reatribuição de PID e disposição automática dos PIDs do programa, edição de SDT e idiomas de áudio, alteração de PNR, remoção de tabelas desnecessárias (SDT/CAT/NIT/TDT, teletexto, legendas), ajuste dos intervalos de PAT/PMT à TR 101 290; modos de taxa de bits, incluindo CBR com preenchimento até uma taxa de bits constante compatível com DVB.
- [Multiplexador MPTS](#) — montagem de um multiplex a partir de programas individuais com geração de PSI/SI e uma saída em conformidade com a TR 101 290.
- [Demultiplexador](#) — extração de programas individuais de um MPTS para SPTS independentes.

- **Transcodificador** — transcodificação por hardware em GPU NVIDIA e Intel VPL, por software na CPU; vários codificadores a partir de um único decodificador (por exemplo, para taxa de bits adaptativa).
- **Analizador** — controle de conformidade com a TR 101 290 (DVB) para SPTS e MPTS, detector de deriva de PCR, modelo de buffer T-STD, análise profunda do fluxo, analisador SCTE-35, detector CBR/VBR.
- **EPG e EIT** — captura de EIT do ar para a base de EPG, importação de XMLTV, geração de EIT correto (present/following e schedule) no fluxo de saída, geração forçada de SDT.
- **Servidor EPG** — fornecimento do XMLTV completo em /xmltv com restrição do conjunto de canais por login, para middleware OTT.
- **Fluxos de teste** — gerador de sinal de teste integrado.
- **Meshwork** — agrupamento de servidores em domínios com base no protocolo gossip de redes descentralizadas: status ao vivo dos nós, catálogo comum dos endereços e portas em uso (biblioteca de recursos), replicação de alertas por todo o domínio.
- Contabilização de sessões e controle de acesso — limites de conexões por usuário, ACL por canal, login prefix/suffix para integração com middleware. Autorização de sessões de clientes em faturamento externo — verificação de cada sessão na conexão e reautorização periódica com revogação de acesso no meio da sessão (ciclo de vida no estilo RADIUS: Start / Interim / Stop); um HTTP connector universal para conectar o faturamento da operadora. A contabilização é feita separadamente para cada protocolo — HLS/DASH para OTT e PS1/SRT para o peering de fluxos.
- **Interface web** — gerenciamento de todas as funções, papéis de administradores, perfis adaptáveis para estação de trabalho, tablet e telefone.
- Certificados TLS automáticos (ACME) — emissão e renovação automáticas de certificados, recarga a quente de TLS; HTTPS e HTTP/3 «prontos para uso».
- **Analizador** e monitoramento — controle da TR 101 290 (DVB) na entrada, alertas unificados entregues por Email, Telegram ou para um script externo, mosaico de canais.

Também estão disponíveis: redundância de fontes com comutação automática; integração com sistemas de monitoramento (Zabbix, Grafana, Prometheus, InfluxDB, Nagios); integração com faturamento externo para autorização de sessões de clientes; backup e exportação/importação de configurações.

1.1.3 Para radiodifusores DVB

Para as cabeças de rede de radiodifusão via satélite, cabo e terrestre (DVB-to-IP, remultiplexação, contribuição entre instalações), estão disponíveis:

- **Recepção a partir de placas DVB** — DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2 e DVB-C com um conjunto completo de parâmetros de configuração; controle de LNB e DiSEqC 1.0, compartilhamento de LNB entre sintonizadores.
- Scanner de transponders e varredura «cega» — percurso das listas de referência (satellites.xml, cables.xml, terrestrial.xml) com coleta de PSI/SI, construção da estrutura multiplex → programa e medição de SNR, nível e BER; busca de transponders não padronizados sem arquivo de referência.
- Desembaralhamento — CI/CAM por hardware (EN 50221) com CAM integrado ao receptor DVB, e BISS-1 / BISS-E por software (chaves por PNR ou PLP, atualização a quente). Limpeza de acesso condicional na saída — remoção de ECM/EMM, CAT e descritores CA da PMT para obter um fluxo FTA limpo.
- Descapsulação T2-MI (ETSI TS 102 773) — entrega simultânea do multiplex externo DVB-S/S2 e de todas as portadoras T2-MI aninhadas: recepção de DVB-T2 regional via satélite sem um gateway separado.

- Monitor de sinal (femon) — medição contínua de lock, nível, SNR, BER e UCB com construção de gráficos ao longo do tempo.
- [Demultiplexador](#) — extração de um programa individual (por PNR) de um transponder recebido para um SPTS independente.

1.1.4 Para radiodifusores OTT

Para operadoras IPTV/OTT e plataformas de distribuição, estão disponíveis:

- [Entrega OTT](#) — HLS, Low-Latency HLS e MPEG-DASH sobre CMAF; entrega via HTTPS e HTTP/3 (QUIC); multitaxa de bits adaptativa (ABR) em uma única master playlist; segmentação alinhada a GOP/IDR; MPEG-TS bruto over HTTP para clientes TS.
- Legendas WebVTT — decodificação de teletexto DVB e legendas DVB para WebVTT para players OTT, inclusive no arquivo.
- [DVR em rede](#) — gravação de cada canal OTT em um arquivo em disco em paralelo com a distribuição; reprodução do arquivo pelos mesmos URLs HLS/DASH (deslocamento temporal e VOD), transição sem interrupções do arquivo → live, catch-up baseado em EPG, VOD adaptativo e arquivo CMAF, armazenamentos multidisco com retenção e limpeza automática.
- [Transcodificador e escada ABR](#) — um único decodificador alimenta vários codificadores com resolução, taxa de bits e codec próprios (1toN); por hardware em GPU (NVIDIA, Intel VPL) ou por software na CPU.
- Prontidão para CDN — segmentos endereçáveis por conteúdo com cabeçalhos immutable, cache-key normalizado e CORS para escalonamento atrás de um proxy reverso ou CDN.

1.2 Instalação

Perfect Streamer é instalado a partir de pacotes; há repositórios disponíveis para as famílias RHEL e Debian. Após a instalação, [ative e faça a configuração inicial do serviço](#).

1.2.1 Requisitos do sistema

- O **Perfect Streamer** funciona no sistema operacional Linux. O requisito principal é a versão GLIBC >= 2.17.
- As interfaces de rede utilizadas pelo serviço do streamer devem ter uma configuração estática.
- Os scripts do instalador utilizam o utilitário **sudo**, ou seja, ele deve estar instalado no sistema.

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

Requisitos de hardware aproximados: 1 núcleo a 2.4 GHz e 1 GB de RAM para cada 200 Mbps de tráfego. A estimativa é aproximada e depende dos protocolos utilizados e das configurações do serviço.

1.2.2 Instalação em sistemas da família RHEL

Instalar o repositório para o RHEL 7:

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

Ou para o RHEL 8+:

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

Instalar o pacote:

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

Atualizar o pacote:

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

Remover todos os pacotes:

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

Nota: **openSUSE** (Leap, última versão estável) é um sistema baseado em RPM. Utiliza o mesmo repositório que 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
```

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

1.2.3 Instalação em sistemas da família 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
```

Atualizar o pacote:

```
$ sudo apt install pstreamer
```

Remover todos os pacotes:

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

1.2.4 Arquivos e serviços

/usr/local/bin/pss

Arquivo executável.

/opt/pss/config/pss.properties

Configurações globais, logs, caminhos de pastas etc. Após alterações, reiniciar o serviço.

/opt/pss/config/pss.json

Arquivo de configuração principal. Criado e atualizado automaticamente. Na inicialização, o serviço tenta carregar exatamente este arquivo.

/opt/pss/config/pss_back.json

Cópia de segurança da configuração de trabalho anterior. Salva automaticamente pela ação **Restaurar configurações** na interface web e usada como primeira alternativa se o arquivo principal *pss.json* não puder ser analisado.

/opt/pss/config/pss_default.json

Arquivo de configuração padrão. Fornecido junto com o pacote e aplicado como última alternativa se nem o arquivo principal *pss.json* nem *pss_back.json* puderem ser carregados. É a partir dele também que o *pss.json* de trabalho é criado logo na primeira inicialização: o arquivo define a porta da interface web 8808 e a conta *admin / admin*.

/opt/pss/config/bad/

Arquivo dos arquivos *pss.json* danificados. Se o arquivo de configuração principal não puder ser analisado na inicialização, ele é movido para cá com um nome no formato *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json*. O diretório é criado automaticamente. Para mais detalhes, consulte a seção [Comportamento na inicialização e em erros de configuração](#).

/opt/pss/data

Pasta de armazenamento de dados. Criada e atualizada automaticamente. Pode ser alterada no arquivo de configurações globais.

/usr/lib/systemd/system/pss.service

Arquivo de unidade systemd do serviço.

/var/log/pss

Pasta de gravação 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**.

Comportamento na inicialização e em erros de configuração

Na inicialização, o serviço tenta carregar sucessivamente os arquivos de configuração da pasta `/opt/pss/config`:

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

É utilizado o primeiro arquivo carregado com sucesso. Se todos os três arquivos estiverem ausentes ou danificados, o serviço inicia com configurações vazias; nesse caso, são necessárias a edição manual da senha administrativa e uma reinicialização.

Arquivo de configuração estruturalmente danificado. Se *pss.json* contiver 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 arquiva o arquivo danificado em `/opt/pss/config/bad/` com o nome *pss_YYYYMMDD_HHMMSS.json* (data e hora da inicialização). Depois disso, o serviço continua suas 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*. Os detalhes (nome da chave, descrição do erro, nome do arquivo arquivado) são registrados no log de funcionamento.

Somente o arquivo principal *pss.json* é arquivado. Os arquivos *pss_back.json* e *pss_default.json* não são arquivados quando danificados — as entradas do log são suficientes para o diagnóstico, e os próprios arquivos permanecem em seu 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 no arquivo de configuração ocorrer um valor numérico menor que o mínimo permitido ou maior que o máximo permitido para esse parâmetro, o serviço não descarta o arquivo por completo. Em vez disso, é registrado no log um aviso indicando o nome do parâmetro, o valor lido e o limite aplicado, e o próprio valor é ajustado ao limite do intervalo permitido mais próximo (o mínimo ou o máximo). Após a conclusão do carregamento, o serviço regrava automaticamente *pss.json* com os valores já corrigidos, de modo que, na reinicialização seguinte, esses avisos não apareçam mais.

Esse comportamento se aplica somente no carregamento inicial do arquivo de configuração. Ao alterar as configurações pela interface web ou pela API externa, os valores fora do intervalo permitido continuam sendo rejeitados com um erro — sem correção automática.

1.2.5 Transcodificadores

Instalação dos transcodificadores para o Perfect Streamer.

Pacotes disponíveis:

- **pstreamer-tcs**w — transcodificação na CPU (Software).
- **pstreamer-tcn**v — transcodificação na GPU NVIDIA.
- **pstreamer-tci**vpl — transcodificação na GPU Intel (Intel VPL).

O requisito principal é a versão do GLIBC ≥ 2.28 .

O transcodificador funciona no AlmaLinux 8.9. O transcodificador Intel VPL funciona em sistemas AlmaLinux 10 (RHEL 10) e Ubuntu 24.04.

Qual hardware Intel é adequado para a transcodificação, quais runtimes e codecs estão disponíveis nas diferentes gerações de gráficos e como verificar que o hardware foi reconhecido — na seção [Transcodificador Intel VPL: hardware suportado](#).

RHEL 8+

1. Instalar o pstreamer.
2. Para NVIDIA, instalar os repositórios e atualizar o sistema (caso ainda não tenham sido 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 o 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 o reinício, 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 do 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
```

Ubuntu 22/24

1. Instalar o pstreamer.

2. NVIDIA Encoder.

- Instalar o toolkit CUDA 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 o reinício, verificar o funcionamento do driver:

```
nvidia-smi
```

O transcodificador requer a versão CUDA 12.5 para funcionar. No sistema já pode estar instalada outra versão do CUDA. Além disso, ao atualizar o sistema, é possível que o CUDA seja atualizado para uma versão mais recente. Isso não interfere no funcionamento; não é necessário removê-las, pois as diferentes versões do CUDA são instaladas em pastas separadas.

3. Intel VPL Encoder (Ubuntu 24.04).

Os componentes principais do Intel VPL são obtidos do repositório oficial do Intel Graphics — nos repositórios padrão do Ubuntu, eles são mais antigos e não suportam as GPUs modernas.

- Adicionar o repositório do Intel Graphics:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install -y ca-certificates gnupg wget
wget -q0 - https://repositories.intel.com/gpu/intel-graphics.key | sudo gpg --yes --
↳dearmor --output /usr/share/keyrings/intel-graphics.gpg
echo "deb [arch=amd64 signed-by=/usr/share/keyrings/intel-graphics.gpg] https://
↳repositories.intel.com/gpu/ubuntu noble unified" | sudo tee /etc/apt/sources.list.d/
↳intel-gpu-noble.list
sudo apt-get update
```

- Instalar o runtime do Intel VPL e o driver:

```
sudo apt-get install -y libvpl2 libmfxgen1 intel-media-va-driver-non-free
```

- Opcionalmente, é possível instalar as ferramentas de diagnóstico:

```
sudo apt-get install -y libvpl-tools
```

- O usuário **pss** em nome do qual o serviço é executado deve pertencer aos grupos **render** e **video** (acesso aos dispositivos `/dev/dri/`):

```
sudo usermod -aG render,video pss
sudo systemctl restart pss
```

- Verificar que a GPU está visível (com o libvpl-tools instalado):

```
vainfo --display drm --device /dev/dri/renderD128
vpl-inspect
```

Na saída de *vainfo* deve estar presente a linha "Driver version: Intel iHD ...", e *vpl-inspect* deve listar a implementação por hardware (AccelerationMode VA-API).

4. Instalar os pacotes do transcodificador.

- Método CPU Software:

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

- NVIDIA GPU:

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

- Intel VPL GPU (Ubuntu 24.04):

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

Arquivos e verificação da instalação

Os pacotes dos transcodificadores instalarão os seguintes arquivos:

- `/usr/local/bin/tcsw` — arquivo executável do transcodificador SW (CPU).
- `/usr/local/bin/tcnv` — arquivo executável do transcodificador NVIDIA (GPU).
- `/usr/local/bin/tcivpl` — arquivo executável do transcodificador Intel VPL (GPU).
- `/opt/pss/config/pss_tc_sw.properties` — arquivo de configuração de inicialização do transcodificador SW (CPU).

- `/opt/pss/config/pss_tc_nv.properties` — arquivo de configuração de inicialização do transcodificador NVIDIA (GPU).
- `/opt/pss/config/pss_tc_ivpl.properties` — arquivo de configuração de inicialização do transcodificador Intel VPL (GPU).

A instalação dos pacotes do transcodificador reiniciará o serviço **pss**. A instalação dos transcodificadores pode ser verificada na seção *About* da interface web: será exibida a versão dos transcodificadores ou um erro.

Outros sistemas operacionais baseados em Debian e RHEL

Para instalar o transcodificador pstreamer-tcnv em sistemas operacionais diferentes de Ubuntu 22/24 e RHEL 8+, utilize o configurador para selecionar a versão de CUDA e do driver necessária no site da NVIDIA:

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

Ao selecionar cada versão do CUDA, há informações disponíveis sobre para qual versão de sistema operacional ela é adequada. A arquitetura suportada é x86_64. Se você precisar de uma versão mais antiga do sistema operacional, verifique seu suporte em versões mais antigas do CUDA. O requisito principal para o sistema operacional é o suporte à versão do GLIBC ≥ 2.28 .

O driver NVIDIA deve ser instalado a partir do repositório oferecido para a versão do seu sistema operacional na página da versão do CUDA selecionada.

O suporte das placas de vídeo NVIDIA para a funcionalidade do transcodificador pstreamer-tcnv pode ser verificado no site da NVIDIA na [Video Encode and Decode Support Matrix](#). Nesta página está disponível uma matriz de suporte de formatos de vídeo para o decodificador e o codificador, além de outras características.

Remoção da versão antiga do CUDA e do driver

Caso tenha sido instalada uma versão incorreta do CUDA e do driver, pode ser necessário instalar outra versão, removendo previamente a versão instalada.

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

Remoção do CUDA

RHEL:

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

Debian/Ubuntu:

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

Remoção do driver

Ubuntu 22/24:

```
apt remove --autoremove --purge -V \
  cuda-compat\* \
  cuda-drivers\* \
  libnvidia-cfgl\* \
  libnvidia-compute\* \
  libnvidia-decode\* \
  libnvidia-encode\* \
  libnvidia-extra\* \
  libnvidia-fbc1\* \
  libnvidia-gl\* \
  libnvidia-gpucomp\* \
  libnvidia-nsq\* \
  libnvdm\* \
  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\*
```

1.3 Primeira inicialização e ativação

1.3.1 Ativação temporária e inicialização

A versão temporária não tem limite no número de fluxos. Após a instalação, o serviço **pss** fica inativo, pois é necessária a ativação para iniciá-lo. Para a ativação temporária, executar o script:

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

O serviço **pss** será iniciado e configurado para inicialização automática. É possível verificar se a inicialização foi bem-sucedida:

```
$ systemctl status pss
```

Em caso de problemas, consultar os logs:

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

1.3.2 Configurações iniciais

Conectar-se à interface web através de um navegador:

`http://host:8808`

Usuário: *admin*

Senha: *admin*

Estão disponíveis duas interfaces web: a nova (principal) no caminho */admin* e a clássica no caminho */classic*.

Portas dos serviços por padrão:

Serviço	HTTP	HTTPS
Interface web e HTTP API	8808	43981
Distribuição OTT (servidor HTTP)	43972	43982
Servidor EPG	43973	43983

Logo após a instalação, apenas a porta HTTP da interface web — 8808 — está disponível. Ela é definida no arquivo *pss_default.json* fornecido com o pacote, a partir do qual o *pss.json* de trabalho é criado na primeira inicialização; esse arquivo não descreve nenhum outro serviço, portanto as demais portas da tabela são abertas somente após a configuração do serviço correspondente, e o HTTPS — somente após a habilitação do TLS e a instalação de um certificado. Se a chave `web-server.bind-port` estiver ausente nas configurações, o serviço usa o valor de reserva embutido 43971.

É obrigatório alterar o login e a senha do administrador — na lista de administradores da interface web. Às contas são atribuídas funções: **Admin** (acesso total), **Restricted admin** (visualização e pausa de fluxos), **Viewer** (apenas visualização).

Se necessário, alterar a porta da interface web — nas configurações do servidor web. A alteração entra em vigor após reiniciar o serviço; o reinício pode ser feito a partir da interface web.

Os dados de ativação podem ser verificados na seção *About* da interface web.

1.3.3 Ativação permanente

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

1. Na seção *About* da interface web, obter os dados C2V para a solicitação de ativação e enviá-los ao fornecedor.
2. Inserir os dados V2C recebidos do fornecedor, a partir de um arquivo ou da área de transferência, na mesma seção da interface web.
3. Na mesma seção, verificar os dados de ativação.

Para que o Perfect Streamer detecte a chave USB com uma licença de teste ativa, é necessário reiniciar o serviço **pss** — pela função de reinício na interface web ou com o comando `sudo systemctl restart pss`. Se o prazo da licença de teste expirar, o próprio serviço mudará para a chave USB permanente.

1.3.4 Ao expirar o prazo da licença anual ou de teste

Se o serviço **pss** não puder ser iniciado, inserir o comando:

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

O seguinte erro significa que a licença do Perfect Streamer expirou:

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

1.4 Planejamento e protocolos de transmissão de dados

O núcleo do **Perfect Streamer** é a entrega confiável de fluxos MPEG-TS entre nós através de uma rede pública com perda de pacotes e atrasos. Esta seção descreve o modelo de transmissão, os protocolos de transporte e como planejar um canal: escolher um protocolo e calcular a largura de banda, a latência e as portas. As configurações detalhadas de cada campo são tratadas na descrição contextual da interface web ([Interface web](#)), e o processamento do fluxo em um nó na seção [Streamer: detalhes de implementação](#).

1.4.1 Modelo de transmissão: Stream, Sender, Receiver, Peer

A unidade de trabalho é um fluxo (**Stream**), um único canal MPEG-TS. Para cada fluxo configura-se um servidor emissor (**Sender**) e um ou mais receptores (**Receiver**); a associação emissor-receptor é designada por **Peer**.

A configuração se resume a listas de entradas (**input**) e saídas (**output**) para cada fluxo:

- no emissor, **input** são as fontes MPEG-TS, **output** é a transmissão para os receptores;
- no receptor, **input** é a recepção do fluxo do emissor.

Várias entradas na lista fornecem redundância de fontes, várias saídas fornecem a distribuição simultânea de um mesmo canal a muitos destinatários e por diferentes protocolos.

Para os protocolos em que o receptor inicia a conexão, um receptor atrás de NAT conecta-se sozinho ao emissor — não é necessário o encaminhamento de portas de entrada do seu lado.

1.4.2 Protocolos Peer de transmissão confiável

Para a transmissão entre o emissor e o receptor estão disponíveis quatro protocolos Peer. Eles se dividem em duas classes segundo o princípio de compensação de perdas:

- **ARQ** (Automatic Repeat reQuest) — os pacotes perdidos são retransmitidos a pedido do receptor. Requer um canal de retorno e um búfer no receptor; a profundidade de recuperação é configurável. A esta classe pertencem PS1, SRT e RIST.
- **FEC** (Forward Error Correction) — ao fluxo são adicionados continuamente dados redundantes que permitem recuperar as perdas sem canal de retorno. A esta classe pertence Pro-MPEG / RTP+FEC.

PS1 (Perfect Stream)

Um protocolo de desenvolvimento próprio baseado em UDP. Funciona segundo o princípio ARQ com retransmissão seletiva. Distingue-se pelo baixo consumo de recursos e transporta fluxos de alta taxa de bits, incluindo um MPTS completo.

O receptor inicia a conexão, por isso o emissor exige autenticação: os receptores são registrados como Peer com login e senha ou são autorizados por IP. A latência é determinada pelo búfer do receptor (janela de eliminação de jitter e de retransmissão); o búfer do emissor deve ser maior que o dos receptores. Ao trocar a fonte ativa no emissor, os receptores não se reconectam — a interrupção é recuperada por retransmissão normal, sem reconexão visível.

PS1 é um protocolo proprietário e funciona apenas entre nós Perfect Streamer. É especialmente eficiente em uma configuração ponto-multiponto: um emissor e muitos receptores.

SRT

Um protocolo aberto baseado em UDP (UDT). É amplamente difundido e compensa bem a perda de pacotes. Suporta os modos listener e caller, o que proporciona compatibilidade com equipamentos SRT de terceiros e serviços em nuvem.

No modo listener no emissor, vários receptores se conectam a um mesmo fluxo; para a autorização, os receptores são registrados como Peer e está disponível a autorização por IP. A parte iniciadora (caller) pode estar tanto no receptor quanto no emissor. A margem de largura de banda para a retransmissão é definida em porcentagem acima da taxa de bits do fluxo.

Em nós de recepção densos, com um grande número de entradas SRT em modo caller, é possível desativar a bufferização interna do receptor SRT (TSBPD): a sincronização passa a ser assumida pelo búfer de jitter do nó (*Sincronização*), o que reduz sensivelmente a carga de CPU.

RIST

Um protocolo aberto baseado em RTP/RTCP. Funciona segundo o princípio ARQ sem ACK, apenas por NACK, o que garante alta eficiência. Utiliza unicast e multicast.

São implementados os perfis Simple e Main: Simple ocupa duas portas UDP consecutivas (a porta base deve ser par), Main multiplexa os dados em uma única porta. Suportam-se vários caminhos (peers) com balanceamento ponderado — para redundância e agregação. Em multicast pode haver muitos receptores, com autorização por IP.

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

Entrega de MPEG-TS sobre RTP com correção antecipada de erros (FEC), sem canal de retorno. O protocolo é conhecido também como Pro-MPEG COP3. No PSS está implementada uma matriz FEC bidimensional (linhas e colunas, SMPTE 2022-2).

O fluxo de pacotes RTP é agrupado em uma matriz de tamanho definido, ao longo de cujas linhas e colunas são formados os pacotes FEC. Quanto menor a matriz, melhor a recuperação, mas maior a sobrecarga constante. Os canais FEC ocupam duas portas adicionais (port+2 e port+4), o que deve ser considerado ao colocar vários fluxos em um mesmo host ou em um mesmo grupo multicast.

As vantagens são a baixa latência fixa e a compatibilidade com equipamentos de radiodifusão profissionais. As desvantagens são o tráfego adicional constante e a fraca recuperação em grandes perdas (acima de

~0,2 %), por isso o protocolo é destinado a canais gerenciados com baixas perdas e não à internet pública «pesada».

1.4.3 Escolha do protocolo de transmissão

Protocolo	Princípio	Canal de retorno	Latência	Compatibilidade
PS1	ARQ sobre UDP	necessário	configurável	apenas entre nós Perfect Streamer
SRT	ARQ sobre UDP (UDT)	necessário	configurável	aberto; equipamentos SRT de terceiros e nuvem
RIST	ARQ (NACK) sobre RTP/RTCP	necessário	configurável	aberto; equipamentos RIST de terceiros; unicast e multicast
Pro-MPEG / RTP+FEC	FEC sobre RTP	não necessário	baixa, fixa	aberto (SMPTE 2022-1/2); equipamentos de radiodifusão profissionais

Referências de escolha:

- um canal entre nós Perfect Streamer, alta taxa de bits ou MPTS completo, distribuição ponto-multiponto – **PS1**;
- compatibilidade com equipamentos de terceiros ou a nuvem, configuração flexível da margem de retransmissão – **SRT**;
- um transporte aberto baseado em RTP, multicast, balanceamento por vários caminhos – **RIST**;
- um canal gerenciado com baixas perdas, latência mínima sem canal de retorno, equipamentos de radiodifusão profissionais – **Pro-MPEG / RTP+FEC**.

1.4.4 Planejamento da largura de banda, da latência e das portas

Protocolos ARQ (PS1, SRT, RIST). As perdas são compensadas por retransmissão, por isso é preciso prever:

- um canal de retorno do receptor ao emissor;
- uma margem de largura de banda acima da taxa de bits nominal – picos de perdas causam picos de tráfego de retransmissão;
- um búfer no receptor para a latência do canal. Quanto maior o búfer, mais profunda a recuperação de perdas, mas maior a latência de ponta a ponta; como referência, vários valores de RTT. Fluxos de baixa taxa de bits exigem um búfer maior em tempo, para que caibam pacotes suficientes na janela de recuperação.

Protocolo FEC (Pro-MPEG / RTP+FEC). Os pacotes redundantes são transmitidos continuamente, independentemente das perdas reais, por isso a sobrecarga é fixa e depende do tamanho da matriz FEC. Não é necessário canal de retorno, a latência é baixa e fixa, mas a recuperação é limitada – este transporte é para canais com baixas perdas.

Portas. Cada ponto de escuta precisa de uma porta UDP única dentro do host ou do grupo. Além disso, leve em conta que o perfil RIST Simple ocupa duas portas consecutivas (a porta base par e a seguinte), e o Pro-MPEG ocupa a porta base mais duas portas FEC (port+2 e port+4). Em uma rede Meshwork, um catálogo comum de endereços e portas ocupados ajuda a evitar colisões (ver [Meshwork](#)).

1.4.5 Criptografia de fluxos

Todos os protocolos Peer suportam criptografia AES usando uma frase-senha comum inserida em ambos os lados. Para SRT seleciona-se adicionalmente o comprimento da chave (128, 192 ou 256 bits). A criptografia não altera a taxa de bits do fluxo.

Para Pro-MPEG, a criptografia é uma extensão não padronizada, por isso, quando ativada, a compatibilidade com software e equipamentos de terceiros não é garantida.

1.4.6 Outras entradas e saídas

Além dos protocolos Peer, estão disponíveis transportes padrão para recepção e transmissão:

Protocolo	Entrada	Saída	Observação
UDP	sim	sim	unicast/multicast, SSM, seleção de interface; até 7 pacotes TS por datagrama
RTP	sim	sim	restabelecimento da ordem dos pacotes desordenados
TCP	sim	—	modo cliente; recepção onde o UDP está bloqueado
HLS / HTTP	sim	sim	na recepção, a variante da lista de reprodução adaptativa é selecionada por um número configurável (a primeira, por padrão); entrada apenas para SPTS
RTSP	sim	—	câmeras IP e servidores RTSP; auto-remux para MPEG-TS; apenas para SPTS
RTMP / RTMPS	sim	sim	publicação em receptores RTMP de terceiros; H.264 e HEVC; apenas para SPTS
file / device	sim	sim	gravação em arquivo TS e saída para um dispositivo (incluindo SDI); reprodução em loop a partir de um arquivo
pipe (FIFO)	sim	sim	ponte para um processo externo através de um canal nomeado
std (aplicação externa)	sim	sim	ponte para protocolos não padronizados através de uma aplicação de console

A publicação e a recepção de RTMP são descritas em [Publicação e recepção RTMP](#); RTSP, entrada HLS/HTTP, arquivos e dispositivos, canais nomeados e aplicações externas estão em [Outras entradas e saídas](#). As configurações detalhadas de cada transporte estão na seção [Interface web](#). A distribuição OTT (HLS, LL-HLS, DASH) é descrita separadamente em [OTT e DVR](#).

1.4.7 Redundância de fontes e distribuição

Redundância. Para um fluxo é possível definir várias entradas; apenas uma fica ativa de cada vez. Em caso de falha da entrada ativa, o fluxo alterna automaticamente para a próxima da lista e, ao ser restabelecida, pode voltar à fonte prioritária. Isso permite planejar antecipadamente as fontes principal e de reserva de um canal; as configurações detalhadas da comutação de entradas são descritas em [Fluxos SPTS](#).

Distribuição. Várias saídas em um mesmo fluxo permitem distribuir um mesmo canal a muitos destinatários de uma só vez e por diferentes protocolos simultaneamente.

1.4.8 Requisitos do fluxo de entrada

- Conformidade com ISO/IEC 13818-1, Single Program (SPTS) ou Multi Program Transport Stream (MPTS).
- A composição das faixas depende do tipo de conteúdo selecionado do fluxo SPTS, ver [Fluxos SPTS](#).
- Fluxos embaralhados (codificados) são suportados, ver [Fluxos SPTS](#).
- Para a sincronização, o fluxo deve conter marcas PCR válidas.

A filtragem, a modificação e os modos de taxa de bits do fluxo de entrada são descritos em [Fluxos SPTS](#), e as particularidades da multiplexação em [Fluxos MPTS](#).

1.5 Início rápido

Cenário completo: do nó instalado até um fluxo em operação com a sua distribuição. Pressupõe-se que o Perfect Streamer já esteja instalado ([Instalação](#)), que o serviço esteja iniciado e ativado e que a sessão na interface web já tenha sido iniciada ([Primeira inicialização e ativação](#); acesso e papéis — [Acesso e funções](#)).

1.5.1 Passo 1. Criar um fluxo

1. Abra a tela «Fluxos» ([Fluxos](#)) e clique em «+ Novo fluxo».
2. Na janela «Novo fluxo» ([Novo fluxo](#)) mantenha o tipo SPTS — programa único — e defina o «Nome do fluxo» (2–32 caracteres: letras latinas, dígitos, hífen, sublinhado). O tipo não pode ser alterado após a criação.
3. Clique em «Criar» — abre-se o editor do fluxo ([Configurar fluxo](#)).

Um novo fluxo é criado em pausa — isso é normal: primeiro a configuração, depois a partida.

1.5.2 Passo 2. Adicionar uma entrada

Na aba «Entradas» do editor, clique em «Adicionar entrada». Para a recepção típica UDP/multicast, selecione o tipo udp e indique o endereço do grupo e a porta — os campos Address (multicast group) e Port; os nomes dos campos são os da interface. A lista completa dos protocolos de recepção e a sua escolha estão descritas na seção [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#).

Se não houver uma fonte real à disposição, utilize o gerador de teste — uma entrada do tipo test-stream ([Fluxos de teste](#); é necessário o pacote do transcodificador por software instalado, [Transcodificadores](#)): ele forma um padrão de teste com áudio, sem sinal externo.

Um fluxo pode ter várias entradas — a primeira da lista é a principal, as demais são de reserva ([Redundância de fontes](#)).

1.5.3 Passo 3. Iniciar e verificar

Os novos objetos são criados em pausa — retire-os da pausa: com o botão de pausa na linha da entrada, na aba «Entradas» («Retomar entrada»), e com o botão de pausa do fluxo, na sua linha da lista ou no cabeçalho do editor («Retomar fluxo»). O fluxo passará ao estado «No ar».

Verifique a recepção na janela de estatísticas do fluxo ([Estatísticas do fluxo](#)):

- o estado e a entrada ativa — no cabeçalho da janela;
- a seção «Verificação MPEG-TS» — todos os indicadores devem estar marcados ([Verificação de validade](#));
- o bitrate de entrada e os gráficos;
- a imagem do fluxo é vista na seção «Instantâneo» da janela de estatísticas e na tela «Mosaico» ([Mosaico](#)).

1.5.4 Passo 4. Distribuir o fluxo

Opção A — OTT (HLS). Na aba «OTT» do editor do fluxo, defina «Serviço HLS» com o valor OTT / HLS e salve. O modelo de URL aparecerá na janela de estatísticas (seção «URL de entrega») — copie-o e substitua as partes login/password pelas credenciais do login de cliente criado na tela «Usuários / Logins» ([Usuários / Logins](#)), após o que a URL abrirá no player. Os modos de distribuição, DASH e Low-Latency HLS estão descritos em [OTT e DVR](#).

Opção B — saída de transporte. Na aba «Saídas», adicione uma saída do protocolo necessário (UDP, SRT, PS1, RIST e outros — [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#)), indique o endereço do destinatário e retire a saída da pausa. Pode haver várias saídas — o fluxo será enviado a todos os destinatários simultaneamente.

1.5.5 Próximos passos

- Escolha dos protocolos de transmissão e planejamento do esquema de entrega — [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#).
- Processamento do fluxo no nó: filtragem, bitrate, análise, transcodificação — [Streamer: detalhes de implementação](#).
- Gravação do arquivo e reprodução (DVR) — [DVR: arquivo do fluxo](#).
- União dos nós em uma rede e monitoramento de todo o local — [Meshwork](#).
- Referência de todas as telas da interface web — [Interface web](#).

1.6 Meshwork

Meshwork é um mecanismo para unir servidores do Perfect Streamer em uma única rede de nós. Os nós de um mesmo domínio descobrem-se automaticamente e trocam informações de serviço pelo protocolo gossip característico das redes descentralizadas. A união dos nós oferece três possibilidades:

- **Status ao vivo dos nós.** No painel de administração de qualquer nó é possível ver o estado de todos os demais nós da rede: quem está em contato, quem está em silêncio, quem está atrás de NAT e quando ocorreu o último contato. Não é necessário abrir cada servidor separadamente. Um nó que deixa de trocar dados passa ao estado offline — isso fica imediatamente visível em todos os nós.

- **Catálogo de recursos compartilhado (biblioteca).** As entradas e saídas UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST / PS1 / SRT em execução nos nós aparecem em um catálogo compartilhado, visível em todos os nós do domínio: é conveniente escolher um endereço e uma porta livres, evitar colisões de multicast e encontrar onde o fluxo necessário já é enviado ou recebido. Dentro do domínio, o peer entre os nós é estabelecido por autologin – sem a introdução manual de logins e senhas em ambos os lados.
- **Replicação dos alertas pelo domínio.** Os alertas de um nó são visíveis em todos os nós do mesmo domínio: ao operador de plantão basta uma única janela para monitorar todo o local. Basta configurar as notificações externas em um único nó do domínio – as notificações serão entregues a respeito de todos os nós desse domínio.

Meshwork é uma camada de visibilidade e coordenação: não transfere fluxos entre servidores nem altera a configuração de transmissão automaticamente. O esquema de entrega continua sendo construído por você mesmo, e o Meshwork ajuda a planejá-lo e observá-lo.

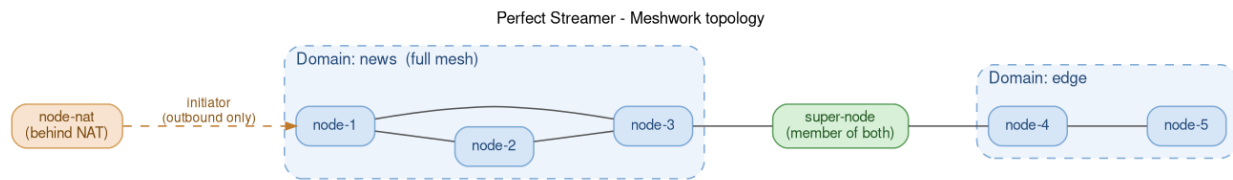


Fig. 1: Topologia do Meshwork: os nós de um mesmo domínio formam uma malha completa de ligações diretas; um nó atrás de NAT conecta-se como iniciador; um super-nó pertence a dois domínios, mas não os conecta entre si.

1.6.1 Conceitos-chave

Nó

Um único servidor do Perfect Streamer na rede. Cada nó tem um nome curto e único pelo qual os demais o reconhecem. Sem um nome e um segredo de assinatura, um nó não participa da rede.

Domínio

Um grupo lógico de nós e, ao mesmo tempo, um **limite de isolamento**. Dentro de um mesmo domínio, os nós descobrem-se automaticamente, compartilham um catálogo de recursos comum e replicam os alertas. Entre domínios diferentes não há troca – os domínios são independentes.

Descoberta automática (mesh)

Basta atribuir aos nós o mesmo domínio e ao menos uma ligação – em seguida eles se descobrem por conta própria, sem enumerar manualmente cada peer. Dentro do domínio constrói-se uma malha completa de ligações diretas: todos os nós do domínio tornam-se peers diretos, e não se formam cadeias intermediárias.

A ligação é especificada por HTTP, mas a troca subsequente ocorre por HTTPS. Para uma rede pública, o HTTPS configurado é obrigatório; para uma rede interna (intranet address) o HTTPS não é obrigatório.

Ligação explícita

Um peer pode ser especificado manualmente – por endereço, nome e um segredo compartilhado. Essa ligação funciona sempre, inclusive por HTTP comum, e não exige um domínio comum. É adequada para a conexão pontual de dois locais ou para conectar um nó atrás de NAT.

Super-nó

Um único nó pode pertencer a vários domínios ao mesmo tempo. Ele vê os recursos e os nós de cada um dos seus domínios, mas não conecta os domínios entre si – o isolamento é mantido. No mapa da rede, esse nó é marcado como super.

Alertas

O serviço de alertas integrado monitora os fluxos, o hardware do nó, a recepção DVB e a gravação DVR e gera alertas quando algo ultrapassa os limites definidos. Em uma rede com a replicação ativada, cada nó exibe um conjunto consolidado de alertas de todo o domínio (ver [Alertas \(alerter\)](#)).

Construção de uma rede Meshwork

A configuração do Meshwork resume-se a garantir que cada nó conheça o seu próprio nome e domínio e tenha pelo menos um peer acessível. A partir daí, o domínio constrói sozinho as ligações restantes. Todas as ações são realizadas no painel de administração web; alterar as configurações do Meshwork requer a função de administrador. Os campos exatos e a sua localização são descritos na seção [Interface web](#).

Requisitos e acessibilidade

- **Acessibilidade de rede.** Um nó deve conseguir estabelecer uma conexão TCP com o servidor web administrativo de um peer. A porta é obtida do endereço do peer («host:porta») ou da porta pública que o peer comunica sobre si mesmo ([Identidade do nó](#)) — é sempre a porta na qual o servidor web dele está configurado e, se o peer tiver o HTTPS habilitado, a sua porta TLS. Os valores para uma instalação nova estão indicados em [Configurações iniciais](#); a porta necessária de um peer deve estar aberta a partir dos outros nós.
- **HTTPS para a descoberta automática pela internet.** Se os nós do domínio descobertos automaticamente se comunicam por endereços públicos (de internet), precisam de estabelecer entre si uma conexão segura (HTTPS) para confirmar com segurança a autenticidade mútua pela rede aberta. Por isso, ative o HTTPS pelo menos nos nós através dos quais ocorre a descoberta. A ativação do HTTPS entra em vigor após um **reinício** do servidor. Se os nós forem acessíveis apenas por endereços públicos e nenhum usar HTTPS, as ligações diretas descobertas automaticamente não são autenticadas: o nó continua visível (por retransmissão a partir de um peer), mas a sua ligação direta é assinalada com um motivo (ver [Mapa da rede e catálogo de recursos](#)).
- **Rede local — HTTPS não é necessário.** Se os nós do domínio se comunicam por endereços privados de uma única rede confiável (10.x.x.x, 172.16–31.x.x, 192.168.x.x, bem como 127.x.x.x e 169.254.x.x), não é necessária uma conexão segura para a descoberta automática — os nós confirmam a autenticidade também por HTTP comum. Um nó é reconhecido como local pelo seu endereço IP, por isso, numa rede local, defina os peers precisamente por endereços IP e não por nomes de domínio. O HTTPS pode, ainda assim, ser ativado — será usado se estiver disponível.
- **Uma ligação explícita funciona também por HTTP** — a exigência de HTTPS não se aplica a ela em nenhum caso.
- **O nome e o segredo são obrigatórios.** Um nó participa na rede apenas se tiver definidos um nome e um segredo de assinatura. Sem nome ou sem segredo, um nó não participa no Meshwork.
- **Restrições dos nomes.** O nome de um nó tem de 2 a 16 caracteres, o nome de um domínio não excede 16 caracteres; são permitidos letras latinas, dígitos e os caracteres `_`, `-`, `.`. Espaços e outros caracteres não são admitidos (por exemplo, o domínio «Alex Home» não pode ser definido — use `Alex_Home`).

Identidade do nó

Nas configurações do servidor define-se como o nó se apresenta na rede:

- **Nome do nó** — um nome curto e único pelo qual os outros reconhecem o nó. Um nome vazio significa que o nó não participa na rede.
- **Nota** — uma etiqueta arbitrária do nó (por exemplo, «Moscovo, rack 3»), exibida no painel de administração por conveniência e sem efeito no funcionamento da rede.
- **Domínio** — os nós com o mesmo domínio encontram-se automaticamente, partilham um catálogo de recursos comum e replicam os alertas. Um valor vazio desativa a descoberta automática (o nó só pode funcionar pela lista explícita de peers).
- **Portas públicas** (HTTP e HTTPS) — as portas que o nó comunica aos peers para a acessibilidade inversa sob tradução de endereços (NAT). Se não forem definidas, o nó comunica as suas próprias portas do servidor web.
- **Domínios adicionais** (modo super-node) — o nó participa na descoberta automática de cada domínio listado em igualdade de condições com o principal. Os recursos permanecem isolados por domínio — o nó não os mistura.

Peers e segredos

Aqui define-se com que peers o nó mantém uma ligação direta e como as partes se verificam mutuamente. As solicitações entre nós são assinadas com um segredo partilhado, por isso, sem segredos coincidentes não se estabelece nenhuma ligação. O comprimento de cada segredo é de 16 a 128 caracteres.

A lista de peers é constituída por entradas do tipo «endereço — nome — segredo»:

- **Endereço** de um peer — o «host:porta» do seu painel de administração. Uma entrada pode não ter endereço: tal peer nunca é chamado por este nó (só ele próprio se liga) e é identificado por nome e segredo — isto usa-se para um nó atrás de NAT que só consegue iniciar uma conexão.
- **Nome** de um peer deve coincidir exatamente com o nome definido no próprio peer.
- **Segredo partilhado** da ligação com este peer deve ser o mesmo em ambas as extremidades.

Além da lista de peers, um nó possui o seu **próprio segredo de assinatura**: com ele o nó assina as suas solicitações de saída. Um peer verifica a assinatura com o segredo que guarda para esse nó, por isso o próprio segredo do nó deve coincidir com o segredo registado sobre ele em cada peer.

Nota: Regra prática: para um site simples, defina um único segredo partilhado e use-o tanto como próprio segredo de assinatura em cada nó como segredo em cada entrada de peer — assim qualquer par de nós autentica-se da mesma forma. Para uma separação mais rigorosa, pode manter um segredo distinto por ligação.

Início rápido

Variante A. Dois nós diretamente (ligação explícita)

O Meshwork mais simples são dois servidores conectados manualmente.

1. Em cada nó, defina um nome curto único (por exemplo, node1 e node2).
2. Em cada nó, adicione uma entrada de peer: o endereço do seu painel de administração, o seu nome e o segredo partilhado.
3. Em cada nó, defina o próprio segredo de assinatura. O mais simples é manter um único segredo partilhado para ambos os nós.
4. Abra o mapa da rede no painel de administração. Em poucos segundos, ambos os nós veem-se mutuamente no estado «online».

Para isto não é necessário definir um domínio, mas sem um domínio comum obterá apenas a visibilidade mútua dos nós. O catálogo de recursos comum e a replicação de alertas funcionam apenas entre nós com o mesmo domínio — se precisar deles, defina um domínio comum para os nós (variante B).

Variante B. Um domínio com descoberta automática

Quando há mais de dois nós, é mais cómodo atribuir-lhes um domínio comum do que listar cada ligação manualmente.

1. Em cada nó, defina um nome único e o domínio comum do site.
2. Se os nós do domínio se comunicam pela internet (por endereços públicos), ative o HTTPS em pelo menos um ou dois nós do domínio e reinicie-os (ver [Requisitos e acessibilidade](#)). Numa rede local, este passo pode ser ignorado.
3. Ligue os nós através de um «ponto de entrada»: em cada nó, indique pelo menos um peer já operacional (endereço, nome, segredo partilhado), como na variante A. O nó encontrará sozinho os restantes nós do domínio.
4. Abra o mapa da rede. Em poucos segundos aparecerão nele todos os nós do domínio: os indicados explicitamente como permanentes, os encontrados automaticamente como autodescobertos.

Nós atrás de NAT

Um nó numa rede privada, inalcançável diretamente do exterior, pode participar plenamente na rede como **iniciador**. Ele próprio estabelece uma conexão com um peer acessível e, por esta única conexão, os dados circulam em ambos os sentidos — o nó anuncia-se e recebe informações sobre os outros. Para tal nó basta indicar pelo menos um peer acessível.

As informações sobre um nó NAT propagam-se automaticamente pelo domínio: um peer que está online com ele retransmite o seu estado aos outros. Nos peers distantes, tal nó será mostrado como recebido por retransmissão, mas no estado «online».

Para que um nó atrás de NAT seja acessível também para conexões de entrada (por exemplo, para servir de ponto de entrada do domínio), configure a publicação da porta pública (ver [Identidade do nó](#)) e encaminhe esta porta no roteador/firewall para o servidor web administrativo do nó. Do lado dos peers, tal nó é mantido com uma entrada «nome + segredo sem endereço»: o peer não tentará em vão ligar ao endereço privado, mas identificará o nó por nome e segredo quando este se conectar por si próprio.

Problemas comuns

- **Os nós não se veem.** Verifique: ambos têm um nome de nó definido; cada um tem um segredo de assinatura e ele coincide com o registado sobre ele no peer; o endereço do peer está correto e a sua porta de administração está aberta a partir do outro nó.
- **Um peer está no estado «offline».** O nó excedeu a janela de espera: verifique a rede e a operacionalidade do seu servidor web. Para um nó atrás de NAT, certifique-se de que ele próprio inicia a conexão com um peer acessível ou de que estão configurados a publicação e o encaminhamento de porta.
- **Um peer autodescoberto está assinalado com um motivo, a ligação direta não funciona.** No domínio não é possível confirmar a autenticidade dos nós. Se se comunicam pela internet, ative o HTTPS em pelo menos um nó do domínio e reinicie-o; numa rede local, verifique que os peers estão indicados por endereços IP e não por nomes de domínio. Por uma ligação explícita (nós permanentes) a ligação funciona também sem HTTPS.
- **Indicação de NAT falsa.** Se os nós estão indicados por nomes de domínio e não por IP, a indicação de NAT pode não ser determinada a partir do endereço — isto não interfere no funcionamento. Para um diagnóstico de NAT fiável, use endereços IP.
- **A mudança de domínio «reiniciou» o mapa.** Alterar o domínio ou o conjunto de domínios adicionais reconstrói a pertença: as ligações autodescobertas e o catálogo comum são temporariamente reiniciados e reconstruídos. Isto é normal.

Mapa da rede e catálogo de recursos

O Meshwork oferece duas telas de resumo no painel de administração: um mapa dos nós da rede e um catálogo comum dos recursos de rede ocupados. Ambos são atualizados automaticamente e consolidam em todo o domínio informações que, de outra forma, teriam de ser reunidas manualmente de cada servidor.

Mapa da rede

O mapa mostra a composição da rede — uma linha por cada nó conhecido, incluindo aquele a partir do qual você o visualiza. Os nós verificam a conectividade entre si aproximadamente a cada 5 segundos, e a exibição se atualiza sozinha. Se o Meshwork não estiver configurado, a lista fica vazia.

O que a linha de um nó mostra:

- **Nome do nó** e o endereço do seu painel de administração.
- **Nó local** — a linha do nó no qual você está visualizando o mapa; é marcada de forma especial e sempre exibida como «online».
- **Tipo de ligação** — permanente (um nó da lista explícita de peers) ou autodescoberto (encontrado automaticamente por meio de um domínio comum).
- **Estado** — «online» ou «offline». Se não houver confirmações de um nó por cerca de 15 segundos, ele é marcado como «offline». A reinicialização de um peer é detectada automaticamente, portanto uma breve oscilação do estado logo após a reinicialização é normal.
- **Último contato** — quando ocorreu a última conexão bem-sucedida.
- **Domínio** — o domínio ou os domínios do nó. Um super-node possui vários, e o nó é adicionalmente marcado como super.
- **NAT** — indicação de que foi detectada tradução de endereços no caminho até o nó.

- **Retransmissão / Via** — se as informações de disponibilidade e NAT de um nó forem obtidas não diretamente, mas por meio de um nó vizinho, a linha é marcada como «retransmissão», e no campo «via» é exibido o nome desse nó vizinho. É assim que são exibidos, por exemplo, os nós atrás de NAT que este nó não consegue alcançar diretamente. Assim que uma ligação direta é estabelecida, ela tem prioridade sobre as informações retransmitidas.
- **Motivo** — aparece se um peer autodescoberto for acessível diretamente, mas não puder ser autenticado. Normalmente isso significa que os nós se comunicam por endereços públicos, mas não há no domínio nenhum nó com HTTPS habilitado por meio do qual os nós confirmem mutuamente a autenticidade (consulte [Requisitos e acessibilidade](#)). A marca significa que a ligação **direta** não está funcionando; o próprio nó pode, ainda assim, permanecer «online» por retransmissão. Em uma rede local (nós com endereços IP privados) essa marca não ocorre.

Catálogo comum de recursos

Uma tela separada do painel de administração mostra um catálogo distribuído dos recursos de rede ocupados — todas as entradas e saídas UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST em execução nos nós do domínio. É uma lista em todo o domínio dos endereços e portas ocupados; é conveniente para escolher um recurso livre e ver onde cada fluxo já está em uso.

Para cada entrada, o catálogo mostra o protocolo e a direção (entrada/saída), o nó de origem, o domínio, o endereço/grupo/porta, a VLAN, se necessário a fonte para source-specific multicast e uma nota.

O mesmo catálogo responde também à pergunta inversa — quem mais trabalha com o endereço de uma entrada ou saída específica: ao lado do endereço está o botão «Mostrar na biblioteca» ([Biblioteca — este fluxo](#)).

A publicação é controlada por dois campos adicionais da própria entrada/saída (exibidos apenas nos transportes que chegam ao catálogo — UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST / PS1 / SRT; os nomes são como na interface): Peer note (meshwork library) — uma nota pública para o catálogo (se estiver vazia, é usada a nota comum do registro) e Peer private — exclusão do registro da publicação.

Tipo de ligação PS1 / SRT

Além de UDP / RTP / Pro-MPEG / RIST, o catálogo também inclui as conexões [PS1](#) e [SRT](#). Esse tipo de conexão tem dois lados: o chamador (disca para um endereço remoto) e o ouvinte (aceita a conexão). Para o lado chamador, o catálogo mostra o tipo de ligação:

- **interna** — a entrada/saída está configurada para se conectar como participante do domínio (o login automático de domínio está habilitado): ela se conecta a outro nó da rede e confirma o seu pertencimento ao domínio;
- **externa** — não há confirmação de participante do domínio: trata-se de uma conexão comum a um ponto arbitrário. Mesmo que no endereço indicado esteja um nó da rede, sem o login automático de domínio a ligação é considerada externa — o tipo reflete como a conexão está configurada, e não se o destinatário faz parte da rede.

É uma marca indicativa: não afeta a transmissão em si, mas ajuda a distinguir as ligações intradomínio confirmadas das externas. Nos lados que ouvem e na família UDP / RTP o tipo não é exibido.

Alertas (alerter)

O alerter é um serviço de notificações integrado. Ele monitora o estado dos fluxos, do hardware do nó, da recepção DVB e da gravação DVR, e gera **alertas** (incidentes) quando algo ultrapassa os limites definidos. A lista de alertas ativos é visível no painel de administração; em uma rede com a replicação em todo o domínio ativada, cada nó mostra um conjunto consolidado de alertas de todo o domínio.

O alerter também funciona em um nó isolado — o Meshwork só é necessário para a replicação de alertas em todo o domínio.

Como funciona um alerta

- Cada incidente tem um **identificador estável**: a reincidência do mesmo problema é o mesmo incidente, não um novo.
- Um incidente passa por estados: **gerado** (observado pela primeira vez), **atualizado** (observado novamente com uma alteração significativa), **resolvido** (o problema desapareceu). O conjunto ativo são os incidentes que ainda não foram resolvidos.
- Cada alerta tem um **nível de gravidade** (em ordem crescente: informação, aviso, erro, crítico, requer ação do administrador), um **código** (o tipo numérico de incidente — veja o catálogo abaixo), uma **fonte** (fluxo, nó, armazenamento), um **nó de origem** (quem gerou o alerta) e um nome de objeto legível.
- A maioria dos alertas é **baseada em nível**: o serviço reavalia periodicamente a condição e gera ou resolve o alerta por conta própria. Parte dos alertas que exigem ação do administrador é **persistente** — eles não se resolvem sozinhos enquanto a causa não for eliminada (são resolvidos manualmente, veja [Visualização e resolução de alertas](#)).

A lista de alertas ativos é mantida na memória e é apagada ao reiniciar o serviço.

Controle no nível do fluxo. Cada fluxo tem um interruptor que silencia totalmente seus alertas (juntamente com os alertas de suas entradas e saídas) e um atraso de alerta: uma fonte que se recupera dentro do tempo definido não gera alerta — isso suaviza as oscilações de curta duração.

Configurações do alerter

As configurações estão na seção de alertas e exigem o papel de administrador. Os campos exatos estão descritos na seção [Interface web](#); abaixo, o que pode ser configurado.

- **Interruptor principal** do serviço de notificações (ativado por padrão).
- **Replicação em todo o domínio** (ativada por padrão): um nó compartilha seus alertas com os nós do mesmo domínio e recebe os deles — cada nó mostra um conjunto consolidado. Só tem efeito quando um domínio está definido.
- **Replicação de alertas do sistema** (desativada por padrão): os alertas sobre o hardware do nó (CPU e memória do host, processo do streamer e transcodificadores, carga de rede e GPU, threads de trabalho e o frontend DVB — códigos 16–23 e 40–45) são locais por padrão; ative-a para que também sejam replicados em todo o domínio. Os alertas de armazenamento (códigos 24–25) permanecem sempre locais.
- **Limiares de fluxo**: tempo limite de ausência de dados (padrão 15 s), taxa de bits mínima admissível (verificação desativada por padrão), limiar de erros do contador de continuidade em uma janela de 10 s (níveis de aviso e erro).

- **Limiares de recursos do nó** — pares «aviso / erro» em porcentagem para o CPU e a memória do host, o processo do streamer e os transcodificadores, a carga da interface de rede e do GPU, bem como o preenchimento do armazenamento DVR. Os limiares do host são definidos mais altos que os do processo do streamer e dos transcodificadores, para que um componente individual avise antes que toda a máquina fique saturada. O valor 0 desativa o nível correspondente.
- **Limiares do frontend DVB** — nível de sinal, SNR/qualidade, taxa de erros de bit e blocos não corrigidos; aplicados a um adaptador com captura de sinal (lock).
- **Limiares de gravação DVR** — o número de gravações falhadas consecutivas, o multiplicador de estagnação da gravação, a proporção de não cobertura do arquivo e o tempo de leitura/gravação dos chunks no disco.

Catálogo de códigos de alerta

O código é o tipo numérico de incidente, conveniente para agrupamento e localização. A coluna «Replicação» indica se o alerta é replicado em todo o domínio (quando a replicação está ativada) ou permanece local ao nó.

Fluxos: estado e ciclo de trabalho (fonte — fluxo)

Código	Evento	Replicação
1	uma entrada ou saída passou ao estado de erro	em todo o domínio
2	erro irreversível do ciclo de trabalho, é necessário reset manual (requer ação do administrador)	em todo o domínio
3	um fluxo em execução não fornece dados por mais tempo que o tempo limite	em todo o domínio
4	a taxa de bits do fluxo permanece abaixo do mínimo	em todo o domínio
13	o fluxo está pausado: não resta nenhuma entrada utilizável (requer ação do administrador)	em todo o domínio
14	uma entrada ou saída se autoestacionou e não se recupera na nova tentativa (requer ação do administrador)	em todo o domínio
27	o fluxo funciona na entrada de reserva — ocorreu uma comutação	em todo o domínio
39	carga alta de CPU pela thread de trabalho do fluxo	em todo o domínio

Conformidade do fluxo de transporte (analisador TR 101 290) (fonte — fluxo; todos replicados em todo o domínio)

Código	Evento
5	descontinuidades PCR repetidas (TR 101 290, 2.3)
6	intervalo de repetição PCR maior que 40 ms (2.3a)
7	intervalo de repetição PAT maior que 500 ms (1.3)
8	intervalo de repetição PMT maior que 500 ms (1.5)
9	intervalo de repetição PTS maior que 700 ms (2.5)
10	precisão PCR pior que 500 ns (2.4)
11	estouro ou subfluxo do buffer T-STD para vídeo (3.3)
12	deriva PCR maior que 30 ppm (histórico: o alerta não é mais gerado, a deriva é exibida como métrica – Medições contínuas)
15	erros do contador de continuidade acima do limiar em uma janela curta (1.4)
46	erro de CRC nas tabelas PSI (2.2)
47	o indicador transport_error_indicator está ativado (2.1)
48	intervalo de repetição da tabela SI excedido (SDT / EIT / TDT / NIT)
49	veredito geral: o fluxo não está em conformidade com a TR 101 290

Parte dos códigos do analisador aparece apenas quando as opções de análise estão ativadas (análise profunda, análise de descontinuidades PTS, análise do buffer T-STD) e aplica-se somente a fluxos de taxa de bits constante; o veredito geral (49) só é emitido para uma taxa de bits comprovadamente constante. Mais detalhes na seção [Analisador](#).

Recursos e hardware do nó (fonte – sistema)

Código	Evento
16	carga de CPU do host acima do limiar
17	uso de memória do host acima do limiar
18	CPU do processo do streamer acima do limiar
19	memória do processo do streamer acima do limiar
20	CPU total dos transcodificadores acima do limiar
21	memória total dos transcodificadores acima do limiar
22	carga da interface de rede acima do limiar (por interface)
23	carga de GPU acima do limiar (por dispositivo)
24	preenchimento do armazenamento DVR acima do limiar (por armazenamento)
25	o sistema de arquivos do armazenamento DVR está indisponível (requer ação do administrador)
40	carga alta de CPU pela thread de trabalho do adaptador DVB
41	o frontend DVB perdeu o sinal (lock)
42	nível de sinal DVB abaixo do limiar
43	SNR/qualidade do sinal DVB abaixo do limiar
44	taxa de erros de bit (BER) DVB acima do limiar
45	blocos não corrigidos DVB acima do limiar

Todos os alertas deste grupo são locais por padrão. Os códigos 16–23 e 40–45 podem ser replicados em todo o domínio com o interruptor de replicação de alertas do sistema; os códigos 24–25 permanecem sempre locais. Os alertas de limiar do frontend DVB (42–45) são avaliados apenas em um adaptador com captura de sinal; o código 41 é gerado na perda do enganche (lock). O BER (44) está desativado por padrão, pois a escala bruta depende do receptor (veja [Receptor DVB](#)).

Meshwork e ciclo de vida (fonte – rede/sistema; local)

Código	Evento
26	um nó da rede ficou em silêncio – parou de confirmar a conexão
28	o processo do streamer concluiu a inicialização (notificação de curta duração)
37	dois nós com o mesmo nome em um mesmo domínio (requer ação do administrador)

Saúde da gravação DVR (fonte – fluxo; local)

Código	Evento
29	as gravações de segmentos ou do índice DVR falham – o arquivo não está sendo gravado
30	a gravação DVR estagnou: há entrada, mas um novo segmento não é salvo há muito tempo
31	o arquivo DVR degradou – lacunas na cobertura recente
32	o índice do arquivo DVR está corrompido (requer ação do administrador)
50	tempo de leitura/gravação elevado dos chunks DVR no disco

Configuração, transcodificadores, OTT e certificados (fonte – sistema/fluxo)

Código	Evento	Replicação
33	a configuração principal não foi carregada na inicialização, o serviço iniciou com a de reserva (requer ação do administrador)	em todo o domínio
34	no modo low-latency HLS/DASH, as faixas de áudio em um codec não suportado foram descartadas (AAC e AC-3 são suportados)	em todo o domínio
35	não foi possível emitir ou renovar o certificado HTTPS por meio do cliente ACME integrado	em todo o domínio
36	um transcodificador configurado não foi carregado na inicialização – não há arquivo executável ou dispositivo (requer ação do administrador)	em todo o domínio
38	o fluxo requer um transcodificador (software, NVIDIA ou Intel VPL) indisponível neste nó (requer ação do administrador)	local

Módulo de acesso condicional (CI/CAM, EN 50221) (fonte – sistema; local)

Código	Evento
51	o módulo CAM foi removido (requer ação do administrador)
52	sem assinatura: o módulo informa que o programa não está pago
53	erro CI/CA – um erro irreversível de canal ou de acesso condicional

Visualização e resolução de alertas

O painel de administração tem uma seção de alertas com uma lista de alertas. Ela pode ser filtrada por conjunto (apenas ativos / apenas resolvidos / todos), por nível de gravidade, por tipo e identificador da fonte, por código, por domínio e por tempo, e também é possível pesquisar pelo texto da mensagem. Por padrão são exibidos tanto os registros ativos quanto os recentemente resolvidos (o log de transições), por isso o número total de linhas pode exceder o número de incidentes ativos – para o conjunto ativo atual, escolha o modo «apenas ativos».

Não é necessário consultar o estado manualmente: o painel de administração recebe as alterações do conjunto ativo em tempo real e atualiza a lista por conta própria, assim que um alerta é gerado, atualizado ou resolvido.

Os alertas baseados em nível são resolvidos automaticamente quando a condição desaparece. Os alertas persistentes que exigem ação do administrador (por exemplo, um erro de carregamento da configuração, a indisponibilidade do armazenamento, um erro grave do ciclo de trabalho) não se resolvem sozinhos: após

a eliminação da causa, tal incidente é resolvido (confirmado) manualmente. A resolução tem efeito no nó que gerou o alerta: se na rede você vir um incidente alheio (replicado em todo o domínio), deve resolvê-lo no nó de origem (ele é indicado na linha).

Replicação de alertas em todo o domínio

Com a replicação ativada e um domínio definido, cada nó mostra um conjunto ativo consolidado de todo o domínio: os alertas próprios do nó mais os alertas dos peers do mesmo domínio. Cada linha indica o nó de origem, de modo que se vê em qual nó exatamente o problema ocorreu.

- **Replicados em todo o domínio:** os alertas de fluxo e os alertas de conformidade do fluxo de transporte, a comutação para a entrada de reserva, os erros de carregamento da configuração e do transcodificador, o descarte de áudio OTT, o erro de certificado ACME.
- **Permanecem locais:** os alertas de recursos sobre hardware e armazenamento, «nó em silêncio», a colisão de nomes de nós, a notificação de inicialização do serviço, os alertas de saúde da gravação DVR e os alertas do módulo de acesso condicional. Os alertas do sistema sobre o hardware (códigos 16–23 e 40–45) podem ser passados para replicação com o interruptor de replicação de alertas do sistema.

Cada nó gera por conta própria o alerta «nó da rede em silêncio» sobre o peer que parou de responder — por isso, para um mesmo nó que caiu, seus peers gerarão tal alerta independentemente uns dos outros.

Entrega externa de alertas

Além da lista no navegador, os alertas podem ser entregues a um comando externo, a um chat do Telegram e por e-mail (SMTP). Cada canal é independente e está desativado por padrão, e realiza a entrega em sua própria thread em segundo plano, de modo que um destinatário lento ou inacessível não atrasa os demais canais nem o próprio serviço.

Cada canal tem um nível de gravidade mínimo para a entrega (aviso por padrão): é entregue cada alerta visível no nó (próprio ou replicado em todo o domínio) que não seja inferior a este nível, tanto na geração quanto na resolução. Os parâmetros de conexão de cada canal estão descritos na seção [Interface web](#).

Problemas comuns

- **Os alertas dos peers não estão visíveis.** Verifique se a replicação em todo o domínio está ativada nos nós e se há um domínio comum definido. Os alertas do sistema sobre o hardware são locais por padrão — ative a replicação de alertas do sistema se você também precisar vê-los em todo o domínio.
- **Um alerta persistente não desaparece após a eliminação da causa.** Resolva-o manualmente no nó de origem.

1.7 Streamer: detalhes de implementação

Esta seção descreve como um nó processa os fluxos: os pipelines SPTS e MPTS, o analisador, o demultiplexador e o multiplexador, os fluxos de teste, a distribuição OTT e o DVR, os transcodificadores, a recepção DVB, a publicação e a recepção RTMP, o trabalho com arquivos e aplicações externas, o EPG. O modelo geral de transmissão e os protocolos estão descritos na seção [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#), e o controle pela interface web na seção [Interface web](#).

1.7.1 Fluxos SPTS

SPTS (Single Program Transport Stream) – fluxo MPEG-TS com um único programa; é a unidade básica de processamento do Perfect Streamer. O tipo de fluxo – SPTS ou MPTS – é escolhido na criação e não pode ser alterado posteriormente. Para um fluxo SPTS escolhe-se adicionalmente o tipo de conteúdo (valores conforme a interface): Default (audio + video), Audio only (som sem vídeo, canais de rádio) ou Video only.

Fluxos embaralhados (codificados) são suportados: o embaralhamento é detectado automaticamente e, durante esse período, as verificações dos fluxos elementares ficam suspensas. A configuração «Canal embaralhado» declara o fluxo permanentemente embaralhado e desativa a detecção automática.

Os requisitos gerais do fluxo de entrada estão listados em [Requisitos do fluxo de entrada](#); os protocolos de recepção e de transmissão, na seção [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#). O processamento de multiplexes é descrito em [Fluxos MPTS](#). A criação e a configuração dos fluxos são realizadas na interface web ([Fluxos](#)).

Pipeline de processamento

Todas as entradas do fluxo convergem para o comutador de entradas; em seguida, o fluxo percorre as etapas sucessivas de processamento:

1. **Comutador de entradas** – seleciona a fonte ativa e comuta o fluxo para a reserva em caso de falha ([Redundância de fontes](#)).
2. **Filtro TS** – filtragem e modificação opcionais do MPEG-TS ([Filtragem MPEG-TS](#), [Modificação do fluxo](#)).
3. **Analisador** – verificação contínua da validade e medição do fluxo ([Analisador](#)); é pelo seu veredito que o comutador de entradas declara uma fonte em falha. Os dados do analisador são usados também pelo mosaico ([Mosaico](#), desativado pela configuração «Gerar mosaico»), pela importação de EPG e pelo decodificador de legendas.
4. **Nivelamento de bitrate** – preenchimento opcional até um bitrate constante e correção do intervalo de PAT/PMT ([Controle de bitrate](#)).
5. **Sincronizador** – emissão dos pacotes no ritmo do PCR com compensação do jitter de rede ([Sincronização](#)). É também aqui que o gerador de EIT insere as tabelas do guia de programação ([Gerador EIT](#)).

Da saída do sincronizador, o fluxo é distribuído para todas as saídas: protocolos de transporte ([Protocolos Peer de transmissão confiável](#)), gravação em arquivo, multiplexador MPTS ([Multiplexador](#)), transcodificador ([Transcodificadores](#)), bem como para o subsistema OTT / DVR ([OTT e DVR](#)). Um fluxo SPTS também pode ter como fonte um programa isolado de um multiplex – a entrada demultiplexadora (tipo demuxer) o extrai de um fluxo MPTS ou de um receptor DVB pelo número do programa ([Demultiplexador](#)).

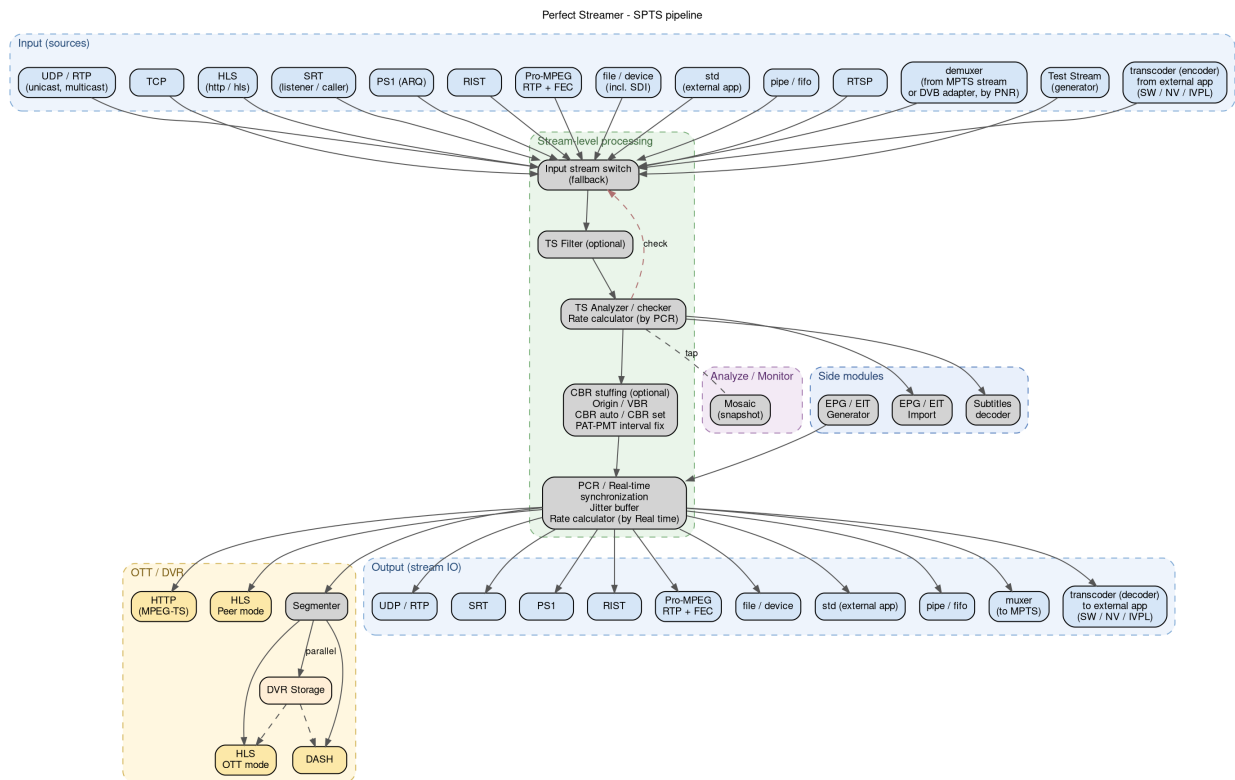


Fig. 2: Pipeline do fluxo SPTS: entradas, processamento no nível do fluxo (comutador de entradas, filtro TS, analisador, nivelamento de bitrate, sincronizador), subsistema OTT / DVR e saídas.

Redundância de fontes

Um fluxo pode ter várias entradas, mas apenas uma fica ativa de cada vez. A ordem das entradas na lista define a prioridade: a primeira é a principal, as demais são de reserva. Se a entrada ativa for declarada em falha, o fluxo comuta para a seguinte da lista; depois da última entrada, a varredura recomeça pela primeira. Uma entrada colocada em pausa é ignorada na comutação.

A falha é determinada pelo analisador: uma entrada é considerada em falha se o fluxo não passa na verificação de validade ou se não chegam dados por mais tempo que o tempo limite definido. A operação do fluxo em uma entrada de reserva é registrada por um alerta ([Alertas \(alerter\)](#)).

As configurações de comutação estão na aba «Fluxo» do editor do fluxo ([Configurar fluxo](#)):

«Tempo limite do fluxo (s)»

Tempo sem fluxo de entrada válido após o qual é executada a comutação para a entrada seguinte. Por padrão, 30 segundos.

«Intervalo de verificação (s)»

Período de reverificação das fontes. Por padrão, 60 segundos.

«Reverificar a entrada principal»

Enquanto o fluxo opera em uma entrada de reserva, as entradas situadas acima na lista são reverificadas com o intervalo de verificação. Assim que uma fonte de prioridade mais alta volta a ser válida, o fluxo retorna a ela. Ativado por padrão.

Filtragem MPEG-TS

Por padrão, o fluxo é retransmitido tal como está. A filtragem é aplicada em dois níveis: as regras de PID, separadamente em cada entrada; os filtros de tabelas, no nível do fluxo.

As regras de PID são configuradas na aba «MPEG-TS PID» da janela da entrada ([Editor de entrada e saída](#)):

«Aceitar PIDs (lista branca)»

Lista dos PIDs permitidos. Se a lista estiver vazia, tudo é permitido, exceto o que for proibido pela lista negra.

«Rejeitar PIDs (lista negra)»

Lista dos PIDs proibidos. Um PID indicado simultaneamente em ambas as listas é rejeitado.

Após a filtragem, a PMT é regenerada conforme a composição real dos fluxos elementares. As regras de PID são aplicadas antes da disposição automática de PIDs ([Disposição automática de PIDs](#)), se ela estiver ativada.

Os filtros de nível de fluxo estão na aba «MPEG-TS» do editor do fluxo, seção «Filtros» (todos desativados por padrão):

«Limpar tabelas desnecessárias»

Remove os dados de serviço não pertencentes ao programa e os fluxos elementares de tipos desconhecidos; os fluxos de tipos conhecidos (vídeo, áudio, teletexto, legendas) e as tabelas PAT/PMT são preservados. As tabelas individuais (SDT, EIT, NIT, TDT, CAT) são controladas por filtros próprios.

«Remover CAT / ECM / EMM»

Remove as tabelas e as mensagens dos sistemas de acesso condicional (CAS), incluindo os descritores CA da PMT — por exemplo, para limpar os resíduos de CAS após o desembaralhamento.

«Remover EIT»

Remove as tabelas do guia de programação da fonte. Por padrão, a EIT é transmitida de forma transparente.

«Remover NIT», «Remover TDT»

Removem as tabelas de rede e de marcação de tempo da fonte.

«Remover teletexto», «Remover legendas»

Removem os fluxos de teletexto e de legendas DVB juntamente com os seus registos na PMT.

«Remover a SDT original» (seção «SDT»)

Remove a tabela de descrição de serviço da fonte — por exemplo, ao encaminhar o fluxo para multiplexação posterior. Ao atribuir um nome de serviço próprio (*Modificação do fluxo*), a SDT original é substituída automaticamente e não é necessário ativar este filtro separadamente.

Nota: A remoção das tabelas obrigatórias (SDT, NIT, TDT, EIT, CAT) viola os requisitos da TR 101 290 quanto à sua presença no fluxo — trata-se de uma decisão consciente do operador, apropriada, por exemplo, ao encaminhar o fluxo para multiplexação posterior. Além disso, qualquer filtragem altera a composição dos pacotes do fluxo; sobre o impacto na precisão do PCR, veja *Controle de bitrate*.

Modificação do fluxo

Os dados de serviço próprios são definidos na seção «SDT» da aba «MPEG-TS». A geração da tabela é ativada pelo campo «Nome do serviço» (bem como pela geração ativa de EIT a partir do EPG): se a fonte não tiver SDT, a tabela é gerada; se tiver, é substituída pela tabela gerada. Os campos «Nome do provedor» e «Idioma» preenchem os campos correspondentes da tabela gerada. A configuração «ID da rede» define o identificador de rede para as tabelas EIT geradas quando a fonte não informa um identificador de rede próprio; se a fonte contiver um identificador, é ele que é usado.

O número do programa é reatribuído na seção «Número do programa»: ative «Alterar o número do programa» e defina «Novo número do programa». As tabelas PAT e PMT são regeneradas com o novo número; a SDT e a EIT também são regeneradas.

«Fixar o intervalo de PAT/PMT» — regenera as PAT/PMT e as insere com um intervalo em conformidade com a TR 101 290. Aplica-se a fontes cujas tabelas são raras ou irregulares.

A reatribuição de PIDs e de idiomas é feita na entrada, na aba «MPEG-TS PID» da janela da entrada:

«Reatribuir PIDs»

Pares «De PID» / «Para PID» — substituição dos identificadores dos fluxos elementares, por exemplo para adequar o fluxo ao plano de PIDs da rede. Com a disposição automática de PIDs (*Disposição automática de PIDs*) ativada, esses pares não têm efeito.

«Reatribuir o idioma do áudio»

Pares «PID de áudio» / «Novo idioma» — substituição do idioma da faixa de áudio na PMT.

A geração de EIT a partir de uma fonte externa de EPG é ativada na seção «Gerar EIT a partir do EPG» da aba «Fluxo»: selecionam-se a «Fonte de EPG» e o «Canal de EPG», e são inseridas no fluxo tabelas EIT com o guia de programação (*Gerador EIT*). A operação inversa é a configuração «Extrair EIT para a base de dados EPG», que exporta o guia de programação do fluxo para a base EPG do nó (*Importação de EPG/XMLTV*).

Para as entradas que recebem o fluxo de transporte original, está disponível o desembaralhamento BISS por software: na entrada define-se uma chave BISS-1 ou BISS-E, e o fluxo é decifrado antes da análise e do processamento subsequente. A recepção de serviços embaralhados a partir de um receptor DVB (CAM, BISS no nível do adaptador) é descrita em *Receptor DVB*.

Disposição automática de PIDs

Por padrão, os identificadores dos fluxos elementares passam da fonte para o fluxo de saída sem alteração, de modo que, ao comutar para uma entrada reserva, a disposição de PIDs na saída acompanha a fonte. A disposição automática atribui os PIDs por conta própria, pela mesma regra para qualquer entrada: o plano de PIDs do fluxo de saída permanece o mesmo, independentemente de qual fonte esteja ativa.

O modo está disponível apenas para SPTS e é ativado na seção «MPEG-TS» da aba «MPEG-TS» do editor de fluxo:

«Disposição automática de PIDs»

Ativa o modo.

«PID base»

O primeiro PID da janela: de 32 a 8127, 32 por padrão. O limite inferior coloca a janela fora da faixa reservada às tabelas PSI/SI; o superior mantém toda a janela abaixo do PID dos pacotes nulos.

O programa é renumerado em uma janela de 64 PIDs que começa no PID base:

PID	Finalidade
base	PMT
base + 1	vídeo
em seguida	faixas de áudio
em seguida	os demais fluxos elementares: teletexto, legendas DVB, dados, SCTE-35
em seguida	PCR, se não for transportado em um dos fluxos listados
em seguida	ECM: primeiro pelos descritores de nível de programa e depois pelos descritores de cada fluxo
do fim da janela para baixo	EMM

Dentro de cada grupo, a ordem da PMT original é preservada. Se o programa não tiver vídeo, a disposição é compactada: a primeira faixa de áudio vem logo após a PMT. Os EMM são alocados a partir do fim da janela, porque a CAT é analisada de forma independente da PMT e pode chegar antes — os endereços deles não devem depender do número de fluxos elementares.

As tabelas PAT, PMT e CAT são reconstruídas para a nova disposição. SDT, NIT, EIT e TDT não são alteradas: elas não contêm referências a PIDs.

O que considerar ao ativar o modo:

- O modo ativa obrigatoriamente a filtragem MPEG-TS, de modo que os PIDs não declarados na PMT e na CAT deixam de sair. Um fluxo que dependia do trânsito de PIDs não declarados vai perdê-los.
- A reatribuição manual de PIDs nas entradas não tem efeito e é ignorada, com um aviso no registro. A interface web oculta esses campos enquanto o modo está ativo; os pares salvos não se perdem e retornam quando ele é desativado.
- As listas de aceitação e rejeição de PIDs continuam funcionando e são aplicadas antes da renumeração: apenas os fluxos elementares remanescentes recebem uma posição, e não restam lacunas na janela (*Filtragem MPEG-TS*).
- O modo não se aplica à entrada de transcodificador (*Transcodificadores*) nem à entrada do gerador de teste (*Fluxos de teste*): ali o plano de PIDs é construído pelo codificador ou pelo gerador, portanto os campos PMT PID próprios deles continuam disponíveis.
- Se o programa não couber na janela, a renumeração não é feita de forma alguma — a disposição permanece a original e um aviso vai para o registro; um fluxo renumerado pela metade nunca é emitido.

- A alteração de qualquer uma das duas configurações é aplicada em tempo real: o fluxo em si não é reiniciado, mas suas entradas e saídas são reativadas — alguns segundos de resincronização.

Nas estatísticas do fluxo, o bloco «Informações de mídia — fonte» mostra os PIDs que chegaram à entrada, enquanto «Informações de mídia — resultado» e a tabela de taxas de bits por PID mostram os atribuídos; com o modo ativado, a divergência entre eles é normal.

A disposição automática de PIDs não tem relação com a atribuição de PIDs no multiplexador MPTS ([Atribuição de PID](#)) — trata-se de uma configuração separada da entrada muxer.

Controle de bitrate

O modo de controle de bitrate é definido pelo campo «Modo de bitrate» na aba «MPEG-TS» (valores conforme a interface):

Original (padrão)

O fluxo é retransmitido sem alterações; as marcas PCR da fonte não são recalculadas.

VBR

Remove os pacotes NULL da fonte, o que minimiza o bitrate. Adequado quando o fluxo é usado apenas para difusão OTT ou trânsito. As marcas PCR não são recalculadas neste modo, portanto a precisão do PCR segundo a TR 101 290 na saída não é garantida.

CBR (auto stuffing)

Nivela o bitrate para um valor constante mediante a inserção de pacotes NULL (stuffing). O bitrate alvo é determinado automaticamente: é fixado alguns segundos após a ativação, é elevado em caso de excesso sustentado e é reduzido gradualmente se o pico do conteúdo permanecer por muito tempo abaixo do alvo. A mudança do alvo não interrompe a emissão do fluxo.

CBR (explicit stuffing)

O mesmo, mas o bitrate alvo é definido explicitamente pelo campo «Bitrate de preenchimento (kbps)». Defina o valor com margem acima do bitrate real do conteúdo.

Nos modos CBR, as marcas PCR são recalculadas a partir dos bytes efetivamente transmitidos, de modo que a saída atende aos requisitos da TR 101 290 quanto à precisão do PCR. Adicionalmente, com o preenchimento ativo, a taxa de repetição do PCR na saída é mantida dentro da norma mesmo em quadros de vídeo longos. Nesse caso, o analisador mede exatamente o fluxo emitido e nivelado ([Analisador](#)).

Quando o CBR é necessário. Qualquer operação que insira ou remova pacotes — os filtros de tabelas e de PID, a geração de SDT e EIT, a correção do intervalo de PAT/PMT, a alteração do número do programa, bem como o próprio modo VBR — desloca a posição do conteúdo em relação às suas marcas PCR. Se o destinatário do fluxo exigir conformidade com a TR 101 290, por exemplo na difusão DVB, ative o modo CBR: o preenchimento mascara essas alterações mediante o recálculo do PCR. Para o fluxo situado após o transcodificador, ative o modo CBR no fluxo receptor ([PCR e taxa de bits do fluxo de saída](#)).

O estado atual do preenchimento — o bitrate alvo e a taxa de inserção de pacotes NULL — é exibido nos dados da entrada ativa na página do fluxo ([Fluxos](#), seção «Preenchimento»; a seção fica visível apenas enquanto o preenchimento estiver ativo).

Sincronização

O sincronizador emite os pacotes para as saídas no ritmo das marcas PCR da fonte — por isso, marcas PCR válidas são obrigatórias para o fluxo de entrada. Entre a recepção e a emissão, o fluxo é retido em um buffer de jitter, que suaviza a irregularidade da chegada dos pacotes vindos da rede.

O buffer é configurado separadamente em cada entrada (janela da entrada, [Editor de entrada e saída](#); configurações adicionais, nomes conforme a interface):

Auto jitter buffer

Seleção automática do atraso conforme o tipo de entrada: as entradas TCP e HLS usam um buffer ampliado; as demais, o padrão. Ativado por padrão.

Jitter buffer (ms)

Tamanho do buffer definido manualmente, quando o modo automático está desativado (por padrão, 500 ms). Aumente o valor se, em uma rede instável, o buffer se esvaziar regularmente.

PCR discontinuity window (ms)

Janela do salto de PCR admissível (por padrão, 1000 ms). Um salto além da janela é considerado uma descontinuidade do fluxo e provoca uma resincronização forçada.

A divergência lenta entre o ritmo do PCR da fonte e o relógio do nó é eliminada pelo compensador de deriva: a correção é aplicada de forma suave, em microdeslocamentos, sem resincronização forçada e sem interromper a emissão. O controle está na aba «Análise» do editor do fluxo: «Compensação da deriva de sincronização» (ativada por padrão) e «Janela suave da deriva de sincronização (ms)» — a zona morta dentro da qual nenhuma correção é aplicada (por padrão, 500 ms). A resincronização forçada permanece como mecanismo de reserva para descontinuidades reais do fluxo.

1.7.2 Fluxos MPTS

MPTS (Multi Program Transport Stream) — fluxo MPEG-TS com vários programas (serviços); cada programa possui um número único (PNR). A aplicação principal é a difusão DVB e o trânsito de multiplexes prontos. O tipo do fluxo — SPTS ou MPTS — é escolhido na criação e não pode ser alterado posteriormente ([Novo fluxo](#)).

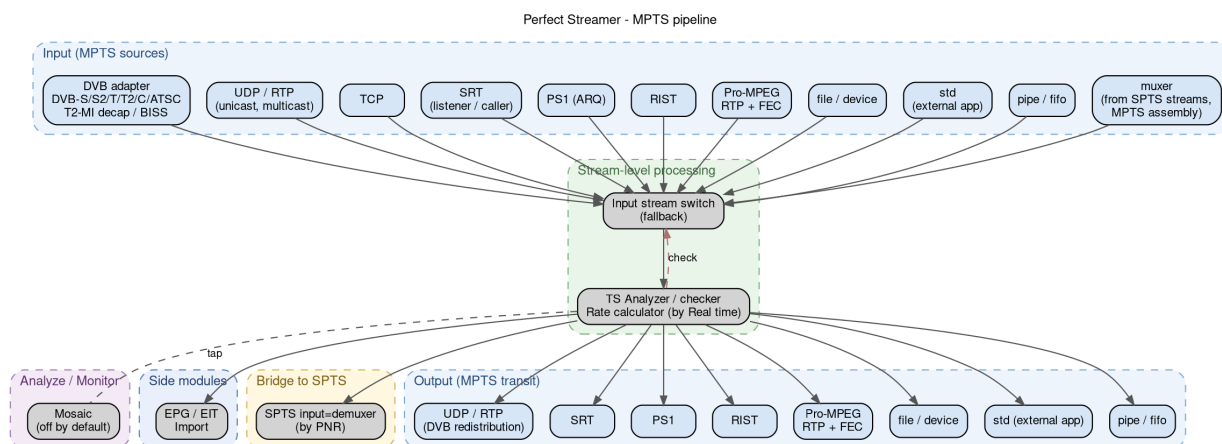


Fig. 3: Pipeline do fluxo MPTS: trânsito do multiplex sem alteração da composição; o processamento de programas individuais é realizado através do demultiplexador nos fluxos SPTS.

Trânsito do multiplex

O fluxo MPTS é de trânsito: o multiplex é transmitido tal como é. A filtragem e a modificação MPEG-TS ([Filtragem MPEG-TS, Modificação do fluxo](#)), os modos de bitrate ([Controle de bitrate](#)), a distribuição OTT e a gravação DVR ([OTT e DVR](#)) não se aplicam ao fluxo MPTS. O bitrate constante e a composição do multiplex próprio são definidos durante a sua montagem pelo multiplexador ([Multiplexador](#)); o processamento de um programa isolado é realizado após a sua extração para um fluxo SPTS ([Demultiplexador](#)).

As fontes do fluxo MPTS são os transportes de rede que recebem um multiplex pronto (UDP / RTP, SRT, PS1, RIST, Pro-MPEG, TCP, arquivo e outros – seção [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#)), o receptor DVB ([Receptor DVB](#)) e o multiplexador ([Multiplexador](#)). As fontes de programa único – HLS, RTSP, RTMP, demultiplexador, transcodificador, gerador de teste – não estão disponíveis para MPTS. As saídas são de transporte, incluindo a distribuição do multiplex para uma rede de distribuição DVB; o fluxo MPTS não possui saídas OTT.

A redundância de fontes funciona da mesma forma que nos fluxos SPTS: várias entradas por prioridade, o tempo limite do fluxo, o intervalo de verificação e o retorno à entrada principal ([Redundância de fontes](#)).

Análise por programas

O analisador do fluxo MPTS mantém a contabilização de cada programa separadamente e de forma consolidada para o multiplex: bitrate, estado e erros de continuidade, embaralhamento, informações de mídia de cada programa, bem como os identificadores do multiplex (TS ID e identificador de rede). Os contadores consolidados de programas – total, limpos, embaralhados e com erros – são exibidos na janela de estatísticas do fluxo ([Estatísticas do fluxo](#)); na lista de fluxos, os fluxos MPTS são marcados com o ícone MPTS e destacados em um grupo separado. Um programa embaralhado é considerado válido e não entra no contador de erros.

O monitor TR 101 290 (aba «Análise», configuração «Monitor TR 101 290») emite para o MPTS um único veredicto para todo o multiplex: erros de transporte, continuidade em todos os PID, repetição e descontinuidades do PCR em todos os programas, presença das tabelas PAT/PMT e SI (NIT, SDT, EIT, TDT). A janela do salto admissível do PCR é definida pela configuração de entrada «PCR discontinuity window (ms)» – como nos fluxos SPTS ([Sincronização](#)). As métricas aprofundadas do SPTS – a precisão do PCR, a análise do buffer de vídeo T-STD, os intervalos de PTS – não se aplicam ao multiplex como um todo: para a análise detalhada de um programa, extraia-o para um fluxo SPTS separado ([Demultiplexador, Analisador](#)).

O mosaico do fluxo MPTS está desativado por padrão (configuração «Gerar mosaico»); quando ativado, é formada uma miniatura para cada programa do multiplex. Trata-se de uma carga adicional considerável – em servidores sobrecarregados não é recomendável ativar o mosaico do multiplex.

Desembaralhamento BISS

Nas entradas de rede e de arquivo do fluxo MPTS (UDP / RTP, SRT, RIST, Pro-MPEG, TCP, PS1, arquivo e semelhantes) está disponível o desembaralhamento BISS por software por programas: são definidos pares «número do programa – chave» (BISS-1 ou BISS-E), e cada programa indicado é descryptografado antes da análise e da transmissão subsequente. O desembaralhamento no nível do adaptador DVB – CAM e BISS, incluindo as chaves para T2-MI – está descrito em [Receptor DVB](#).

EPG do multiplex

O guia de programação contido no multiplex é extraído para a base de dados EPG do nó pela configuração «[Extrair EIT para a base de dados EPG](#)» ([Importação de EPG/XMLTV](#)). A geração de EIT não é executada em um fluxo MPTS de trânsito: as tabelas EIT dos programas são transferidas pelo multiplexador a partir dos fluxos de origem durante a montagem ([Multiplexador](#), [Gerador EIT](#)).

1.7.3 Analisador

O analisador integrado verifica e mede continuamente a entrada ativa de cada fluxo. Os resultados são utilizados por vários subsistemas do nó: o veredito de validade comanda a comutação de entradas ([Redundância de fontes](#)), as métricas e os gráficos são exibidos na janela de estatísticas do fluxo ([Estatísticas do fluxo](#)), os distintivos de resumo — na lista de fluxos, e as violações geram alertas ([Alertas](#) [alerter](#)). Os dados do decodificador do analisador são utilizados pelo mosaico, pela importação de EPG e pelo decodificador de legendas ([Pipeline de processamento](#)).

As verificações e as medições básicas estão sempre ativadas. As análises aprofundadas são ativadas por configurações individuais na aba «Análise» do editor de fluxo — cada uma acrescenta carga de CPU e é ativada apenas quando necessário. Os contadores acumulados são limpos pelo botão «Redefinir estatísticas» na janela de estatísticas.

Verificação de validade

O fluxo de entrada é verificado por etapas: travamento do sincronismo TS, recepção das tabelas PAT e PMT, presença de marcas de PCR, análise das faixas de áudio e de vídeo até a decodificação de um quadro-chave. O resultado é exibido na janela de estatísticas, na seção «Verificação MPEG-TS» — os atributos individuais TS, PAT, PMT, PCR, Audio, Audio ES, Video, Video ES. A verificação é repetida no intervalo de verificação do fluxo; a entrada é declarada em falha se o fluxo não passou na verificação ou se os dados não chegam por mais tempo que o tempo limite do fluxo — nesse caso é executada a comutação para a entrada de reserva ([Redundância de fontes](#)).

O transporte embaralhado é um estado válido ([Fluxos SPTS](#)): as camadas de transporte e de PSI continuam a ser verificadas e, assim que surgirem dados abertos, a análise completa é retomada automaticamente.

Medições contínuas

Sem configurações adicionais, o analisador mede:

- **Bitrate** — a taxa do fluxo de entrada (nos SPTS, pelas marcas de PCR; nos MPTS, pelo tempo real) e a taxa de saída após o sincronizador; o gráfico «Bitrate» na janela de estatísticas.
- **Bitrate por PID** — a taxa atual e o número de pacotes por segundo de cada PID da entrada ativa; a tabela no bloco «Analisador» da janela de estatísticas. O tipo do PID provém da análise das tabelas do fluxo (PAT, PMT, vídeo, aac e semelhantes); o PID dos pacotes NULL (8191) é indicado como NULL, ao passo que um fluxo cujo tipo não foi possível determinar recebe um traço. A medição é apenas para SPTS: um fluxo MPTS não possui essa tabela com nenhuma fonte de multiplex, e a composição e as taxas dos programas são mostradas pela tabela do multiplex ([Análise por programas](#)).
- **Continuidade e transporte** — erros de continuidade CC (por janela e acumulados), erros de transporte (TEI), contadores de pacotes embaralhados; o gráfico «Continuidade e embaralhamento».
- **Intervalo de PCR** — o intervalo médio e o máximo entre as marcas de PCR. Com o monitor TR 101 290 ativado aplica-se o limite estrito de 40 ms; sem ele, o limite da ISO/IEC 13818-1 de 100 ms.

- **Jitter de PCR** — o atraso do escalonador de saída em relação ao ritmo do PCR; o gráfico «Jitter de PCR».
- **Deriva do PCR** — o desvio sistemático da frequência de relógio da fonte em relação ao tempo real, em ppm. Ao contrário do jitter, a deriva caracteriza a estabilidade do cristal do codificador e acumula-se ao longo de minutos; um veredito confiável forma-se numa janela a partir de 300 segundos. A tolerância da ISO/IEC 13818-1 é de ± 30 ppm; um excesso persistente é destacado na janela de estatísticas («Deriva do PCR»), separadamente do veredito da TR 101 290: a deriva do cristal é um problema do codificador do lado da fonte e não da integridade do transporte.
- **Precisão do PCR** — o erro de inserção das marcas de PCR em relação ao momento real da transmissão; a tolerância da TR 101 290 é de ± 500 ns. A métrica só faz sentido para fluxos com bitrate constante (ver o detector de modo abaixo).

Detector de modo do multiplex. O analisador classifica automaticamente a fonte como CBR ou VBR pela regularidade do PCR em relação à posição dos pacotes; o veredito é fixado com histerese, para excluir comutações frequentes. Um veredito seguro é mostrado por um distintivo CBR ou VBR na lista de fluxos; enquanto os dados não forem suficientes, não há distintivo. VBR não é um defeito: é um modo normal, no qual as verificações que só fazem sentido para CBR (a precisão do PCR, o buffer de vídeo T-STD) automaticamente não são avaliadas.

Análises aprofundadas

Três análises independentes são ativadas na aba «Análise» do editor de fluxo (todas desativadas por padrão):

«Análise profunda»

Coloca o analisador no modo contínuo de análise do fluxo (carga de CPU perceptível) e acrescenta:

- os intervalos das tabelas PAT e PMT (recomendação — não mais de 500 ms);
- os intervalos dos quadros-chave (GOP) e dos quadros IDR. Para players que se conectam num momento arbitrário recomenda-se um GOP de não mais de 1 segundo. Se o intervalo de IDR coincide aproximadamente com o intervalo dos quadros-chave, o fluxo tem closed-GOP — cada GOP abre com um ponto de entrada completo; se a métrica de IDR estiver ausente, o fluxo tem open-GOP;
- o intervalo entre a PAT e o quadro-chave — dele depende a rapidez do início da reprodução em uma conexão num momento arbitrário;
- a ficha do codec de vídeo (tipo de fluxo, perfil e nível, resolução, tipo de varredura, parâmetros VBV) e os parâmetros das faixas de áudio;
- os dados de prontidão para a inserção de publicidade: a estrutura do GOP, os indicadores de acesso aleatório (RAI), os eventos SCTE-35 e os pontos de emenda. O limiar de notificação antecipada do ponto de emenda é definido pela configuração «Notificar sobre o ponto de emenda com antecedência (quadros)» (configuração avançada);
- o controle da presença das tabelas SI (SDT, EIT, NIT, TDT) e os erros de estrutura dos fluxos elementares.

«Analisar a descontinuidade PCR/PTS»

A dispersão entre o PCR e as marcas de PTS/DTS de cada fluxo elementar. Uma dispersão demasiado grande causa problemas em players com um buffer de sincronização pequeno. Adicionalmente é medido o intervalo de repetição das marcas de PTS de vídeo (indicador 2.5 do relatório TR 101 290, limite de 700 ms).

«Analisar o buffer de vídeo T-STD»

O modelo do buffer do decodificador de referência T-STD (ISO/IEC 13818-1): a verificação de que o

buffer de vídeo não transborda nem se esvazia. São suportados MPEG-2, H.264/AVC e HEVC; a taxa de escoamento adapta-se ao bitrate real do vídeo. É avaliado apenas em fluxos com bitrate constante.

Os resultados são exibidos na janela de estatísticas, nas seções «Análise profunda» e «Analisador». As configurações «Rastreamento» e «Rastreamento MPEG-TS» ativam o registro detalhado da verificação do fluxo — apenas para diagnóstico; não as deixe permanentemente ativadas.

Monitor TR 101 290

A configuração «Monitor TR 101 290» (aba «Análise») ativa o controle contínuo da conformidade do fluxo com a norma ETSI TR 101 290. O monitor é leve — não ativa a análise pesada dos fluxos elementares — e funciona independentemente das análises aprofundadas.

O resultado é um veredito único para o fluxo: «Normal», «Problema» ou «Verificando...» durante o acúmulo de dados. O veredito é mostrado por um distintivo colorido TR-290 na lista de fluxos e na janela de estatísticas; ao clicar abre-se o relatório «TR 101 290» — uma tabela de indicadores agrupados pelas prioridades da norma (prioridade 1 — necessária para a decodificação, prioridade 2 — recomendada para o monitoramento, prioridade 3 — depende da aplicação), com os valores medidos e os limites.

Particularidades da avaliação:

- Uma violação entra no veredito apenas quando é persistente (observada durante pelo menos 30 dos últimos 60 segundos) — picos curtos não acendem o indicador. O nível de aceitação é acompanhado separadamente: uma violação que dure ininterruptamente 300 segundos é o critério para a aceitação técnica do canal.
- Parte dos indicadores requer análises adicionais. As linhas que dependem das configurações «Analisar a descontinuidade PCR/PTS» e «Analisar o buffer de vídeo T-STD», com a configuração desativada, são marcadas no relatório como desativadas e não influenciam o veredito. Os intervalos numéricos de PAT/PMT e o controle da presença das tabelas SI são medidos apenas com a «Análise profunda» ativada — sem ela, as linhas correspondentes permanecem sem valores medidos.
- A precisão do PCR e o buffer de vídeo T-STD são avaliados somente depois que o detector de modo confirmou o bitrate constante da fonte — e continuam a ser avaliados até a redefinição das estatísticas ou a alteração das configurações de nivelamento do bitrate, mesmo que o veredito do detector mude posteriormente. Em fluxos nunca confirmados como CBR, essas linhas não são avaliadas.
- Com o nivelamento do bitrate ativo, o monitor mede precisamente o fluxo emitido, já nivelado ([Controle de bitrate](#)).
- Para um fluxo MPTS é emitido um único veredito para todo o multiplex ([Análise por programas](#)).

As violações persistentes geram adicionalmente alertas com códigos do analisador — a lista completa consta em [Catálogo de códigos de alerta](#). Os contadores do monitor e as estatísticas acumuladas são redefinidos pelo botão «Redefinir estatísticas».

Assistente de reclamações

Se um canal apresenta violações persistentes da TR 101 290 ou deriva do PCR, o operador pode obter um texto-instrução pronto para um chat de IA, a partir do qual este redigirá uma carta formal de reclamação ao fornecedor do fluxo. A requisição é feita pela API HTTP do nó:

```
GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt
```

A resposta é um texto com a relação das violações ativas, os valores medidos, os limiares da norma e o impacto de cada erro no decodificador do receptor. O nome do fluxo, os seus identificadores e os endereços da fonte não são incluídos no texto de forma deliberada — em vez deles é inserido um espaço reservado

que o operador preenche por conta própria, para que dados de serviço não sejam transmitidos a um serviço de IA de terceiros. A função está disponível apenas para fluxos SPTS.

1.7.4 Demultiplexador

A entrada demultiplexadora (tipo demuxer) extrai um único programa do multiplex e o converte em um fluxo SPTS comum. Após a extração, aplica-se ao programa todo o processamento do pipeline SPTS (*Fluxos SPTS*): filtragem e modificação, transcodificação, distribuição OTT e gravação DVR. Esta é a única forma de processar o multiplex recebido por programas individuais (*Fluxos MPTS*).

Para conectar um programa, adiciona-se no fluxo SPTS uma entrada do tipo demuxer e selecionam-se (os nomes dos campos são os da interface):

- **Fonte** (campos Source kind e Source id) — um fluxo MPTS do mesmo nó ou um adaptador DVB (*Receptor DVB*).
- **Programa** (campo PNR) — o número do programa. Para uma fonte do tipo fluxo MPTS, se estiver ativa e já analisada, o número é escolhido na lista de serviços detectados com os seus nomes; para um adaptador DVB e para uma fonte ainda não analisada, o PNR é introduzido manualmente.

Particularidades:

- O demultiplexador recebe o multiplex já desembaralhado: as chaves BISS são definidas na entrada do fluxo MPTS (*Desembaralhamento BISS*), enquanto o desembaralhamento CAM e BISS no nível do adaptador é definido nas configurações do adaptador DVB (*Receptor DVB*).
- A fonte está protegida contra exclusão: enquanto pelo menos um demultiplexador referenciar o fluxo MPTS ou o adaptador DVB, não é possível excluí-lo — o nó informará quais objetos fazem referência a ele.
- Para os multiplexes internos T2-MI utiliza-se um número de programa composto, que combina o número da portadora e o PNR dentro dela: número da portadora × 65536 + PNR (por exemplo, portadora 1, PNR 7 → 65543; a portadora 0 é o multiplex externo, com PNR comum). O valor composto é introduzido no campo PNR. A recepção T2-MI está descrita em *Receptor DVB*.

Um mesmo multiplex pode ser distribuído simultaneamente por inteiro (um fluxo MPTS com saídas de transporte) e em partes — por fluxos SPTS individuais através de demultiplexadores.

1.7.5 Multiplexador

O multiplexador monta um fluxo MPTS a partir de fluxos SPTS isolados do nó e forma um multiplex DVB completo: gera as tabelas PSI/SI, mantém o agendamento de saída com o modelo T-STD e nivela o bitrate inserindo pacotes NULL. Com o bitrate alvo definido, a saída está em conformidade com a TR 101 290 e é adequada para alimentar moduladores e redes de distribuição DVB.

Montagem do multiplex

1. Criar um fluxo do tipo MPTS (*Novo fluxo*).
2. Adicionar a ele uma entrada do tipo muxer — ela é única e contém as configurações de todo o multiplex (veja abaixo).
3. Vincular os programas — de uma das duas maneiras:
 - a partir do editor de programas do multiplex: botão «Editar programas...» na entrada muxer, em seguida «Adicionar programa» e a seleção do fluxo de origem;
 - pelo lado da fonte: adicionar ao fluxo SPTS uma saída do tipo muxer e indicar o fluxo MPTS de destino.

Um novo vínculo é criado em pausa — o programa aparece na lista com o ícone de pausa; após a verificação das configurações, ele é retirado da pausa.

4. Repetir para todos os programas do multiplex.

Os participantes do multiplex são fluxos SPTS comuns: todo o processamento (*Fluxos SPTS* — filtragem, modificação, transcodificação) é executado no fluxo de origem antes da montagem. Um mesmo fluxo SPTS pode ser distribuído diretamente e integrar o multiplex ao mesmo tempo.

Parâmetros do multiplex

São definidos na entrada muxer do fluxo MPTS (os nomes são os mesmos da interface):

Transport stream id, Network id, Network name

Os identificadores do fluxo de transporte e da rede e o nome da rede — são inseridos nas tabelas PAT/SDT/NIT geradas.

Country code (ISO 3166 alpha-3)

O código do país — utilizado na tabela TOT (fuso horário, deslocamento do horário local) e nos descritores regionais da NIT.

Output bitrate (kbps)

O bitrate alvo do multiplex. É definido com uma margem acima do bitrate somado de todos os programas. O valor 0 desativa o nivelamento — o bitrate total simplesmente acompanha os fluxos de entrada, sem preenchimento com pacotes NULL (stuffing) e sem o modelo T-STD.

SDT provider name

O nome do provedor — comum a todos os serviços do multiplex (configuração avançada).

Parâmetros dos programas

São definidos na saída muxer do fluxo de origem (os nomes são os mesmos da interface); o editor de programas gerencia a composição, a ordem e a pausa e — com a atribuição automática de PID desativada — a edição dos PID:

SDT service name (empty = stream name)

O nome do serviço na tabela SDT; um valor vazio significa que é utilizado o nome do fluxo de origem.

PNR (0 = stream id)

O número do programa no multiplex; 0 significa que é utilizado o identificador do fluxo de origem.

Logical channel number (0 = PNR)

O número lógico de canal (LCN) para os receptores; 0 coincide com o PNR.

Service type (0 = auto, ETSI)

O tipo de serviço conforme a classificação da ETSI: 0 — determinado automaticamente pela composição do programa (SD/HD, codec, rádio); caso contrário, definido manualmente.

A ordem dos programas nas tabelas do multiplex é alterada arrastando as linhas no editor de programas.

Atribuição de PID

O modo de atribuição de PID é selecionado pelo interruptor «Automatic PID mapping» na entrada muxer:

- **Ativado** (padrão) — a cada programa são atribuídos novos PID da faixa automática; colisões estão excluídas.
- **Desativado** — os PID originais dos fluxos de origem são preservados. Isso é necessário, por exemplo, na migração de um multiplex em operação, para que os receptores não exijam uma nova busca de canais. Se necessário, PID isolados são alterados no editor de PID do programa (botão «PID» no editor de programas): o PID da PMT e os PID de destino dos fluxos elementares; duplicatas dentro de um programa não são aceitas pelo editor. Nesse modo, a unicidade dos PID entre os programas é assegurada pelo operador — em caso de colisão, o nó grava um aviso no registro, mas o multiplex continua funcionando. Os PID reservados da fonte (menores que 32) não podem ser preservados — a eles é atribuído um novo PID, com um aviso no registro.

Se um fluxo participante tiver a disposição automática de PIDs ativada ([Disposição automática de PIDs](#)), o editor de PIDs do programa mostra os identificadores já atribuídos por ela, e não os originais, e informa isso: os pares de reatribuição definidos antes de ativar a disposição deixam de coincidir, e esses fluxos elementares recebem o PID automaticamente. Por isso, o momento delicado é ativar a disposição em um fluxo que já integra o multiplex, e não a configuração a partir do zero.

A alteração do modo é aplicada em tempo real, sem reiniciar o fluxo.

Geração das tabelas

O multiplexador forma suas próprias tabelas PSI/SI: PAT, a PMT de cada programa, SDT (nomes dos serviços e do provedor), NIT (identificador e nome da rede, lista de serviços, LCN) e TDT/TOT (marcas de tempo). A tabela CAT é formada quando os programas contêm dados de sistemas de acesso condicional.

O multiplexador não gera as tabelas EIT (guia de programação), mas as transfere dos fluxos de origem — inclusive a EIT gerada na fonte a partir de um EPG externo ([Gerador EIT](#)).

Controle do multiplex

O estado do multiplex montado é exibido na janela de estatísticas do fluxo MPTS ([Estatísticas do fluxo](#)): as taxas de saída, alvo e de entrada, o número de programas, a tabela de programas com o bitrate e o estado de cada um, os identificadores de TS e de rede, o estado do agendador e do preenchimento.

Se o bitrate somado dos programas exceder o alvo, é exibido o aviso «Sobrecarga de bitrate — os programas de origem excedem a taxa alvo do mux». Um multiplex subdimensionado perde pacotes dos programas — quedas de áudio e de vídeo, erros de continuidade nos destinatários; em caso de sobrecarga prolongada, também é possível a perda das tabelas PSI. Aumente o bitrate alvo ou reduza o bitrate dos programas (por exemplo, transcodificando as fontes, [Transcodificadores](#)).

A conformidade do multiplex com a TR 101 290 é controlada pelo monitor do analisador ([Análise por programas](#)).

1.7.6 Fluxos de teste

O gerador de fluxo de teste produz por software um fluxo SPTS completo, com padrão de teste e sinal sonoro — não é necessária qualquer fonte externa. É utilizado como substituto da emissão enquanto a fonte principal está em falha, para a verificação de percursos de transmissão e de receptores, bem como para ensaios de ajuste e de carga.

Uma fonte de teste é uma entrada do tipo test-stream de um fluxo SPTS (indisponível para MPTS). A geração é executada pelo módulo de transcodificação por software — o pacote correspondente deve estar instalado no nó ([Transcodificadores](#)). Por se tratar de uma entrada comum, aplicam-se as regras gerais de redundância: o gerador é colocado em último lugar na lista de entradas — assume automaticamente a emissão em caso de falha de todas as fontes principais; o retorno à entrada prioritária segue as regras gerais de reavaliação ([Redundância de fontes](#)).

O fluxo gerado percorre o pipeline de processamento habitual ([Pipeline de processamento](#)): pode ser analisado, distribuído por protocolos de transporte e em OTT, gravado em DVR, encaminhado para o multiplexador e para o transcodificador.

Configurações do gerador

São definidas na entrada test-stream (os nomes correspondem aos apresentados na interface; algumas delas são configurações adicionais):

Vídeo

Video encoder — o codec: MPEG-2, H.264 (padrão) ou HEVC; Video bitrate (kbps) — a taxa de bits de vídeo (3000 por padrão); Width e Height — a resolução (1920 × 1080 por padrão); Frame rate — a taxa de quadros (25 por padrão); GOP interval — a duração do GOP em quadros; Video pattern — o tipo de padrão de teste; Width PAR / Height PAR — a relação de aspecto do pixel.

Áudio

Audio encoder — o codec: MPEG-1 Layer II (padrão) ou AAC; Audio waveform — a forma do sinal sonoro; Audio frequency (Hz) — a frequência do tom; Audio volume — o volume (0...1).

Sobreposição

Enable overlay — ativa a sobreposição sobre o padrão de teste (ativada por padrão); Overlay text — texto arbitrário, por exemplo o nome do canal; Time format (strftime) — o formato da hora sobreposta, por padrão horas:minutos:segundos.

Fluxo de transporte

Total bitrate (kbps) — a taxa de bits total do fluxo, com preenchimento por pacotes NULL (stuffing) até um valor constante, 0 — sem preenchimento; PNR, PMT PID, Video PID, Audio PID — o número do programa e os identificadores da tabela PMT e dos fluxos elementares, para enquadrar o fluxo de teste no plano de PID da rede.

A tela «Fluxos de teste» da interface web ([Fluxos de teste](#)) está em preparação; as entradas de teste são configuradas no editor de fluxo ([Editor de entrada e saída](#)).

1.7.7 OTT e DVR

O subsistema OTT distribui fluxos por protocolos baseados em HTTP: HLS (sobre MPEG-TS), MPEG-DASH e Low-Latency HLS (sobre CMAF — MP4 fragmentado), bem como MPEG-TS over HTTP. São suportados HTTPS e HTTP/3 (QUIC). A distribuição é habilitada na aba «OTT» do editor de fluxo ([Configurar fluxo](#)) e está disponível somente para fluxos SPTS; um programa do multiplex é extraído para um fluxo SPTS pelo demultiplexador ([Demultiplexador](#)).

O DVR é um arquivo permanente do fluxo em disco. Ele é gravado em paralelo com a distribuição OTT — não é necessário um serviço de gravação separado — e é reproduzido pelas mesmas URL da transmissão ao vivo; a diferença está apenas nos parâmetros de consulta ([DVR: arquivo do fluxo](#)).

Modos de distribuição

A distribuição progressiva de MPEG-TS por HTTP é habilitada pela configuração «Serviço HTTP» (valor Live): transmissão contínua do fluxo de transporte original em uma única resposta HTTP.

A distribuição segmentada é controlada pela configuração «Serviço HLS» (valores conforme a interface):

Peering / HLS

Segmentação simples. O modo destina-se à transferência do fluxo entre nós Perfect Streamer: o nó distribuidor entrega HLS sobre MPEG-TS e o nó receptor se conecta com uma entrada do tipo HLS. As legendas WebVTT e o DRM não estão disponíveis neste modo, e a gravação DVR não é configurável.

OTT / HLS

Segmentação otimizada para a partida rápida dos players na transmissão OTT (a carga de CPU é maior). O HLS é distribuído sobre MPEG-TS; aplica-se o alinhamento dos segmentos pelo GOP ([Segmentador](#)).

OTT / LL-HLS / DASH

Distribuição sobre CMAF: o fluxo forma segmentos fMP4, sobre os quais são entregues MPEG-DASH e Low-Latency HLS. Com a configuração «Chunks MPEG-TS HLS legados» habilitada (habilitada por padrão), é adicionalmente distribuído o HLS convencional sobre MPEG-TS; desabilitá-la economiza disco e CPU. MPEG-DASH e Low-Latency HLS estão disponíveis somente neste modo.

O Low-Latency HLS divide a playlist de mídia em segmentos parciais (parts): o player inicia a reprodução sem aguardar o segmento completo; são aplicados o recarregamento bloqueante da playlist e a dica de pré-carregamento. A duração-alvo da parte é dada pela configuração «Duração-alvo da parte LL (ms)» (configuração avançada; 500 ms por padrão, aplicada em tempo de execução, deve ser menor que o intervalo mínimo do chunk). Para uma latência baixa precisa, o manifesto DASH contém a vinculação do tempo de mídia ao UTC, e os segmentos CMAF carregam marcas de tempo do produtor.

Nota: O empacotamento CMAF transporta apenas as faixas de áudio AAC e AC-3; as faixas em outros codecs são descartadas, e um alerta é emitido a respeito ([Alertas \(alerter\)](#)).

Segmentador

Nos modos OTT o fluxo é analisado pelas tabelas PAT/PMT e pelos quadros-chave, e os segmentos são cortados segundo o critério de partida rápida dos players. O corte é controlado pelas configurações «Intervalo mín. do chunk (s)» e «Intervalo máx. do chunk (s)»: a análise começa pelo intervalo mínimo e, se o ponto de corte não for encontrado, o segmento é encerrado à força pelo máximo.

«Segmentos alinhados pelo GOP» (habilitado por padrão; vigora no modo OTT / HLS) – o segmentador alinha as fronteiras dos segmentos pelos pontos de acesso aleatório e distingue o IDR do quadro I comum. Para fontes com closed-GOP cada segmento começa garantidamente por SPS/PPS/IDR – um ponto de entrada completo; a «cauda» do GOP anterior é removida. Isso elimina o quadro preto na partida das sessões VOD e coloca a distribuição em conformidade com os requisitos do HLS (RFC 8216). O tipo da estrutura GOP da fonte é visível pelas métricas do analisador ([Análises aprofundadas](#)). Devido ao alinhamento, a duração real do segmento pode exceder o intervalo mínimo – a duração-alvo declarada na playlist reflete o máximo real.

URL e autorização

A distribuição é atendida pelo servidor HTTP de streaming do nó ([Servidor HTTP de streaming](#)). A URL é construída conforme o esquema:

http://host:port/hls/<fluxo>/<login>/<senha>/index.m3u8	
http://host:port/hls/<fluxo>/<login>	– autorização por token
http://host:port/hls/<fluxo>/	– autorização por IP

Em lugar de /hls/ são colocados /dash/, /llhls/ ou /http/; para os pacotes adaptativos – /hls/adaptive/ e análogos ([Pacotes adaptativos](#)). <fluxo> é o identificador do fluxo ou o nome definido pela configuração «Nome do fluxo na URL». O acesso não autorizado é proibido: os logins e as permissões dos clientes são configurados na interface web ([Usuários / Logins](#)).

Os modelos de URL prontos, com os modos de distribuição vigentes, são exibidos na janela de estatísticas do fluxo – seção «URL de entrega», com botão de cópia ([Estatísticas do fluxo](#)). As sessões de cliente ativas são vistas na tela «Clientes» ([Clientes](#)).

HTTP/3 (QUIC)

O servidor HTTP de streaming é capaz de entregar as rotas OTT (HLS, DASH, LL-HLS, MPEG-TS over HTTP) sobre QUIC. O HTTP/3 é habilitado nas configurações do servidor HTTP de streaming ([Servidor HTTP de streaming](#)); o certificado utilizado é o mesmo do HTTPS, mas não é obrigatório habilitar o próprio HTTPS – o QUIC escuta separadamente e lê os arquivos do certificado diretamente. São justamente eles que são necessários: sem o certificado e a chave, o listener HTTP/3 não sobe.

Os clientes de navegador passam para o QUIC pelo anúncio padrão Alt-Svc: o anúncio é emitido mediante solicitação explícita do cliente – pelo parâmetro ?h3 na URL master. Se a conexão QUIC não se estabelecer (porta UDP fechada, certificado não confiável), o cliente permanece de forma transparente no HTTPS – a transmissão não é interrompida. As requisições administrativas são atendidas somente por TCP. O Low-Latency HLS e o DASH sobre QUIC são entregues de forma incremental – as partes seguem para o cliente à medida que ficam prontas.

Legendas WebVTT

A configuração «Legendas de teletexto em WebVTT» (habilitada por padrão, vigora nos modos OTT) converte as legendas DVB Teletext / DVB Subtitling do fluxo de entrada em faixas WebVTT: na playlist master HLS é acrescentada uma faixa de legendas e, no manifesto DASH, um conjunto de adaptação de texto. A presença de legendas na fonte é vista nas informações de mídia da janela de estatísticas. As legendas são arquivadas no DVR em paralelo com os segmentos de mídia e ficam disponíveis na reprodução do arquivo; elas não são criptografadas pela proteção DRM. Para diagnóstico serve a configuração «Registrar mensagens de legendas» (configuração avançada).

Pacotes adaptativos

O pacote adaptativo reúne vários fluxos OTT de um mesmo canal com taxas de bits diferentes sob uma única playlist master HLS ou manifesto DASH — o próprio player alterna entre as variantes conforme a banda disponível.

O pacote é criado como um fluxo do tipo «Adaptativo» (*Novo fluxo*, editor do pacote — *Pacote adaptativo*). Os participantes são fluxos SPTS com o modo OTT habilitado: OTT / HLS para o HLS adaptativo sobre MPEG-TS, OTT / LL-HLS / DASH para o DASH e o Low-Latency HLS adaptativos. Para cada participante é possível definir a taxa de bits manualmente; com o valor 0 é usada a taxa de bits medida.

As URL master do pacote são construídas pelos esquemas /hls/adaptive/, /dash/adaptive/, /llhls/adaptive/ com as mesmas variantes de autorização. O acesso concedido a um cliente para um pacote adaptativo se estende automaticamente a todos os fluxos nele contidos.

Proteção de conteúdo (DRM)

A distribuição OTT do fluxo pode ser criptografada. A criptografia é executada uma única vez, no momento da formação do segmento: a distribuição ao vivo e o arquivo DVR recebem os mesmos dados criptografados; o arquivo é mantido em disco de forma criptografada. As configurações estão reunidas na seção «Proteção de conteúdo» da aba «OTT»; a aplicação de qualquer uma delas reinicia a distribuição OTT do fluxo.

Modos (campo «DRM», valores conforme a interface):

HLS AES-128

Criptografia de segmento inteiro dos segmentos TS; a descriptografia é executada por qualquer player HLS padrão. Exige «Serviço HLS» = OTT / HLS.

CENC cenc (DASH), CENC cbcs (DASH)

Criptografia por quadro segundo o MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7) — esquema cenc (AES-CTR) ou cbcs (AES-CBC por padrões de blocos, ecossistema Apple FairPlay). Exigem o modo OTT / LL-HLS / DASH com a distribuição de chunks TS desabilitada; a distribuição ocorre somente por MPEG-DASH.

Qualquer modo de proteção exige o «Serviço HTTP» desligado — a distribuição progressiva passa ao largo da criptografia. Uma combinação incompatível de configurações é rejeitada pelo servidor com a indicação do motivo.

Chaves e entrega:

- «Chave de conteúdo (32 hex)» é a chave de criptografia (para o AES-128 estático e para o CENC). «ID da chave (CENC KID)» é o identificador da chave CENC; com o campo vazio, o identificador é derivado de forma determinística do identificador do fluxo.

- «Entrega da chave» (AES-128, valores conforme a interface): Built-in (PSS serves the key) — o próprio servidor entrega a chave por uma URL de sessão com a mesma autorização dos segmentos; External key server — a tag de chave na playlist aponta para a «URI da chave (EXT-X-KEY)» e a entrega interna é desabilitada. Para o CENC o servidor não fornece a chave aos players — a entrega das chaves é executada pela infraestrutura de DRM (servidores de licença).
- Rotação de chaves (somente AES-128): «Origem da chave» = Derived (rotating), «Segredo da rotação» (não menos de 16 caracteres) e «Janela da chave (minutos)». A chave de cada janela é calculada a partir do segredo por uma função irreversível; o arquivo DVR é reproduzido através de qualquer número de rotações — o número da janela é recuperado pelo horário de gravação do segmento.

Aviso: A troca da «identidade de chave» do fluxo — da chave de conteúdo, do segredo ou das configurações de rotação — torna ilegível o arquivo criptografado gravado anteriormente; a interface web solicita a confirmação de tais alterações. As chaves são mantidas na configuração do servidor em texto aberto — restrinja o acesso aos arquivos de configuração e aos backups.

DVR: arquivo do fluxo

A gravação é habilitada na aba «OTT», seção «DVR» (visível nos modos OTT):

«Armazenamento DVR»

O armazenamento no qual o arquivo é gravado ([Armazenamentos DVR](#)). O valor «Nenhum» significa gravação desligada.

«Retenção (horas)»

A profundidade do arquivo do fluxo, de 1 hora a 90 dias. Os segmentos mais antigos são removidos pela limpeza regular.

«Mínimo protegido (horas)»

O limiar inferior de proteção: a limpeza nunca remove gravações mais recentes que esse valor, mesmo em caso de falta de espaço em disco.

A gravação começa automaticamente assim que o fluxo passa ao estado operacional. A desvinculação do armazenamento interrompe a gravação (os arquivos permanecem em disco, a reprodução do arquivo cessa); na troca de armazenamento a gravação recomeça do zero, e os arquivos não são transferidos. As alterações destrutivas são confirmadas pela interface web com a caixa de diálogo «Confirmar alterações DVR».

Armazenamentos DVR

Os armazenamentos são configurados na tela «Armazenamentos DVR» ([Armazenamentos DVR](#)). Para cada um são definidos o caminho do diretório (não alterável após a criação), o limite de utilização do disco em porcentagem e — nas configurações avançadas — o intervalo de limpeza, o adiamento e a porção de corte em caso de saturação, a reserva emergencial de espaço e a histerese. Recomenda-se um armazenamento por disco: vários armazenamentos em um disco comum concorrem pelo espaço livre. A remoção de um armazenamento da configuração não apaga os arquivos do disco.

A limpeza do arquivo atua em vários níveis:

- por profundidade — segmentos mais antigos que o valor «Retenção (horas)» de cada fluxo;
- por espaço — quando o limite de utilização do disco é excedido de forma persistente, os segmentos mais antigos são removidos proporcionalmente em todos os fluxos, porém nunca os mais recentes que o mínimo protegido;

- emergencial — em caso de falta crítica de espaço, a gravação é interrompida até a restauração do espaço livre;
- a limpeza de arquivos órfãos dentro dos arquivos dos fluxos em gravação é executada automaticamente; os diretórios de arquivo remanescentes de fluxos excluídos são removidos somente de forma manual — pelo botão «Limpar arquivos órfãos» na tela «Monitor de DVR» ([Monitor de DVR](#)).

O estado dos armazenamentos e dos fluxos em gravação — preenchimento, volume do arquivo, latências de gravação e de leitura, tarefas de limpeza ativas — é exibido na mesma tela «Monitor de DVR». O arquivo de um fluxo isolado pode ser apagado de forma irreversível pelo botão «Apagar arquivo DVR» na janela de estatísticas do fluxo; a gravação, nesse caso, prossegue.

Reprodução do arquivo (VOD)

O arquivo é reproduzido pelas mesmas URL da transmissão ao vivo HLS / DASH — a diferença está apenas nos parâmetros de consulta:

t=<tempo>

O início da janela VOD (tempo Unix, segundos). $t=0$ — desde o início do arquivo. A presença do parâmetro t habilita o modo VOD.

d=<segundos>

A duração da janela VOD. Sem o parâmetro (ou com $d=0$) — até o momento atual. Vigora somente em conjunto com t .

epg=<tempo>

VOD pela programação: o servidor localiza o evento de EPG ativo no momento indicado e toma o seu início e a sua duração como fronteiras da janela. Exige a vinculação do fluxo a uma fonte de EPG — os campos «Fonte EPG» e «Canal EPG» na aba «Fluxo» ([Modificação do fluxo](#), [Gerador EIT](#)); os parâmetros t e d são, nesse caso, ignorados. Para um catálogo de programas basta à interface o horário do evento — as fronteiras exatas serão calculadas pelo servidor.

Particularidades da reprodução:

- As fronteiras da janela são normalizadas: uma solicitação anterior ao início do arquivo é ajustada para o primeiro segmento disponível; uma janela integralmente fora do arquivo retorna uma playlist vazia, porém válida.
- A playlist HLS de VOD é fechada (com a marca de encerramento); o manifesto DASH é estático. As interrupções de gravação no DASH são representadas por períodos separados — os players avançam através da fronteira sem configurações especiais.
- Se o cliente alcançar a fronteira direita da janela, os segmentos faltantes são entregues a partir da memória ao vivo do fluxo — sem redirecionamentos nem nova autorização.
- Uma sessão VOD aberta protege a sua janela da limpeza regular até o encerramento da sessão; a limpeza emergencial e o mínimo protegido têm prioridade.
- As legendas WebVTT são reproduzidas também no arquivo ([Legendas WebVTT](#)).
- Os pacotes adaptativos suportam os mesmos parâmetros de VOD. No manifesto DASH entram somente as variantes com armazenamento DVR vinculado; na playlist master HLS entram todas as variantes, porém as variantes sem arquivo respondem com erro à solicitação de arquivo, e o player as ignora.

1.7.8 Transcodificadores

Os transcodificadores recodificam o vídeo e o áudio do fluxo: reduzem a taxa de bits para OTT ou para o multiplex, alteram o codec e a resolução, preparam variantes para pacotes adaptativos. Cada transcodificador funciona como um processo separado do nó; é suportado o esquema «um para muitos» — a partir de um único decodificador é possível obter vários fluxos de saída com configurações de codificação diferentes. A transcodificação está disponível somente para fluxos SPTS; o fluxo de origem deve conter tanto vídeo quanto áudio.

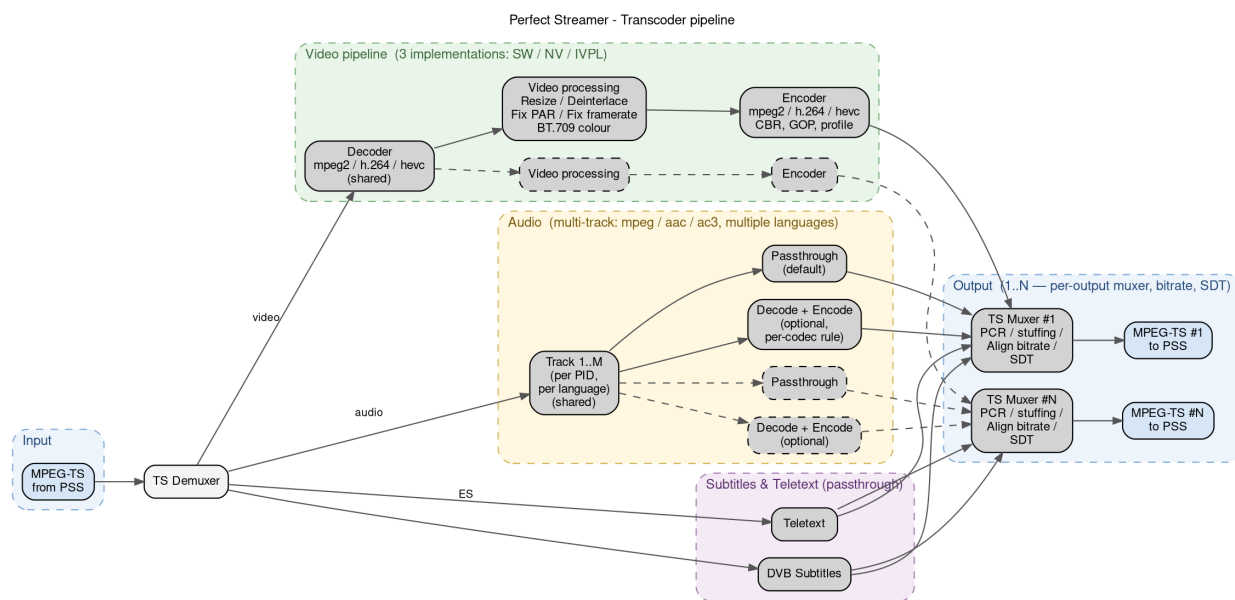


Fig. 4: Arquitetura do transcodificador: um decodificador (comum) e N ramificações independentes «processamento + codificador»; as faixas de áudio são processadas separadamente do vídeo, as legendas e o teletexto passam de forma transparente.

Conexão

O transcodificador conecta dois ou mais fluxos:

1. No fluxo de origem é adicionada uma **saída do tipo transcoder** — este é o decodificador. Nas suas configurações seleciona-se o backend de transcodificação (ver abaixo).
2. No fluxo de resultado é adicionada uma **entrada do tipo transcoder** — este é o codificador. Nas suas configurações seleciona-se o decodificador de origem em funcionamento (campo Decoder).
3. O passo 2 é repetido para cada variante adicional — todas elas utilizam o decodificador comum.

Em seguida, o fluxo de resultado é um fluxo SPTS comum: pode ser distribuído em OTT, gravado em DVR, enviado ao multiplexador.

Backends e codecs

O backend é selecionado no decodificador (campo Transcoder backend, os valores são os mesmos da interface):

Video pass-through

O vídeo passa sem recodificação, somente o áudio é transcodificado. O modo é executado pelo transcodificador por software — o pacote de transcodificação por software deve estar instalado ([Transcodificadores](#)).

Software (CPU)

Transcodificação por software na CPU.

NVidia (GPU)

Transcodificação por hardware em processadores gráficos NVIDIA.

Intel VPL (GPU)

Transcodificação por hardware em processadores gráficos Intel.

Para os backends de GPU, o dispositivo é selecionado pelo campo GPU device selector (configuração avançada) — relevante em servidores com várias placas. Os pacotes dos transcodificadores são instalados separadamente ([Transcodificadores](#)); os backends instalados, as suas versões e os dispositivos encontrados são mostrados na tela «Acerca de» ([Sobre o sistema](#)).

Codecs do decodificador — MPEG-2, H.264, HEVC; áudio — MPEG (Layer 1–3), AAC, AC-3. Codecs do codificador — H.264 e HEVC (o codificador NVIDIA não suporta MPEG-2; o MPEG-2 é codificado pelos backends Software e Intel VPL); áudio — MPEG Layer II e AAC.

Particularidades do decodificador:

- fluxos entrelaçados (interlace) são suportados na entrada e na saída; para H.264 e HEVC, o formato interlace alternate (campos separados) é convertido em interleaved;
- para HEVC é suportado o perfil Main10 com BT.709 (SDR) e BT.2020 (HDR); o codificador HEVC utiliza sempre o perfil Main com BT.709;
- a taxa de quadros variável (VFR) é convertida em constante;
- são suportados fluxos sem quadros IDR.

Configurações do decodificador

São definidas na saída do tipo transcoder do fluxo de origem (os nomes são os mesmos da interface; todas as listadas abaixo são configurações avançadas):

Fix PAR (N/D), Fix framerate (N/D)

Dicas para a correção dos dados do fluxo de entrada — elas não transformam o fluxo, mas corrigem os parâmetros quando a fonte não os informa ou os informa incorretamente. Fix PAR — a relação de aspecto do pixel como fração (por exemplo, 16/9 para Wide SD); Fix framerate — a taxa de quadros como fração, caso ela esteja ausente no fluxo (PAL — 25/1, NTSC — 30000/1001, cinema — 24/1).

Convert to BT.709

Conversão dos formatos de cor SD (BT.470-2 PAL, SMPTE 170M NTSC) em BT.709.

Watchdog timeout

Tempo limite do reinício por watchdog do processo do transcodificador.

O processo do transcodificador mantém sempre um registro detalhado — não é necessária uma configuração de rastreamento separada ([Controle do funcionamento](#)).

Configurações do codificador

São definidas na entrada do tipo transcoder do fluxo de resultado:

Encoder

Codec de vídeo: MPEG-2, H.264 (padrão) ou HEVC.

Video profile (H.264)

Perfil de codificação H.264: Main ou High.

Video bitrate (kbps)

Taxa de bits do vídeo. A codificação é sempre executada no modo CBR; a taxa de bits total do fluxo será maior por causa das faixas de áudio.

Resize

Alteração do tamanho da imagem: redução proporcional de 2 ou 4 vezes; conversão para SD – variantes SD, SD PAL e SD NTSC, todas com a relação panorâmica 16:9; escalonamento de SD para HD; definição da largura ou da altura (o outro lado é recalculado proporcionalmente). Tamanho arbitrário não é suportado – isso distorceria as proporções.

Deinterlace

Conversão de vídeo entrelaçado em progressivo (habilitada por padrão; ao escalonar SD para HD é aplicada automaticamente).

Configurações de qualidade e de estrutura do fluxo (configurações avançadas):

GOP interval

Intervalo de quadros-chave, em quadros. Por padrão 25 – um segundo para 25p; recomendado se os reprodutores se conectam ao fluxo em um momento arbitrário.

B-frames, Lookahead

Aumentam a qualidade da codificação; os valores recomendados são 3 e 20–50 quadros, respectivamente.

Speed preset

Predefinição da velocidade de codificação de 1 a 7: quanto menor, maior a qualidade e maior a carga. Por padrão 4.

Framerate resample

Redução da taxa de quadros em 2 ou 4 vezes.

Encoder PMT PID, PAT/PMT interval (90kHz)

O PID da tabela PMT e o intervalo de repetição das tabelas PAT/PMT no fluxo de saída – para quando é necessário enquadrar o fluxo no plano da rede.

São possíveis combinações incompatíveis de parâmetros – os erros ficam visíveis no registro do transcodificador ([Controle do funcionamento](#)).

Processamento de áudio

Por padrão, todas as faixas de áudio passam da entrada para a saída sem recodificação. As faixas supérfluas são removidas pelos filtros de PID na entrada do fluxo ([Filtragem MPEG-TS](#)).

A recodificação do áudio é configurada por regras, separadamente para cada codec de origem (configurações avançadas): a faixa pode ser passada sem alterações, recodificada (MPEG – em AAC; AAC – em MPEG Layer II; AC-3 – em MPEG Layer II ou AAC) ou removida (valor Skip). Adicionalmente são definidos a taxa de bits do áudio (Audio bitrate, por padrão 128 kbps) e o volume da mixagem redutora 5.1 (5.1 downmix volume). Se, após a aplicação das regras, não restar nenhuma faixa de áudio no fluxo de saída, o codificador informará um erro no registro.

PCR e taxa de bits do fluxo de saída

O multiplexador do transcodificador forma marcas PCR novas e consistentes. Por padrão, o fluxo de saída é VBR: a taxa de bits total acompanha a taxa de bits real do vídeo e do áudio, e a precisão do PCR conforme a TR 101 290 não é garantida no lado receptor. Se o fluxo transcodificado se destina à difusão DVB, habilite o modo CBR no fluxo receptor — o preenchimento nivelará a taxa de bits e recalculará o PCR ([Controle de bitrate](#)).

Controle do funcionamento

A tela «Transcodificadores» ([Transcodificadores](#)) mostra todas as instâncias: cada linha é uma instância separada (o decodificador e os codificadores a ele conectados) com o estado, o tipo de backend, o tempo de funcionamento, a carga de CPU e a memória. A janela «Instância de transcodificador» ([Instância de transcodificador](#)) revela a fonte, a lista de codificadores com os parâmetros do vídeo de saída, os recursos do processo e os registros da execução atual e da anterior — o primeiro lugar a consultar no diagnóstico de problemas.

A carga dos dispositivos GPU é exibida na tela «Monitor do Sistema» ([Monitor do Sistema](#)). A superação dos limiares de CPU, de memória e de carga da GPU, bem como a indisponibilidade do backend configurado, geram alertas ([Catálogo de códigos de alerta](#)).

1.7.9 Receptor DVB

O Perfect Streamer trabalha com os adaptadores DVB instalados no sistema: são suportados os padrões DVB-S, DVB-S2, DVB-T, DVB-T2, DVB-C e ATSC. Adicionalmente, estão implementadas a descapsulação T2-MI (ETSI TS 102 773) e o desembaralhamento BISS-1 / BISS-E e CI/CAM. A condição principal é um driver do adaptador corretamente instalado e em funcionamento; a tela «Adaptadores DVB» ([Adaptadores DVB](#)) fica disponível quando dispositivos DVB são detectados no sistema. Os dispositivos DVB-ASI são conectados de outra forma — por uma entrada de fluxo do tipo arquivo apontando para o caminho do dispositivo, sem um registro de adaptador DVB.

Adaptadores

Um adaptador é um registro que vincula um sintonizador físico (o par «adaptador/dispositivo» do sistema) aos parâmetros de recepção; com o sinal travado, o adaptador entrega o multiplex MPTS do transponder. O adaptador é adicionado na janela «Adicionar adaptador DVB» ([Editor de adaptador DVB](#)):

- **Modo:** Stream — recepção do fluxo; Frontend monitor — apenas monitoramento do sinal, sem leitura do fluxo (o valor obsoleto Scanner não é utilizado). O modo e o «Sistema de entrega» são definidos na criação e não são alterados.
- **Equipamento** — o sintonizador é selecionado na lista dos detectados no sistema; os ocupados são assinalados.
- **Parâmetros de sintonia** — dependem do sistema de entrega: frequência (em MHz para satélite, em kHz para terrestre e cabo), «Taxa de símbolos, ksym/s», «FEC», «Modulação», «Inversão espectral», «Stream id (ISI/PLP)» — o identificador de fluxo DVB-S2 multistream ou o PLP DVB-T2 no nível do sintonizador; para a recepção terrestre — «Largura de banda», «Modo de transmissão», «Intervalo de guarda», «Hierarquia».

Para os sistemas de satélite configura-se a seção «LNB»: as frequências dos osciladores locais (Ku universal — 9750/10600, comutação em 11700 MHz; para a polarização circular e a banda C — valores

próprios), «Polarização» (o adaptador controla a alimentação do conversor: 18 V – horizontal, 13 V – vertical), «Porta DiSEqC» e «Tom de 22 kHz forçado».

«Compartilhamento de LNB» desativa o controle da alimentação, da polarização e do tom – eles são definidos por outro receptor, proprietário do conversor. O modo é utilizado quando vários sintonizadores estão ligados a um mesmo LNB por meio de um divisor (só é possível receber a polarização e a banda escolhidas pelo proprietário) e também para distribuir diferentes PLP de um mesmo transponder por adaptadores separados.

As chaves de desembaralhamento e a lista de programas do CAM são aplicadas em tempo real; as alterações dos parâmetros de sintonia resintonizam o frontend. A configuração «Exportar EPG» grava a grade de programação do multiplex na base de EPG do nó ([Importação de EPG/XMLTV](#)).

Conexão aos fluxos

O multiplex recebido é utilizado de duas maneiras:

- **por inteiro** – uma entrada do tipo dvb em um fluxo MPTS: todo o transponder segue para o trânsito ou para a remultiplexação ([Fluxos MPTS](#));
- **por programas individuais** – uma entrada demultiplexadora nos fluxos SPTS ([Demultiplexador](#)): o programa é escolhido pelo PNR na lista de serviços detectados.

Na lista de programas do adaptador vê-se quais programas já estão sendo consumidos: a marca «Ativa» com uma qualificação – extraído como um programa individual (SPTS) ou lido como parte do multiplex completo (MPTS). Enquanto pelo menos um fluxo referenciar o adaptador, não é possível excluí-lo.

Pesquisa

Para não ser necessário inserir os parâmetros de recepção manualmente, há um scanner de transponders integrado (janela «Pesquisa DVB», [Varredura DVB](#)). O scanner percorre os transponders do satélite ou da banda regional selecionada, trava cada um deles, coleta as tabelas PSI/SI e forma uma lista de multiplexes com seus programas: PNR, nome do serviço, provedor, indicador de embaralhamento e os PID principais. Qualquer multiplex encontrado é convertido em um adaptador configurado com um único botão; é possível selecionar e adicionar vários de uma vez.

Particularidades:

- a fonte das frequências é «Catálogo» (as listas de referência de satélites e de bandas regionais) ou «Pesquisa cega» sobre uma grade de frequências sintetizada, com faixa e passo opcionais;
- para satélite seleciona-se uma «Predefinição de LNB» (Ku universal, polarização circular, banda C) ou frequências próprias dos osciladores locais;
- o scanner ocupa o sintonizador físico por inteiro – é necessário um sintonizador que não esteja ocupado nem pelo sistema nem por outros registros ativos; um registro pausado libera o sintonizador, por isso um adaptador em operação pode ser pausado temporariamente e pesquisado; os sintonizadores livres e ocupados são vistos na lista;
- o scanner não entra no interior do T2-MI: os parâmetros de descapsulação são definidos posteriormente, nas configurações do adaptador criado.

Descapsulação T2-MI

T2-MI (T2-Modulator Interface, ETSI TS 102 773) é um formato de transporte de fluxos DVB-T2 por canais de distribuição, normalmente satelitais DVB-S/S2 (inclusive multistream): o transponder externo transporta uma ou várias portadoras T2-MI, cada uma das quais encapsula BBFRAME com um ou vários PLP. Após a descapsulação, extrai-se o MPEG-TS interno com os programas e as tabelas PSI/SI.

O Perfect Streamer opera em modo multi-carrier: um único adaptador entrega simultaneamente o multiplex externo e todas as portadoras T2-MI descapsuladas. Configurações (seção «T2-MI»):

«Modo T2-MI»

Off — a descapsulação está desativada, o fluxo externo é transmitido como está (ao detectar T2-MI no multiplex, o nó sinaliza isso no registro); Manual — a descapsulação está sempre ativada; Auto — as portadoras são detectadas automaticamente pelas tabelas PMT e, sem elas, o adaptador funciona como um multiplex comum.

«T2-MI PID»

Criação prévia de uma portadora em um PID conhecido, antes da chegada das tabelas; as demais portadoras continuam sendo detectadas automaticamente.

«T2-MI PLP»

O número do PLP extraído de cada portadora; não existe um valor por portadora — para PLP diferentes configuram-se adaptadores separados com compartilhamento de LNB. Se não chegarem BBFRAME com o PLP indicado, o nó grava no registro a lista dos PLP observados; a mesma lista é vista na estatística do adaptador. O campo «Filtro T2-MI TSID (-1 = qualquer)» está reservado.

Os programas dos multiplexes internos aparecem na lista geral de programas do adaptador com a marca do PLP. Para conectar tal programa a um fluxo SPTS utiliza-se um PNR composto — o número da portadora × 65536 + o PNR dentro dela ([Demultiplexador](#)); a portadora 0 é o multiplex externo. As duplicatas de serviço e os feeds de teste dentro das portadoras são marcados automaticamente com «[test]» e não influenciam a verificação de saúde.

Desembaralhamento

BISS. Desembaralhador por software BISS-1 / BISS-E (seção «Descriptografia BISS»). São definidos pares «slot — chave»; em um mesmo adaptador podem estar ativos vários desembaralhadores:

- slot — o número do programa (PNR) do multiplex externo: são descriptografados todos os PID do programa;
- slot — o PLP de uma portadora T2-MI: a chave é aplicada a toda a portadora antes da descapsulação. Isso é obrigatório para os fluxos multistream criptografados — sem a chave, o descapsulador descarta cada pacote criptografado.

O formato da chave é determinado pelo comprimento: 12 dígitos hexadecimais — BISS-1 (os bytes de verificação são calculados automaticamente), 16 — BISS-E. As chaves são aplicadas em tempo real, sem reiniciar o adaptador. O funcionamento da chave é visto pelos contadores na estatística do adaptador: o crescimento de «descriptografado» — a chave funciona; o crescimento de «sem chave» — a chave não foi definida ou foi definida no nível errado; o crescimento de «erros» — a chave está incorreta.

CI/CAM. Um adaptador com um módulo CAM instalado desembaralha os programas selecionados através da Common Interface (seção «Descriptografia CI/CAM»): são enumerados os números dos programas e o módulo os descriptografa diretamente no trajeto de recepção. A lista é aplicada em tempo real e não depende do sistema de entrega. O estado do módulo, os sistemas CA suportados e o status de descriptografia de cada programa são vistos na estatística do adaptador e na tela «Equipamento» ([Equipamento](#)); a remoção do módulo, a ausência de assinatura e os erros de CA geram alertas ([Catálogo de códigos de alerta](#)).

«Remover CA da saída descriptografada» (configuração adicional) limpa as tabelas e as mensagens de CAS dos programas já descriptografados — de forma análoga ao filtro de fluxo «Remover CAT / ECM / EMM» ([Filtragem MPEG-TS](#)).

Monitoramento do sinal

Na lista de adaptadores são vistos o travamento do sinal, o nível, o SNR, o BER e o bitrate de entrada de cada adaptador. A janela de estatística do adaptador ([Estatísticas do adaptador](#)) mostra o histórico do sinal (nível, SNR, BER, blocos não corrigidos), as métricas atuais do frontend, a lista de programas com os dados de mídia, os contadores das portadoras T2-MI e dos desembaralhadores, o estado do módulo CAM e o registro; os contadores acumulados são zerados com o botão «Redefinir estatística». Para o controle da antena sem a leitura do fluxo, o adaptador é criado no modo Frontend monitor.

A perda de travamento, a queda do nível ou da qualidade do sinal e o aumento dos erros de BER e dos blocos não corrigidos geram alertas com limiares configuráveis ([Alertas \(alerter\)](#)), os limiares estão nas configurações do alertador).

Buffer de recepção. «Buffer do demultiplexador (blocos)» (configuração adicional) define o tamanho do buffer circular de recepção em blocos de 64 KB. O valor padrão 512 (32 MB) cobre os cenários de transponder completo DVB-S/S2 com vários consumidores; em sistemas pouco carregados ou embarcados ele pode ser reduzido. Em caso de estouros do buffer (o contador é visto na estatística e a mensagem, no registro), aumente o buffer ou reduza o volume de dados recebidos — por exemplo, abra mão da leitura do multiplex completo, se ele não for necessário. Leve a memória em conta: cada adaptador reserva «blocos × 64 KB».

Permissões de acesso aos dispositivos

Se os adaptadores DVB não forem exibidos no Perfect Streamer, embora estejam presentes no sistema, conceda ao serviço as permissões sobre os dispositivos DVB. Crie o arquivo `/etc/udev/rules.d/99-dvb-permissions.rules` com a linha:

```
SUBSYSTEM=="dVB", GROUP="video", MODE="0660"
```

Em seguida, adicione o usuário do serviço ao grupo video e aplique as permissões:

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

Após a reinicialização do sistema, a regra do udev define as permissões automaticamente.

1.7.10 Publicação e recepção RTMP

O Perfect Streamer trabalha com RTMP e RTMPS como cliente: publica um fluxo SPTS em um ponto de recepção externo (o ingest de uma plataforma de vídeo ou qualquer receptor RTMP) e recebe um fluxo de uma fonte RTMP sob demanda (pull). O modo de recepção de publicações de entrada (push ingest, «como nas plataformas de vídeo») não é suportado — para esses cenários, use uma ponte por meio de uma aplicação externa ([Outras entradas e saídas](#)). O RTMP está disponível apenas para fluxos SPTS.

Publicação (saída do tipo rtmp)

A saída é adicionada na aba «Saídas» do fluxo (os nomes dos campos são os da interface):

URL (rtmp(s)://...)

O endereço do ponto de recepção, incluindo a chave de transmissão tal como fornecida pela plataforma receptora.

Bind interface

A interface local da conexão de saída.

Client timeout

O tempo limite de conexão, 10 segundos por padrão.

Allow HEVC (Enhanced RTMP)

O HEVC é publicado por meio da extensão Enhanced RTMP (ativada por padrão; configuração avançada). Para receptores sem suporte a Enhanced RTMP, desative-a — apenas H.264 será publicado.

Verify TLS certificate

Para RTMPS: verificação do certificado do servidor (desativada por padrão; configuração avançada).

O formato de publicação é um único programa: um vídeo H.264 ou HEVC e no máximo uma trilha de áudio AAC. Uma fonte multitrilha é restringida por filtros PID na entrada do fluxo ([Filtragem MPEG-TS](#)); as trilhas de áudio em outros formatos são descartadas. Se a disposição das trilhas for incompatível com RTMP, a publicação não é realizada — o motivo é exibido nas estatísticas da saída ([Estatísticas do fluxo](#)).

Recepção (entrada do tipo rtmp)

Uma entrada do tipo rtmp obtém um fluxo de uma fonte RTMP pela sua URL: o nó se conecta como cliente, o fluxo recebido é remultiplexado em MPEG-TS e passa pelo pipeline SPTS habitual ([Pipeline de processamento](#)). As configurações são as mesmas: URL (rtmp(s)://...), Bind interface, Client timeout e Verify TLS certificate para RTMPS.

1.7.11 Outras entradas e saídas

Detalhes de configuração das entradas e saídas listadas brevemente na visão geral dos protocolos ([Outras entradas e saídas](#)): recepção de fontes RTSP e via HLS/HTTP, trabalho com arquivos e dispositivos, canais nomeados e ponte para aplicações externas. Os nomes dos campos correspondem aos da interface.

Entrada RTSP

Recepção de fluxo de vídeo de fontes RTSP — câmeras IP e servidores RTSP. O nó abre uma sessão RTSP, lê os fluxos elementares e os remultiplexa no MPEG-TS interno; em seguida o fluxo percorre o pipeline SPTS habitual. Se a fonte não possuir faixas de áudio, é adicionada uma faixa silenciosa MPEG-1 Layer II — o pipeline exige ao menos uma faixa de áudio. O RTSP é uma fonte de programa único, disponível apenas para fluxos SPTS.

Configurações:

- URI (rtsp://...) — endereço completo da sessão; Login e Password — as credenciais, caso o servidor exija autorização;
- Transport — o transporte RTP dentro do RTSP: UDP (por padrão; baixa latência, sensível a perdas), TCP (atravessa NAT e firewalls) ou túnel HTTP (para passar por proxies HTTP);

- User-Agent e Cookies (configurações avançadas) — para servidores com autorização não padronizada;
- Client timeout — tempo limite de abertura e de leitura, 10 segundos por padrão.

Entrada HLS / HTTP

Recepção de MPEG-TS sobre HTTP: uma lista de reprodução HLS comum ou uma transferência HTTP contínua. Por padrão o modo é determinado automaticamente pelo tipo de conteúdo da resposta; quando necessário, é definido explicitamente. Para uma lista de reprodução adaptativa, por padrão é tomada a primeira variante da lista de reprodução master; o número da variante pode ser definido explicitamente (configuração avançada). São suportadas a autorização por login e senha, Cookies e um User-Agent próprio, bem como listas de reprodução que redirecionam para a lista de reprodução de uma nova sessão. A entrada está disponível apenas para fluxos SPTS; para MPTS utilize UDP / RTP / TCP, arquivo ou adaptador DVB.

Arquivos e dispositivos

O tipo file serve tanto como entrada quanto como saída:

- **Saída** — gravação em arquivo TS (por exemplo, para diagnóstico posterior por analisadores externos) ou saída para um dispositivo: qualquer dispositivo em /dev, inclusive placas SDI e ASI. Para um dispositivo, ative o indicador Is device node.
- **Entrada** — reprodução em loop a partir de um arquivo TS ou captura de um dispositivo (por exemplo, recepção de DVB-ASI — [Receptor DVB](#)).

O caminho é definido pelo campo File path — o caminho completo para o arquivo ou o dispositivo.

Canais nomeados (pipe)

Leitura de um canal nomeado (FIFO) existente e escrita nele. Diferentemente do tipo std, o nó não inicia um processo filho: o programa externo de origem ou de destino deve ser iniciado de forma independente e manter o canal aberto do seu lado. O campo FIFO path (empty = auto) define o caminho para um FIFO existente (criado, por exemplo, com o comando `mkfifo`); com valor vazio, o próprio nó cria o FIFO e atribui o caminho automaticamente (o caminho é exibido nas estatísticas da entrada ou da saída). Disponível para SPTS e MPTS.

Aplicações externas (std)

O tipo std é uma ponte para protocolos não suportados pelos recursos integrados: o fluxo MPEG-TS é recebido e transmitido através dos fluxos padrão de entrada e saída de uma aplicação de console de terceiros, que o próprio nó inicia e supervisiona (reiniciando-a quando ela termina).

Contrato da aplicação:

- **entrada** — a aplicação escreve MPEG-TS em stdout; envie as mensagens de diagnóstico somente para stderr — o stdout está reservado para o fluxo;
- **saída** — a aplicação lê MPEG-TS de stdin; a configuração Packets per write define o agrupamento da escrita (1–16 pacotes TS por operação, configuração avançada).

Configurações: Command (absolute path) — caminho absoluto para a aplicação; Arguments — a linha de comando (as aspas preservam os espaços dentro de um argumento, a barra invertida escapa caracteres); Env names e Env values — pares de variáveis de ambiente transmitidas à aplicação.

1.7.12 EPG/EIT

O nó mantém uma base de dados EPG — a grelha de programação recolhida a partir dos fluxos recebidos e de fontes XMLTV externas. Os dados da base são utilizados em vários subsistemas: geração de tabelas EIT em fluxos SPTS (*Gerador EIT*), reprodução do arquivo DVR pela grelha de programação (*Reprodução do arquivo (VOD)*) e fornecimento da grelha a sistemas externos — set-top boxes e OTT middleware (*EPG para middleware OTT*).

Importação de EPG/XMLTV

A base de dados EPG é preenchida a partir de fontes de três tipos:

- **EIT dos fluxos recebidos** — a definição «Extrair EIT para a base de dados EPG» do fluxo (SPTS e MPTS, *Modificação do fluxo*);
- **EIT dos adaptadores DVB** — a definição «Exportar EPG» do adaptador (*Receptor DVB*);
- **fontes XMLTV externas** — através de uma ligação para um recurso web ou a partir de um arquivo local.

O EIT extraído dos fluxos e dos adaptadores DVB acumula-se numa fonte incorporada comum, «importação de fluxos»; cada fonte XMLTV externa mantém a sua própria base de dados. O identificador do canal é único dentro da respetiva fonte; os nomes dos canais e os textos dos eventos são armazenados em vários idiomas.

Configuração das fontes

As fontes são configuradas na tela «Configurações EPG» (*Configurações EPG*). O separador «Importação» contém os parâmetros gerais: «Ativar importação», «Manter histórico, dias» (profundidade de retenção dos eventos passados) e «Limpeza automática de canais órfãos» (remoção dos canais que já não têm eventos).

As fontes XMLTV externas são adicionadas no separador «Fontes»: nome, «URL / caminho da fonte», «Ativada», «Intervalo de atualização, s» (uma vez por hora por predefinição), «Codificação do conteúdo» (detecção automática ou GZip forçado), credenciais e Cookies para fontes web de acesso restrito, «Guardar a cópia transferida» para diagnóstico.

Base de dados EPG

A grelha de programação acumulada é consultada na tela «Base de dados EPG» (*Base de dados EPG*). No separador «Base de dados» seleciona-se a fonte e ficam disponíveis a pesquisa de canais e o filtro por conjunto de canais; a grelha do canal é percorrida por dias e o programa atual está realçado. Para cada canal é possível alterar:

- «Nome do canal» — o nome utilizado na exportação XMLTV;
- «Fuso horário» — se as horas dos eventos não foram associadas a UTC na importação;
- «URL do ícone» — o ícone do canal;
- «Conjuntos de canais» — pertença aos conjuntos fornecidos a consumidores externos (*EPG para middleware OTT*).

As alterações manuais podem ser substituídas na atualização seguinte da fonte — a interface web avisa sobre isso.

O separador «Estado das fontes» mostra o progresso da importação: a hora da última e da próxima atualização, o número de canais e de eventos, os erros; o botão «Atualizar agora» inicia a atualização da fonte imediatamente, sem aguardar o agendamento.

Gerador EIT

O gerador de EIT insere no fluxo SPTS as tabelas do guia de programação da base EPG do nó — tanto o programa atual/seguinte quanto a grade de programação. Isso permite formar um sinal DVB completo para fluxos cuja fonte não transporta EIT: a programação é obtida de qualquer fonte da base EPG ([Importação de EPG/XMLTV](#)).

A geração é ativada na seção «Gerar EIT a partir do EPG» da aba «Fluxo» do editor de fluxo: selecionam-se a «Fonte de EPG» e o «Canal de EPG» ([Modificação do fluxo](#)). Se a fonte não transportar SDT, junto com a EIT é gerada automaticamente também a tabela de descrição de serviço. O estado do gerador é exibido na janela de estatísticas do fluxo — seção «Geração de EIT»: o número de eventos, a hora da última atualização e os erros da fonte de EPG.

Particularidades:

- A inserção das tabelas altera a composição dos pacotes do fluxo: para a conformidade com a TR 101 290 na saída, ative o modo CBR ([Controle de bitrate](#)).
- Se a fonte já transportar a sua própria EIT, ela pode ser removida com o filtro «Remover EIT» e substituída pela gerada ([Filtragem MPEG-TS](#)).
- Na montagem do multiplex, a EIT dos programas participantes — inclusive a gerada — é transferida pelo multiplexador; os identificadores das tabelas são ajustados ao plano do multiplex ([Geração das tabelas](#)).
- O guia de programação inserido pelo gerador também é utilizado para a reprodução do arquivo DVR por evento ([Reprodução do arquivo \(VOD\)](#)).

EPG para middleware OTT

A grelha de programação da base de dados EPG é fornecida a sistemas externos — set-top boxes, aplicações e OTT middleware — de duas formas: como documento XMLTV completo, através de um servidor EPG dedicado, e como grelha diária de um canal em JSON, através da API HTTP do nó.

Fornecimento de XMLTV

O XMLTV é distribuído por um servidor EPG incorporado separado. É ativado na tela «Servidor EPG» ([Servidor EPG](#)): «Ativar servidor EPG», a porta HTTP (43973 por predefinição), se necessário HTTPS com certificado (porta 43983 por predefinição) e o «Nome do anfitrião».

O acesso é concedido por contas (separador «Contas» da tela «Configurações EPG», [Configurações EPG](#)): login e senha, «Conjunto de canais», «Data de fim» de validade, «IP permitido» e o indicador «Suspensa». A composição do fornecimento é determinada pelo conjunto de canais:

- os conjuntos são criados no separador «Conjuntos de canais»;
- os canais são incluídos nos conjuntos na base de dados EPG ([Base de dados EPG](#)); um canal pode pertencer a vários conjuntos;
- a cada conta é atribuído um único conjunto — sem ele o fornecimento fica vazio.

O documento está disponível no caminho /xmltv (e /xmltv.gz — arquivo comprimido); a autorização é feita por HTTP Digest ou através de parâmetros do pedido. As horas dos programas são fornecidas com o fuso horário do canal; apenas os eventos atuais e futuros são incluídos no documento. Se o mesmo identificador de canal tiver chegado de fontes diferentes, o canal é fornecido uma única vez e a omissão é comunicada no registro.

Grelha diária em JSON

Para as interfaces de middleware, o nó devolve a grelha de um canal referente a um dia com um único pedido à API HTTP em formato JSON (a autorização é a mesma dos restantes pedidos da API):

```
GET /data/epg/channel?src=<fonte>&ch=<canal>&lang=<idioma>&t=<hora>
```

É devolvida a lista dos eventos do dia (em UTC) em que se insere a hora t: início, fim, título e descrição de cada programa no idioma pedido; se não existir tradução, é utilizado o idioma predefinido e, em seguida, qualquer um disponível. Um dia sem eventos é uma lista vazia válida. As respostas são colocadas em cache pelo servidor e atualizadas automaticamente à chegada de novos dados EPG.

A cache incorporada está dimensionada para cerca de mil clientes em simultâneo; em instalações maiores, recomenda-se colocar tanto o fornecimento em XMLTV como o fornecimento em JSON atrás de um proxy inverso com cache ou de uma CDN.

A reprodução do arquivo DVR por evento da grelha de programação (o parâmetro epg no URL de reprodução) está descrita em [Reprodução do arquivo \(VOD\)](#).

1.8 Interface web

A interface web é o principal meio de gerenciamento e monitoramento de um nó Perfect Streamer. Esta é a seção de ajuda contextual: sua estrutura reproduz a estrutura da interface web, e cada tela e cada caixa de diálogo importante possui sua própria seção, para a qual leva o botão de chamada da ajuda.

Esta seção descreve a finalidade de cada tela e sua relação com o restante da documentação. Os significados e as regras de preenchimento dos campos individuais são apresentados diretamente na interface (dicas breves junto aos campos), enquanto os conceitos por trás das configurações são tratados nas seções temáticas do manual, para as quais são fornecidas as referências.

1.8.1 Acesso e funções

A interface web é aberta no navegador no endereço do nó e na porta do servidor web: por padrão http://<endereço>:8808 (ou https://<endereço>:43981 com TLS habilitado). Estão disponíveis duas interfaces: a nova (principal) e a clássica — no caminho /classic. O primeiro acesso, as portas dos serviços e a alteração da senha padrão são descritos na seção [Configurações iniciais](#).

A entrada é feita com login e senha (autenticação Digest). As permissões são determinadas pela função da conta:

Admin

Acesso total: configuração de fluxos e serviços, administração, visualização.

Restricted admin

Visualização e pausa — de um fluxo, de uma entrada ou saída individual dele e de um adaptador DVB.

Viewer

Apenas visualização do estado: esta função não tem botão de pausa algum.

A função também determina o conjunto de telas. Somente o administrador dispõe de «Usuários / Logins» e «Configurações EPG», de todo o grupo «Administração» e, em «Monitoramento», de «Registros» e «Alertas»; as demais telas abrem nas três funções. A restrição não age apenas no menu: um link direto para uma tela fechada exibe a página «Sem acesso». Dentro das telas de acesso geral, as ações que alteram a configuração não são desabilitadas, simplesmente não são exibidas — uma função sem permissões não as vê.

O nó entrega o feed de alertas somente ao administrador. Por isso, nas outras duas funções todos os indicadores de alarme da interface ficam vazios: as marcas de alerta nas linhas dos fluxos, os pontos nos grafos e nos cartões, a cor de estado decorrente de um alerta. A observação continua funcionando — está fechado apenas o canal de alertas ([Alertas](#)).

O gerenciamento de contas e funções é feito na tela [Servidor web e contas](#).

Entrada

O formulário de entrada é exibido antes do carregamento do aplicativo e solicita o login e a senha. Após a entrada bem-sucedida, é aberta a última tela visualizada. A alteração da senha padrão é obrigatória na primeira entrada (veja [Configurações iniciais](#)).

1.8.2 Estrutura da interface

À esquerda fica o menu de navegação, agrupado por seções; na parte superior, a barra com os elementos comuns. O menu opera em duas áreas, alternadas na barra superior:

- **Nó** — gerenciamento e monitoramento do nó atual. Três grupos de menu:
 - [Monitoramento](#) — estado dos fluxos, clientes, equipamentos e serviços;
 - [Configuração](#) — usuários e EPG;
 - [Administração](#) — serviços de servidor, armazenamentos, licença, manutenção.
- **Meshwork** — telas consolidadas da rede de nós: mapa, conexões e catálogo comum de recursos (veja [Meshwork](#) e a seção [Meshwork](#)).

A composição do menu depende do papel e do que existe no nó. Um item para o qual não há permissões não é exibido. «Adaptadores DVB» e «Equipamento» aparecem conforme os dispositivos detectados, e não conforme os configurados. Os demais itens condicionais dependem não do equipamento, mas dos próprios objetos: «DVR» exige pelo menos um armazenamento, «Transcodificadores» pelo menos uma instância de transcodificador, «Fluxos de teste» uma entrada de teste em funcionamento.

Com as listas trabalha-se da mesma forma em toda a interface. Nas listas de configuração — entradas e saídas do fluxo, logins, servidores de faturação, fontes, conjuntos de canais e contas de EPG, armazenamentos DVR, contas do servidor web — um clique em qualquer ponto da linha abre o editor dela, o mesmo que o botão «Alterar» no fim da linha; um clique em um elemento aninhado (pausa, exclusão, botão da biblioteca) executa apenas a ação dele. Nas listas de observação, um clique na linha expande os detalhes, e a linha expandida fica marcada com realce e uma faixa na borda esquerda. O uso pelo teclado está descrito em [Uso pelo teclado](#).

Barra comum

Na barra superior, além do seletor de área, estão disponíveis: o indicador de tempo de funcionamento, o sino de alertas (apenas para o papel de administrador; leva à tela [Alertas](#)), a lista de atalhos de teclado, o botão de chamada da ajuda, a seleção de idioma, o seletor de abertura dos nós vizinhos, o alternador de tema e a saída do sistema. O seletor de abertura de nós mostra o seu valor atual — «Nova aba» ou «Aba atual» (dica «Abrir nós em») — e vale em todos os lugares em que a interface leva ao painel de administração de outro nó.

1.8.3 Uso pelo teclado

A interface pode ser usada sem mouse. O primeiro toque em Tab, em qualquer tela, exhibe o botão «Ir para o conteúdo»: ele leva o foco para a área da tela, contornando a barra superior e o menu. O elemento sob o foco está sempre contornado por uma moldura; ao trabalhar com o mouse, a moldura não aparece.

Quatro combinações funcionam em qualquer tela:

Teclas	Ação
?	Abrir a janela «Atalhos de teclado».
/	Levar o cursor ao campo de busca da tela. O campo existe nas telas «Fluxos», «Clientes», «Base de dados EPG», «Registros» e «Pipeline de processamento»; nas demais a tecla fica para o navegador e funciona a busca dele na página.
Alt+N	Ir para o menu de navegação, no item atual.
Alt+M	Ir para o conteúdo da tela.

Enquanto o cursor está em um campo de entrada e enquanto qualquer janela de diálogo estiver aberta, essas combinações não agem: os caracteres são digitados e o teclado pertence à janela. Alt+N e Alt+M são determinadas pela posição da tecla e, por isso, funcionam também em layouts em que Alt+N produz um sinal diacrítico.

Uma lista de dados é uma única parada de Tab: entra-se nela uma vez e daí em diante avança-se com as setas. As teclas ↑ e ↓ percorrem as linhas, Home e End — até a primeira e a última, Enter ou a barra de espaço abrem ou expandem a linha, → e ← a expandem e a recolhem. O Tab dentro da lista percorre os botões da linha atual e depois sai da lista por completo; a posição do cursor é memorizada, inclusive após um clique do mouse. O simples deslocamento do cursor não abre nada: a linha torna-se a selecionada para as ações do cabeçalho com Enter.

Onde a ordem das linhas é definida por arrasto, o mesmo deslocamento é feito com as combinações Alt+↑ e Alt+↓ — na lista «Fluxos», na lista «Servidores de faturação» ([Usuários / Logins](#)) e na janela «Programas» ([Programas](#)). A nova ordem é salva imediatamente; em caso de recusa, a linha volta ao seu lugar. Diferentemente do arrasto, o deslocamento pelo teclado está disponível também em tela estreita.

Na área de desenho de um grafo ([Pipeline de processamento](#), [Topologia](#), [Peers do nó](#)), as setas não percorrem linhas, mas deslocam a imagem; + e – alteram a escala e 0 enquadra o grafo inteiro.

Em qualquer janela de diálogo, Esc fecha a janela, o Tab percorre os elementos dela em ciclo e não leva para fora da janela e, após o fechamento, o foco retorna ao elemento a partir do qual a janela foi aberta.

A janela «Atalhos de teclado» é aberta pela tecla ? e pelo botão da barra comum. Em tela estreita não há botão, mas as próprias combinações funcionam: com um teclado conectado, a janela é chamada pela tecla. Ela enumera as combinações em quatro grupos — «Em toda parte», «Na lista», «Em uma linha móvel» e «No diálogo» — e lembra que no macOS a tecla ⌥ Option é usada no lugar do Alt. As designações das teclas na janela não são traduzidas.

1.8.4 Como funciona a ajuda contextual

A ajuda é chamada a partir da interface e abre a seção correspondente ao contexto atual:

- para uma **tela**, a ajuda é aberta pelo botão geral de chamada da ajuda e leva à seção dessa tela;
- para uma **caixa de diálogo**, a ajuda é chamada pelo botão “?” na própria caixa e leva à seção dessa caixa.

Cada tela e cada janela importante possui sua própria seção de ajuda, portanto a navegação a partir da interface leva sempre à descrição exatamente daquilo que está aberto na tela.

Monitoramento

O grupo **Monitoramento** na área «Nó» reúne as telas de observação do nó atual: o estado dos fluxos, dos clientes, do equipamento e dos serviços. As telas são atualizadas automaticamente. A maioria delas apenas exibe dados, mas parte permite também gerenciar o objeto: «Fluxos» — criar e configurar fluxos, «Adaptadores DVB» — adicionar, configurar e escanear um adaptador, «Base de dados EPG» — editar um canal. A configuração dos serviços, das contas e dos armazenamentos está reunida nos grupos [Configuração](#) e [Administração](#).

A tela central do grupo — «Fluxos» — está descrita em uma seção separada [Fluxos](#).

Visão geral do nó

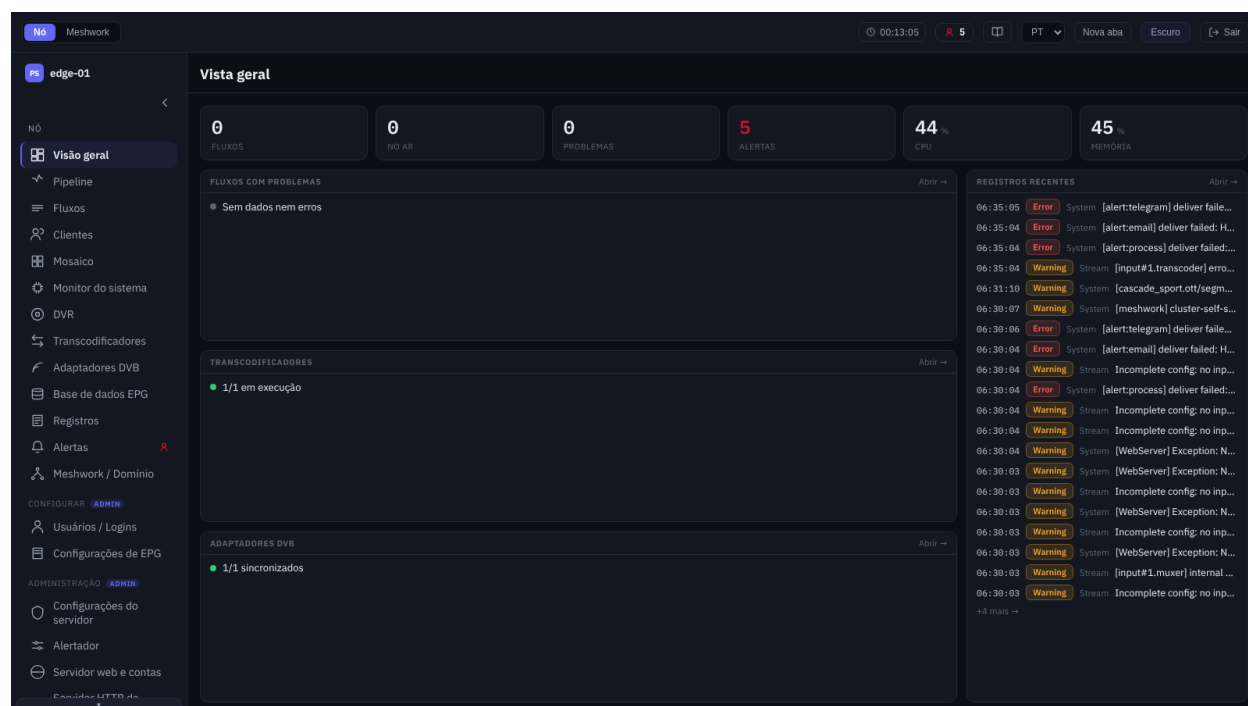


Fig. 5: Visão geral do nó.

O painel inicial do nó. A faixa superior contém os blocos dos indicadores-chave: o número de fluxos e quantos deles estão «No ar», o contador «Problemas», os «Alertas» ativos (no papel de administrador), a carga de CPU e de memória. Abaixo ficam os painéis dos subsistemas com problemas: «Fluxos

com problemas», «Transcodificadores», «Adaptadores DVB» e (para o administrador) «Logs recentes»; cada um deles lista os objetos defeituosos ou um breve resumo «normal»; o título do painel leva à tela correspondente. Na parte inferior fica a faixa «Favoritos» com os gráficos de sinal fixados dos adaptadores DVB e os blocos do mosaico (a fixação é feita nas telas respectivas). A avaliação da carga do nó é detalhada na tela [Monitor do Sistema](#).

Pipeline de processamento

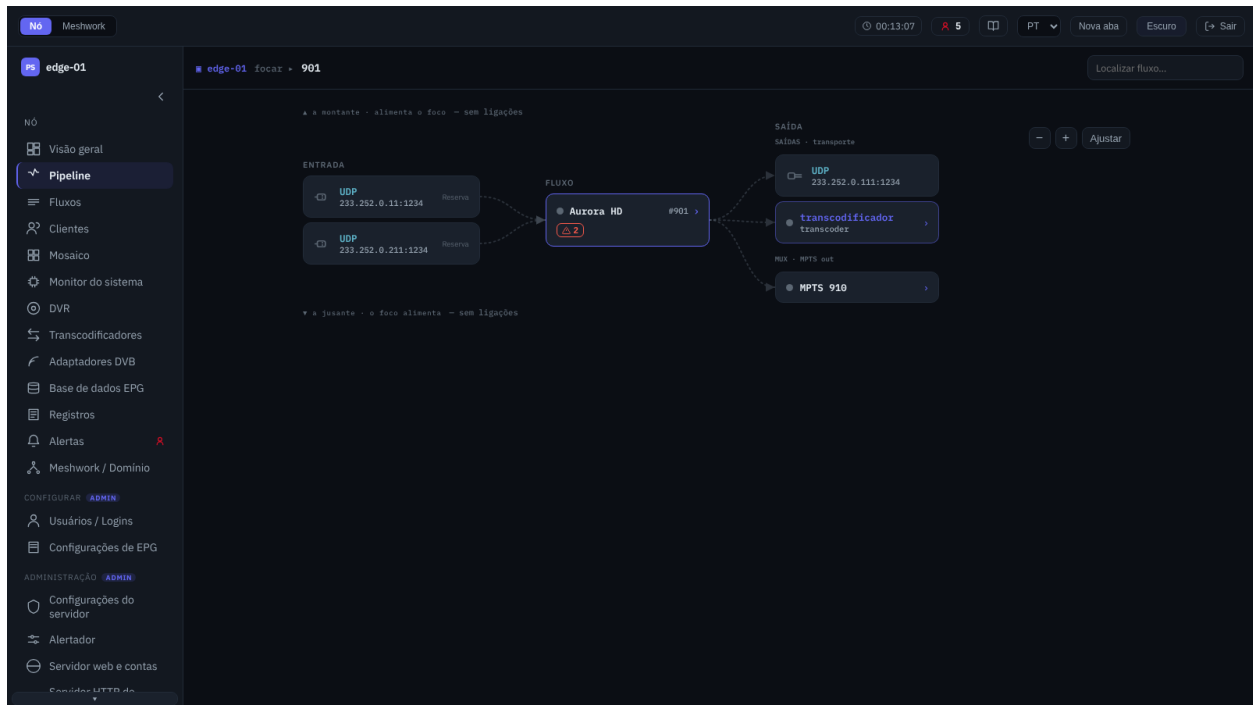


Fig. 6: Gráfico do pipeline de processamento: fluxo único (SPTS).

O grafo de processamento de uma entidade selecionada: como as fontes, o fluxo e as saídas se ligam em um único pipeline (ENTRADA → FLUXO → SAÍDA). A visão do foco é escolhida conforme o tipo: um fluxo SPTS ou MPTS (com a exibição dos programas de entrada e de saída do multiplex; a lista de fluxos — [Fluxos](#)), [Pacotes adaptativos](#), um transcodificador ([Transcodificadores](#)) ou um adaptador DVB ([Adaptadores DVB](#)). Entre as entidades navega-se pelas setas dos vizinhos, pela busca por nome ou a partir de outras telas; o foco atual é guardado no endereço (é possível fornecer um link direto). Um bloco separado reúne as retransmissões locais do nó (peer), e as «portas» para os nós vizinhos abrem o painel de administração deles no mesmo foco. Os cartões do transcodificador — tanto o da entrada quanto o da saída — levam ao grafo desse transcodificador; na entrada, para isso, deve estar definido um decodificador. Os cartões das entradas e das saídas nos transportes do catálogo comum do domínio possuem o botão «Mostrar na biblioteca» ([Biblioteca — este fluxo](#)). O grafo mostra apenas os fluxos e o IO ativos; as entradas e as saídas pausadas não são exibidas nele. O modelo de transmissão está descrito em [Modelo de transmissão: Stream, Sender, Receiver, Peer](#), o processamento do fluxo no nó — em [Streamer: detalhes de implementação](#), os multiplexes MPTS — em [Fluxos MPTS](#).

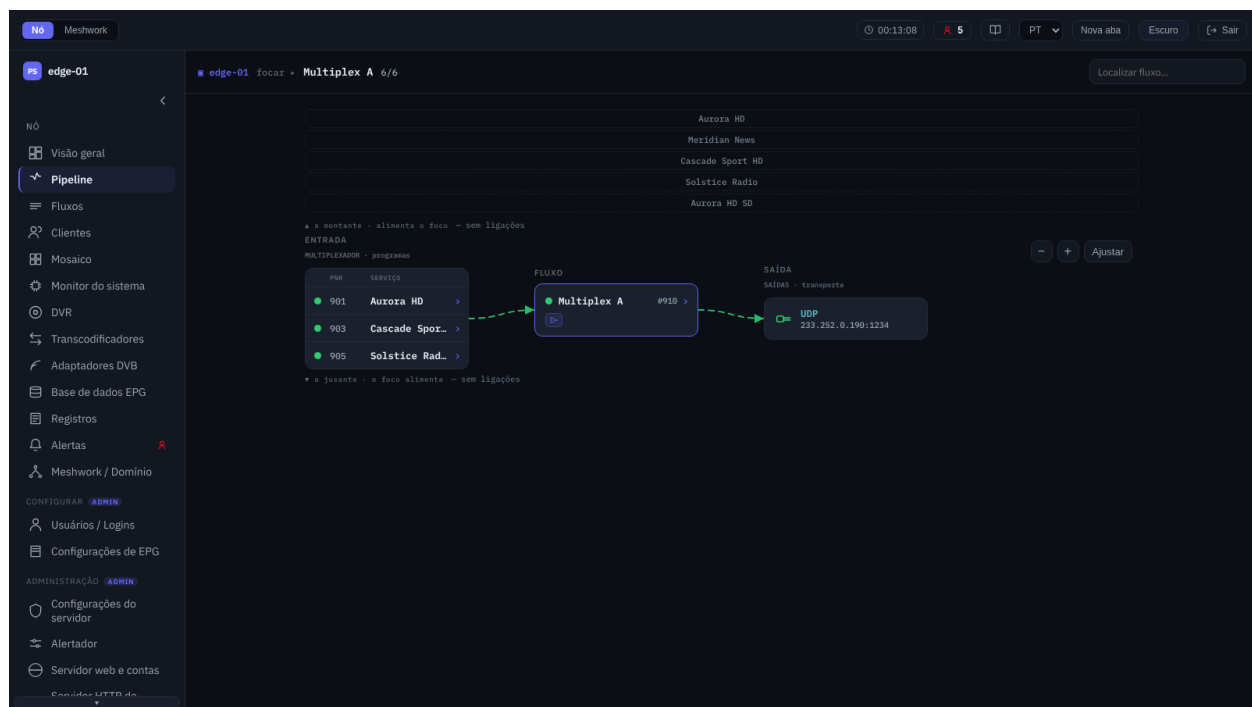


Fig. 7: Gráfico do pipeline de processamento: multiplexador MPTS.

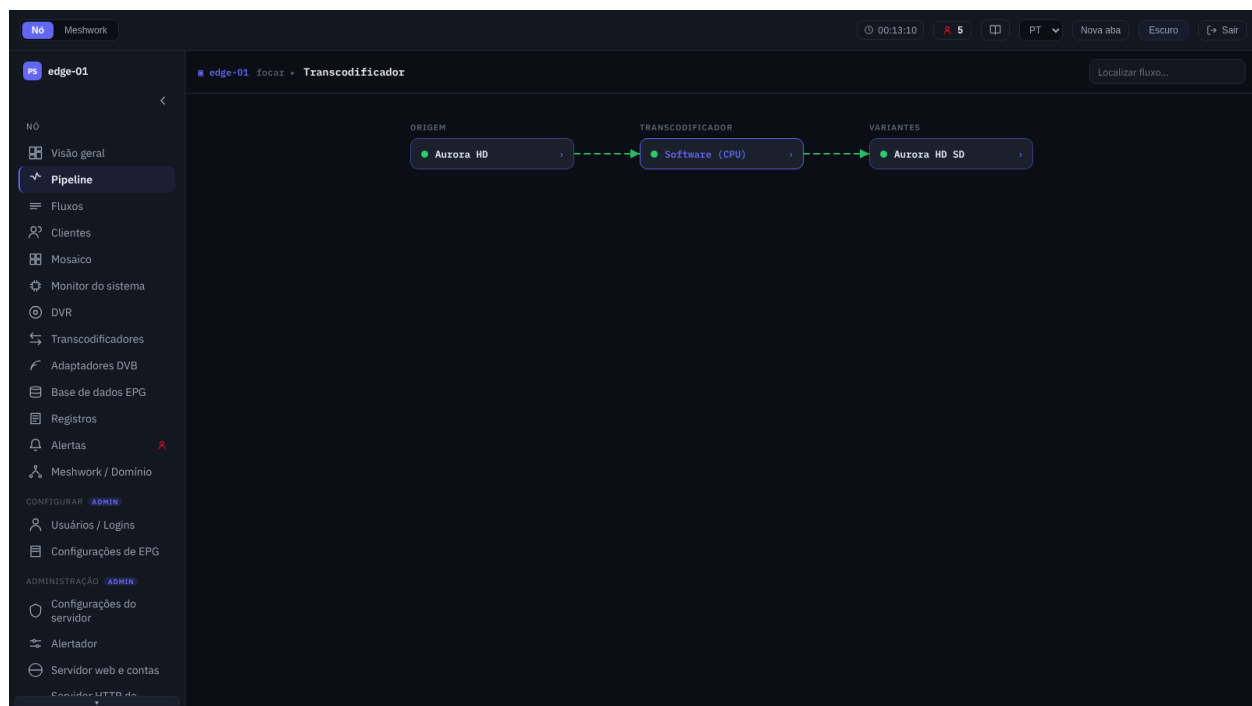


Fig. 8: Gráfico do pipeline de processamento: transcodificador.

Clientes

Lista dos receptores conectados, distribuída em abas conforme os protocolos de distribuição: «HTTP / OTT», «SRT», «PS1» e «RIST»; cada aba possui um contador ao vivo das sessões ativas. São exibidas as colunas operacionalmente importantes: o cliente (com a marca de origem — «Login local» ou «Faturamento externo»), o endereço, o fluxo, o login, para SRT — o modo (caller/listener), as perdas e o RTT, para OTT — o tipo de sessão e a «Qualidade» da entrega, o horário da conexão. A busca funciona sobre a lista (nome, login, endereço) e as listas longas são divididas em páginas. A expansão da linha abre o conjunto completo dos contadores de diagnóstico da sessão, atualizado em tempo real. O administrador dispõe da ação «Desconectar» — ela encerra todas as sessões do login selecionado. Os protocolos de transmissão estão descritos em [Protocolos Peer de transmissão confiável](#), a distribuição OTT — em [OTT e DVR](#), as contas dos receptores — na tela [Configuração \(2. Comportamento dos clientes\)](#).

Mosaico

Parede de pré-visualização: miniaturas de quadros ao vivo — um bloco para cada fluxo SPTS ativo e para cada programa de um MPTS ativo (os programas do multiplex são marcados com um ícone). A grade adapta-se à largura da tela e o tamanho dos blocos é comutado pelo elemento «Tamanho» (1, 1/2, 1/3). Os fluxos pausados e parados não aparecem no mosaico. Ao clicar em uma miniatura abre-se o quadro ampliado; a estrela permite fixar o bloco nos «Favoritos» da tela [Visão geral do nó](#).

Quadro original

Janela de visualização ampliada do quadro selecionado na resolução original — para a verificação visual detalhada da imagem. Dentro da janela é possível percorrer os blocos vizinhos do mosaico.

Monitor do Sistema

O estado do servidor na forma de cartões: «CPU» (carga total e a parcela do processo PSS, número de núcleos), «Memória» (utilizada e a parcela do PSS, volume em GB), «Rede» (por interface — recepção/transmissão e a utilização do canal, com as VLAN aninhadas sob o adaptador físico) e os cartões de aceleração de hardware (NVIDIA — GPU/memória/decodificador/codificador, Intel VPL). Abaixo ficam os gráficos dos indicadores ao longo do tempo. Em uma seção separada, nos nós com sintonizadores DVB, são exibidos os gráficos de qualidade do sinal dos frontends ([Monitoramento do sinal](#)). Ajuda a avaliar a margem de carga; as recomendações de ajuste dos recursos estão em [Otimização do funcionamento do nó](#), a coleta externa de métricas — em [Ligação de sistemas de monitorização externos](#).

Monitor de DVR

Observação da gravação DVR por armazenamento (somente visualização). Para cada armazenamento — o preenchimento em relação à meta de limpeza (barra com a marca da meta), os volumes (utilizado, livre, total, tamanho do arquivo com a divisão TS/MP4), o indicador «Pressão sobre o disco», a tarefa de fundo atual e o número de fluxos vinculados; os alertas ativos do armazenamento são exibidos ao lado. A expansão mostra linha a linha os fluxos do arquivo (gravando / ocioso, profundidade de retenção, volume acumulado, latências de leitura/gravação) e o diagnóstico de manutenção (coleta dos diretórios órfãos, corte por pressão sobre o disco). Para um fluxo abre-se a janela [Estatísticas do fluxo](#); para o administrador — a limpeza do arquivo de um fluxo isolado e o comando geral «Limpar arquivos órfãos». A configuração dos próprios armazenamentos está na tela [Armazenamentos DVR](#); a gravação e a reprodução do arquivo estão descritas em [OTT e DVR](#) e [DVR: arquivo do fluxo](#).

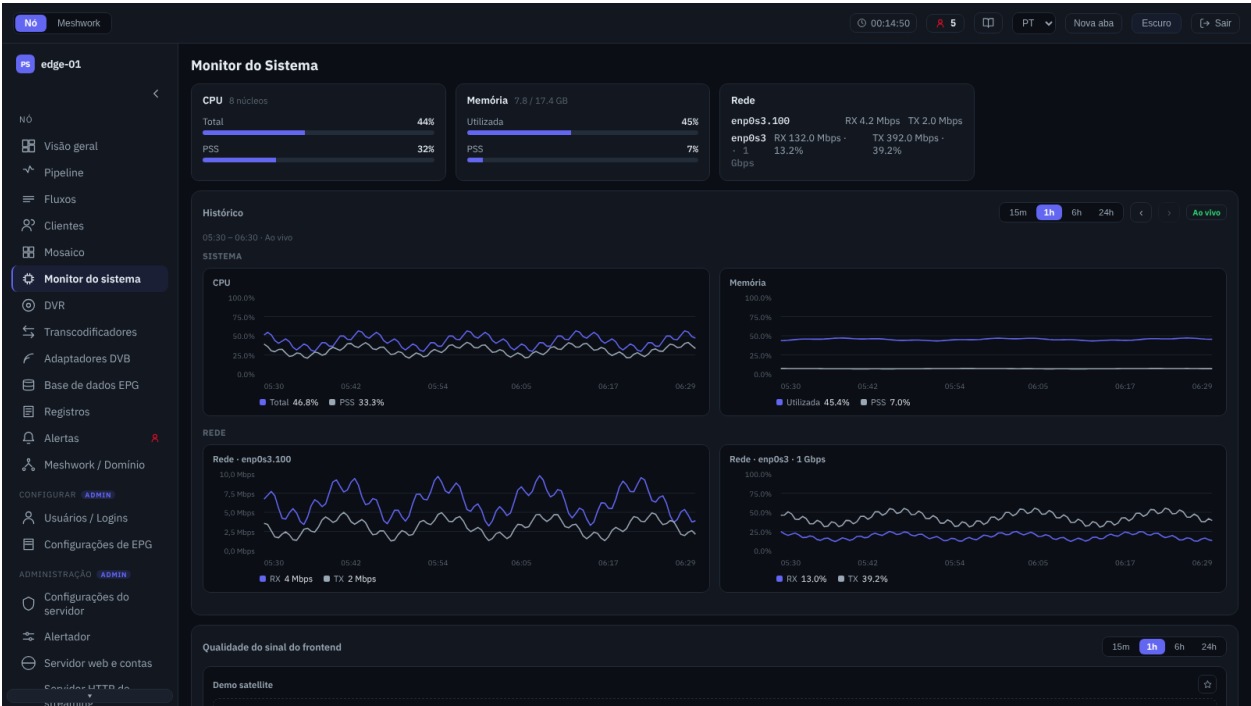


Fig. 9: Monitor do Sistema.

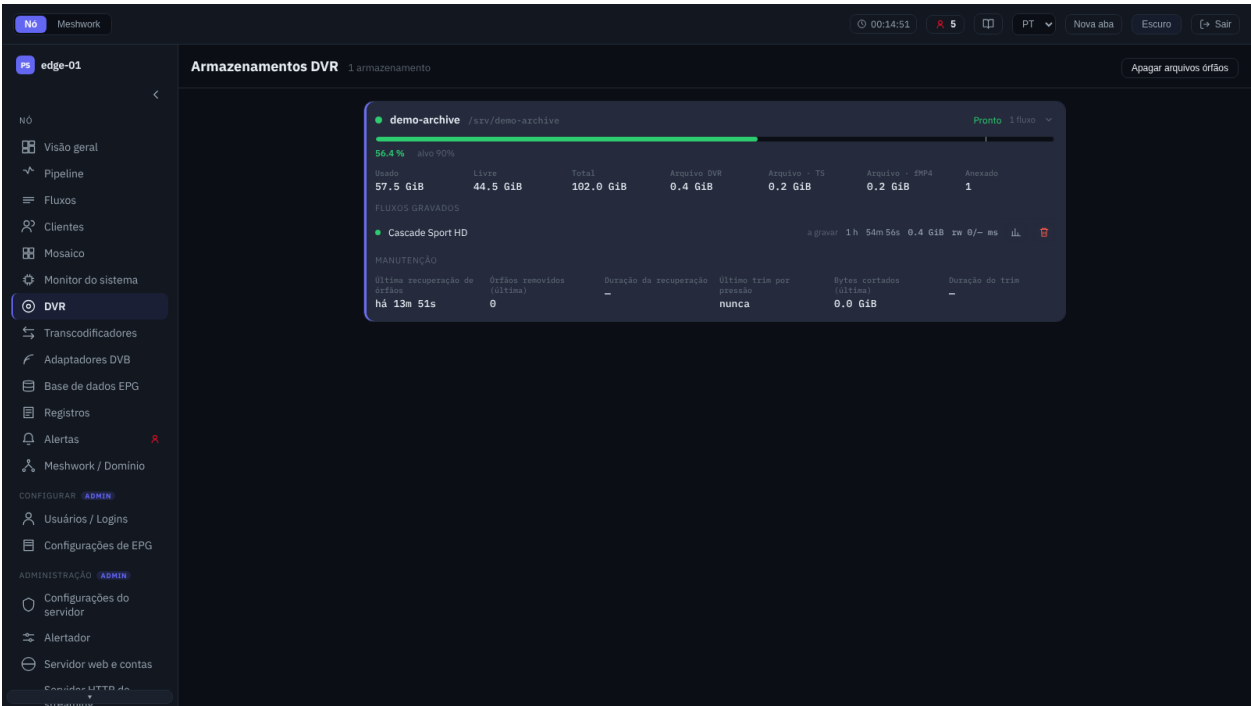


Fig. 10: Monitor de armazenamentos DVR.

Transcodificadores

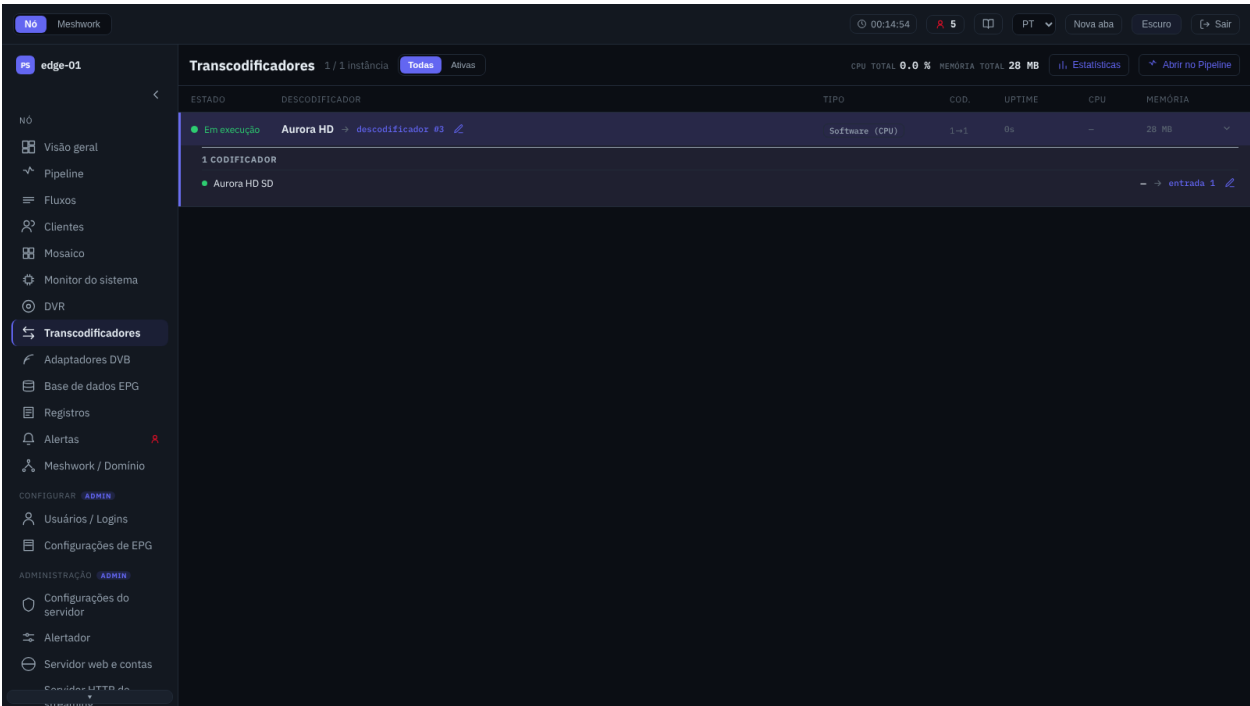


Fig. 11: Tela “Transcodificadores”.

Lista das instâncias ativas de transcodificadores do nó, com o filtro «Todos / Ativos». No cabeçalho ficam a carga somada «CPU total» e «Memória total», bem como as ações sobre a instância selecionada: «Estatísticas» e «Abrir no pipeline» (*Pipeline de processamento*). Na linha — o estado, o decodificador (fonte), o tipo, o número de codificadores, o tempo de atividade, a CPU e a memória; a expansão mostra os codificadores com os parâmetros de saída (codec de vídeo, resolução, taxa de quadros/varredura, codecs de áudio, bitrate real). As marcas do pipeline abrem as estatísticas do fluxo correspondente. Ao administrador, no decodificador e em cada codificador, fica disponível um botão de configuração: ele abre o editor do fluxo correspondente sobre a lista (*Configurar fluxo*). Os recursos e a configuração da transcodificação estão em *Transcodificadores*, a observação — em *Controle do funcionamento*, a instalação dos pacotes e dos drivers — em *Transcodificadores*.

Instância de transcodificador

Cartão de um transcodificador individual — a janela de estatísticas aberta a partir do cabeçalho da tela ou do nó central do grafo do transcodificador. Mostra a fonte (decodificador), a lista de codificadores (1 → N), os recursos (CPU, tempo de atividade, PID, memória) e o log do processo: o último código de saída, os logs da execução atual e da anterior (com cópia) — para o diagnóstico. Aberta por um link, a janela também expande e destaca a linha dessa instância na lista atrás dela, de modo que, após o fechamento, o operador permanece nela; se a linha estiver oculta pelo modo «Ativos», a lista não é rolada até ela.

Adaptadores DVB

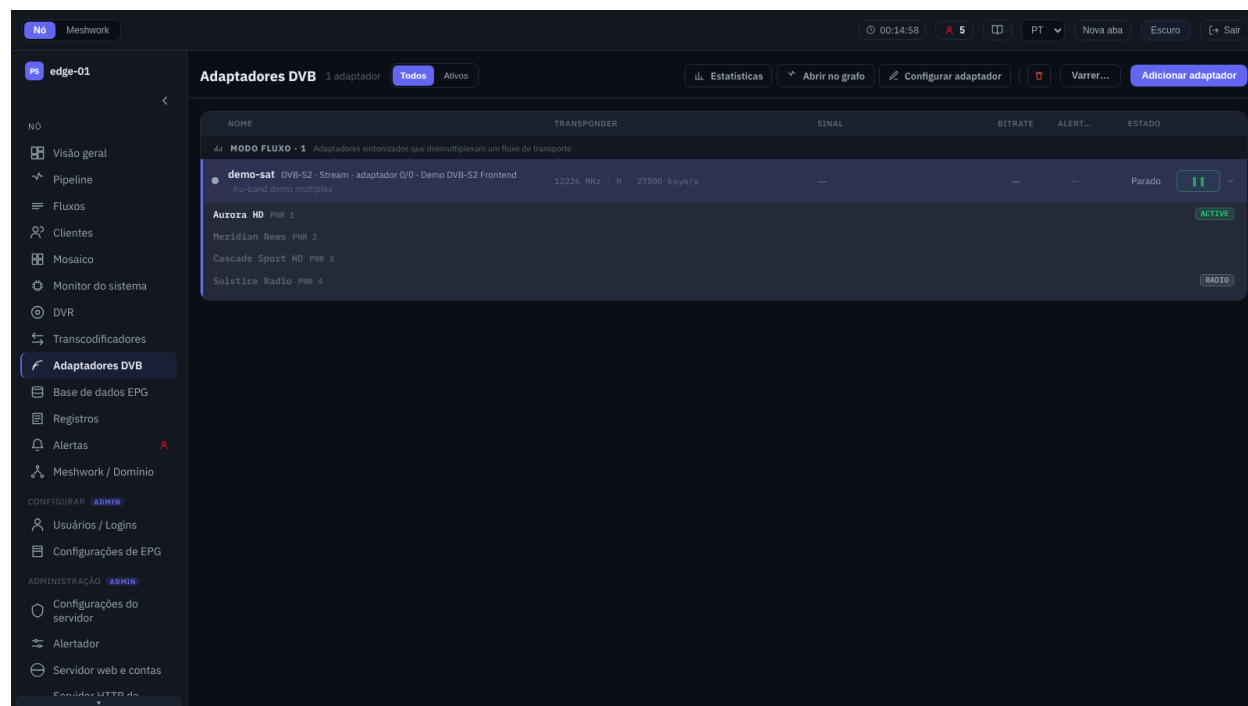


Fig. 12: Tela “Adaptadores DVB”.

Tela única da recepção DVB: a configuração dos adaptadores enriquecida com o estado ao vivo (lock do sinal, qualidade, bitrate). As linhas são agrupadas por modo — «Modo Stream» (recepção para um fluxo) e «FE Monitor» (monitoramento de um frontend configurado por outra aplicação); nas colunas — o nome, o transponder, o sinal, o bitrate, os alertas e o estado; a linha possui um comutador de pausa. As ações sobre o adaptador selecionado estão no cabeçalho: «Estatísticas», «Abrir no grafo» (*Pipeline de processamento*), e também (para o administrador) «Configurar adaptador» e «Excluir adaptador». Ali mesmo ficam o filtro «Todos / Ativos», «Adicionar adaptador» e «Varrer...» (para o administrador). A recepção DVB está descrita em *Receptor DVB*, a observação dos adaptadores — em *Monitoramento do sinal*.

Editor de adaptador DVB

Janela de adição e de configuração de um adaptador DVB. «Modo» e «Sistema de radiodifusão» são definidos na adição e depois permanecem imutáveis — eles determinam o conjunto das configurações. O equipamento é escolhido a partir da lista dos frontends detectados (ver *Equipamento*). Para o modo Stream estão disponíveis os parâmetros de sintonia (frequência, taxa de símbolos, FEC, modulação e demais — conforme o sistema de radiodifusão), a seção LNB para a recepção via satélite, «T2-MI», «Desembaralhamento BISS» e «Desembaralhamento CI/CAM». O silenciamento dos alertas do adaptador e a seção «Adicional» (parâmetros estendidos) estão disponíveis nos dois modos; o modo FE Monitor lê o sinal sem resintonizar o sintonizador. A recepção e o desembaralhamento estão descritos em *Adaptadores*, *Desembaralhamento* e *Descapsulação T2-MI*.

Varredura DVB

Assistente de busca de canais em um sintonizador livre (para o administrador). Percorre as etapas: escolha do sintonizador e do sistema de radiodifusão, escolha da fonte — «Catálogo» (satélite, cabo ou terrestre com os parâmetros de LNB) ou «Varredura cega» por uma faixa de frequências; em seguida ocorre o percurso dos transponders com indicação do progresso e o acúmulo dos multiplexes encontrados, cada um com a sua lista de serviços. Os multiplexes encontrados podem ser adicionados um a um (abre-se a janela de configuração do adaptador com os parâmetros pré-preenchidos) ou é possível selecionar vários e adicioná-los de uma só vez; os nomes são formados automaticamente e verificados quanto a coincidências. A busca de canais está descrita em [Pesquisa](#).

Estatísticas do adaptador

Janela dos parâmetros ao vivo do adaptador selecionado. Contém: o resumo do estado e os parâmetros de sintonia, os alertas ativos, os gráficos do histórico do sinal (nível, SNR, BER, UCB), a seção «Métricas» (frontend, estado do lock, frequência, SNR, nível do sinal, contadores de erros e, para o modo Stream, o bitrate), a lista dos programas, «Portadoras T2-MI», «Desembaralhadores BISS», «Módulo CI/CAM», «Perfilador» (carga do thread de processamento, estouro do anel DVR) e o log do adaptador. O administrador dispõe de «Redefinir estatísticas». Serve para o ajuste da antena e para o controle da estabilidade da recepção ([Monitoramento do sinal](#)).

Fluxos de teste

Tela dos fluxos de teste — geração de fluxos de serviço para a verificação dos trajetos ([Fluxos de teste](#)). A seção está em preparação.

Base de dados EPG

O guia de programação coletado e o estado das suas fontes. A tela contém as abas:

Base de dados

Visualização do guia acumulado: escolha da fonte, lista dos canais com busca e filtro por conjuntos, a grade do canal selecionado por dias (comutação do dia e do idioma, realce do programa atual). O administrador dispõe da edição do canal — nome, fuso horário, ícone, pertencimento aos conjuntos.

Estado das fontes

O estado da importação de cada fonte: o estado, o horário da atualização anterior e da seguinte, o número de canais e de eventos, o erro; para o administrador — a atualização forçada da fonte.

A importação e o processamento do EPG estão descritos em [Base de dados EPG](#) e [Importação de EPG/XMLTV](#); as fontes e a sua configuração — em [Configuração das fontes](#) e na tela [Configurações EPG](#).

Registros

Registros

Gravidade $\geq$ Todos Tipo de origem Todos ID de origem Pesquisar De mm/dd/yyyy

Até mm/dd/yyyy

Aplicar Mais recentes primeiro Atualizar

HORA	GRAVIDADE	ORIGEM	MENSAGEM
27/07/2026, 10:19:11	Error	System	[alert:telegram] deliver failed: Runtime exception: telegram send failed (-1000000000000: Runtime exception: HTTP 401 {"ok":false,"error_code":401,"description":"Unauthorized: invalid token specified"}) (x15)
27/07/2026, 10:19:09	Error	System	[alert:email] deliver failed: Host not found: smtp.example.net (x15)
27/07/2026, 10:19:09	Info	Stream #901 · Aurora HD	[input#1.udp] Change state Try run -> Running
27/07/2026, 10:19:08	Info	Stream #901 · Aurora HD	[input#1.udp] Change state Stop -> Try run
27/07/2026, 10:19:08	Warning	Stream #901 · Aurora HD	Fallback: restore, change input to #1
27/07/2026, 10:19:08	Info	Stream #901 · Aurora HD	[input#2.udp] Change state Running -> Stop
27/07/2026, 10:19:07	Info	Stream #901 · Aurora HD	Fallback: check #1 and try restore
27/07/2026, 10:19:07	Error	System	[alert:process] deliver failed: File access error: process-command not executable: /usr/local/bin/demo-alert-hook (x14)
27/07/2026, 10:18:43	Warning	System	[cascade_sport.ott/segmenter] MP4/CMAF audio frames not de-framed (LATM?); building video-only fMP4

1-200 de 406 Anterior Seguinte

Fig. 13: Registros.

Registro estruturado dos eventos do nó (disponível para o administrador) com filtros e saída paginada. A seleção é feita por gravidade («Gravidade $\geq$ »), por tipo e identificador da fonte, por texto da mensagem e por intervalo de datas; a ordem de classificação é comutável (primeiro os mais recentes / os mais antigos). Nas colunas — o horário, a gravidade, a fonte e a mensagem; uma fonte do tipo fluxo abre a sua janela [Estatísticas do fluxo](#), as demais fontes levam à tela especializada. Serve para o diagnóstico e para a análise de incidentes.

A fonte de um registro é indicada pelo tipo de objeto e, no caso dos fluxos, também pelo número e pelo nome: Stream #43 · orig CBC HD; se nenhum nome de exibição estiver definido, é usado o nome do fluxo. É com esse mesmo nome e número que os fluxos aparecem na lista de seleção do filtro «ID da fonte». Os registros produzidos por uma entrada ou uma saída do fluxo são atribuídos ao próprio fluxo e mostram o nome dele, enquanto a entrada ou a saída específica é nomeada no início do texto da mensagem.

Alertas

Tela consolidada dos alertas em vigor: os próprios (do nó atual) ou os de todo o domínio — comuta-se pelo escopo no cabeçalho. A tela mostra apenas o conjunto ativo — um alerta retirado desaparece da lista. Nas colunas — a gravidade, a fonte, a mensagem e a idade; uma fonte do tipo fluxo abre a janela dele [Estatísticas do fluxo](#). Em um domínio com vários nós, a linha mostra o nó de origem (com transição para o painel de administração dele). Os alertas do nível de ação do administrador possuem o botão «Redefinir» (confirmação manual), que atua no seu próprio nó. Nesses alertas, sob a fonte está indicado onde eliminar a causa; quando se trata de uma entrada ou de uma saída, a linha serve ao administrador como link e abre o editor do fluxo proprietário ([Configurar fluxo](#)). Um alerta vindo de outro nó não oferece link — os números dos fluxos são próprios de cada nó. O modelo dos alertas, a sua análise e a lista completa dos códigos estão em [Alertas \(alerter\)](#) e [Catálogo de códigos de alerta](#); a configuração dos limiares e da entrega externa — na tela [Alertador](#).

Alertas 5 alertas ativos

GRAVIDADE	ORIGEM	MENSAGEM	IDADE
AdminAction	Meridian News admin-wait Resolver em stream-config Stream:902 - 2:902:13	[meridian_news] admin action: no active input (add or unpause an input)	- Limpar
Critical	Aurora HD SD - input #0 is-error Stream:906 input#1 - 2:906:1:1:1	[aurora_sd][input#1.transcoder] error: input timeout 300 sec (no input data), try reopen	-
Error	Aurora HD tr101290 Stream:901 - 2:901:49	Stream is not TR 101 290 compliant	-
Error	Aurora HD pcr-int Stream:901 - 2:901:6	PCR interval > 40 ms (TR 101 290 2.3a PCR_repetition_error)	-
Warning	Aurora HD SD no-data Stream:906 - 2:906:3	[aurora_sd] no data 15s (no-data threshold 15s)	-

Fig. 14: Alertas ativos.

Meshwork / Domínio

Visão da rede Meshwork a partir do ponto de vista do nó atual. No cabeçalho ficam o nome do nó, a sua nota, o endereço externo observado («visto como ...») e os domínios vinculados; quando não há domínios, é exibido «Sem domínios vinculados».

O corpo da tela é a tabela de peers: os nós do domínio visíveis a partir deste nó, com as colunas «Tipo» («Configurado» ou «Replicação»), «Estado» («Ativo» / «Inativo»), «Nó», «Domínio», «Endereço», «NAT» e «Último contato». Primeiro são listados os vizinhos configurados, depois os encontrados automaticamente, e dentro de cada grupo pelo nome do nó. A linha do nó atual traz a marca «este nó», um super-nó é assinalado à parte e as falhas de keep-alive com o rótulo «Degradado»; um nó atrás de NAT exibe «Rede interna» em vez do endereço privado inacessível.

A seta no final da linha expande os detalhes do peer: os pontos de entrada públicos (HTTP e HTTPS), o horário exato do último contato, a telemetria do contato (latência, número de falhas consecutivas e no total, último erro), os endereços declarado e observado e o nonce da instância; a partir daqui um botão abre o painel de administração do nó vizinho. A visão de rede dos peers do domínio é *Peers do nó*; o catálogo comum de recursos do domínio é mostrado por uma tela separada, *Biblioteca*.

Os conceitos e as telas de resumo da rede estão descritos na seção *Meshwork* (mapa — *Mapa da rede e catálogo de recursos*, catálogo — *Catálogo comum de recursos*, peers — *Peers e segredos*); as telas da área «Meshwork» — em *Meshwork*.

The screenshot shows the 'Meshwork / Domínio' view for node 'edge-01'. The interface includes a sidebar with navigation options like 'Visão geral', 'Pipeline', 'Fluxos', 'Clientes', 'Mosaico', 'Monitor do sistema', 'DVR', 'Transcodificadores', 'Adaptadores DVB', 'Base de dados EPG', 'Registros', 'Alertas', 'Meshwork / Domínio', 'Configurar', 'Usuários / Logins', and 'Configurações de EPG'. The main area displays a table of peers:

TIPO	ESTADO	NÓ	DOMÍNIO	ENDEREÇO	NAT	ÚLTIMO CONTATO
Configurado	Ativo	edge-01 este nó	demo	192.0.2.10:43971	—	há —
Configurado	Inativo	edge-04	demo	198.51.100.24:43971	—	há 15m 12s
Configurado	Ativo	studio-core	demo	198.51.100.20:43971	—	há 3s
HTTPS público: studio-core.example.net:8443 Último contato: 24/07/2026, 02:26:37 Nonce da instância: 1123581321 Abrir admin						
Replicação	Ativo	edge-02	demo	198.51.100.22:43971	—	há 10s
Replicação	Ativo	edge-03	demo	Rede interna	NAT	há 15s

Fig. 15: Domínio Meshwork: peers do nó.

Fluxos

A tela **Fluxos** é o local de trabalho central do nó: uma lista única dos fluxos configurados com o seu estado, entrada ativa, bitrate, «Uptime» e o contador de erros de continuidade «CC». Cada linha expande-se ao clique e mostra as entradas e as saídas do fluxo com o seu estado, prioridade de reserva, notas e alertas ativos; uma entrada ou saída individual pode ser pausada e retomada a partir daqui, e o botão «Mostrar na biblioteca» ao lado do endereço abre a lista dos demais pontos do domínio nesse endereço (*Biblioteca – este fluxo*). O conceito de fluxo e o modelo de transmissão são descritos em *Modelo de transmissão: Stream, Sender, Receiver, Peer*; o processamento SPTS – em *Fluxos SPTS*, o multiplex MPTS – em *Fluxos MPTS*.

A lista é agrupada por tipos: os fluxos individuais (SPTS) formam uma lista comum e, abaixo, ficam os grupos «Fluxos MPTS» e «Fluxos adaptativos» (pacotes ABR). Acima da lista situam-se os meios de navegação e de controle:

Pesquisa e filtros

O campo «Localizar fluxo...» pesquisa pelo nome, pela nota e pelo endereço de entrada/saída e realça a linha encontrada sem reduzir a lista. O filtro «Tags» limita a lista pelas etiquetas dos fluxos, o comutador «SPTS / MPTS / Adaptativo» mostra ou oculta os grupos de tipos e o segmento «Todos / Ativos» oculta os fluxos pausados.

Ações sobre o fluxo selecionado

O cabeçalho contém as ações aplicadas ao fluxo expandido (selecionado) ou ao pacote ABR: «Estatísticas do fluxo» (*Estatísticas do fluxo*), «Abrir no pipeline» (*Pipeline de processamento*), «Configurar fluxo» (*Configurar fluxo*) e «Excluir fluxo». O botão «+ Novo fluxo» abre a janela de criação. O administrador dispõe de arrastar das linhas para alterar a sua ordem – apenas entre fluxos SPTS e somente quando a lista é exibida por completo: sem filtro por etiquetas, no modo «Todos» e com todos os tipos habilitados. O mesmo deslocamento é feito com as combinações Alt+↑ e Alt+↓ (*Uso pelo teclado*).

Fig. 16: Tela “Fluxos”: lista de fluxos com linha expandida.

Estado e alertas

Indicador colorido de estado, os distintivos de atributos do fluxo (CBR/VBR, embaralhamento, proteção DRM, operação na entrada de reserva, somente áudio ou somente vídeo, codecs, TRACE) e a marca de alertas ativos. Os alertas estão vinculados ao fluxo e às suas entradas e saídas ([Alertas \(alterar\)](#)); o relatório TR 101 290 e a seção de análise profunda são abertos diretamente a partir da linha.

As janelas individuais da tela são descritas a seguir.

Novo fluxo

A janela de criação do fluxo. O tipo é escolhido por um comutador: programa único (**SPTS**), multiplex (**MPTS**) ou pacote adaptativo (**Adaptativo**); para SPTS define-se adicionalmente o «Tipo de conteúdo». Após a criação de um fluxo SPTS ou MPTS, o editor abre-se imediatamente ([Configurar fluxo](#)). Para um pacote adaptativo não é aberto um editor separado — a composição dos participantes e os seus bitrates são definidos diretamente nesta janela, pois o pacote é construído a partir de fluxos OTT já configurados. As diferenças entre SPTS e MPTS são descritas em [Fluxos SPTS](#) e [Fluxos MPTS](#), os pacotes adaptativos — em [Pacotes adaptativos](#).

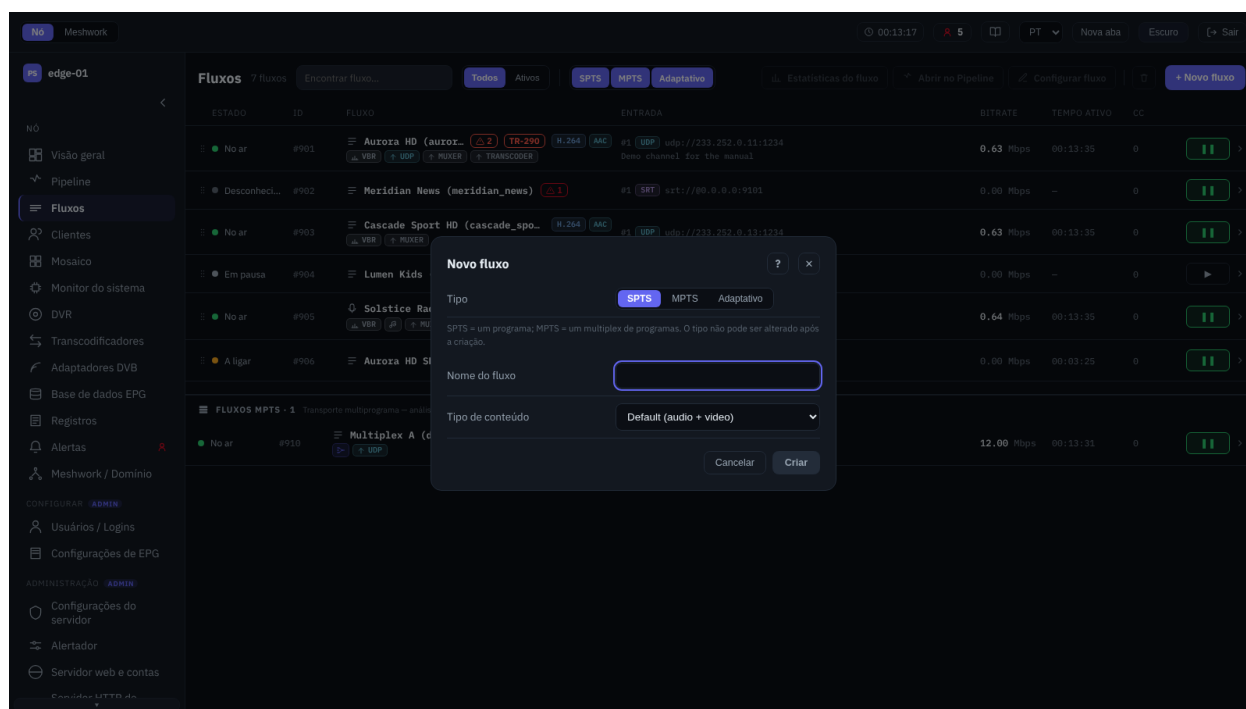


Fig. 17: Janela “Novo fluxo”.

Configurar fluxo

O editor principal do fluxo. As configurações estão agrupadas em abas; para os fluxos MPTS a aba «OTT» não é exibida.

Fluxo

Identificação (nome, nome exibido, para SPTS — o tipo de fluxo, nota) e comportamento do fluxo: timeout, intervalo de verificação, reverificação da entrada principal, geração do mosaico (*Mosaico*), extração de EIT para a base de dados EPG (*Base de dados EPG*) e o atributo de embaralhamento para SPTS. Para SPTS, aqui mesmo é configurada a geração de EIT a partir da fonte EPG selecionada e do seu canal (*Gerador EIT*).

Entradas

A lista das fontes do fluxo com a sua prioridade e reserva (*Redundância de fontes e distribuição*). A adição e a alteração de uma entrada abrem o editor de entrada e saída (*Editor de entrada e saída*); uma entrada individual pode ser pausada. A entrada muxer é oferecida apenas em uma lista vazia: em um fluxo MPTS ela é adicionada primeiro e, enquanto estiver presente, o botão «Adicionar entrada» fica desabilitado com a explicação «A entrada muxer deve ser a única entrada do fluxo.» — o multiplexador não tem reserva de entradas. Um fluxo MPTS que recebe um multiplex pronto pela rede não tem essa restrição: as entradas dele são comuns e são reservadas.

Saídas

Distribuição do fluxo pelos protocolos de transmissão (*Protocolos Peer de transmissão confiável*) e pelos transportes padrão (*Outras entradas e saídas*). Cada saída é adicionada e editada através do mesmo editor. Um fluxo pode ter apenas uma saída ps1 — ao adicionar a seguinte, esse tipo já não está na lista; os demais tipos são repetíveis.

MPEG-TS

O modo de bitrate do fluxo de transporte de saída (*Controle de bitrate*) e — para SPTS — o «ID da rede», a fixação do intervalo PAT/PMT, a filtragem das tabelas de serviço (CAT/ECM/EMM, EIT, NIT,

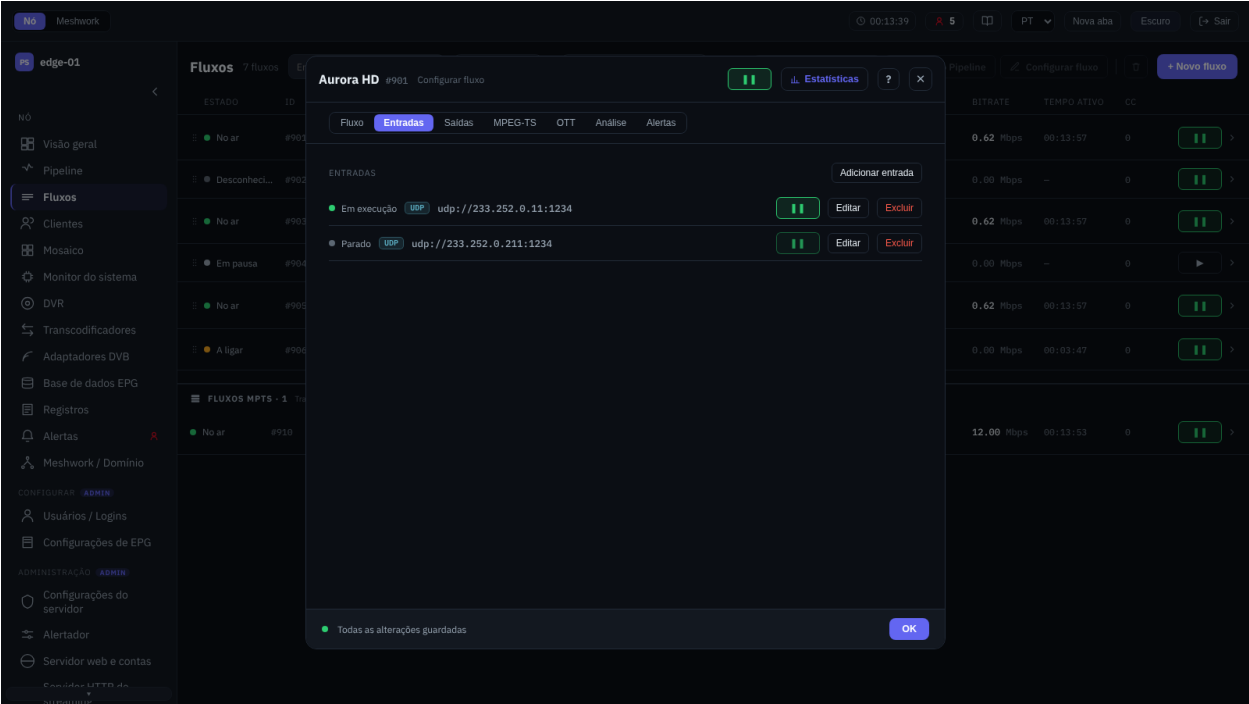


Fig. 18: Editor de fluxo, aba “Entradas”.

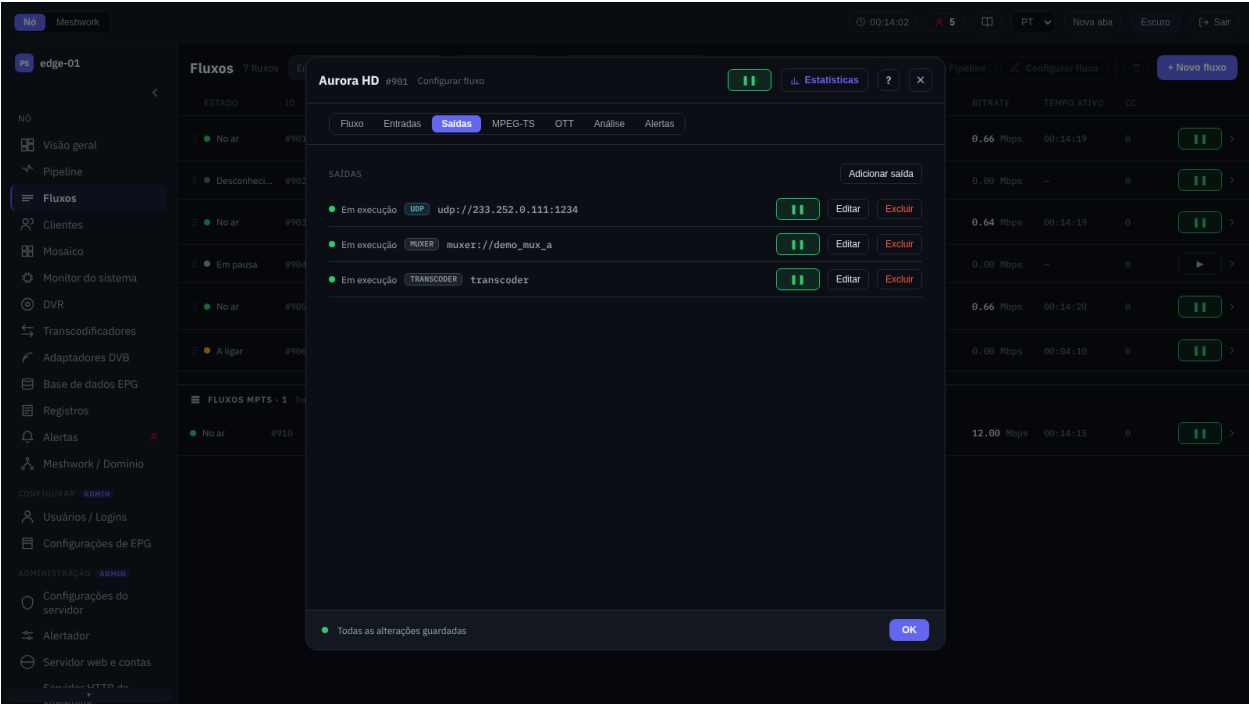


Fig. 19: Editor de fluxo, aba “Saídas”.

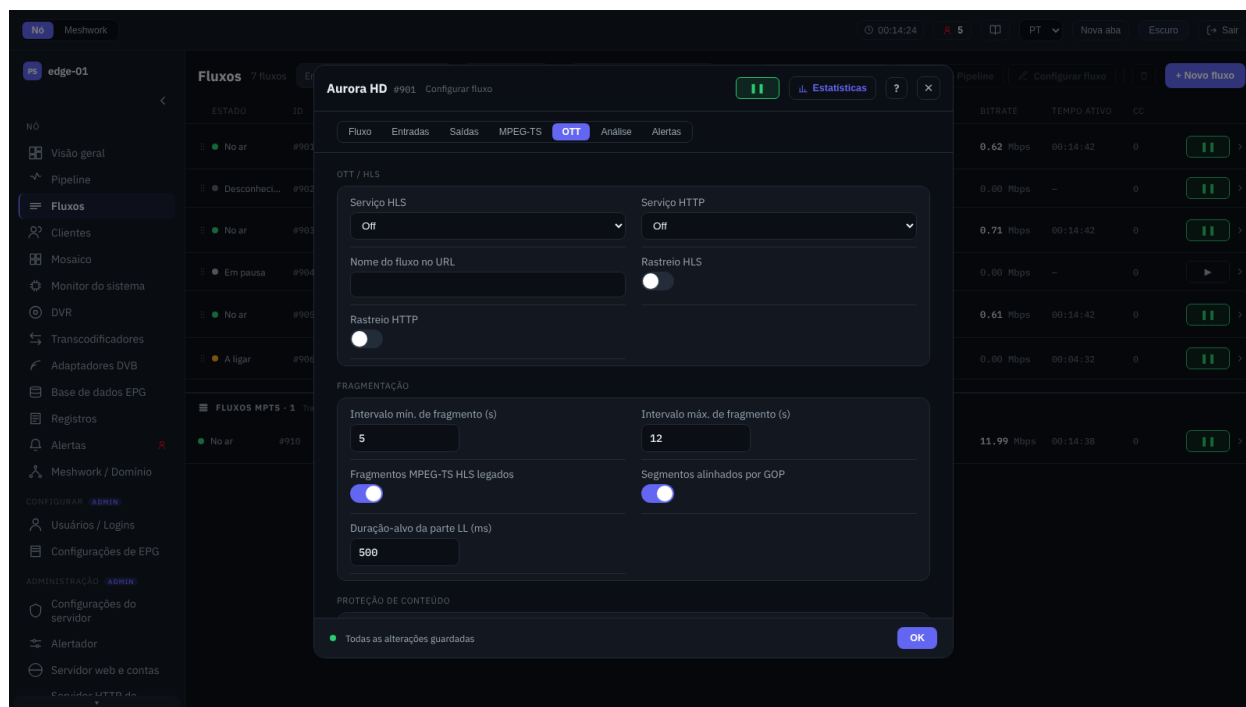


Fig. 20: Editor de fluxo, aba “OTT”.

SDT, legendas, TDT, teletexto; *Filtragem MPEG-TS*), a reescrita da SDT e do número do programa (*Modificação do fluxo*), bem como a disposição automática dos PIDs do programa e o PID base da janela dele (*Disposição automática de PIDs*).

OTT

Distribuição OTT do fluxo: os modos dos serviços HLS e HTTP (*Modos de distribuição*), o nome do fluxo na URL, a extração de legendas de teletexto para WebVTT, o fatiamento em chunks e a baixa latência (*Segmentador*), a gravação DVR no armazenamento selecionado (*OTT e DVR*) e a proteção de conteúdo DRM – HLS AES-128 ou CENC (*Proteção de conteúdo (DRM)*). Somente para SPTS.

Análise

Controle de qualidade do fluxo de transporte: rastreamento detalhado, análise profunda dos fluxos elementares, monitor TR 101 290, análise das descontinuidades de PCR/PTS e do buffer de vídeo T-STD, compensação da deriva de sincronização (*Analizador*).

Alertas

Interruptor geral dos alertas do fluxo e o atraso na emissão dos alertas sobre erros das suas entradas e saídas (*Alertas (alerter)*); os limiares são definidos no nível do nó (*Alertador*).

O salvamento das alterações que afetam o arquivo DVR gravado está adicionalmente protegido por uma confirmação (*Confirmar alterações DVR*). As janelas individuais do editor são descritas a seguir.

Editor de entrada e saída

A janela de adição e de alteração de uma entrada ou saída do fluxo. O tipo de transporte é escolhido na criação e depois é imutável (para trocar o transporte, a entrada ou a saída é recriada). Os parâmetros estão distribuídos por abas:

Propriedades

Endereço, porta, vínculo à interface de rede e parâmetros de conexão do transporte selecionado. Os protocolos peer e os transportes padrão são descritos em [Planejamento e protocolos de transmissão de dados](#); a criptografia — em [Criptografia de fluxos](#). Para as entradas PS1 e SRT está disponível o acesso automático pela autorização peer do Meshwork, com a possibilidade de alternar para login e senha manuais. O endereço pode ser colado da área de transferência («Colar URL») ou a fonte pode ser escolhida no catálogo do domínio («Selecionar da biblioteca...», [Fontes da biblioteca](#)). Para uma entrada transcodificadora, aqui mesmo são definidos o decodificador e os parâmetros de codificação, incluindo o modo de redimensionamento do quadro ([Transcodificadores](#)).

MPEG-TS PID

Seleção e redistribuição de PIDs em uma entrada ou saída: aceitação de PIDs (lista branca), rejeição de PIDs (lista negra), redistribuição de PIDs e do idioma das faixas de áudio. Enquanto o fluxo estiver com a disposição automática de PIDs ([Disposição automática de PIDs](#)) ativada, o grupo de redistribuição de PIDs fica oculto nas entradas e não tem efeito; as listas de aceitação e rejeição continuam funcionando como antes. Na saída muxer, a redistribuição de PIDs é mantida — ela pertence ao multiplexador ([Atribuição de PID](#)) —, mas os PIDs de origem nos pares dela passam a ser os PIDs atribuídos pela disposição automática.

BISS

Chaves de desembaralhamento BISS para uma fonte codificada — uma única chave para SPTS ou uma chave por programa (PNR) para MPTS ([Desembaralhamento BISS](#)).

Fontes da biblioteca

Escolha da entrada a partir do catálogo comum de recursos do domínio Meshwork: a lista dos fluxos do mesmo transporte já distribuídos nos nós do domínio, a partir da qual é possível conectar uma fonte sem digitar o endereço manualmente. A lista é filtrada pelo nó de origem e por texto e está dividida em páginas; as fontes do mesmo domínio nos protocolos peer são marcadas com o atributo «peer» ([Catálogo comum de recursos](#)). Não confundir com a janela [Biblioteca — este fluxo](#): aqui o catálogo serve para escolher uma fonte, lá vê-se quem mais trabalha com um endereço já definido.

Biblioteca — este fluxo

A janela responde à pergunta «quem mais trabalha com este endereço». Ela é aberta pelo botão «Mostrar na biblioteca» ao lado do endereço de uma entrada ou de uma saída: na linha expandida da lista de fluxos, nas listas de entradas e saídas do editor de fluxo, nos cartões de entradas e saídas do pipeline ([Pipeline de processamento](#)) e na janela de estatísticas — na entrada ativa e na seção «Saídas». O subtítulo da janela é o endereço do ponto a partir do qual ela foi chamada.

O botão existe apenas nos transportes que entram no catálogo comum do domínio: UDP, RTP, Pro-MPEG, RIST, PS1 e SRT ([Catálogo comum de recursos](#)). Uma entrada de transcodificador, multiplexador, demultiplexador, arquivo ou gerador de teste não tem registros no catálogo e, por isso, também não tem botão — isso não é sinal de defeito.

Na janela estão listados os demais pontos do domínio que trabalham com o mesmo endereço. As entradas e saídas próprias deste fluxo não entram na lista, incluindo as suas entradas de reserva: o operador já as

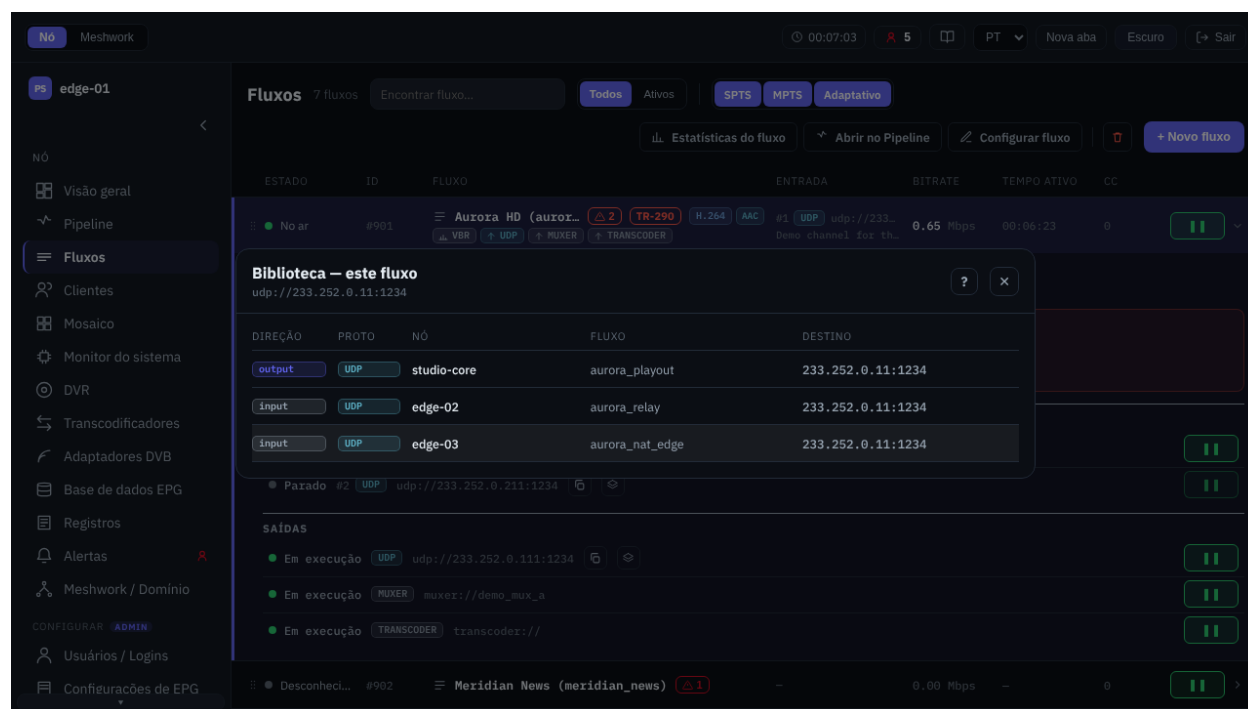


Fig. 21: A janela «Biblioteca — este fluxo»: na entrada de um fluxo são mostrados a fonte (output) e outros dois consumidores (input) do mesmo endereço.

vê. Já outro fluxo do mesmo nó que escute o mesmo endereço é um vizinho comum e é mostrado em pé de igualdade com os demais.

A coluna «Sentido» mostra o papel do ponto: output — ele entrega este fluxo (a fonte), input — ele o recebe (um consumidor); as fontes são listadas primeiro. As demais colunas são as mesmas do catálogo comum: «Proto», «Nó», «Fluxo» e «Destino» (endereço e porta). Após o endereço é exibida a marca «verificado»: este par foi confirmado pelo nó por meio da autorização do domínio, e não deduzido da coincidência de endereços — na operação através de NAT os endereços dos lados nem coincidem. Não recebe a marca mais de uma linha por socket em escuta: o nó indica um representante entre as sessões confirmadas, e ele muda à medida que os clientes se conectam e se desconectam. A ausência da marca, portanto, não significa que a ligação não seja real.

Um clique na linha abre o painel de administração do seu nó nas estatísticas do seu fluxo. A linha do próprio nó abre-se no lugar, a de um vizinho conforme a configuração «Abrir nós em» da barra superior (*Barra comum*); Ctrl ou ⌘ força uma nova aba. A linha de um nó indisponível ou desconhecido da rede não tem ação e traz a dica «Nó indisponível».

A correspondência é calculada pelo protocolo e pelo endereço completo — o grupo e a porta — e, no UDP, RTP, Pro-MPEG e RIST, também pela VLAN e pela fonte SSM. Por isso, um ponto no mesmo grupo, mas em outra VLAN ou com outra fonte SSM, não entrará na lista, assim como um ponto de outro transporte no mesmo endereço. Para PS1 e SRT não é exigida coincidência de endereços de forma alguma: o lado que chama nomeia o parceiro pelo nome do host, e esse nome é confrontado com a composição do domínio — por isso o endereço de uma linha assim encontrada pode ter um aspecto completamente diferente. Do mesmo modo é encontrado o par confirmado, pelos nomes do nó e do fluxo indicados pelo lado que escuta.

As duas mensagens sobre a ausência de vizinhos significam coisas diferentes:

Mensagem	O que significa
«Não há mais pontos registrados neste endereço.»	O ponto está anunciado no catálogo e não tem vizinhos.
«Este ponto não está anunciado na biblioteca (só são anunciadas as entradas e saídas de rede em funcionamento).»	Não há registro do próprio ponto no catálogo: o fluxo não está em funcionamento, a entrada ou a saída está pausada, acaba de ser iniciada ou foi excluída da publicação pelo campo Peer private (Catálogo comum de recursos). Nesse caso os vizinhos não estão ausentes — eles são desconhecidos.

O mesmo catálogo na íntegra é mostrado pela tela [Biblioteca](#).

Programas

O editor de programas do multiplex (MPTS), aberto a partir da janela de configuração da entrada muxer: a composição dos programas do fluxo de saída, a sua ordem no PSI e a atribuição dos PID. Um programa é adicionado dentre os fluxos SPTS configurados ou é removido; a ordem é alterada arrastando e, em tela estreita, com as combinações Alt+↑ e Alt+↓ ([Uso pelo teclado](#)); um programa individual pode ser pausado. Quando a atribuição automática de PID está desabilitada, para cada programa são editados o PMT PID e os PID dos fluxos elementares. A montagem do multiplex é descrita em [Multiplexador](#), a distribuição dos programas e dos PID — em [Parâmetros dos programas](#) e [Atribuição de PID](#), o trânsito e a análise dos fluxos MPTS — em [Fluxos MPTS](#).

Confirmar alterações DVR

Aviso exibido antes de salvar as alterações do fluxo que afetam um arquivo DVR já gravado: desativação da gravação, mudança para outro armazenamento, redução do prazo de retenção ou do mínimo protegido, bem como a troca da chave DRM de um fluxo com gravação (os segmentos criptografados gravados anteriormente tornam-se então inacessíveis). A janela enumera o que exatamente será afetado e exige confirmação; as alterações seguras (a primeira conexão de um armazenamento, o aumento do prazo de retenção) são salvas sem consulta. A gravação e a retenção do arquivo são descritas em [OTT e DVR](#) e [DVR: arquivo do fluxo](#).

Estatísticas do fluxo

Estatísticas detalhadas do fluxo em uma janela separada, atualizadas em tempo real. Aberta por um link a partir de outra tela, a janela mostra também esse fluxo na lista atrás dela: remove o filtro que o ocultava, expande a linha e rola a lista até ela. Composição das seções:

Resumo do estado

O estado atual e a mensagem do fluxo, os distintivos de atributos, a entrada ativa e o número de saídas, o modo de bitrate, o formato e os codecs da imagem, os links de entrega OTT e um instantâneo ao vivo do quadro ([Mosaico](#)). Aqui mesmo estão o ícone do veredito TR 101 290, que abre o relatório completo, e o botão «Mostrar na biblioteca» na entrada ativa ([Biblioteca — este fluxo](#)).

Multiplex / KPI

Para SPTS — os contadores-chave (bitrate de entrada, erros CC na janela e no total, pacotes embaralhados); para MPTS — a tabela do multiplex com as taxas totais e o estado dos programas ([Análise por programas](#)).

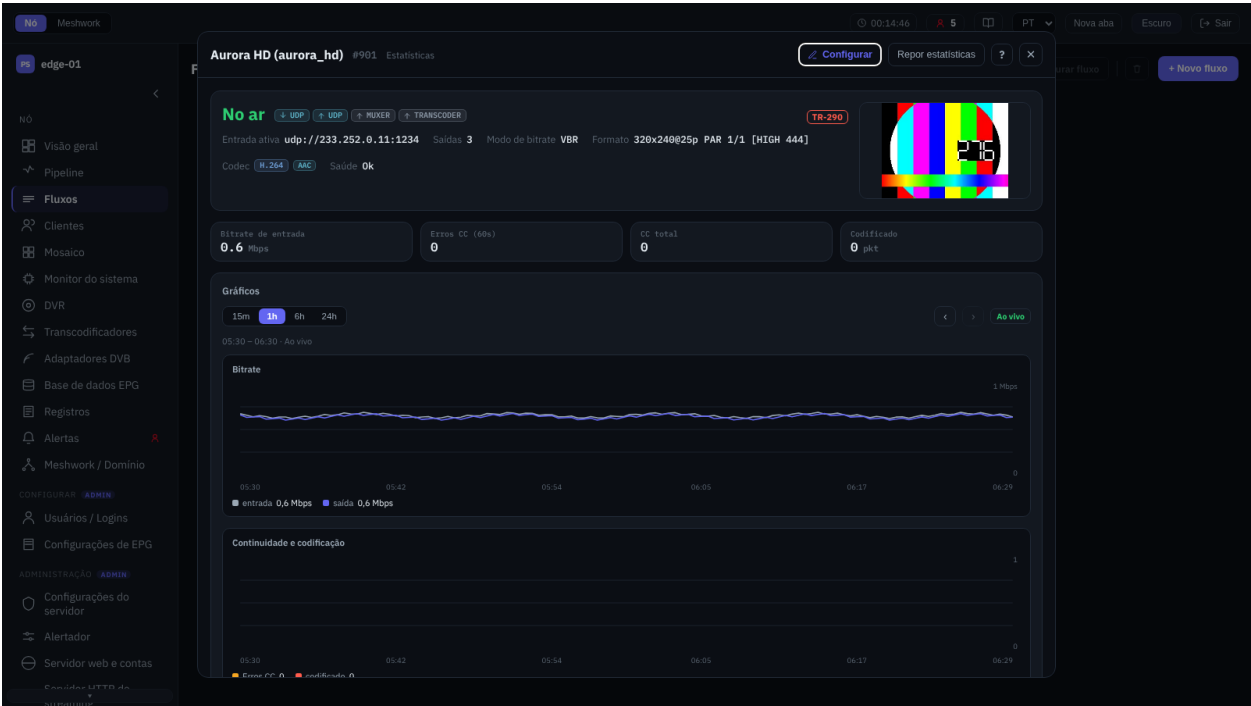


Fig. 22: Janela de estatísticas do fluxo.

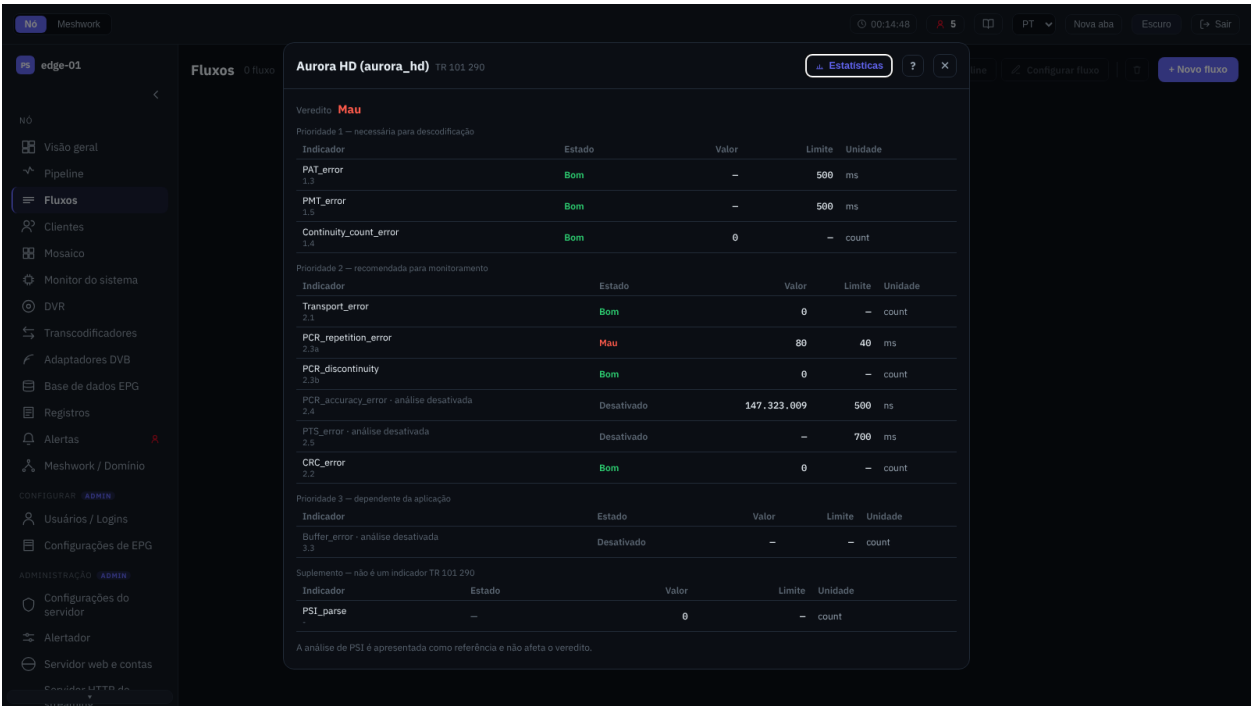


Fig. 23: Relatório de análise TR 101 290.

Gráficos

Séries temporais: bitrate, continuidade e embaralhamento, jitter de PCR, perda de pacotes – com escolha da janela e da escala.

Verificação MPEG-TS

Verificação expressa da estrutura (TS, PAT, PMT, PCR, áudio/vídeo e os seus ES), o veredito geral TR 101 290 e os atributos de sinalização do programa ([Verificação de validade](#)).

Diagnóstico da entrada

Blocos expansíveis: «Informações de mídia», «Conexão de entrada», descritografia BISS, geração de EIT, «Analisador» (métricas de PCR e de sincronização e, abaixo delas, a tabela de PID da entrada ativa com as colunas «PID», «Tipo», «Bitrate» e «Pacotes/s»), preenchimento e «Análise profunda» – estrutura do GOP, buffer T-STD, ficha do codec de vídeo, descontinuidades de PTS/DTS, SCTE-35 ([Medições contínuas](#), [Análises aprofundadas](#)). A composição da seção depende da entrada: uma entrada de tipo multiplexador não tem seção alguma – ela não possui socket, e os programas são mostrados pela tabela do multiplex; na recepção pela rede de um MPTS já pronto permanece «Conexão de entrada» com os indicadores do seu próprio transporte, ao passo que «Informações de mídia», «Analisador» e «Análise profunda» ficam ocultos – uma entrada dessas não tem medições por programa. A descritografia BISS é exibida apenas nos SPTS: nos MPTS os contadores BISS são mantidos por programa ([Desembaralhamento BISS](#)). Os blocos de geração de EIT e de preenchimento aparecem por si só quando o fluxo gera EIT ou acrescenta pacotes NULL.

Saídas

Telemetria de cada saída em funcionamento: estado, destino, bitrate, contadores de tráfego enviado e indicadores específicos do transporte (PRO-MPEG FEC, PS1, RIST, SRT, RTMP). As saídas nos transportes do catálogo comum do domínio possuem o botão «Mostrar na biblioteca» ([Biblioteca – este fluxo](#)).

OTT / DVR

Modelos de URL de entrega, métricas do anel de chunks e do arquivo DVR, gráficos de cobertura do arquivo e das réplicas de legendas ([OTT e DVR](#), [Reprodução do arquivo \(VOD\)](#)).

Profiler e Registro do fluxo

A carga das threads de processamento (fração de um núcleo) e o registro estruturado dos eventos do fluxo.

O relatório TR 101 290 também é aberto como uma janela separada; o analisador como um todo é descrito em [Analisador](#), o monitor TR 101 290 – em [Monitor TR 101 290](#). O administrador dispõe da redefinição das estatísticas acumuladas e do apagamento do arquivo DVR.

Pacote adaptativo

A janela de configuração do pacote adaptativo (ABR): o nome do pacote e o nome na URL, a composição dos fluxos participantes e os seus bitrates («0» — automático). Podem ser participantes apenas fluxos SPTS com a distribuição OTT habilitada; eles são adicionados e removidos diretamente na janela, e o bitrate é definido para cada variante. O pacote é publicado por uma única playlist mestra, pela qual o cliente escolhe a qualidade. A distribuição adaptativa é descrita em [Pacotes adaptativos](#), a gravação DVR para OTT — em [OTT e DVR](#).

Configuração

O grupo **Configuração** na área «Nó» reúne as configurações que não se referem aos serviços de servidor: as contas de acesso e o subsistema do guia eletrônico de programação (EPG). As telas do grupo estão disponíveis para o papel de administrador.

Usuários / Logins

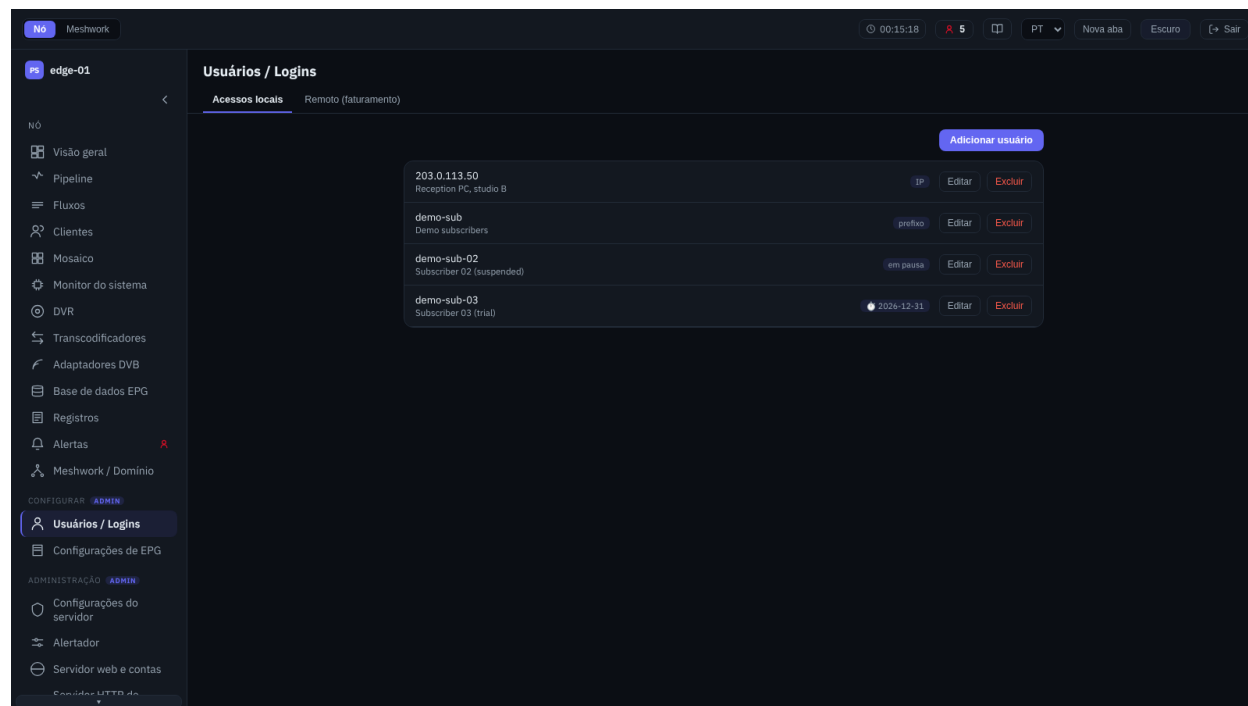


Fig. 24: Usuários e logins.

Gerenciamento do acesso dos receptores de fluxos ao nó. A tela contém as abas:

Acessos locais

Contas dos receptores de fluxos — clientes da distribuição OTT e dos protocolos peer. Para cada uma são definidos o login e a senha ou «Conta por endereço IP» (o campo «Endereço IP / CIDR»; são suportados um endereço único e faixas), «Fluxos permitidos» (lista vazia — todos são permitidos), os limites de conexões simultâneas por protocolo (PS1, SRT, HTTP/HLS), «Data de fim», a pausa e «Login com prefixo» para a integração com middleware ([12. Integração com middleware](#)). As contas de acesso à interface web e seus papéis são configuradas na tela «Servidor web e contas» ([Servidor web e contas](#)); os papéis estão descritos em [Acesso e funções](#).

Remoto (faturação)

Autorização dos receptores de fluxos por meio de um sistema externo: em vez da verificação local, o login é confirmado por uma requisição HTTP a um servidor de terceiros. Na parte superior da aba — o cartão «Serviço de faturação» com o parâmetro «Intervalo de requisições de faturação (s)». Abaixo — a lista ordenada «Servidores de faturação»; na verificação do login os servidores são consultados na ordem da lista (a ordem é definida por arrasto e, em tela estreita, pelas combinações **Alt+↑** e **Alt+↓**, veja [Uso pelo teclado](#)). Para o servidor são definidos «Nome», «URL», a senha, «Tempo limite (s)», «Contabilização de sessões», «Prefixo do login» e «Sufixo do login», enquanto o «Conector» com o valor «Universal (HTTP)» descreve integralmente a troca — o modelo da requisição HTTP (query, corpo, «Content-Type», cabeçalhos com substituições de modelo do login, da senha, do IP e afins) e a análise da resposta («Formato da resposta» — código de status HTTP, corpo JSON ou corpo XML — com os caminhos para o indicador de sucesso e para o motivo da recusa); «Rastreamento» ativa o registro da troca. O «Login com prefixo» como alternativa integrada ao faturamento externo está descrito em [12. Integração com middleware](#).

Usuário: adicionar e alterar

Janela de criação e edição da conta de um receptor de fluxos; é aberta pelo botão «Adicionar usuário» ou por «Alterar» na linha da lista, na aba «Acessos locais». Campos:

- «Login» e «Senha» — conta comum; ao alterar, uma senha vazia mantém a atual. O indicador «Conta por endereço IP» substitui o par «login — senha» pelo campo «Endereço IP / CIDR» (endereço único ou faixa), e «Login com prefixo» ativa o modo de integração com middleware ([12. Integração com middleware](#)).
- «Fluxos permitidos» — os fluxos e os pacotes adaptativos aos quais a conta tem acesso; uma lista vazia não impõe restrições — todos são permitidos.
- «Máx. de conexões» — limites separados de conexões simultâneas para PS1, SRT e HTTP/HLS.
- «Data de fim» e «Suspensão» — desativação planejada ou temporária do acesso sem excluir a conta.
- «Nome exibido» e «Observação» — para o controle próprio; não afetam o acesso.

As contas de acesso à interface web e seus papéis são definidos não aqui, mas na tela «Servidor web e contas» ([Servidor web e contas](#)).

Configurações EPG

Configuração do guia eletrônico de programação: de onde os dados são obtidos e como são fornecidos. A consulta da grelha de programação acumulada foi colocada em uma tela separada, «Base de dados EPG» ([Base de dados EPG](#)). A tela contém as abas:

Importação

Parâmetros gerais da importação do guia de programação: «Ativar importação», «Manter histórico, dias» (profundidade de retenção dos eventos passados), «Limpeza automática de canais órfãos», bem como «URL da fonte XMLTV» e «Nome da fonte XMLTV» da fonte externa principal. A importação de EPG em seu conjunto está descrita em [Importação de EPG/XMLTV](#).

Fontes

Lista das fontes XMLTV externas. Para cada uma — «Nome», «URL / caminho da fonte», o indicador «Ativada», «Intervalo de atualização, s», «Codificação do conteúdo» (detecção automática ou GZip forçado), as credenciais e os Cookies para recursos web de acesso restrito e «Guardar a cópia transferida» para diagnóstico ([Configuração das fontes](#)).

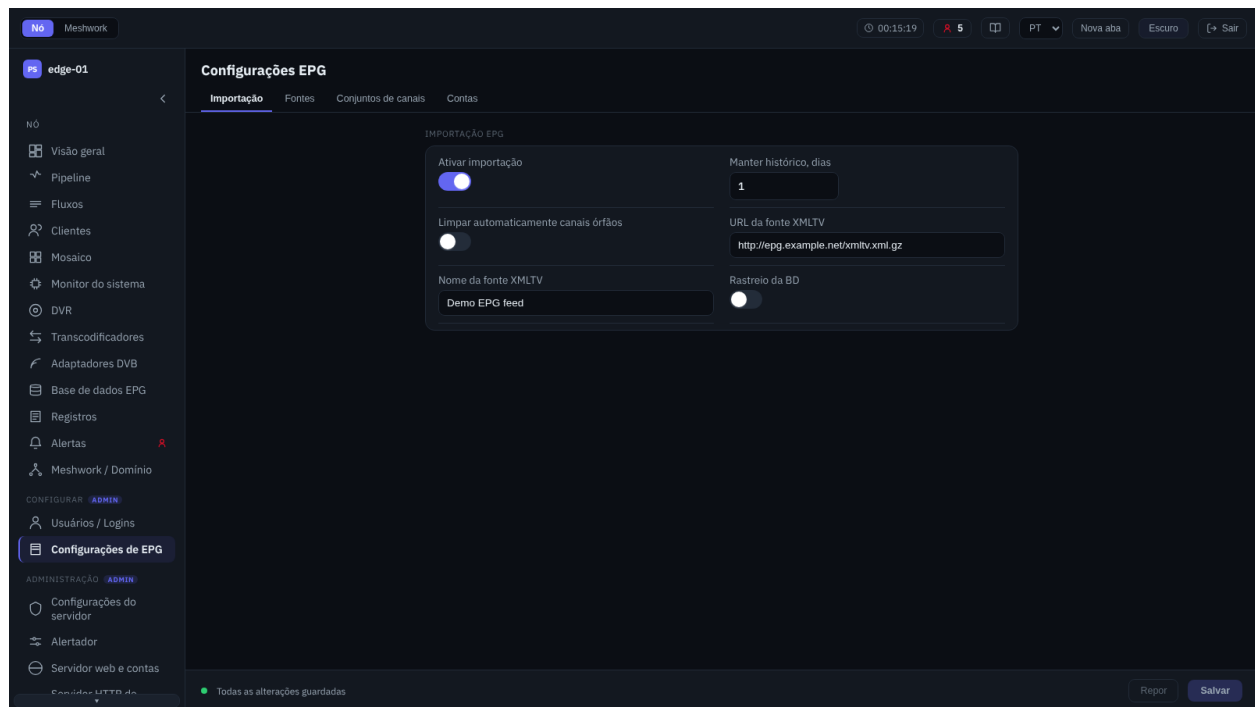


Fig. 25: Configurações de EPG (importação).

Conjuntos de canais

Conjuntos nomeados que agrupam canais para o fornecimento a consumidores externos. Na aba, o conjunto é criado (nome e observação); sua composição — a pertença dos canais — é definida na base de dados EPG (*Base de dados EPG*). A aplicação dos conjuntos no fornecimento está descrita em *EPG para middleware OTT*.

Contas

Acesso de consumidores externos ao servidor EPG integrado — ao download do XMLTV. Para a conta são definidos o login e a senha, «Conjunto de canais» (determina a composição do fornecimento; sem conjunto o fornecimento fica vazio), «Data de fim», «IP permitido» e o indicador «Suspendido». O fornecimento de XMLTV está descrito em *Fornecimento de XMLTV*.

O subsistema EPG em seu conjunto — a geração de EIT e a distribuição para o middleware OTT — está descrito em *EPG/EIT*.

Administração

O grupo **Administração** na área «Nó» reúne os serviços de servidor do nó, os armazenamentos, o equipamento, a licença e a manutenção. As telas do grupo estão disponíveis para o papel de administrador. A configuração inicial do nó está descrita em [Primeira inicialização e ativação](#).

Configurações do servidor

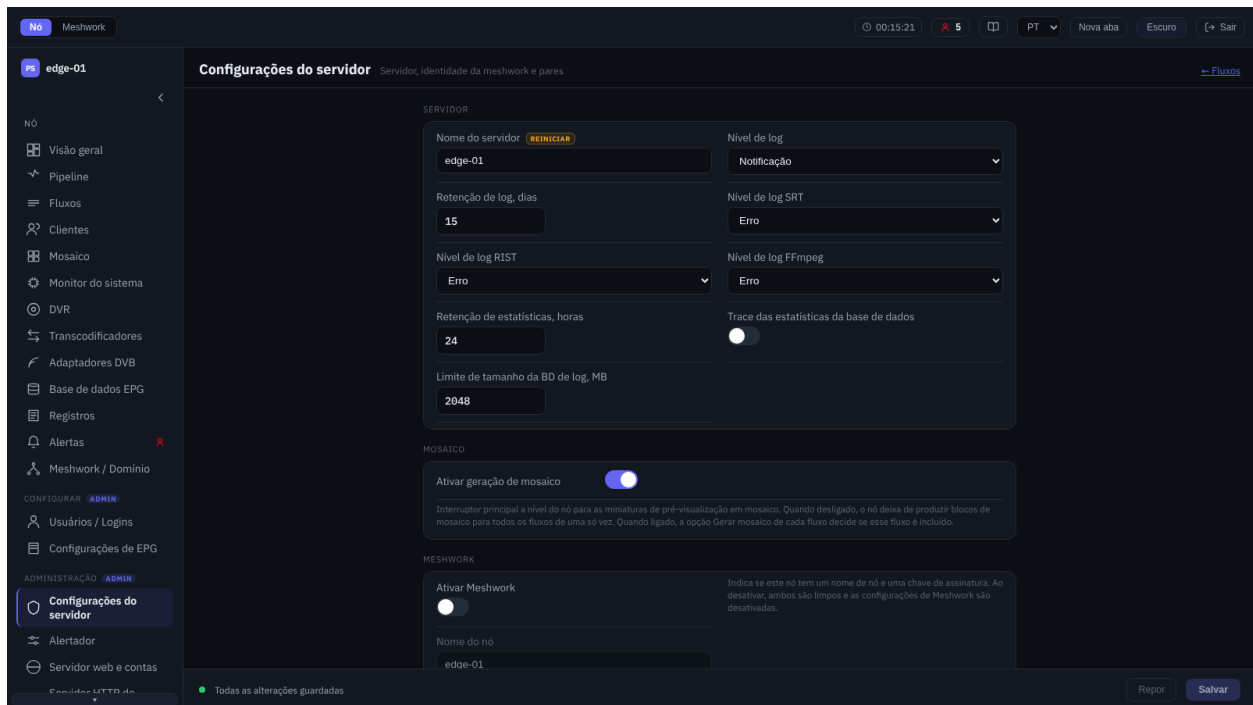


Fig. 26: Configurações do servidor.

Parâmetros gerais do nó. A tela reúne vários grupos de configurações sob um único painel de gravação:

Servidor

Nome do servidor, nível de registro (geral e separadamente para as bibliotecas SRT, RIST e FFmpeg), prazo de retenção dos registos, profundidade e rastreamento das estatísticas do banco de dados, limite de tamanho do banco de registos.

Mosaico

Interruptor geral do nó para a geração do mosaico; o próprio mosaico — [Mosaico](#).

Meshwork

Ativação da participação do nó no Meshwork e sua identificação: nome do nó, nota, domínio Meshwork, bem como as portas HTTP e HTTPS públicas e os domínios adicionais — os endereços pelos quais o nó fica acessível a partir do exterior ([Nós atrás de NAT](#)). O modelo de identificação — [Identidade do nó](#).

Peers do Meshwork

Lista dos nós peers e o segredo de assinatura compartilhado para a troca protegida ([Peers e segredos](#)).

Contato Meshwork (avançado)

Parâmetros da sondagem dos peers: o número de threads de trabalho e o tempo limite de contato.

A configuração inicial do nó — em [Configurações iniciais](#); a implantação do Meshwork — em [Construção de uma rede Meshwork](#).

Alertador

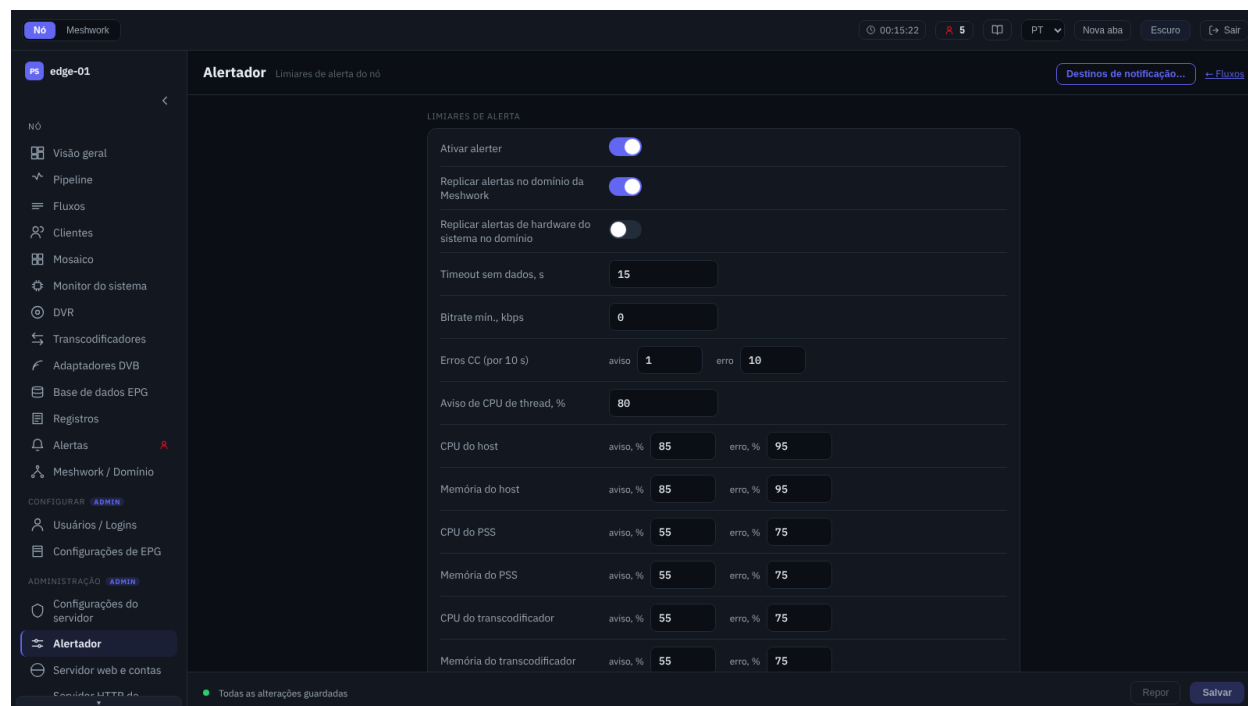


Fig. 27: Configurações do Alertador.

Limites de disparo dos alertas do nó e as regras de sua replicação. Além da ativação geral do alertador, são definidos:

- limites dos fluxos — tempo limite de ausência de dados, taxa de bits mínima, contadores de erros CC (pares «aviso / erro»);
- um aviso separado sobre a carga de CPU da thread de trabalho que atende um fluxo ou um adaptador DVB (em porcentagem);
- limites dos recursos — CPU e memória do host, CPU e memória do processo e do transcodificador, carga da rede, GPU, uso do disco (em porcentagem, pares «aviso / erro»);
- tempo de leitura/gravação dos armazenamentos DVR;
- havendo recepção DVB — limites de qualidade do sinal dos frontends (nível do sinal, SNR, taxa de erros de bit, blocos não corrigidos).

A replicação dos alertas pelo domínio Meshwork e, separadamente, dos alertas de hardware do sistema é ativada aqui mesmo ([Replicação de alertas em todo o domínio](#)). A entrega externa é configurada em uma janela separada ([Destinos de alerta](#)).

O modelo de alertas está descrito em [Como funciona um alerta](#), os limites — em [Configurações do alerter](#). A visualização dos alertas ativos — na tela [Alertas](#).

Destinos de alerta

A janela de entrega externa dos alertas é aberta a partir da tela [Alertador](#). Os canais estão distribuídos por abas; para cada um define-se o seu próprio limiar de importância mínima do evento:

Processo

Execução de um comando externo no evento de alerta com o tempo limite definido.

Telegram

Envio para o Telegram: o token do bot e a lista de ID dos chats.

E-mail

Envio por SMTP: host e porta do servidor, modo TLS (STARTTLS, TLS implícito ou sem criptografia), verificação do certificado do servidor, credenciais, endereços do remetente e dos destinatários.

As regras de entrega estão descritas em [Entrega externa de alertas](#).

Servidor web e contas

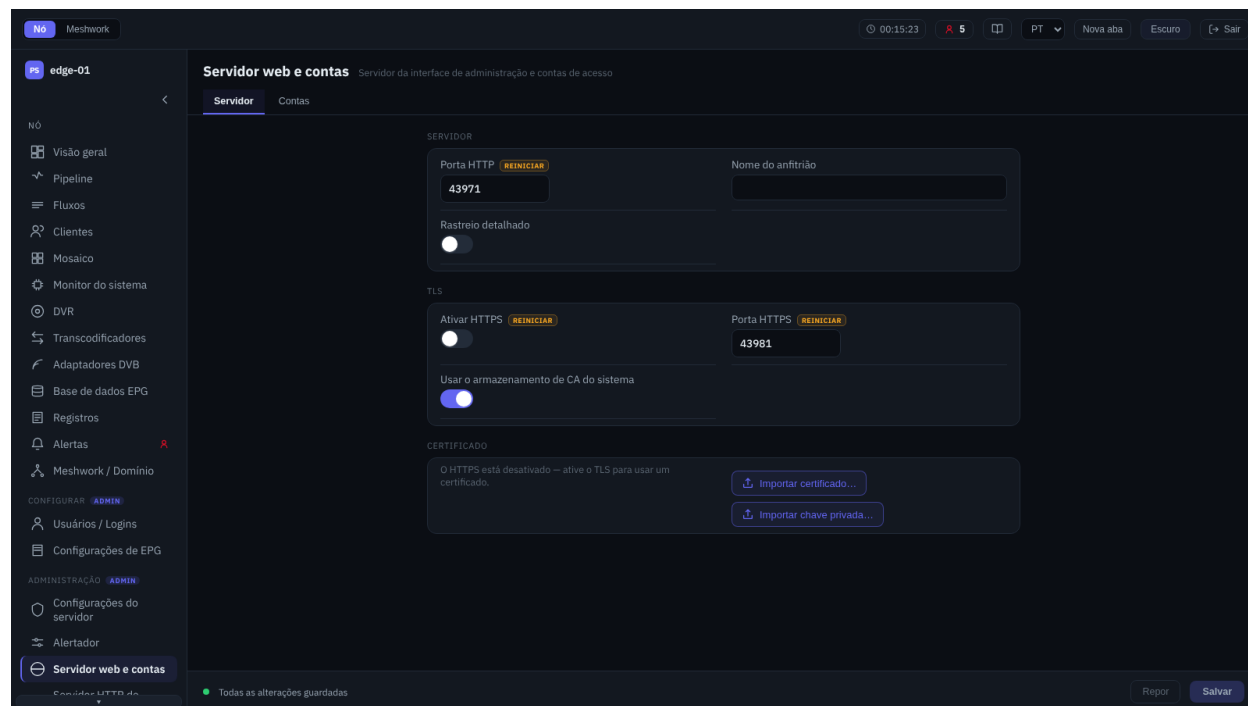


Fig. 28: Servidor web e contas.

Configuração do servidor web do painel de administração e das contas de acesso. A tela contém as abas:

Servidor

Porta HTTP e nome do host, ativação de HTTPS com porta separada e escolha do repositório de CA, rastreamento detalhado. Enquanto o HTTPS está desativado, a «Porta HTTPS» e a escolha do repositório de CA aparecem esmaecidas com a explicação «O HTTPS está desativado — ative o TLS para usar o certificado.»; os campos respondem ao próprio comutador, sem esperar pelo salvamento, e os valores inseridos não se perdem. Abaixo — as informações sobre o certificado TLS atual (sujeito, emissor, prazo de validade, SAN) com as ações de importação do certificado e da chave privada e de recarga do TLS; com o HTTPS desativado, o painel exibe a mesma explicação em vez das informações, mas a importação continua disponível.

Contas

Contas locais de acesso ao painel e seus papéis — Admin, Restricted admin, Viewer ([Acesso e funções](#)). Para cada uma são definidos o login, a senha e o papel; os registros podem ser adicionados, alterados e excluídos. Na criação a senha é obrigatória; na alteração o campo da senha é exibido vazio e, se não for preenchido, a senha permanece a mesma.

A emissão automática de certificados — na tela [Certificados HTTPS](#); a recarga do TLS sem reinício — também em [Manutenção](#). As portas dos serviços e a configuração inicial estão descritas em [Configurações iniciais](#).

Servidor HTTP de streaming

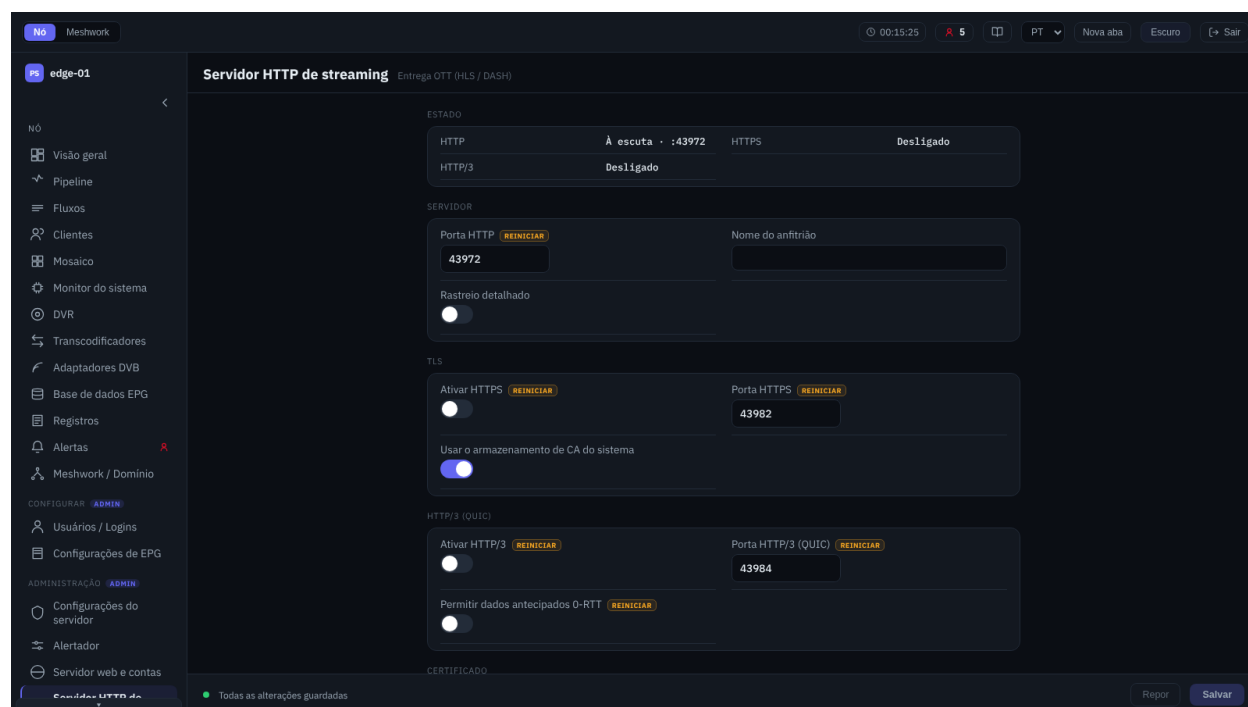


Fig. 29: Servidor HTTP de streaming.

Configuração do servidor HTTP integrado de entrega de fluxos (distribuição OTT, playlists e segmentos HLS/DASH). Na parte superior — o status dos listeners (HTTP, HTTPS, HTTP/3). São configurados:

Servidor

Porta HTTP, nome do host, rastreamento detalhado.

TLS

Ativação de HTTPS com porta separada e escolha do repositório de CA. A porta e o repositório ficam esmaecidos enquanto o HTTPS está desativado.

HTTP/3 (QUIC)

Ativação do HTTP/3 em uma porta UDP separada e permissão dos dados antecipados 0-RTT; a porta e o 0-RTT ficam esmaecidos enquanto o próprio HTTP/3 está desativado. Este bloco não depende do HTTPS: o HTTP/3 é um listener separado, pega os arquivos do certificado diretamente e funciona com o HTTPS desativado. É justamente isso que o bloco «Status» mostra: o «HTTPS» pode estar em «Desativado» com o «HTTP/3» em funcionamento.

Abaixo — o painel do certificado TLS atual com a importação e a recarga do TLS. O painel acompanha apenas o HTTPS, por isso, com o HTTPS desativado, ele fica silencioso mesmo quando o mesmo certificado é distribuído por HTTP/3. A distribuição está descrita em [OTT e DVR](#), o transporte HTTP/3 — em [HTTP/3 \(QUIC\)](#).

Servidor EPG

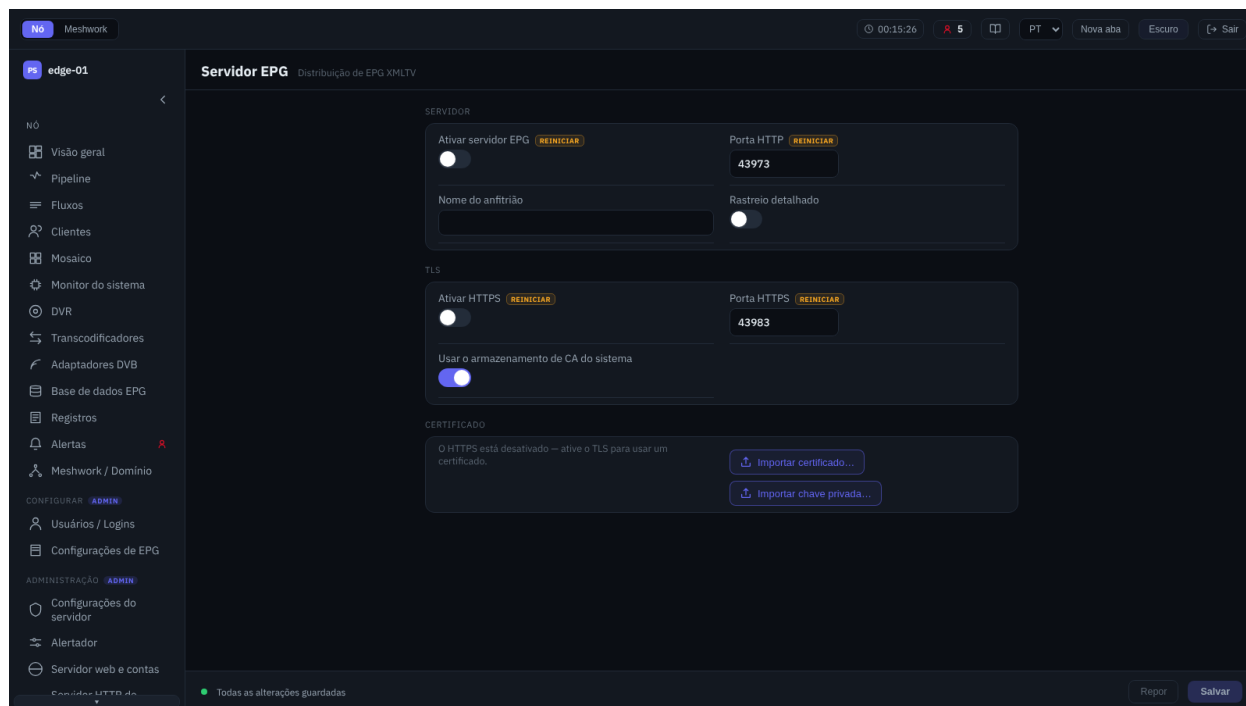


Fig. 30: Servidor EPG.

Configuração do serviço de entrega de EPG (XMLTV) a consumidores externos — middleware e aplicações. São definidos a ativação do serviço, a porta, o nome do host e o rastreamento detalhado, o HTTPS com porta separada e repositório de CA; também está disponível o painel do certificado TLS. A porta HTTPS e o repositório de CA ficam esmaecidos enquanto o serviço está desativado ou o HTTPS está desativado. As contas de acesso ao EPG e os conjuntos de canais são configurados separadamente, na tela [Configurações EPG](#). A integração com middleware está descrita em [EPG para middleware OTT](#).

Certificados HTTPS

Emissão e renovação automáticas de certificados TLS por meio de ACME (Let's Encrypt). Na parte superior — o status: o estado da emissão, a hora da última execução, a conta ACME e a lista dos certificados emitidos com seus prazos. São configurados:

Emissão automática

Ativação e e-mail de contato. A ativação significa a concordância com as condições da autoridade certificadora.

Avançado

URL do diretório ACME, porta da validação HTTP-01, prazo de renovação antecipada e parâmetros de vinculação externa da conta (EAB).

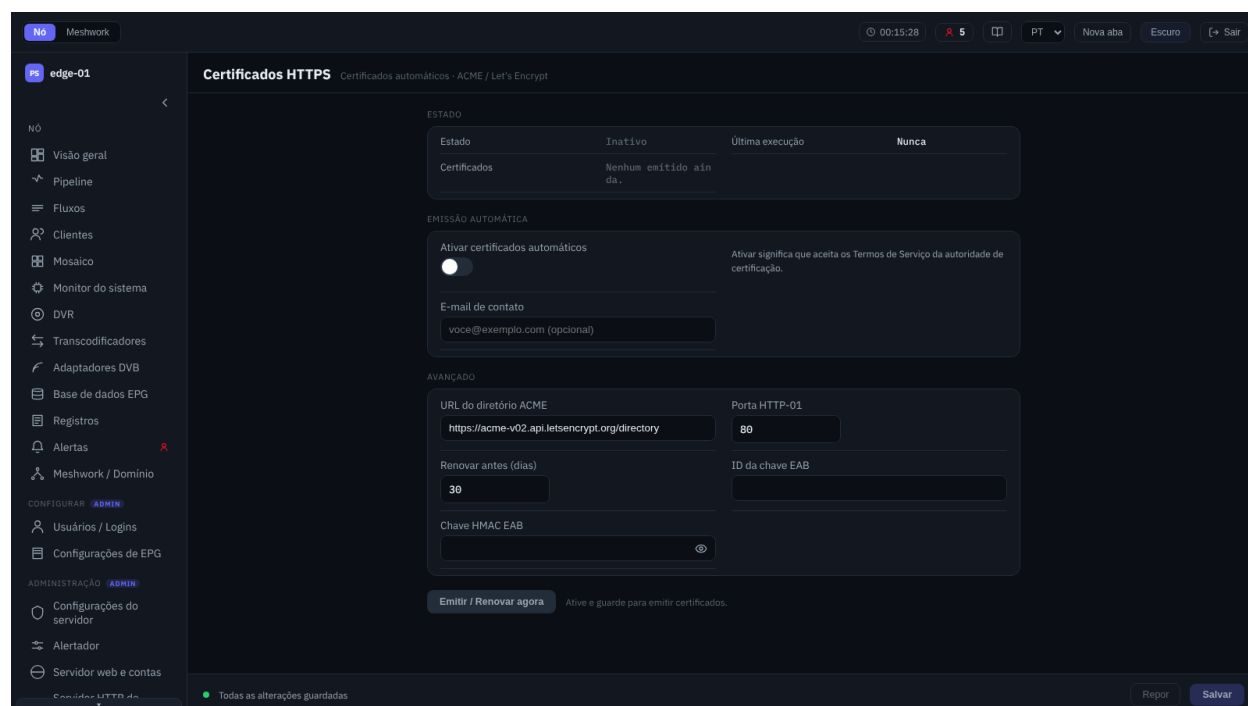


Fig. 31: Certificados HTTPS (ACME).

A ação «Emitir / renovar agora» inicia a emissão imediatamente. O carregamento de certificados próprios é realizado nas telas dos serviços correspondentes ([Servidor web e contas](#), [Servidor HTTP de streaming](#), [Servidor EPG](#)). A ativação do TLS está descrita em [Configurações iniciais](#).

Armazenamentos DVR

Diretórios do arquivo DVR. Os armazenamentos podem ser adicionados, alterados e excluídos; para cada um são definidos o nome, o caminho do diretório (imutável após a criação), a observação e o uso máximo do disco. Um grupo separado controla o comportamento em caso de falta de espaço: o intervalo de limpeza, o adiamento e o truncamento em caso de transbordamento, a reserva de emergência e a histerese da limpeza. A redução do limite de uso trunca a parte mais antiga do arquivo; a exclusão de um armazenamento deixa os arquivos no disco, mas os fluxos conectados perdem o acesso ao VOD. A ocupação atual dos discos é observada na tela [Monitor de DVR](#). A gravação e a reprodução do arquivo estão descritas em [Armazenamentos DVR](#) e [OTT e DVR](#).

Manutenção

Operações de serviço do nó, agrupadas por seções:

Nó

Reinicialização normal do nó com confirmação — interrompe brevemente todos os fluxos.

Certificados TLS

Releitura do certificado TLS a partir do disco sem reinício — separadamente para o servidor web, o servidor HTTP de streaming e o servidor EPG.

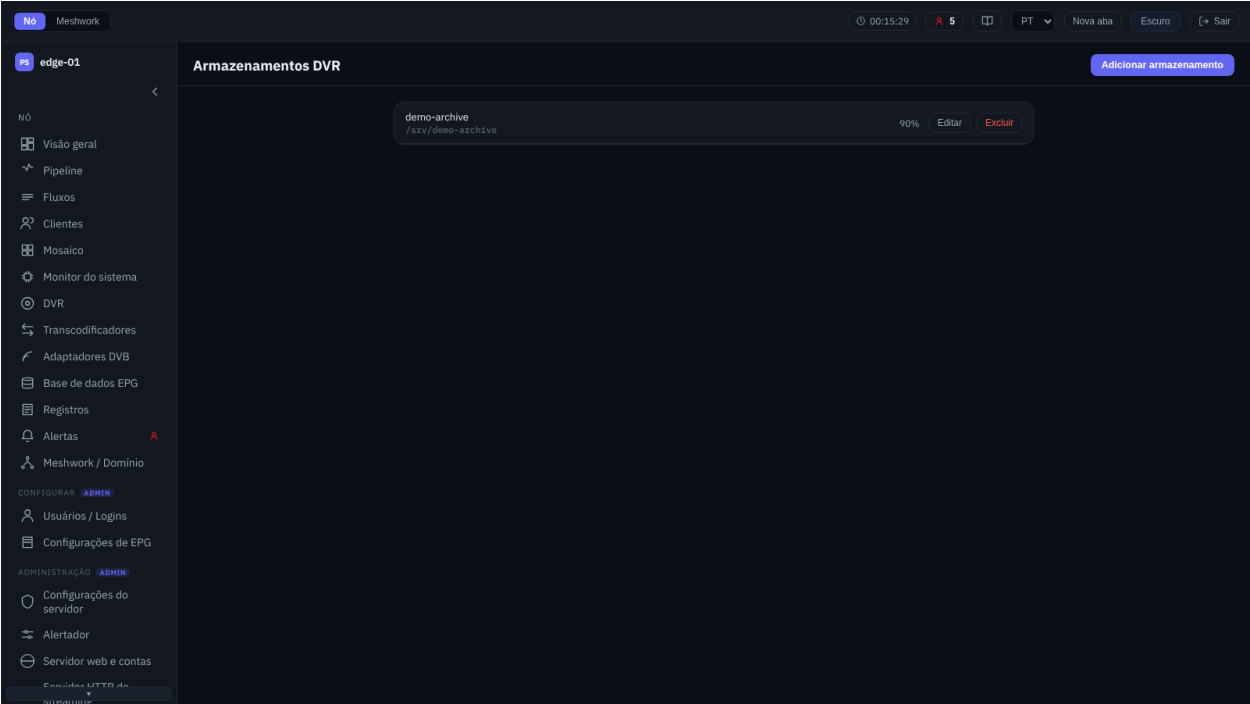


Fig. 32: Armazenamentos DVR.

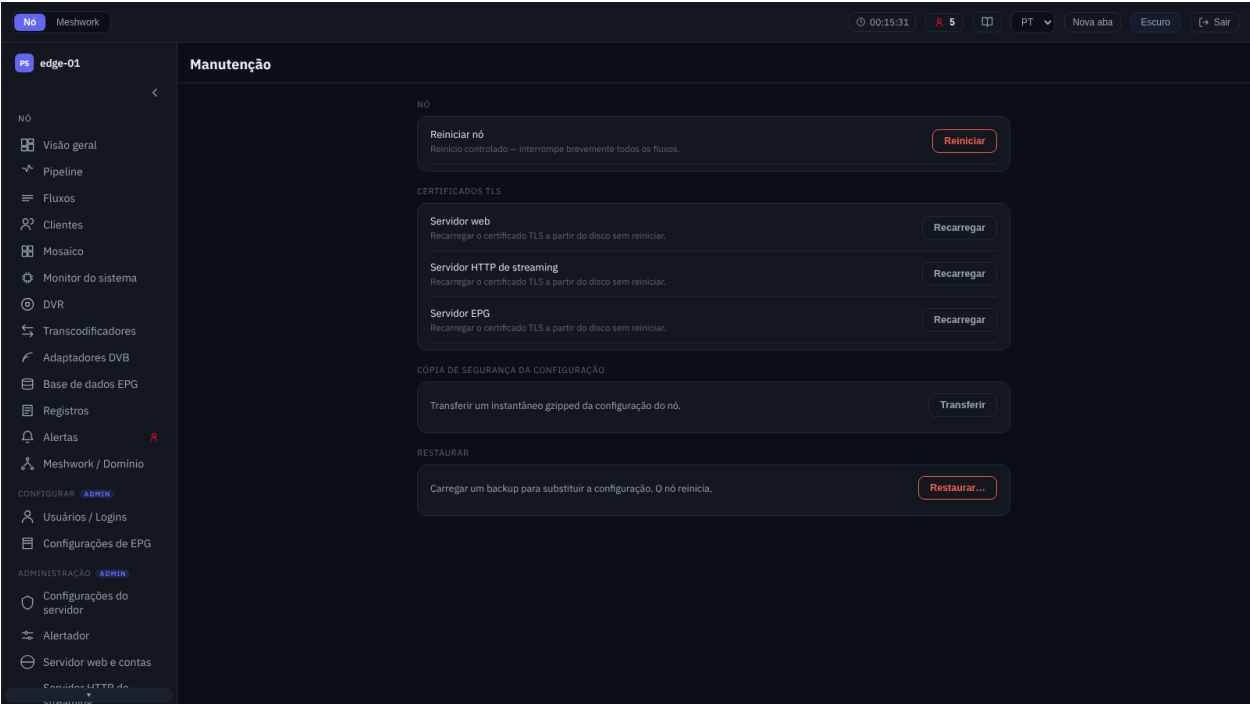


Fig. 33: Manutenção.

Cópia de segurança da configuração

Download de um instantâneo gzip da configuração do nó.

Restauração

Carregamento de uma cópia salva anteriormente: a configuração é substituída e o nó é reinicializado.

Os arquivos e os serviços estão descritos em [Arquivos e serviços](#).

Equipamento

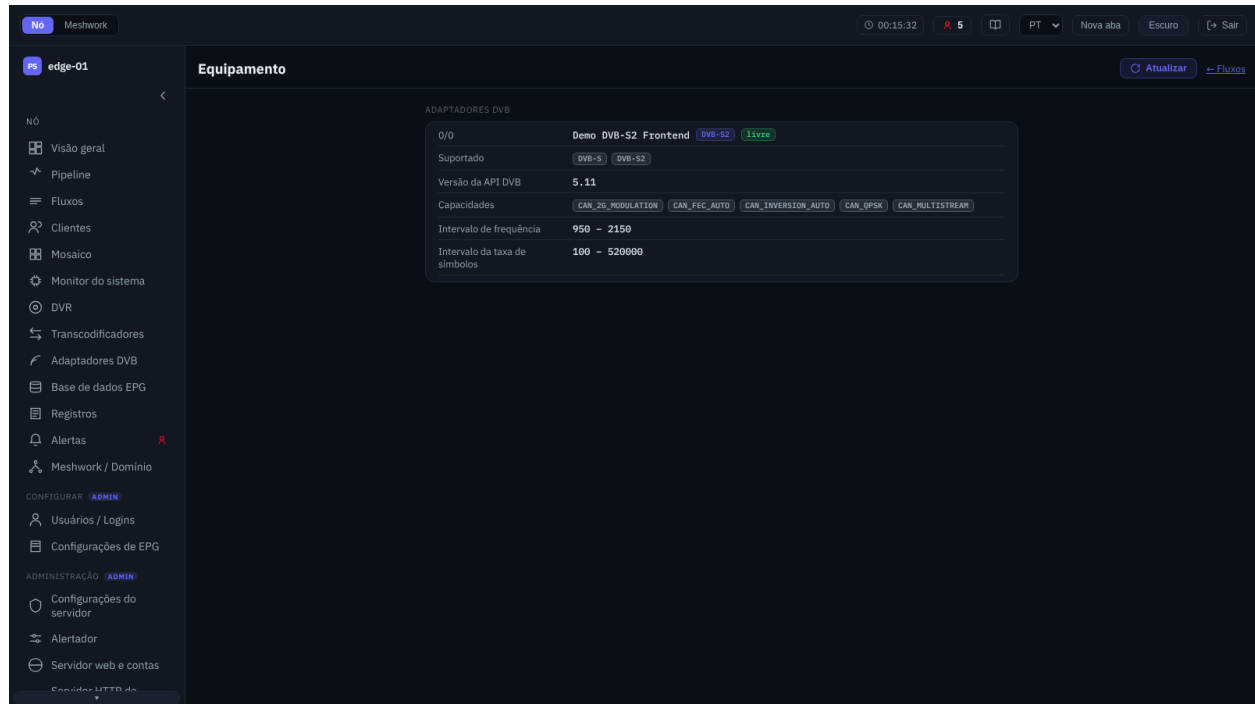


Fig. 34: Equipamento.

O equipamento de recepção detectado disponível para o nó (somente leitura; o botão de atualização relê a lista). Dois blocos:

Adaptadores DVB

Frontends de recepção DVB: nome, sistemas de entrega suportados, versão da DVB API, capacidades, faixas de frequência e de taxa de símbolos, indicador de ocupação.

Módulos CAM

Slots CI/CAM: o módulo inserido e seu modelo, o tipo e o estado do slot, os identificadores dos sistemas CA e o status da assinatura (desembaralhamento) por programa.

A recepção DVB está descrita em [Receptor DVB](#) e [Adaptadores](#), o trabalho com CAM e o desembaralhamento — em [Desembaralhamento](#). Os dispositivos de transcodificação detectados são mostrados na tela [Sobre o sistema](#).

Licença

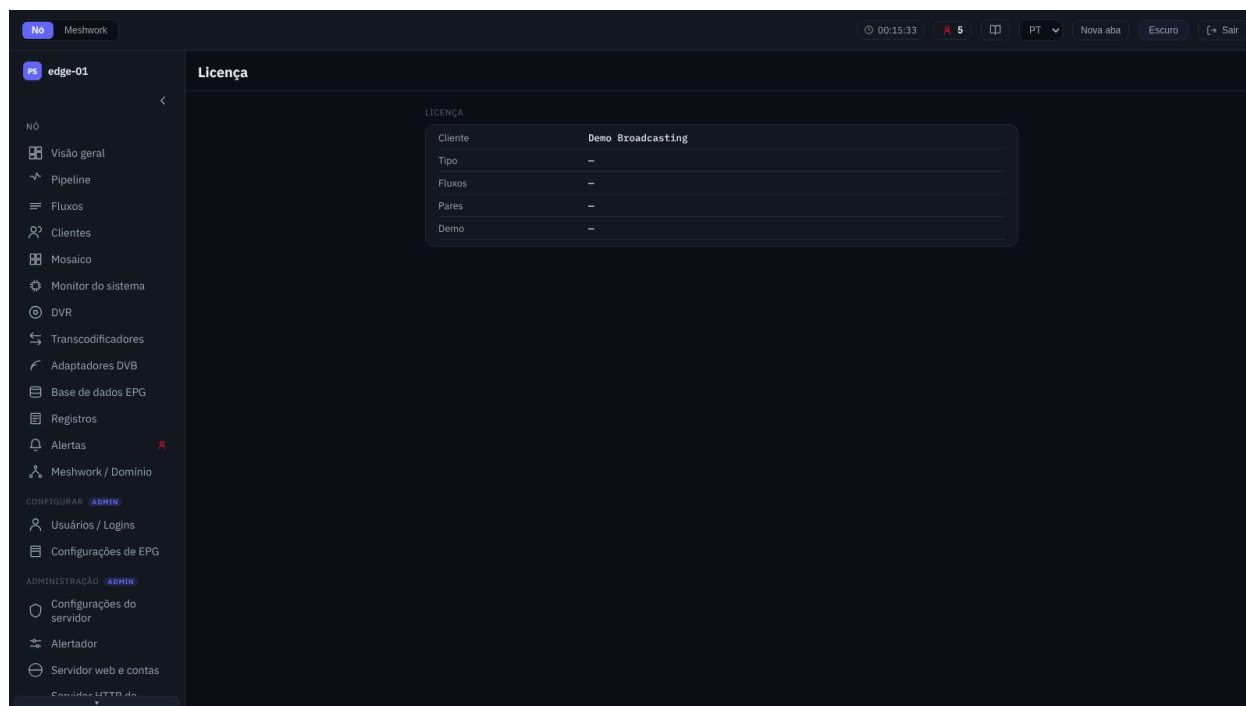


Fig. 35: Licença.

Informações sobre a licença do nó: cliente, tipo de licença, limites do número de fluxos e de peers (0 — sem restrições), modo demo, início da validade e tempo licenciado. Ao utilizar uma chave de hardware, é exibido o bloco HASP (identificador e tipo da chave). A ativação permanente por chaves SL/HL está descrita em [Ativação permanente](#); o comportamento no vencimento da licença — em [Ao expirar o prazo da licença anual ou de teste](#).

Sobre o sistema

Resumo sobre o sistema, agrupado por seções:

Licença

Informações resumidas sobre a licença — os detalhes na tela [Licença](#).

Transcodificadores

Os backends de transcodificação detectados: tipo, versão do módulo executável, prontidão e lista de dispositivos. A instalação dos pacotes do transcodificador — em [Transcodificadores](#), a escolha do backend — em [Backends e codecs](#).

Compilação e bibliotecas

Versão da compilação do PSS e versões das bibliotecas integradas, tipo da compilação.

Identificação

Nome do servidor, o nó e sua observação, a conta atual, o tempo de funcionamento e o momento de inicialização, a restrição por IP de origem.

A chamada da documentação também está disponível a partir do painel comum da interface ([Barra comum](#)).

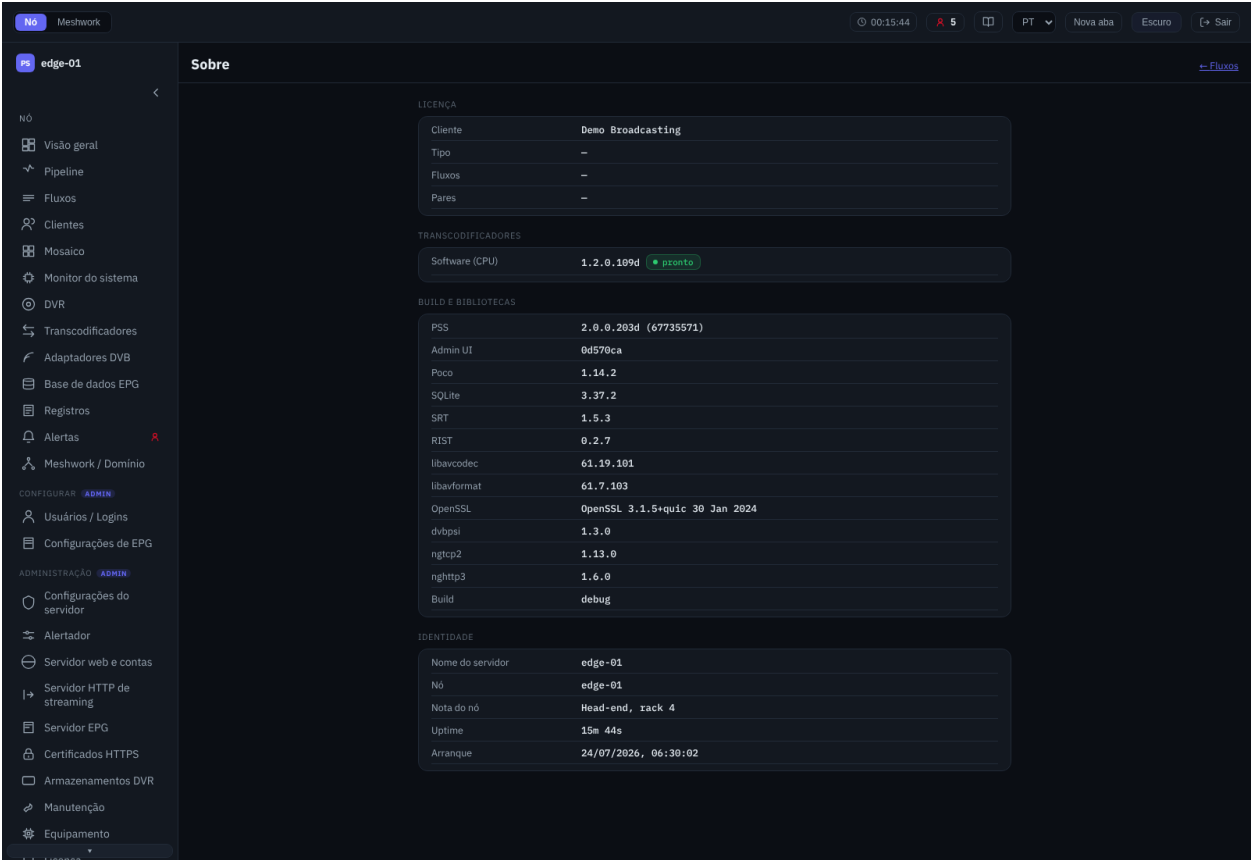


Fig. 36: Sobre o sistema.

Meshwork

A área **Meshwork** (o seletor de área na barra superior) reúne as telas consolidadas da rede de nós do domínio: a visão geral do domínio, a topologia do transporte, a composição dos peers, as ligações de transporte individuais e o catálogo comum de recursos de rede. É uma visão «de cima» de toda a rede, ao contrário das telas da área «Nó», que mostram um único nó.

Os conceitos da rede, os domínios, a autodescoberta de peers, a operação atrás de NAT e os alertas estão descritos na seção [Meshwork](#).

Visão geral da Meshwork

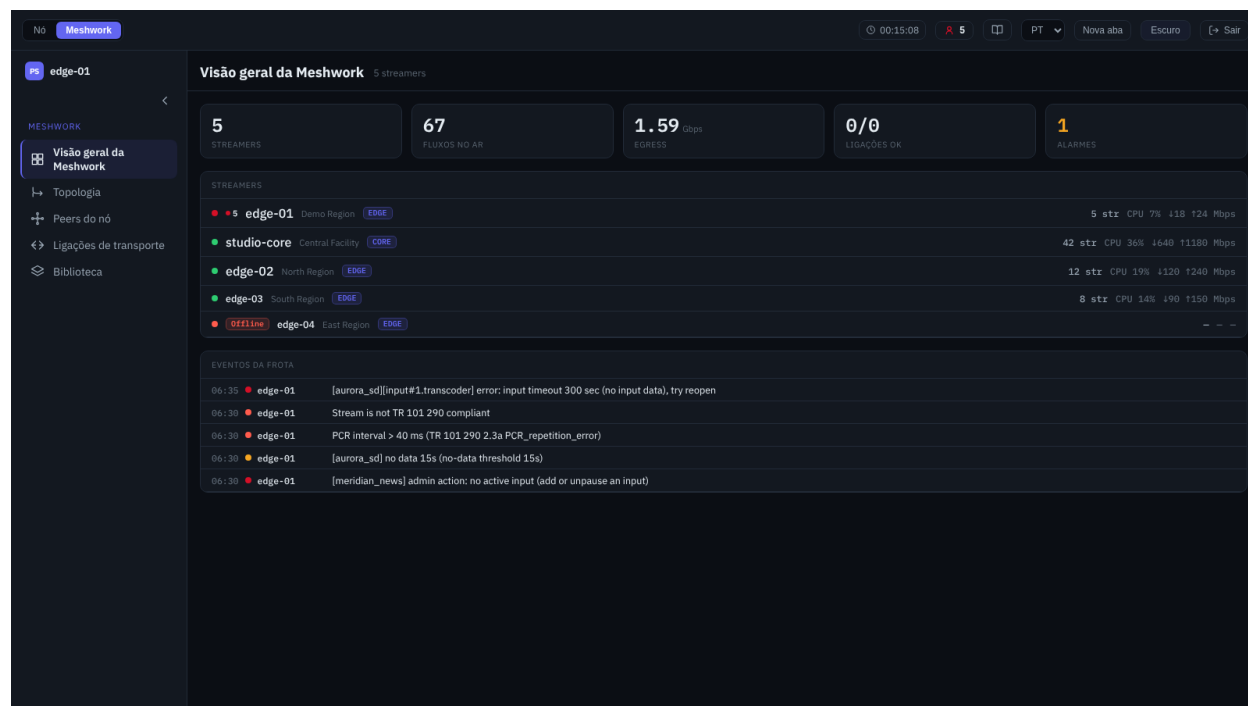


Fig. 37: Visão geral da Meshwork.

O painel consolidado do domínio: todos os nós da rede e os indicadores-chave do domínio em uma única tela. No cabeçalho — o número de nós; abaixo — a faixa de indicadores e as listas.

A faixa de indicadores reúne os blocos «Streamers» (o número de nós), «Fluxos no ar», «Egress» (a largura de banda de saída total, Gbps), «Ligações OK» (as ligações de transporte íntegras em relação ao seu número total) e «Alarmes». O bloco «Alarmes» conta os nós defeituosos e as ligações ativas defeituosas e é destacado quando o valor é diferente de zero.

O painel «Streamers» contém uma linha por nó: o indicador de estado e, num nó defeituoso, ao lado dele também um rótulo textual («Degradado» ou «Offline»); o nome do nó, a região e a função, o número de fluxos no ar, a carga de CPU e o tráfego (entrada/saída). A linha de um nó cujo painel de administração está acessível leva às suas telas na área «Nó». Para o papel de administrador, ao lado do estado é exibido o contador de alertas ativos do nó.

O painel «Eventos da frota» é visível para o administrador e consolida os alertas ativos de todos os nós: o horário, o nó a que o evento se refere (com link para o seu painel de administração) e o texto. O modelo da rede está descrito em [Meshwork](#), os alertas — em [Alertas \(alerter\)](#).

Topologia

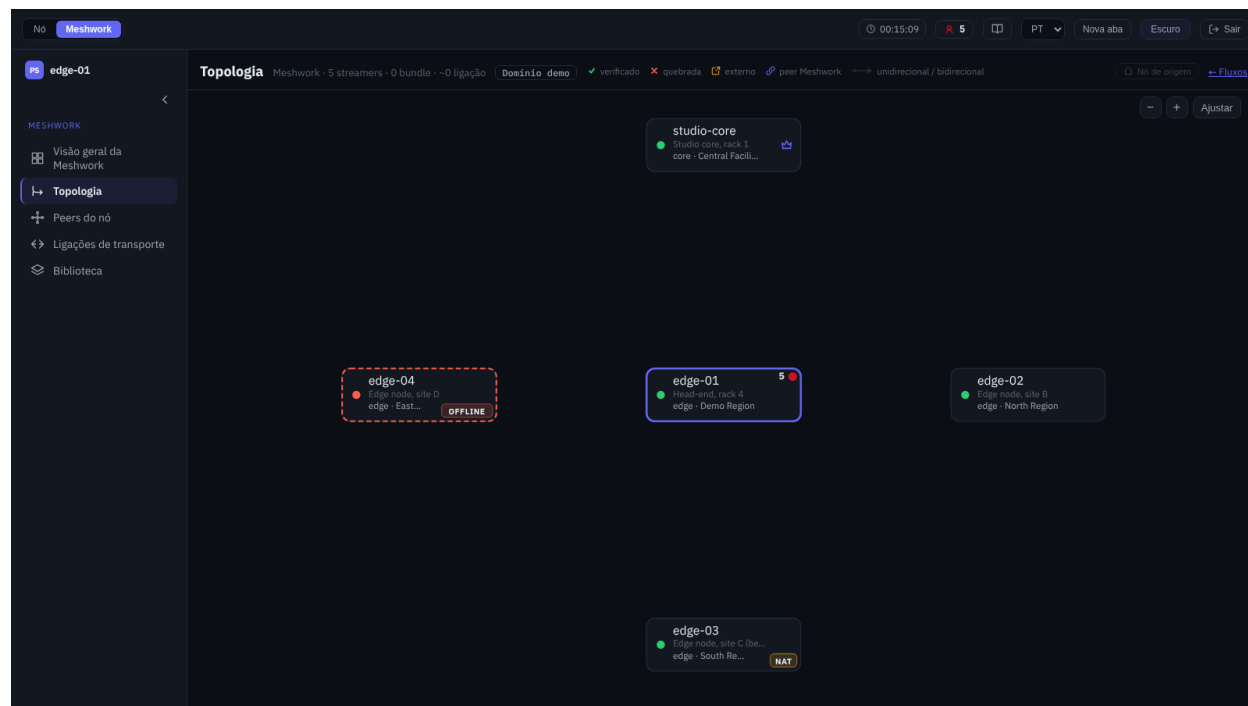


Fig. 38: Gráfico da topologia da frota.

O grafo de transporte do domínio: os nós da rede e as ligações de transporte entre eles, agrupadas em bundles (várias ligações unidirecionais de mesmo sentido são exibidas como uma única aresta). A tela é baseada em grafo; no cabeçalho — o número de nós, de bundles e de ligações, o domínio do nó conectado, os símbolos de ligação e o botão «Nó de origem», que devolve o centro do grafo ao nó atual.

O grafo mostra quais nós estão conectados, onde a ligação está verificada e onde é inferida, quais ligações são externas (fora do domínio) e quais nós estão atrás de NAT. Os símbolos distinguem uma ligação verificada, uma quebrada (peer offline), uma ligação externa, uma ligação entre peers Meshwork e o sentido (unidirecional ou bidirecional). Um nó pode exibir o contador de alertas ativos. Um clique em um nó desloca para ele o centro do grafo (um novo clique abre o seu painel de administração); um clique em uma ligação abre [Ligações de transporte](#) com o filtro pelo bundle selecionado. O mapa da rede e os seus símbolos estão descritos em [Mapa da rede e catálogo de recursos](#), os campos dos nós — em [Mapa da rede](#), a operação atrás de NAT — em [Nós atrás de NAT](#).

Peers do nó

A composição do domínio e as ligações entre os seus participantes. Estão disponíveis o seletor de âmbito do grafo «Malha / Permanentes» e o seletor de exibição «Tabela / Grafo» (por padrão, grafo).

No modo de grafo, «Malha» mostra todos os participantes do domínio centrados no nó conectado: a estrela confiável de keep-alive a partir dele e as ligações inferidas — não verificadas a partir deste nó — entre os demais pares. «Permanentes» constrói o grafo do peering configurado: os nós e as ligações direcionadas obtidas das listas de peers de cada nó (a seta indica o sentido da configuração, bidirecional quando é mútua). O botão «Nó de origem» devolve o centro ao nó atual.

No modo de tabela, os participantes são listados com as colunas «Nó», «Endereço», «Tipo» («Permanente» ou «Auto»), «Versão», «Estado» («Ativo» / «Inativo»), com o rótulo «Degradado» em caso de falhas de keep-

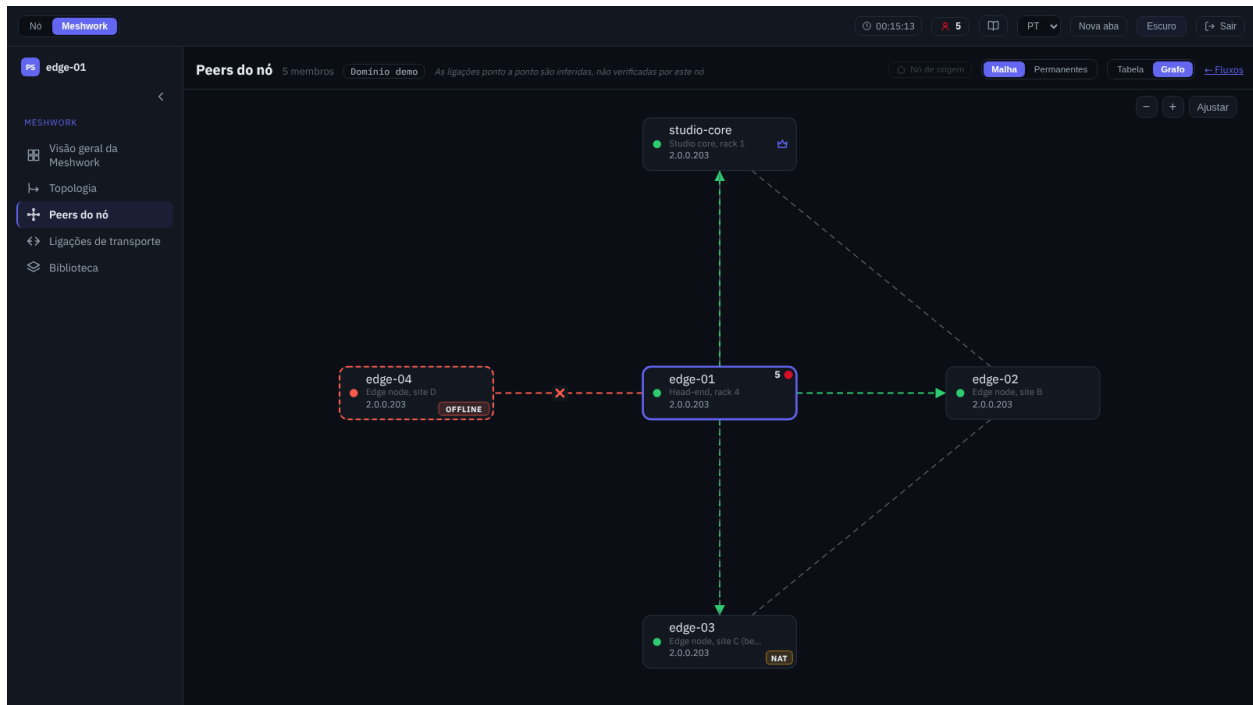


Fig. 39: Gráfico dos peers do nó (mesh).

alive), «NAT» e «Visto pela última vez». Um nó atrás de NAT exibe «Rede interna» em vez do endereço privado inacessível. O nome do nó é um link para o seu painel de administração (um peer inacessível é exibido como texto comum); a linha possui um botão que abre o painel de administração. A linha do nó atual é marcada e expande o painel «Tráfego Meshwork» — a repartição do tráfego de saída por porções («Base», «Pares», «Biblioteca», «Alertas»), a velocidade TX/RX e os contadores de troca. Os campos das linhas estão descritos em [Mapa da rede](#), a configuração dos peers — em [Peers e segredos](#), a operação atrás de NAT — em [Nós atrás de NAT](#). A visão dos peers do ponto de vista do nó atual é a tela [Meshwork / Domínio](#).

Ligações de transporte

As ligações de transporte individuais entre os nós do domínio — exatamente as ligações que a «Topologia» agrupa em bundles. No cabeçalho — os indicadores «Ligações» (total), «Saudáveis» (em relação ao número total) e «Verificadas». Ao vir do grafo da «Topologia», a tabela é aberta com o filtro pelo bundle selecionado; o filtro é removido pelo link « todas as ligações».

Cada linha descreve uma ligação: o indicador de estado, o sentido (a coluna «Ligação», nó → nó), o «Proto» (PS1, SRT e outros canais de transporte), o «Fluxo», a «Identidade» («verificada» ou «inferida», com a marca «reserva» para uma ligação de reserva), o «Âmbito» («interno», «externo», «local» ou «desconhecido») e a telemetria — «TX→RX Mb/s», «RTT» e «Perda». O âmbito é tomado do lado que se conecta por si próprio, por isso nas ligações UDP, RTP, Pro-MPEG e RIST ele é «desconhecido». Os valores de telemetria aparecem quando há os dados correspondentes, caso contrário é exibido «—»; as listas longas são divididas em páginas. O tipo de ligação PS1 / SRT está descrito em [Catálogo comum de recursos](#), os próprios protocolos — em [Protocolos Peer de transmissão confiável](#).

Biblioteca

NÓ	DOMÍNIO	TIPO	PROTO	DESTINO	FLUXO	NOTA
edge-01	demo	input-listen	SRT	192.0.2.10:9101	meridian_news	Contribution from...
edge-01	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.11:1234	aurora_hd	—
edge-01	demo	output-multicast	UDP	233.252.0.111:1234	aurora_hd	—
edge-01	demo	output-multicast	UDP	233.252.0.112:1234	meridian_news	—
edge-01	demo	output-multicast	UDP	233.252.0.116:1234	aurora_sd	—
edge-01	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.13:1234	cascade_sport	—
edge-01	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.15:1234	solstice_radio	—
edge-01	demo	output-multicast	UDP	233.252.0.190:1234	demo_mux_a	Multiplex A to the...
edge-01	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.211:1234	aurora_hd	Standby feed
edge-02	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.11:1234	aurora_relay	—
edge-02	demo	output-multicast	PRO-MPEG	233.252.0.61:5004	edge02_backhaul	FEC to the head-e...
edge-02	demo	output-multicast	RIST peso 5	233.252.0.70:5000	edge02_rist	—
edge-03	demo	input-multicast	UDP	233.252.0.11:1234	aurora_nat_edge	—

Fig. 40: Biblioteca de recursos do domínio.

O catálogo comum dos recursos de rede ocupados do domínio: as entradas e saídas dos nós pelos protocolos UDP, RTP, Pro-MPEG, RIST, bem como PS1 e SRT. O catálogo é formado automaticamente a partir dos anúncios dos nós e é somente para leitura. Por ele escolhem-se endereços e portas livres e encontram-se os fluxos necessários na rede. No cabeçalho — o número total de entradas e o link «Fluxos».

Acima da lista está o filtro «Nó de origem»: «Todos os nós» por padrão, e na lista de valores figuram os nós que anunciam algo neste momento. O filtro seleciona os registros de um único nó anunciante e não altera o número de entradas do cabeçalho. As linhas estão ordenadas por nó, domínio e endereço.

As colunas: «Nó» — o nó anunciante, «Domínio», «Tipo» (o sentido e o modo de conexão do ponto: output-multicast, input-caller, output-listen e semelhantes), «Proto», «Destino» (endereço e porta), «Fluxo» (nome ou número) e «Observação». Ao endereço acrescentam-se o âmbito da ligação («local», «interno» ou «externo»; o mesmo atributo existe nas ligações de transporte — [Ligações de transporte](#)), a fonte SSM (SSM <endereço>) e o número da VLAN (VLAN <n>). O âmbito da ligação só é exibido nos pontos PS1 e SRT que se conectam por si próprios ao endereço indicado (*-caller): «local» — um endereço do mesmo nó, «interno» — um peer confirmado pela autorização do domínio, «externo» — todos os demais. No RIST, ao lado do protocolo é exibido o peso da ligação (peso <n>).

Um clique na linha abre o painel de administração do seu nó nas estatísticas do seu fluxo: a linha do próprio nó abre-se no lugar, a de um vizinho conforme a configuração «Abrir nós em» da barra superior ([Barra comum](#)); Ctrl ou ⌘ força uma nova aba. A linha de um nó indisponível ou desconhecido da rede não tem ação e traz a dica «Nó indisponível». A dica da linha mostra o horário do anúncio do registro.

O catálogo e as regras de escolha de endereços estão descritos em [Catálogo comum de recursos](#); a visão do ponto de vista de uma entrada ou saída específica é [Biblioteca — este fluxo](#).

1.9 Materiais adicionais

Apêndices operacionais: escalonamento da distribuição OTT através de proxies de cache e CDN, conexão de sistemas de monitoramento externos, otimização do nó para grandes instalações e requisitos de hardware Intel para a transcodificação por hardware.

1.9.1 Cache e CDN para a distribuição OTT

Apêndice para a operação de instalações de grande porte: como funciona o cache das respostas OTT do Perfect Streamer e como colocar um reverse proxy de cache ou uma CDN à frente do nó. Os modos de distribuição, os formatos de URL e a autorização são descritos na seção principal [OTT e DVR](#).

O servidor forma respostas de três categorias, que diferem no tempo de vida do conteúdo e na aptidão para o cache por nós intermediários (reverse proxy, CDN, cache do cliente).

1. Modelo de cache

1.1. Recursos e cabeçalhos HTTP

Recurso	URL	Content-Type	Cache-Control
Segmento TS (HLS)	/h<sess>/<keyHex>.ts	video/mp2t	public, max-age=60, immutable
Segmento VTT (legendas)	/h<sess>/sub/<pid>/<keyHex>.vtt	text/vtt; charset=utf-8	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 armazenado em cache

1.2. Características dos segmentos

O identificador hexadecimal do segmento no URL (<keyHex> nos caminhos /h<sess>/<keyHex>.ts) é formado como o CRC64 do horário inicial do segmento e do ID do fluxo, sendo globalmente único. O URL do segmento endereça um conteúdo imutável – em requisições repetidas do mesmo URL é retornado 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` garante a compatibilidade com um `timeShiftBufferDepth=40s` típico.

Os segmentos `fMP4 CMAF (.m4s)` e o `init.mp4` comum para DASH / Low-Latency HLS são endereçados de forma análoga e armazenados em cache segundo o mesmo modelo (`immutable`, `max-age=60`). Os segmentos parciais (`parts`) do LL-HLS são requisições `byte-range` dentro do mesmo `.m4s` e, por isso, não formam uma entrada separada no cache.

1.3. Características dos manifestos

`max-age=1` limita a um segundo o limite superior de desatualização do conteúdo no cache. Em uso conjunto com `proxy_cache_lock on` (nginx), os picos de requisições ao manifesto são coalescidos em uma 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 o DASH MPD não contêm o identificador da sessão no corpo. O conteúdo do manifesto é idêntico entre sessões pertencentes à mesma combinação (`stream`, `param`). Isso permite ao cache do reverse proxy reutilizar a entrada entre sessões quando a chave de cache é normalizada.

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

2. Comportamento dos clientes

Cliente	URL de atualização do manifesto	Efeito sobre a quantidade de sessões
Players HLS pela media playlist	/h<sess>/index.m3u8	Uma sessão por sessão de reprodução
Players DASH pelo URL raiz	/dash/<stream>/.../index.mpd (ciclo de repetição)	Tratado pelo session reuse (ver 3.2)
Players de navegador (MSE)	/h<sess>/... através de <Location> / session URL	Uma sessão por sessão de reprodução

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 autorização e a alocação da sessão são executadas na etapa de processamento do redirecionamento.

Os clientes que suportam o cache do redirecionamento acessam o session URL diretamente nas requisições subsequentes. Os clientes que não o suportam repetem a requisição de redirecionamento. O custo do reproprocessamento do redirecionamento limita-se à verificação de autenticação e às operações de session reuse.

3.2. Session reuse para DASH

Ao processar a requisição `/dash/.../index.mpd` do mesmo login para o mesmo fluxo (com o mesmo indicador adaptive), o servidor encontra uma sessão DASH já existente e retorna novamente o seu identificador. Nenhuma sessão nova é criada e nenhum slot do limite de conexões simultâneas é consumido. São reutilizadas apenas as sessões no mesmo modo de reprodução: uma sessão ao vivo e uma sessão VOD de arquivo (parâmetros `t/d/epg`) não são unificadas.

Aplica-se somente ao DASH. Para o HLS não é necessário um mecanismo de reuse separado: os clientes HLS atualizam a media playlist pelo session URL e não criam uma sessão nova a cada atualização.

3.3. Reutilização de segmentos entre sessões

O caminho `/h<sess>/<keyHex>.ts` não depende de `<sess>` na resolução de `<keyHex>` para o conteúdo: `<keyHex>` identifica de forma globalmente inequívoca o segmento TS dentro do fluxo. O Nginx com uma cache key normalizada (que remove o prefixo `/h<sess>/`) atende todas as requisições do mesmo `<keyHex>` a partir de uma única entrada de cache, independentemente de quais clientes as emitiram.

A deduplicação é aplicável somente aos nomes content-addressed — segmentos com identificador hexadecimal de 16 caracteres (`.ts`, `.m4s` com `<keyHex>`, `.vtt`). Os segmentos numerados do live-DASH (`<número>.m4s`), o `init.mp4` e os manifestos são únicos apenas dentro da própria sessão — a sua cache key deve preservar o prefixo `/h<sess>/`, caso contrário o cache entregará o conteúdo de um fluxo aos espectadores de outro. Para o DASH, a deduplicação dos manifestos entre clientes do mesmo login é assegurada pelo session reuse (ver 3.2).

4. Parâmetros da requisição

Parâmetro	Valor padrão	Efeito
a	0	1 — URLs absolutos nos manifestos; 0 — relativos
s	40	timeShiftBufferDepth em segundos
m	40	Comprimento mínimo da janela para a emissão do manifesto
v	6 para os modos OTT, 3 para Peering / HLS	#EXT-X-VERSION no HLS (ignorado pelo DASH); um valor explícito no URL substitui o valor padrão
h3	ausente (off)	opt-in para HTTP/3 (QUIC): faz o servidor emitir Alt-Svc na resposta; sticky no session URL. Ver HTTP/3 (QUIC)

A alteração de um parâmetro pela query string atualiza os valores armazenados na sessão na sua próxima reabertura. Os parâmetros de reprodução do arquivo t, d e epg são descritos em [Reprodução do arquivo \(VOD\)](#).

5. Características de carga

A carga sobre o origin escala com a quantidade de fluxos distintos assistidos simultaneamente. O aumento do número de clientes que assistem ao mesmo fluxo não aumenta a quantidade de requisições ao origin quando existe um cache de reverse proxy e uma cache key normalizada.

Cenário	Frequência de requisições ao origin (ref.)
1 cliente no fluxo X	MPD: 0.4 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes em um único fluxo X (cache ativado)	MPD: 1 req/s, segment: 0.2 req/s
N clientes DASH em modo de repetição em um único 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

Os segmentos são deduplicados globalmente pelos nomes content-addressed; a deduplicação dos manifestos entre clientes é assegurada pelo session reuse (DASH) e pelo cache dentro da sessão.

6. Nginx como reverse proxy de 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 127.0.0.1:43972;
    keepalive 64;
}

map $uri $pss_cache_key {
    "~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>(/[0-9]+)?/[0-9a-f]{16}\.(ts|m4s)|/sub/[0-9]+/[0-9a-f]{16}\.vtt)$" "stream:$tail";
    default $uri;
}

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

    location ~* "^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+|/sub/[0-9]+)?/([0-9a-f]{16}\.(ts|m4s|vtt)|init\.\.mp4)$" {
        proxy_cache pss_segments;
        proxy_cache_key $pss_cache_key;
    }
}

```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```

    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;
    proxy_ignore_headers    Vary;
    add_header              X-Cache-Status $upstream_cache_status;

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

location ~* "(^/h[0-9a-f]{16}(/[0-9]+|/sub/[0-9]+)?/index\.(m3u8|mpd)$|^/
↪(hls|dash|llhls)/.*\.(m3u8|mpd)$)" {
    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;
}
}

```

A porta do origin no exemplo é a porta padrão do servidor HTTP de streaming (43972; HTTPS – 43982). São normalizados apenas os nomes content-addressed dos segmentos (ver 3.3); os manifestos, o init.mp4 e os segmentos numerados são armazenados em cache pelo URI completo da sua sessão. A diretiva `proxy_ignore_headers Vary` no location dos segmentos é justificada: o servidor acompanha as respostas OTT com o cabeçalho `Vary: Origin` e, sem ela, o cache seria dividido em variantes conforme o valor de `Origin` do cliente (ver 7).

6.2. Finalidade das diretivas

Diretiva	Finalidade
proxy_cache_lock on	Serializa a execução das requisições upstream em cache miss simultâneos pela mesma chave
proxy_cache_use_stale updating	Retorna a cópia desatualizada às requisições paralelas durante o período de atualização do cache
proxy_cache_revalidate on	Utiliza If-Modified-Since em cache miss quando há uma cópia armazenada
proxy_cache_valid 404 403 0s	Proíbe o cache dos erros de autorização e dos 404
keepalive 64 no upstream	Mantém um pool de conexões persistentes com o origin
proxy_buffering on	Para os segmentos; ativa a bufferização da resposta no nginx
proxy_buffering off	Para a seção /; desativa a bufferização (raw streaming)

6.3. Cálculo do max_size do cache de segmentos

Valor aproximado: $\text{bitrate} \times \text{timeShiftBufferDepth} \times \text{distinct_streams} \times 2$

Exemplo: 10 fluxos $\times$ 8 Mbps $\times$ 40 s $\times$ 2 $\approx$ 800 MB. Recomenda-se prever uma margem de 10x para levar em conta a variabilidade do bitrate.

6.4. Terminação TLS

O servidor Perfect Streamer aceita conexões nas portas HTTP e HTTPS. Com a terminação TLS no nginx, o upstream utiliza a porta HTTP. O encaminhamento dos cabeçalhos X-Forwarded-Proto e X-Forwarded-Host é obrigatório para a formação correta dos URLs absolutos com `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;
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```

return 301 https://$host$request_uri;
}

```

Com HTTPS entre o nginx e o origin aplicam-se as diretivas `proxy_ssl_verify` e `proxy_ssl_trusted_certificate`. Para conexões de loopback a criptografia é redundante.

6.5. Vários hosts

Ao atender vários `server_name` a partir de um único processo nginx, `$host` é adicionado à cache key para isolar o conteúdo:

```

map $uri $pss_cache_key {
    "~^/h[0-9a-f]{16}(?<tail>(/[0-9]+)?/[0-9a-f]{16}\.(ts|m4s)|/sub/[0-9]+/[0-9a-f]{16}\.vtt)$" "$host:stream:$tail";
    default "$host:$uri";
}

```

O tamanho de `keys_zone` é calculado como 8000 chaves/MB. Para instalações multi-host com milhares de fluxos recomenda-se `keys_zone=...:300m` ou superior.

7. Cache no lado do cliente

Cache-Control: immutable é processado pelos navegadores modernos. O cache do cliente retorna o segmento sem requisição condicional em um acesso repetido (inclusive em um seek para trás dentro do buffer do player).

Os Service Workers podem aplicar a estratégia `cache-first` com base no conteúdo de `Cache-Control`. Os players DASH utilizam MSE através de `SourceBuffer`; um segmento colocado no buffer permanece disponível sem uma nova requisição HTTP até sair do limite de deslizamento.

Para requisições entre domínios o servidor entrega `Access-Control-Allow-Origin: *` junto com o cabeçalho `Vary: Origin, Access-Control-Request-Headers`. Um proxy de cache que respeita `Vary` divide as entradas em variantes conforme o valor de `Origin` do cliente (os players de navegador enviam `Origin`, os de console não), o que reduz a HIT rate. Como o ACAO é o universal «*», é seguro adicionar `proxy_ignore_headers Vary` no location dos segmentos (ver 6.1).

8. Distribuição através de CDN

O Perfect Streamer é compatível com CDN no modo `pull-from-origin`.

Origin shield. Recomenda-se a colocação de um ou vários nós shield entre o CDN edge e o origin para reduzir a frequência de requisições ao origin quando os clientes estão distribuídos globalmente.

Purge. Os segmentos `content-addressed` não requerem purge. Quando os metadados do fluxo mudam (codec, resolução), os manifestos são atualizados dentro de `max-age=1` sem purge explícito.

Cache warming. Quando se espera um aumento de carga sobre um fluxo específico, é admissível o aquecimento da CDN a partir de vários pontos geográficos antes do início da transmissão.

Distribuição geográfica. Os segmentos (`max-age=60`) são bem adequados ao cache geograficamente distribuído. Os manifestos (`max-age=1`) admitem um atraso de entrega de até um segundo — aceitável para a transmissão live sem baixa latência.

9. Monitoramento

9.1. X-Cache-Status

Adição de `add_header X-Cache-Status $upstream_cache_status;` a cada location com cache. Valores:

Valor	Descrição
HIT	Resposta a partir do cache
MISS	Ausente no cache, obtido do origin e armazenado
EXPIRED	Expirado, atualizado
UPDATING	Cópia stale entregue a uma requisição paralela durante a atualização
STALE	<code>use_stale</code> retornou uma cópia expirada (origin indisponível)
REVALIDATED	O origin retornou 304 Not Modified
BYPASS	<code>proxy_cache_bypass</code> 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 per-zone no formato Prometheus:

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

Limiares recomendados para alertas:

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

A qualidade da entrega no lado do nó é visível nas métricas de sessão na tela «Clientes» ([Clientes](#)).

10. Diagnóstico

Sintoma	Causa provável	Solução
Segment HIT rate baixo	Vary: Origin divide o cache em variantes; violação da normalização no map	Adicionar <code>proxy_ignore_headers Vary</code> ao <code>location</code> dos segmentos; verificar o regex na diretiva <code>map</code>
404 nos segmentos após a saída da janela	404 armazenado em cache para um segmento que saiu da sliding window	Adicionar <code>proxy_cache_valid 404 0s</code> ao <code>location segments</code>
Atraso de playback start de 2–5 s	<code>proxy_cache_lock_timeout</code> excede a target latency	Reduzir para 1–2 s; ativar <code>proxy_cache_use_stale updating</code>
Manifest não é atualizado	<code>proxy_ignore_headers Cache-Control</code> está definido e vigora um <code>proxy_cache_valid</code> com TTL elevado	Indicar explicitamente <code>proxy_cache_valid 200 1s</code> ou deixar de ignorar os cabeçalhos
Crescimento de TIME_WAIT no upstream	Ausência de keepalive no bloco upstream	Adicionar <code>keepalive 64</code> , <code>proxy_http_version 1.1</code> , <code>proxy_set_header Connection ""</code>
403 em <code>/dash/.../<segment>.m4s</code> a partir de clientes de console	O cliente resolve os URLs relativos a partir do URL anterior ao redirecionamento	O servidor emite <code><BaseURL></code> com caminho absoluto; compatível no build atual
Travamentos e rebuffering frequente em clientes remotos	Throughput TCP efetivo baixo devido a slow start e idle restart com RTT elevado (300 ms e acima)	Ajuste da pilha de rede do Linux no origin: ver 10.1

10.1. Ajuste TCP do origin para clientes de alto RTT

O problema manifesta-se em clientes com RTT elevado até o origin (por exemplo, 300 ms e acima) quando o bitrate do fluxo está próximo da capacidade do canal. Os sintomas no player são rebuffering frequente e interrupções; no servidor, o cliente aparenta estar normal e não há erros.

Causa:

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

Adicionalmente, a situação é agravada pelo fato de que o congestion control CUBIC padrão lida mal com RTT longos e com perdas de pacotes em trechos intermediários da rede.

A solução consiste em 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 permanente:

```
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 efeito principal vem do primeiro parâmetro (`tcp_slow_start_after_idle=0`) – ele elimina diretamente o slow start repetido entre as requisições de segmentos dentro de uma mesma conexão keep-alive. O segundo (BBR) confere robustez adicional e aplica-se a todas as novas conexões. O ajuste não requer a reinicialização do Perfect Streamer. Aos clientes HTTP/3 (QUIC) esses parâmetros não se aplicam: o QUIC funciona sobre UDP com o seu próprio controle de congestionamento.

11. Segurança

11.1. Session URL

Um URL do formato `/h<sess>/ . . .` desempenha a função de token de sessão – não requer autenticação repetida. O tempo de vida é limitado por um timeout de inatividade de 60 segundos; na ausência de atividade a sessão é removida automaticamente.

Requisitos:

- HTTPS para todos os caminhos OTT (`/hls/`, `/dash/`, `/h<sess>/`) em produção;
- O Session ID no cabeçalho Location da resposta 302 não é armazenado em cache (`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;
    }
    location /llhls/ {
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```

    limit_req zone=llhls_top burst=20 nodelay;
    proxy_pass http://pss_backend;
}
}

```

O Session URL (/h<sess>/) não requer rate limiting – o processamento é barato e as respostas são armazenadas em cache.

11.3. Cache das respostas com 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 dos redirecionamentos (sess único em Location) e das respostas com erros de autorização ou de recurso inexistente.

11.4. Restrição do acesso de rede ao origin

A porta do servidor HTTP de streaming (43972 por padrão; 43982 para HTTPS) deve estar fechada ao tráfego externo. Configurações admissíveis:

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

```
iptables -A INPUT -p tcp -m multiport --dports 43972,43982 ! -s 10.0.0.0/8 -j DROP
```

12. Integração com middleware

12.1. Modelo prefix-login

O Perfect Streamer suporta a delegação da identificação do usuário a um sistema de middleware através do mecanismo prefix-login – uma alternativa integrada à integração completa com o faturamento externo (as contas verificadas por um sistema externo são configuradas na tela «Usuários / Logins», aba «Remoto (faturação)», *Usuários / Logins*).

No login local é ativado o indicador de prefixo, após o que o servidor aceita URLs com um login da forma <prefix><id_doassinante>:

```

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

```

Aqui sub é o prefixo de login configurado e 42/43 são os identificadores dos assinantes do middleware; a senha é comum.

12.2. Estatísticas por assinante

Na lista de clientes, cada sessão carrega tanto o login de configuração quanto o login de URL real do assinante (match-login), pelo qual o middleware associa as sessões aos seus próprios assinantes. Os dados são visíveis na tela «Clientes» ([Clientes](#)).

12.3. Limitações do prefix-login

- **Senha comum.** Todos os assinantes do pool de prefixo utilizam um único valor de senha. O comprometimento da senha concede acesso a qualquer <prefix><cadeia>.
- **Granularidade de acesso.** A lista de fluxos permitidos aplica-se a todo o pool de prefixo. O acesso ao nível de um assinante individual é assegurado pela integração com o faturamento externo.
- **Rotação da senha.** A alteração da senha desconecta todos os assinantes ativos. Para uma substituição gradual é necessário o uso temporário de dois prefix-logins.

1.9.2 Ligação de sistemas de monitorização externos

pss-metrics — exportador universal de métricas para o Perfect Streamer

Um único script CLI em Python 3 que obtém as estatísticas a partir da API HTTP do servidor web PSS e gera a saída para os sistemas de monitorização mais divulgados:

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

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

Ficheiros

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

Instalação

O exportador é fornecido em */opt/pss/monitoring/pss-metrics.py*. Certifique-se de que está instalado o Python 3.6 ou posterior:

<pre># RHEL / Rocky / AlmaLinux yum install -y python3 # Debian / Ubuntu apt-get install -y python3</pre>
--

Não são necessários pacotes adicionais.

Configuração

Por padrão, o *pss-metrics* conecta-se ao nó pelo endereço de loopback, determinando a porta do servidor web a partir de */opt/pss/config/pss.json* (ou de */opt/pss/config/pss_default.json*); se a porta não puder ser lida de nenhum dos arquivos, é usado *http://127.0.0.1:43971*. Os parâmetros podem ser substituídos através de variáveis de ambiente, do arquivo */etc/pss-metrics.conf* (formato *chave=valor*) ou de opções da linha de comando. Prioridade: CLI > env > arquivo > valores padrão. A exceção é *PSS_URL*: o valor lido do arquivo pode ser substituído pela detecção automática da porta; defina o URL através de uma variável de ambiente ou de uma opção da linha de comando.

Variáveis suportadas:

PSS_URL	full URL, e.g. <i>http://10.0.0.1:8808</i>	(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 <i>/run/pss-metrics</i>)
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 efetua no máximo um HTTP GET por ponto final dentro da janela do TTL. Com TTL=10 s, mesmo centenas de verificações *UserParameter* por minuto resultam em cerca de 6 pedidos HTTP por minuto para cada ponto final da API.

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=<versão>
```

Deteção 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 utilizar num *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

O *pss-metrics get* aceita um caminho separado por pontos. Uma saída vazia significa «valor inexistente» (por exemplo, a métrica só existe para os 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 (a partir 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 o Zabbix

São suportados dois cenários – escolha o que se adequa ao seu ambiente.

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

Copie *userparameter_pss.conf.example* para */etc/zabbix/zabbix_agentd.d/pss.conf*, reinicie o *zabbix-agent* e importe no servidor um modelo com protótipos LLD que utilizem as chaves *pss.discover*. Exemplo 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) através do zabbix_sender

Execute por temporizador (cron / systemd) e encaminhe 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 o Prometheus

Duas opções.

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

Execute uma exportação periódica através de um temporizador do systemd ou do 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 através de *-collector.textfile.directory*.

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

Integração com o 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 analisador JSON, utilize *-format=json* e configure *data_format = «json»*, indicando os caminhos dos campos.

HTTPS e autenticação

O exportador destina-se a ser executado no próprio nó: o servidor web PSS aceita sem autorização os pedidos provenientes do endereço local. As variáveis *PSS_USER/PSS_PASS* são transmitidas como HTTP Basic — são úteis quando o acesso à API é publicado através de um proxy intermédio com autorização Basic; o exportador não passa a autorização Digest própria do servidor web PSS.

Acesso por HTTPS:

```
PSS_URL=https://streamer.example.com:43981 pss-metrics.py health
```

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

Códigos de saída

O *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)

O *get* imprime uma cadeia vazia e termina com o código 0 se a entidade solicitada não existir — o que corresponde à expectativa do Zabbix de que um valor vazio é interpretado como «NOT_SUPPORTED» e não como uma falha do agente.

Diagnóstico

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

1.9.3 Otimização do funcionamento do nó

Recomendações para instalações com um grande número de fluxos, quando surge escassez de CPU ou de memória.

Carga de CPU

- Ative a filtragem e a modificação do MPEG-TS ([Filtragem MPEG-TS](#)) apenas onde forem realmente necessárias: por padrão todos os filtros estão desativados e cada filtro ativado acrescenta processamento ao caminho crítico do fluxo. O mesmo se aplica às análises aprofundadas ([Análises aprofundadas](#)).
- O mosaico decodifica os quadros de todos os fluxos. Ele pode ser desativado por completo nas configurações do servidor, seletivamente em fluxos individuais («Gerar mosaico») ou atualizado com menor frequência, aumentando o «Intervalo de verificação (s)». Observe que o intervalo de verificação é comum — ele também comanda a reavaliação das fontes e o retorno à entrada principal ([Redundância de fontes](#)), portanto o seu aumento torna mais lenta também a reação da redundância.
- A carga atual por fluxo é visível na janela de estatísticas (seção «Profiler») e na tela «Monitor do Sistema» ([Monitor do Sistema](#)).

Memória

O Perfect Streamer devolve periodicamente ao sistema operacional a memória não utilizada e, na unidade `systemd` fornecida, o número de pools paralelos de alocação de memória está limitado por padrão (variável de ambiente `MALLOC_ARENA_MAX`). Isso contém o crescimento gradual da memória residente na operação com dezenas de fluxos; o crescimento em si não é consequência de vazamento. Normalmente não é necessário alterar o valor manualmente.

Bases de dados de estatísticas e EPG

Os erros de estouro da fila da base de dados de estatísticas ou da base de EPG ocorrem quando o desempenho do disco é insuficiente: as bases estão em um meio de armazenamento lento ou o sistema está sobrecarregado.

A localização das bases é definida pelo parâmetro `data-dir` do arquivo de configuração `pss.properties` (por padrão – o diretório de configuração). Soluções possíveis:

1. Transferir as bases para um meio de armazenamento rápido (SSD) por meio do parâmetro `data-dir`. A variante com `/tmp` utiliza a memória do sistema: exige a avaliação da memória livre e o ajuste do prazo de retenção das estatísticas; na reinicialização os dados são perdidos.
2. Reduzir o detalhamento das estatísticas – parâmetro `dbstat-detail` (intervalo em segundos, por padrão 5; admite-se até 30).

1.9.4 Transcodificador Intel VPL: hardware suportado

Qual hardware Intel é adequado para a transcodificação por hardware, quais codecs estão disponíveis nas diferentes gerações de gráficos e como verificar que o hardware foi reconhecido. A instalação dos pacotes do transcodificador está descrita na seção [Transcodificadores](#); a configuração do próprio transcodificador – em [Transcodificadores](#).

Em resumo: é necessária uma placa gráfica Intel integrada ou dedicada de nível Gen9 ou superior. O transcodificador detecta qual runtime Intel está presente na máquina e se conecta a ele; um mesmo arquivo executável `tcivpl` funciona tanto em hardware novo quanto em hardware antigo.

Dois runtimes Intel

Runtime	Hardware
oneVPL (VPL v2)	Gen12 e mais recentes: Tiger Lake, Rocket Lake, Alder Lake (incluindo Alder Lake-N: N100, N305), Raptor Lake, Arc
Media SDK v1 (MSDK v1)	Gen9–Gen11: Skylake, Kaby Lake, Coffee Lake, Comet Lake, Ice Lake

A escolha do runtime é automática e não exige configuração à parte: o dispatcher VPL lista as implementações encontradas para o dispositivo `/dev/dri/renderD<N>` selecionado, e o transcodificador utiliza a primeira que seja adequada à operação por hardware. Não há no transcodificador uma regra própria de «preferir o VPL v2» – para Gen9–Gen11 o novo runtime simplesmente não existe, portanto ali sempre se encontra o Media SDK v1, ao passo que em Gen12 e mais recentes normalmente está instalado apenas o oneVPL.

Leve isso em conta ao escolher o hardware: os procedimentos de instalação do transcodificador ([Transcodificadores](#)) instalam apenas o runtime VPL v2, ou seja, são destinados a Gen12 e mais recentes. Para Gen9–Gen11 o runtime Media SDK v1 é instalado separadamente e pode não estar presente nas distribuições recentes (veja abaixo).

Codecs

Runtime	Decodificação	Codificação
VPL v2 (Gen12+)	H.264, HEVC, MPEG-2	H.264, HEVC, MPEG-2
MSDK v1 (Gen9–Gen11)	H.264, MPEG-2	H.264, MPEG-2

O que não está disponível:

- **HEVC não é suportado no MSDK v1** — nem a decodificação, nem a codificação: no Media SDK v1 o HEVC é disponibilizado por meio de uma interface de plugin que o dispatcher oneVPL não oferece. Para HEVC é necessária uma máquina Gen12 ou mais recente. Ao tentar, o transcodificador registra um erro explícito — HEVC decode is not supported on the Intel Media SDK v1 runtime ou HEVC encode is not supported on the Intel Media SDK v1 runtime.
- AV1, VP9 e VC-1 não são suportados por nenhum dos runtimes — na radiodifusão eles não são necessários.

Os três codecs listados são o máximo com que o transcodificador consegue trabalhar. No VPL v2 ele não impõe restrições próprias, portanto o conjunto real de codecs de um adaptador específico é determinado pelo runtime; o que está disponível na máquina é mostrado por `tcivpl --hw-list` (veja abaixo). A matriz geral de codecs do transcodificador, independente do backend, é apresentada em [Backends e codecs](#).

Hardware Atom reduzido: não suportado

As plataformas baseadas em núcleos Atom anteriores ao Gen12 — Apollo Lake, Gemini Lake, Elkhart Lake, Jasper Lake (Celeron e Pentium das séries J e N: J4125, J6412, N5105 e semelhantes) — não são adequadas para transcodificação.

O motor de mídia delas é reduzido: não há codificação por hardware completa e a codificação MPEG-2 não existe de forma alguma. A decodificação nesses chips pode funcionar, mas não há com o que transcodificar — utilize o transcodificador por software (o pacote **pstreamer-tcsw**) ou outro hardware. O transcodificador não descarta esse hardware antecipadamente: ele é iniciado e termina com erro na inicialização do codificador.

Uma exceção importante: **Alder Lake-N (N100, N305 e semelhantes) também são núcleos Atom, mas seus gráficos são um Gen12 completo e eles são suportados.**

À parte disso: os processadores Atom antigos não possuem AVX, enquanto parte dos pacotes prontos da Intel é compilada com AVX. Nesse caso o processo do transcodificador falha com `Illegal instruction` — as instruções são executadas pela biblioteca do driver ou do runtime Intel carregada no processo, e não pelo código do próprio transcodificador.

O que deve estar instalado

Componente	RHEL / AlmaLinux / Rocky	Debian / Ubuntu
Driver VA-API iHD (obrigatório)	<code>intel-media-driver</code>	<code>intel-media-va-driver-non-free</code>
Runtime VPL v2 (Gen12+)	<code>intel-vpl-gpu-rt</code>	<code>libmfxgen1</code>
Runtime MSDK v1 (Gen9–Gen11)	<code>intel-mediasdk</code>	<code>libmfx1</code>
VA-API, DRM	<code>libva, libdrm</code>	<code>libva2, libva-drm2, libdrm2</code>

É necessário exatamente um runtime — aquele que corresponde ao hardware. O driver iHD é obrigatório em qualquer caso: no antigo i965 a inicialização do VA-API é concluída, mas o decodificador não sobe, e

não há nenhuma mensagem específica sobre isso — o driver fica visível apenas no registro na partida do fluxo. No Debian e no Ubuntu escolha justamente a variante `intel-media-va-driver-non-free`: em `intel-media-va-driver` parte dos codecs foi removida.

Os nomes dos pacotes dependem de onde eles são instalados. Os nomes Debian indicados são os do repositório Intel Graphics, que é adicionado conforme o procedimento de instalação ([Ubuntu 22/24](#)); no repositório próprio do Ubuntu o mesmo runtime VPL v2 se chama `libmfx-gen1.2` e as versões ali são bem mais antigas.

O dispatcher do Intel VPL (nas distribuições — `libvpl2`) é fornecido como parte do pacote do transcodificador: ele é instalado em `/opt/pss/lib/libvpl.so.2` e o caminho é registrado no diretório `/etc/ld.so.conf.d/`. Mas o dispatcher apenas seleciona o runtime — se não houver na máquina um runtime adequado, não há com o que transcodificar.

O runtime MSDK v1 foi retirado das distribuições recentes: `intel-mediasdk` está presente no EPEL 9, mas não no EPEL 10; `libmfx1` está presente no Debian 12 e no Ubuntu 24.04, mas já não está nas versões seguintes. Nesses sistemas, para o hardware Gen9–Gen11, o runtime terá de ser instalado separadamente.

O pacote do transcodificador não traz consigo nem o driver nem o runtime, portanto uma instalação bem-sucedida por si só não significa que a transcodificação por hardware vá funcionar — isso é verificado separadamente. Considere também que o usuário do serviço deve ter acesso aos dispositivos `/dev/dri` ([Ubuntu 22/24](#)).

Como verificar

```
/usr/local/bin/tcivpl --hw-list
```

O comando imprime um XML com a lista das implementações encontradas pelo dispatcher VPL — em uma única linha, sem quebras. Para cada uma são indicados o nome do runtime (`device-name`), a versão da API, as listas de codecs do decodificador e do codificador, o adaptador e o indicador de aptidão para a operação por hardware. Exemplo de saída em Gen9–Gen11 (mostrado com quebras de linha para facilitar a leitura):

```
<vpl mfx-version="2.15">
  <device id="0" device-name="mfxhw64" api-version="1.35" legacy="1"
    dec-codecs="h264,mpg2" enc-codecs="h264,mpg2"
    vendor-id="8086" device-id="4555" drm-render="128"
    supported="1"/>
</vpl>
```

Como ler a saída:

- `legacy="1"` — a implementação informa uma versão da API inferior a 2.0, ou seja, trata-se do antigo runtime Media SDK v1; sem esse indicador — `oneVPL 2.x`. É nesse indicador e em `api-version` que se deve basear em primeiro lugar: o valor de `device-name` vem do dispatcher tal como está (na prática — `mfxhw64` para o Media SDK v1 e `mfx-gen` para o `oneVPL`).
- `supported="1"` — a implementação é adequada à operação por hardware. Uma entrada sem esse indicador equivale à sua ausência.
- Para o Media SDK v1 a lista de codecs é sempre `h264,mpg2` — este é o conjunto suportado pelo transcodificador nesse runtime, e não o resultado de uma consulta ao hardware. Para o `oneVPL` as listas são obtidas a partir do que o runtime informa.
- `mfx-version` — a versão da API dos cabeçalhos com os quais o transcodificador foi compilado, e não a versão do runtime instalado.

Uma lista vazia (o elemento <vpl> sem nenhum <device>) significa que não haverá transcodificação por hardware nesta máquina: o runtime ou o driver não está instalado, a GPU não é Intel ou não há acesso a /dev/dri. A mensagem No vpl libraries found é um caso à parte: não foi encontrada a própria biblioteca do dispatcher.

O comando apenas lista as implementações e não seleciona nada. Qual delas será utilizada é determinado na inicialização do fluxo — pelo dispositivo definido nas configurações do transcodificador. Na partida do fluxo o transcodificador escreve duas linhas no registro: o runtime selecionado com a versão da API e a versão do VA-API junto com o nome do driver. Pela segunda linha vê-se que está funcionando justamente o driver iHD, e não o i965.

Os backends de transcodificação detectados, suas versões e os dispositivos encontrados também são mostrados na tela «Sobre» ([Sobre o sistema](#)), e a carga da GPU — na tela «Monitor do Sistema» ([Monitor do Sistema](#)).

1.10 FAQ

Respostas às perguntas que surgem com mais frequência durante a operação: a compatibilidade do SRT com software de terceiros e a recepção de multicast em taxas de bits elevadas.

1.10.1 SRT: autorização por login e senha em software de terceiros

Entre dois nós Perfect Streamer, a autorização SRT é configurada de forma nativa, pelos campos da entrada e da saída ([SRT](#)). O funcionamento com outros softwares não é garantido: o parâmetro stream ID não é padronizado e cada software o implementa de maneira diferente.

O mecanismo de compatibilidade é comum: o lado receptor toma o stream ID do cliente que se conecta e busca por ele uma conta na lista de logins locais ([Usuário: adicionar e alterar](#)). O que deve coincidir é o campo «Usuário» — integralmente com o valor do stream ID. Por exemplo, com a URL

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

no campo «Usuário» é inserido

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

A sintaxe do stream ID não tem importância para o Perfect Streamer: a cadeia não é decomposta em partes, e sim comparada integralmente. As exceções são três — os caracteres que o próprio nó interpreta:

- | — separador: a parte da cadeia anterior ao primeiro caractere desse tipo é considerada o login, e o restante, a senha da conta;
- * — o stream ID não está definido; o cliente é autorizado por endereço, ou seja, por uma conta com o indicador «Conta por endereço IP»;
- @ no início da cadeia é reservado para a autorização de serviço entre os nós de um domínio Meshwork.

O Perfect Streamer não limita o comprimento do stream ID — a limitação vem da biblioteca SRT e é de 512 bytes, incluindo o zero final. Não convém transmitir valores com mais de cerca de 500 caracteres: uma cadeia longa demais ou interrompe a conexão, ou é enviada vazia, sem nenhuma mensagem de erro.

Cada software forma o stream ID à sua maneira; por isso, se a recepção pela URL não funcionar, habilite na saída SRT a configuração avançada «Trace». No registro do fluxo que aceita a conexão aparecerão o endereço do cliente, o stream ID recebido e o motivo da recusa — essa linha mostra o que a outra parte

enviou de fato. Em seguida o stream ID pode ser corrigido: por exemplo, removendo do início da cadeia os caracteres supérfluos que impedem a transmissão do valor.

1.10.2 Recomendações para o trabalho com multicast UDP

Objetivo. Receber de forma estável multicast UDP com uma taxa de bits total de várias centenas de Mbps (1 Gbps ou mais) em um único servidor.

Problema. Na recepção em placas de rede com interface RJ-45, à medida que o tráfego ultrapassa algumas centenas de megabits, começam perdas crescentes de pacotes de multicast. O ajuste fino da placa não ajuda — as versões atuais dos sistemas operacionais já utilizam os valores ótimos. As placas baseadas em chips melhores também não eliminam o problema, sobretudo acima de 500 Mbps. O bonding de duas placas tampouco ajuda: um mesmo grupo multicast chega sempre a um único canal físico e a uma única fila de recepção, de modo que se agrega a banda total, e não a margem de um fluxo individual.

Solução. Pela experiência de operação, para a recepção e a transmissão de multicast UDP devem ser usadas placas de rede de 10 gigabits com interface SFP+. Basta uma placa econômica do nível da Intel X520-DA1/2 (Intel 82599ES) — em nossos testes ela elimina as perdas de pacotes com tráfego de multicast acima de 1 Gbps. Além disso, a carga da CPU diminui de forma perceptível: o processamento das interrupções e das filas de recepção sai mais barato nessas placas.

Leve em conta no diagnóstico: o contador de erros de recepção `recv-err` nas estatísticas da entrada conta apenas os erros de leitura do socket e a perda de sincronismo no limite do pacote TS. As perdas causadas pelo estouro do buffer de recepção do kernel não chegam à aplicação e não entram nesse contador — elas são vistas com o comando `netstat -su` (linha `RcvbufErrors`) e pelos erros de continuidade no analisador de fluxo ([Analisador](#)).

1.10.3 Recomendações para a configuração da rede para multicast

A seção se refere às entradas de rede UDP / RTP e Pro-MPEG. Esses parâmetros não afetam a recepção SRT: a biblioteca SRT define ela mesma o tamanho do buffer, e a latência e a margem para retransmissão são configuradas na própria entrada ([SRT](#)).

O tamanho do buffer de recepção do socket é definido pela configuração avançada da entrada «Socket buffer (bytes)». Por padrão ela é igual a zero — o nó não solicita nada e o socket recebe o tamanho de buffer definido no sistema pelo parâmetro `net.core.rmem_default`. Assim que o valor é definido explicitamente, passa a valer o limite superior `net.core.rmem_max`: o kernel corta silenciosamente a solicitação até esse limite, sem informar o truncamento nem ao registro nem às estatísticas. Por isso o limite superior é elevado antes de definir o tamanho do buffer na entrada.

Os parâmetros são definidos em um arquivo separado em `/etc/sysctl.d/`:

```
cat > /etc/sysctl.d/99-pss-net.conf <<EOF
net.core.rmem_default=8388608
net.core.rmem_max=16777216
EOF
```

Aplicar:

```
sudo sysctl --system
```

O valor `rmem_max` é apenas um limite superior; não se reserva memória por ele. O valor `rmem_default` aplica-se a todos os sockets UDP do sistema; se esse tamanho global for indesejável, deixe-o inalterado e defina «Socket buffer (bytes)» apenas nas entradas que realmente precisem dele. Como referência para

o cálculo, use a taxa de bits do fluxo multiplicada pela pausa admissível no atendimento do socket: 8 MB cobrem cerca de 64 ms a 1 Gbps.

1.10.4 Flussonic e SRT

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

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

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

Ao adicionar um novo cliente, basta indicar apenas o login; na URL de teste está indicado «flussonic». O software «Flussonic», ao trabalhar com SRT, gera o *streamID* automaticamente e, se na URL de recepção não for indicado o login *streamID*, o fluxo não será recebido e o Perfect Streamer não conseguirá entregá-lo.

De forma análoga, é possível definir o *streamID* no formato de login e senha: crie no Perfect Streamer uma conta cujo campo «Usuário» seja igual a `!#:u=1234567890,password=1234567890` e informe no «Flussonic» a URL:

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

É possível indicar o *streamID* no formato de endereço IP no Perfect Streamer — para isso, na conta é ativado o indicador «Conta por endereço IP» e no campo de endereço é inserido:

- 192.168.1.1 — um IP único;
- 192.168.1.1-192.168.1.254 — uma faixa de IP.

Em ambos os casos, a URL para recepção por IP no «Flussonic» terá o seguinte aspecto: `srt://Stream_IP:port?streamid=*`

O fluxo fica vinculado ao endereço IP do cliente: a recepção por essa URL é possível somente a partir do endereço IP indicado (ou da faixa indicada).

1.11 Ferramentas

Perfect Streamer Toolkit — utilitários de linha de comando que complementam o streamer. Fazem parte do pacote **pstreamer** e, após a instalação, encontram-se no diretório `/opt/pss/tools/`:

- **ts_analyze** — analisador de fluxo de transporte MPEG-TS com verificação de conformidade com a TR 101 290 ([TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.3 — TR 101 290](#));
- **mpts_migrate** — migração da identidade DVB SI/PSI de um multiplex em operação para o Perfect Streamer ([MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.1 — migração da identidade MPTS](#)).

1.11.1 TS Analyze Perfect Streamer Toolkit v2.3 – TR 101 290

Parte do **Perfect Streamer Toolkit** – <https://pstreamer.tv>

Analisador de fluxo de transporte MPEG-TS de linha de comando, com verificação de conformidade com **ETSI TR 101 290 V1.4.1** e validação do modelo de buffers T-STD da **ISO/IEC 13818-1**.

Lê **UDP multicast/unicast** ou **arquivos TS**, detecta automaticamente os PCR PID por meio de PAT/PMT e imprime um relatório detalhado ou resumido em stdout.

A ferramenta faz parte do pacote **pstreamer** e, após a instalação, encontra-se em `/opt/pss/tools/ts_analyze` – não é necessário instalar nada separadamente.

O que é verificado

O analisador percorre cada pacote TS e informa as violações:

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

Adicionalmente, informa:

- **Precisão do PCR** até ± 500 ns – regressão sobre as posições de byte
- **Deriva do PCR** em ppm (somente no 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 dos datagramas (somente no modo live)

Utilização

```
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 especificada
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

O encapsulamento RTP sobre UDP é detectado e desempacotado automaticamente.

Opções

Opção	Descrição	Padrão
-t, --time <sec>	Duração da análise em segundos	30
-s, --short	Relatório-resumo final	–
-f, --full	Relatório completo detalhado	sim
-b, --bitrate <Mbps>	Sugestão de taxa de bits do TS para o modo de arquivo	38.8
-p, --pcr-pid <pid>	Analisar somente o PCR PID indicado (decimal ou 0xHHHH)	automático
-l, --pcr-limit <ms>	Limite de erro de repetição do PCR em ms	40
--no-eit	Ignorar a análise de EIT – P3.7..P3.10 são exibidos como N/A, a contribuição do EIT para P2.2 / para o total dos tamanhos das seções é excluída	EIT ativado
--no-nit	Ignorar a análise de NIT – P3.1, P3.2 são exibidos como N/A, a contribuição do NIT para P2.2 / para o total dos tamanhos das seções é excluída	NIT ativado
--no-color	Desativar as cores ANSI na saída	cores ativadas
--xml	XML estruturado em stdout (sem stderr)	texto
-h, --help	Exibir a 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
```

Desativação da análise de EIT ou NIT

Em alguns fluxos, o EIT ou o NIT estão ausentes de forma intencional (redes fechadas, fontes laboratoriais, entrega exclusivamente OTT etc.). As verificações P3 correspondentes da TR 101 290 resultarão sempre em FAIL no critério final OVERALL – o que é apenas ruído.

Utilize `--no-eit` e/ou `--no-nit` para excluir essas verificações:

Sinalizador	Verificações ignoradas	Efeitos colaterais
<code>--no-eit</code>	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 coletadas, portanto a sua contribuição para P2.2 (CRC) e para o resumo dos tamanhos das seções SI é nula. O aviso de compatibilidade EIT-on-STB é suprimido.
<code>--no-nit</code>	P3.1 (NIT actual), P3.2 (NIT other)	As seções NIT não são coletadas, portanto a sua contribuição para P2.2 (CRC) e para o resumo dos tamanhos das seções SI é nula.

As verificações ignoradas aparecem no relatório como N/A com a marcação `disabled` (`--no-eit`) / `disabled` (`--no-nit`) e, no XML, como `applicable="false" result="N/A"`. No relatório resumido, em vez do contador de erros, é exibido `NIT=off` / `EIT=off`.

Os sinalizadores afetam apenas o processamento de EIT (PID 0x0012) e NIT (PID 0x0010) – todas as demais verificações da TR 101 290 (P1.x, P2.x, SDT, TDT, CAT, T-STD, deriva do PCR, IAT) são executadas normalmente.

Modo de saída XML (`--xml`)

`--xml` faz o analisador emitir um único documento XML UTF-8 autocontido em **stdout**. Todas as informações auxiliares (o banner, «Stream locked», «PCR PIDs discovered», o progresso a cada segundo, o resumo da captura, os avisos de duração curta) são suprimidas; o **stderr permanece vazio**, a menos que ocorra uma falha real (não foi possível abrir a entrada, ausência de dados de PCR, fluxo demasiado curto, interrupção por sinal). As cores ANSI são desativadas de forma forçada.

O código de saída é o mesmo do modo texto: 0 para OVERALL=PASS, 65 para OVERALL=FAIL, além dos códigos padrão de erro / sinal (1, 2, 3, 130, 143).

Estrutura XML de nível superior:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<ts_analyze version="2.3">
  <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>
```

(continues on next page)

```

<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"
            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 PID são formatados como 0xHHHH (hex de 4 dígitos com o prefixo 0x).
- O atributo `result` assume os valores PASS / FAIL / WARN / N/A / INFO / SKIP / ok / WARN_STB.
- Para as verificações não aplicáveis (modo de arquivo, ausência de embaralhamento etc.), o elemento continua presente, com `applicable="false"` e `result="N/A"`, para que os consumidores do

esquema vejam uma forma estável.

- `<drift>` traz `verdict_mode="informational"` para $30 \text{ s} \leq T < 300 \text{ s}$ e `verdict_mode="hard"` para $T \geq 300 \text{ s}$; `result="SKIP"` para execuções com menos de 30 s.
- `<iat>` está ausente nas execuções em modo de arquivo.
- `<overall>` reflete o mesmo critério final que a linha OVERALL do relatório em texto e coincide com o código de saída do processo.

A saída é um XML bem formado (well-formed), validado por `xmllint --noout`; envie-a diretamente a XSLT, ao lxml do Python etc., sem adaptações de parsing.

Leitura do relatório

Cores dos estados

Estado	Cor	Significado
PASS / ok	verde	A verificação está em conformidade com a norma
WARN / WARNING / WARN (STB)	amarelo	Violação leve, não afeta o OVERALL
FAIL / ERROR	vermelho	Violação da norma, afeta o OVERALL
INFO / NOTE / N/A	padrão	Apenas informativo

Utilize `--no-color` ao redirecionar para arquivos de log ou para terminais não ANSI.

Duração mínima da análise

Duração	Cobertura	Código de saída
< 2 s	Insuficiente — a análise é rejeitada	3 (erro)
2–10 s	P1 + P2 são confiáveis; algumas verificações P3 podem não dispor de dados suficientes	0 + WARN
10–30 s	P1 + P2 + a maior parte de P3; o TDT (30 s) pode não ser concluído a tempo	0 + NOTE
≥ 30 s	Cobertura completa de todas as verificações da TR 101 290	0

A duração padrão é de **30 segundos**, suficiente para a cobertura completa da TR 101 290. Utilize `-t <sec>` para aumentá-la (por exemplo, em testes de aceitação da deriva do PCR) ou para reduzi-la (verificações rápidas de smoke).

Durante a execução, o analisador atualiza a cada segundo um indicador de progresso de uma única linha em stderr:

```
Progress: 47.3% (14.2s / 30.0s, 330614 packets)
```

A linha utiliza carriage return (`\r`) para permanecer em uma única linha no terminal; redirecione o stderr (`2>/dev/null`) para suprimi-la.

Veredito da deriva do PCR — janela de dois níveis

A tolerância do relógio do PCR conforme a **ISO/IEC 13818-1 §2.4.2.1** e a **ETSI TR 101 290** é de **±30 ppm**. O valor da deriva apresentado no relatório é obtido por regressão linear dos segundos acumulados do PCR em relação ao instante de chegada medido pelo relógio da bancada; 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 abaixo do limite de ±30 ppm.

Por isso, o analisador condiciona o veredito da deriva à duração da análise:

Janela	Veredito quando a deriva excede a tolerância	Efeito sobre o OVERALL
$T < 30 \text{ s}$	skipped (o ruído domina em relação ao limite de ±30 ppm)	nenhum
$30 \text{ s} \leq T < 300 \text{ s}$	WARN — apenas informativo	nenhum
$T \geq 300 \text{ s}$	FAIL	OVERALL = FAIL, exit 65

300 s é a janela de aceitação (valor definido pelo produto; a norma **ETSI TR 101 290** não normatiza os intervalos de medição) — longa o suficiente para que mesmo um caminho de entrega em rajadas/loopback seja promediado abaixo de 1 ppm de ruído de medição, de modo que um resultado fora da tolerância reflita o relógio do codificador e não a rede. O relatório completo mostra o nível atual na linha `Verdict` mode do bloco PCR DRIFT.

Para obter um veredito rígido PASS/FAIL sobre a deriva, execute com `-t 300` ou mais.

Recomendações quanto à qualidade da fonte (informativas; não alteram os níveis de veredito):

Fonte	Janela mínima para ±5 ppm	Para ±2 ppm	Aceitação
Multicast de radiodifusão (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 laboratorial	—	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 da deriva oscilar mais do que alguns ppm entre elas, o gargalo é o jitter de entrega (o ritmo de envio do emissor ou a rede), e não o relógio do codificador — aumente a janela.

Códigos de saída

Código	Significado
0	Análise concluída, OVERALL = PASS
1	Erro de argumentos ou da entrada
2	Não há dados de PCR no fluxo
3	A duração do fluxo é inferior ao mínimo de 2 s, ou nenhum dado foi recebido (a fonte não está transmitindo, endereço incorreto, associação multicast não efetuada, firewall ou interface incorreta – o analisador imprime uma indicação)
65	Análise concluída, OVERALL = FAIL – violação da TR 101 290 / ISO 13818-1
130	Interrompido por SIGINT (Ctrl+C) – a análise é cancelada, nenhum relatório é gerado
143	Interrompido por SIGTERM – a análise é cancelada, nenhum relatório é gerado

65 é o EX_DATAERR do POSIX <sysexits.h>: «os dados de entrada estão incorretos». Utilize-o em CI / monitoramento para condicionar a aprovação à 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 do shell POSIX 128 + signal_number, portanto \$? após Ctrl+C coincide com o que o bash retorna para qualquer processo encerrado por SIGINT/SIGTERM. Ao ser interrompido, o analisador imprime uma única linha em stderr (Analysis interrupted by signal N – no report produced.) e ignora por completo a geração do relatório.

Exemplo de saída

Relatório completo (trecho)

```
=====
MPEG-TS ANALYZER v2.3 – TR 101 290 FULL REPORT
Perfect Streamer Toolkit https://pstreamer.tv
=====

Source      : udp://239.1.1.1:5000
Timestamp   : 2026-04-30 12:00:00
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           : 0 PASS
| 1.4 Continuity Count       : 0 PASS
| 1.6 PID Absence (5s)       : 0 PASS
| ...
```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

=====				
TR 101 290 – PRIORITY 2 (recommended monitoring)				
=====				
	2.3	PCR Repetition	:	0 PASS
	2.5	PCR Accuracy	:	0 PASS
...				
=====				
OVERALL COMPLIANCE: PASS – stream is TR 101 290 compliant				
=====				

Relatório resumido

MPEG-TS Analyzer v2.3 | Perfect Streamer Toolkit <https://pstreamer.tv>

TR 101 290 Summary | udp://239.1.1.1:5000 | 30.0s | 2026-04-30 12:00:00

↪-----

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 stddev=0.295 ms p99=1.076 ms gaps>100.

↪000 ms=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

Notas

- **Modo de arquivo:** a deriva do PCR, o modelo de buffers T-STD e o UDP IAT não são medidos — eles exigem uma referência de tempo real. As demais verificações funcionam em ambos os modos.
- **Fluxo de transporte único:** é analisado um MPTS ou SPTS por vez.

1.11.2 MPTS Migrate Perfect Streamer Toolkit v1.1 — migração da identidade MPTS

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

Captura a identidade DVB SI/PSI de um fluxo MPEG-TS multiprograma (MPTS) em operação e a reproduz em uma instância do Perfect Streamer (PSS) no mesmo host. Resultado: os receptores dos assinantes (STB / TV) continuam funcionando **sem uma nova busca de canais** após a migração ou a comutação para a reserva.

A ferramenta faz parte do pacote **pstreamer** e, após a instalação, encontra-se em `/opt/pss/tools/mpts_migrate` — não é necessário instalar nada separadamente.

Pré-requisitos

Antes de executar o utilitário, certifique-se de que:

- **O PSS está em execução** no mesmo host (ou em um host acessível via `--pss-base`). O utilitário procura `pss` em `/proc` e lê `pss.json` para obter a porta de administração (43971, se ela não estiver na configuração).
- **A fonte MPTS está acessível**, caso seja prevista uma captura (modos 1, 2, `save+apply`): a URL passada como argumento posicional `<input>` deve fornecer um fluxo MPEG-TS. Para UDP multicast, é necessário que IGMP / firewall permitam a recepção; para arquivos, o caminho deve existir.
- **O MPTS de destino já está configurado no PSS**: o utilitário não cria novos fluxos. O objeto MPTS e pelo menos tantos alimentadores SPTS quantos forem os serviços do inventário devem existir previamente. Os serviços sem alimentador livre são exibidos no diálogo e podem ser ignorados.
- **A API HTTP de administração está aberta em localhost** para leitura de `/data/stream` (usada no `verify`) e gravação em `/config/stream` (`apply`).

O que é migrado

Todos os identificadores visíveis ao receptor, nos níveis de fluxo de transporte e de serviço:

- **Fluxo de transporte**: TSID, ONID, network ID, network name, **provider name** (aplicado como `sdt-provider-name` comum a todo o multiplex, se todos os serviços de origem tiverem o mesmo valor), descritor de entrega (parâmetros de transmissão terrestre / cabo / satélite), versões de PAT/SDT/NIT
- **Por serviço**: `service_id`, `pmt_pid`, `pcr_pid`, `service_type`, nome do serviço, número lógico de canal (LCN), flag `free-CA`, flags `EIT-present` / `EIT-schedule`
- **Fluxos elementares**: PIDs (é aplicado um `identity remap` – veja *Limitações*), tipos de fluxo, tags de idioma
- **Acesso condicional**: descritores CA nos níveis de programa e de ES

Os nomes de serviços / provedores em codificações DVB diferentes de ASCII (por exemplo, ISO-8859-5 para o cirílico) são decodificados para UTF-8 automaticamente.

Para cada serviço, o `remap` de PID de ES é construído como pares identidade (`mpegts-pid-old` $\equiv$ `mpegts-pid-new`) para cada PID de PCR / video / audio / teletext / data, de modo que, na saída multiplexada resultante, os PIDs originais sejam preservados **byte-exact**. Os receptores antigos que armazenam a PMT em cache após a primeira busca continuam funcionando sem reconfiguração.

No PSS 2.0.0.193 e posteriores, o plano habilita adicionalmente, na entrada do muxer do MPTS de destino, o modo nativo de preservação dos PIDs originais (Automatic PID mapping desativado) e define, para cada serviço, o número de ordem do programa capturado na PAT (program order) – a ordem dos programas no ar sobrevive à migração. O suporte é detectado automaticamente pela configuração do streamer de destino; em versões mais antigas essas chaves não são enviadas (o utilitário imprime um aviso) e o único mecanismo de fixação dos PIDs continua sendo os pares identidade, enquanto a ordem dos programas na PAT não é preservada.

Casos de uso

- **Failover:** comutação dos decodificadores do MPTS principal para o de reserva, preservando os canais no lado do receptor
- **Migração de hardware:** transferência de um multiplex em operação de um host PSS para outro sem instruções aos telespectadores
- **Instantâneo antes / depois da atualização:** captura do multiplex antes da atualização do PSS e nova aplicação depois dela, para garantir um SI/PSI bit a bit idêntico
- **Edição manual e nova aplicação:** captura, edição de `migrate.json` (renomear serviços, alterar o LCN, ajustar `service_type`), nova aplicação
- **Verificação em dry-run:** impressão de cada HTTP POST que *seria* enviado, sem afetar o PSS

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
```

Fluxo de trabalho

1. **Captura** — o utilitário abre o fluxo, analisa PAT / PMT / SDT / NIT / EIT durante -t segundos (30 por padrão) e monta o inventário; é medida a taxa de bits total do fluxo.
2. **(Opcional) Gravação** — com -s ou -o o inventário é gravado em JSON para reutilização posterior.
3. **Localização do PSS** — detecta o PSS em execução por meio de uma varredura de /proc e lê `pss.json` para obter a porta de administração (43971, se ela não estiver na configuração); `--pss-base http://host:port` contorna a autodetecção.
4. **Confirmação do mapeamento** — um diálogo interativo pergunta como mapear cada serviço capturado para um alimentador SPTS existente; `--non-interactive` aceita as sugestões e encerra a execução em caso de conflito; `--target-mpts <id>` ignora a solicitação de seleção do MPTS.
5. **Retirada automática da pausa dos alimentadores** — para cada SPTS / muxer-output mapeado, o utilitário envia `{"pause": false}` se o alimentador estava pausado, para que o multiplexador realmente receba dados após o apply.
6. **Ajuste automático da taxa de bits** — se `captured_bitrate × (1 + headroom%)` exceder o `mpegts-output-bitrate` do MPTS de destino, o utilitário eleva esse limite no PSS com um

único POST (com arredondamento para cima até os 1000 kbps mais próximos). Desativado com `--no-bitrate-adjust`.

7. **Planejamento** — compara o inventário com a árvore `/config/stream` atual no PSS e prepara requisições HTTP POST somente para os campos divergentes. O remap de PID de ES é gerado como pares identidade (`mpegts-pid-old` $\equiv$ `mpegts-pid-new`), para que a saída multiplexada mantenha cada PID original inalterado — incluindo PCR, vídeo, áudio, teletext, SCTE-35, DSM-CC. No PSS 2.0.0.193 e posteriores, o plano habilita adicionalmente o modo de preservação dos PIDs originais na entrada do muxer de destino e define a ordem dos programas na PAT (veja *O que é migrado*).
8. **Aplicação** — envia as requisições POST planejadas e, em seguida, alterna o pause/unpause do MPTS para que o PSS releia a configuração; com `--dry-run` o plano é apenas impresso.
9. **Verify** (ativado por padrão, mesmo com o plano vazio) — captura o MPTS resultante por meio de uma das saídas UDP do PSS e o compara com o destino; discrepâncias críticas (TSID, ONID, service_id, name, type, LCN) → código de saída 5.

A reexecução de todo o pipeline é **idempotente**: a segunda execução informa no `changes` `needed` se o PSS já corresponder ao inventário, e o `verify` confirma isso com uma nova captura.

Opções da CLI

Seleção do modo

Opção	Descrição	Padrão
<code>-f, --file <path></code>	Caminho para o JSON de migração (usado como importação padrão na ausência de <code>-i</code> e como destino de gravação com <code>-s</code>)	<code>./migrate.json</code>
<code>-s, --save</code>	Grava o inventário capturado no arquivo de migração (combina-se com uma entrada de fluxo; o <code>apply</code> é executado mesmo assim)	—
<code>-o, --output <file></code>	Apenas captura: grava em arquivo, sem <code>apply</code>	—
<code>-i, --input <file></code>	Apenas <code>apply</code> : carrega o arquivo, sem captura	—

Captura

Opção	Descrição	Padrão
<code>-t, --time <sec></code>	Duração máxima da captura	30
<code>-b, --bitrate <Mbps></code>	Indicação da taxa de bits do TS para o ritmo de envio no modo de arquivo	38.8

[Apply / Verify](#)

Opção	Descrição	Padrão
--target-mpts <id>	Ignora a solicitação de seleção do MPTS; aplica a este stream id no PSS	—
--non-interactive	Aceita automaticamente as sugestões do diálogo; encerra em caso de conflito	—
--dry-run	Imprime o plano de POSTs, sem enviar nada	—
--pss-base <url>	Substitui a autodetecção do PSS (por exemplo, http://host:8808)	auto
--no-verify	Ignora a captura pós-apply e o diff	verify ativado
--verify-time <s>	Janela de captura para a verificação	10
--no-bitrate-adjust	Não eleva mpegts-output-bitrate no MPTS de destino	elevação ativada
--bitrate-headroom <pct>	Margem de taxa de bits acima do valor medido durante o ajuste	15

[Diversos](#)

Opção	Descrição
-v, --verbose	Log detalhado (cada HTTP POST e ramificação do diálogo)
-h, --help	Exibe a ajuda e sai

[Arquivo de migração \(migrate.json\)](#)

JSON legível por humanos com format_version: 1. A localização padrão é ./migrate.json; ela é substituída por -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,
      "program_order": 1,

```

(continues on next page)

(continuação da página anterior)

```

    "free_ca_mode": false,
    "elementary_streams": [
      { "pid": 256, "stream_type": 27, "language": "rus" }
    ]
  }
}
}

```

O arquivo pode ser editado antes de um novo apply: renomear serviços, alterar o LCN, mudar `service_type`, ajustar `network_name` – `mpts_migrate -i migrate.json` enviará apenas os campos alterados.

Conexão com o PSS

- **Autodetecção:** varredura de `/proc/<pid>/comm` em busca de `pss`, leitura do respectivo arquivo `--config` e obtenção de `web-server.bind-port` (43971, se a chave estiver ausente).
- **Manualmente:** `--pss-base http://host:port` ignora completamente a autodetecção. Útil para um PSS remoto ou quando `--dry-run` deve montar o plano sem um PSS ativo.
- A REST API de administração não exige autenticação em `localhost`.

Verificação

Se `--no-verify` **não** for indicado (padrão), depois de aplicar o plano o utilitário:

1. Procura uma saída UDP em `localhost` no MPTS de destino ou adiciona temporariamente uma em `127.0.0.1:<auto>` (com a marcação `added by mpts_migrate for verification`).
2. Captura o MPTS ativo por essa saída durante `--verify-time` segundos (10 por padrão).
3. Compara o inventário capturado com o destino:
 - Discrepância **crítica** (TSID, ONID, network name, service_id, name, type, LCN) → código de saída **5**.
 - Discrepância **leve** (PMT PID, quantidade de ES, nome do provedor, ordem dos programas na PAT) → exibida como `warning`, código de saída **0**.
4. Se o MPTS de destino estiver sobrecarregado (taxa de bits da saída $\geq$ o `mpegts-output-bitrate` configurado), é impresso `WARNING: target MPTS is overloaded` – veja *Bitrate adjust* abaixo.

Dry-run

`--dry-run` imprime cada requisição HTTP que o utilitário *enviaria* (path, corpo JSON), mas não envia nenhuma. Útil para:

- Revisar o plano com o operador antes de efetivá-lo.
- Gerar conjuntos de alterações reproduzíveis em CI / gestão de mudanças.
- Trabalhar com o PSS inacessível (combinar com `--pss-base http://host:port`).

O `dry-run` não executa a verificação.

Bitrate adjust

Por padrão, se `captured_bitrate × (1 + headroom%)` exceder o `mpegts-output-bitrate` do MPTS de destino, o utilitário eleva esse limite no PSS antes de aplicar as alterações de SI/PSI. Sem margem suficiente, um MPTS sobrecarregado perde os dados de baixa prioridade — os sintomas típicos são quedas de áudio nos serviços de rádio e erros intermitentes de CRC da EIT. Desativado com `--no-bitrate-adjust`; a margem é regulada com `--bitrate-headroom <pct>` (15 por padrão).

Códigos de saída

Código	Significado
0	Sucesso — o apply e (se ativada) a verificação foram concluídos sem erros. Também é retornado por um <code>--dry-run</code> bem-sucedido.
1	Erro de argumentos / de arquivo / de detecção
2	Nenhuma PAT encontrada na fonte — a entrada não é um MPEG-TS válido ou a janela de captura é curta demais; também é retornado quando o operador rejeitou a confirmação do mapeamento ou saiu do diálogo (apply interrompido)
3	Uma ou mais requisições HTTP POST do apply falharam
4	O apply foi concluído, mas o MPTS de destino não retornou ao estado <i>Running</i>
5	A verificação falhou — o fluxo capturado difere do destino em campos críticos

Limitações e armadilhas

- **O PSS deve conter previamente o MPTS de destino e os alimentadores:** o utilitário não cria novos fluxos. O MPTS de destino e pelo menos tantos alimentadores SPTS quantos forem os serviços do inventário devem existir previamente; os serviços sem alimentador livre são ignorados no diálogo.
- **A fonte MPTS deve estar acessível** durante a captura (modos 1, 2, `save+apply`): a URL passada como argumento posicional `<input>` deve fornecer um fluxo MPEG-TS; para UDP multicast, IGMP / firewall devem permiti-lo.
- **O remap de PID de ES é aplicado automaticamente:** para cada serviço é gerado um remap identidade (`mpegts-pid-old ≡ mpegts-pid-new`) para cada PID de PCR/video/audio/teletext/data, para que a saída multiplexada preserve os PIDs originais byte-exact. O layout da PMT permanece estável de migração para migração — mesmo os receptores antigos (STB anteriores a 2015, Samsung anteriores à série H, LG anteriores ao WebOS 3.0) que armazenam os PIDs em cache dispensam uma nova busca.
- **O descritor de entrega deve corresponder ao meio de transmissão real** para os receptores que se resintonizam pela NIT (DVB-T/T2/C/S). Um bloco `delivery` incompatível pode levar o receptor a uma frequência incorreta.
- **A consistência dos LCN** entre o MPTS principal e o de reserva é crítica para o failover — se forem diferentes, as posições dos canais na lista do receptor se deslocarão após a comutação.
- **O provider name no PSS é comum a todo o multiplex** (um único `sdt-provider-name` por muxer-input do MPTS). O utilitário o aplica automaticamente se todos os serviços capturados tiverem o mesmo valor; se serviços distintos tiverem `provider_name` diferentes, é impresso um warning e o campo permanece intocado — a decisão cabe ao operador.
- **Não é uma ferramenta de configuração do PSS:** `mpts_migrate` altera apenas os campos de identidade SI/PSI, o flag pause de cada alimentador, (opcionalmente) `mpegts-output-bitrate` e, no PSS 2.0.0.193 e posteriores, as chaves do modo de preservação de PID e da ordem dos programas. Ele não configura codificadores, entradas, criptografia, agendamentos e afins.

- **No PSS anterior à 2.0.0.193**, o modo de preservação dos PIDs originais no muxer e a ordem dos programas na PAT não são suportados: o utilitário imprime um aviso, os PIDs são fixados somente por pares identidade e a ordem dos programas após a migração pode diferir da original.

Diagnóstico

Sintoma	Causa provável / solução
Error: no PAT seen in stream	a fonte não é MPEG-TS, IGMP/firewall bloqueia o multicast ou -t é curto demais
Error: cannot reach PSS	usar --pss-base http://host:port para contornar a autodetecção
O apply foi concluído, mas o MPTS permanece pausado	verificar o log do PSS; reexecutar com -v para ver o plano completo de POSTs
A verificação indica uma discrepância crítica	comparar o destino e o fluxo capturado em JSON; normalmente um alimentador foi mapeado ao serviço errado no diálogo
WARNING: target MPTS is overloaded	eleva mpegts-output-bitrate no PSS ou usar --bitrate-headroom <higher %>; sem margem, o áudio dos serviços de rádio e as tabelas PSI ficam corrompidos

1.12 Materiais de referência

1.13 Histórico de versões

1.13.1 versão 2.0.0.206 Beta

25.07.2026

- **Meshwork (multidomínio)** — vários servidores são reunidos em domínios nomeados, e o domínio serve de fronteira de isolamento: a filiação dos nós, o catálogo de recursos e os alertas propagam-se somente dentro do próprio domínio, e nada é transmitido entre domínios. Um nó pode integrar vários domínios ao mesmo tempo, sem misturar seus dados. Em detalhes — [Meshwork](#).
- **Autodescoberta de nós** — basta definir o domínio e um único ponto de entrada: os nós trocam listas de vizinhos e constroem por conta própria uma malha totalmente conectada de ligações diretas. A chave comum do domínio é gerada automaticamente e é transmitida apenas por um canal protegido — TLS ou um segmento confiável da rede local.
- **Biblioteca de recursos distribuída** — as saídas UDP, RTP, Pro-MPEG e RIST, as entradas multicast UDP, RTP e RIST, bem como as ligações PS1 e SRT são publicadas no catálogo comum do domínio (/data/library): uma lista única de grupos multicast, portas, VLANs, fontes SSM e ligações ponto a ponto com a indicação do nó e do fluxo. Pelo catálogo vê-se quais endereços e portas já estão ocupados, e uma nova entrada é conectada diretamente a partir dele — pela escolha de um fluxo já entregue em outro nó do domínio, sem digitar o endereço manualmente.
- **Visão geral dos nós do domínio** — para cada nó são exibidos o status, o horário do último contato, o papel, a região, a versão da compilação, a carga de CPU, o tráfego por interface física e o número de fluxos no ar, e para cada ligação entre nós PS1 ou SRT — o bitrate, o RTT, a proporção de retransmissões e de perdas e o veredito de estado.

- **Operação através de NAT** — um nó atrás de NAT participa plenamente do domínio e sem encaminhamento de portas de entrada: ele mesmo se conecta, o ponto de acesso público é montado a partir do endereço efetivamente observado e da porta anunciada, e os vizinhos retransmitem o seu estado por um salto — o nó é visível também para aqueles que não conseguem alcançá-lo diretamente.
- **Login automático das ligações dentro do domínio** — para as ligações PS1 e SRT entre nós de um mesmo domínio não é necessário criar login e senha para cada ligação: no lado chamador (entrada PS1, entrada SRT, saída SRT no modo caller) basta ativar a configuração «Meshwork peer auth», e a autorização é feita pelo segredo comum do domínio. O nó parceiro confirmado e o seu fluxo ficam visíveis na biblioteca de recursos e na lista de sessões.
- **Low-Latency HLS e MPEG-DASH sobre CMAF** — novo modo de distribuição «OTT / LL-HLS / DASH»: o multiplexador integrado forma um MP4 fragmentado (CMAF), sobre o qual são entregues MPEG-DASH em /dash e Low-Latency HLS em /llhls; os pacotes adaptativos também são montados para esses formatos. Em detalhes — [Modos de distribuição](#).
- **Baixa latência do LL-HLS** — a playlist de mídia é dividida em partes, são aplicados o recarregamento bloqueante da playlist e a dica de pré-carregamento, de modo que o player inicia a reprodução sem aguardar que o segmento completo esteja pronto. Os segmentos CMAF transportam Producer Reference Time, o manifesto DASH anuncia UTCTiming e a latência-alvo, e a configuração «Duração-alvo da parte LL (ms)» é aplicada em tempo real, sem reiniciar o fluxo.
- **HTTP/3 (QUIC)** — HLS, MPEG-DASH, LL-HLS e MPEG-TS over HTTP são entregues sobre QUIC em uma porta UDP separada, com 0-RTT opcional; o cliente solicita a mudança para QUIC pelo parâmetro ?h3. As rotas administrativas permanecem apenas em TCP.
- **Alinhamento dos segmentos pelo IDR** — o segmentador distingue o IDR do quadro I comum: em fontes com closed-GOP cada segmento começa por um ponto de entrada pleno, de modo que o player abre o fluxo a partir de qualquer segmento; em fontes com open-GOP o limite é o quadro I mais próximo.
- **Proteção de conteúdo (DRM)** — a distribuição OTT do fluxo pode ser criptografada: HLS AES-128 com uma chave do próprio servidor ou de um servidor de chaves externo e com rotação opcional por janelas de tempo, ou MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7) pelos esquemas cenc e cbcs para CMAF e DASH. A criptografia é executada uma única vez, no momento da formação do segmento, de modo que o arquivo DVR é armazenado criptografado e é reproduzido através de qualquer número de trocas de chave. Em detalhes — [Proteção de conteúdo \(DRM\)](#).
- **DVR (arquivo em rede)** — cada canal OTT é gravado em disco em paralelo com a distribuição, com a mesma segmentação e sem um gravador separado; no modo de baixa latência o arquivo é mantido em duas linhas, MPEG-TS e CMAF, de modo que a gravação fica disponível no mesmo contêiner que a transmissão ao vivo. Em detalhes — [DVR](#).
- **Reprodução do arquivo (VOD)** — o arquivo é entregue pelas mesmas URLs HLS, DASH e LL-HLS que a transmissão ao vivo: t=<tempo> ativa o modo VOD e define o início da janela, d=<segundos> — a sua duração. A playlist HLS é então fechada, o manifesto DASH é estático e as interrupções da gravação são apresentadas como períodos separados; os pacotes adaptativos reproduzem o arquivo com os mesmos parâmetros.
- **Catch-up por EPG** — em vez de t e d basta passar epg=<tempo>: o próprio servidor encontra no canal EPG vinculado o programa que está no ar naquele momento e toma o seu início e a sua duração como limites da janela de reprodução.
- **Legendas no arquivo** — as faixas WebVTT são gravadas em disco junto com os segmentos e são reproduzidas em VOD pelas mesmas URLs; as janelas sem falas não ocupam espaço em disco.
- **Armazenamentos DVR** — pode haver vários armazenamentos, cada um com o seu próprio limite de preenchimento e a sua própria ordem de limpeza. A profundidade do arquivo («Retenção (horas)», até

90 dias) e o mínimo protegido são definidos separadamente para cada fluxo, e a limpeza por espaço livre não toca nem no mínimo protegido nem nas janelas das sessões VOD abertas.

- **Monitor de DVR** — uma tela dedicada mostra o estado e o preenchimento dos armazenamentos, o volume e a profundidade do arquivo por fluxo e as latências de leitura e de gravação, enquanto o histograma de cobertura (/data/dvrstat) assinala não apenas as lacunas do arquivo, mas também a sua causa — perda da entrada, troca do PMT, embaralhamento, acionamento da limpeza. Da mesma tela são apagados o arquivo de um fluxo individual e os diretórios dos fluxos removidos.
- **Alertador** — novo serviço de alertas: cada falha torna-se um incidente que é gerado, atualizado e resolvido automaticamente, enquanto o conjunto ativo deduplicado mostra apenas o que está acontecendo agora. A gravidade é definida por uma escala única — da informativa à que exige intervenção do administrador; tal incidente é resolvido pela confirmação do operador. Em detalhes — [Alertas \(alerter\)](#).
- **Catálogo de códigos de falhas** — mais de cinquenta tipos de incidentes em uma única lista: os fluxos e as suas entradas e saídas, as violações da TR 101 290, os recursos do nó, os armazenamentos e a saúde da gravação DVR, a recepção DVB e CI/CAM, os transcodificadores, o OTT, os certificados e os nós do domínio. Os limiares de acionamento são configurados na seção de alertas.
- **Entrega externa de alertas** — os alertas saem para fora do console web: por e-mail via SMTP (STARTTLS, implicit TLS, AUTH), por mensagem no Telegram e pela execução de um comando arbitrário, ao qual o incidente é passado em variáveis de ambiente e como JSON completo na entrada padrão. Cada canal tem o seu próprio interruptor e o seu próprio limiar de gravidade.
- **Alertas de todo o domínio** — o operador de plantão vê os alertas de qualquer nó a partir de qualquer outro: o conjunto ativo propaga-se junto com o keep-alive e é resolvido assim que desaparece na origem, e cada linha indica o nó de origem. Os alertas de hardware e de sistema permanecem locais por padrão e são promovidos ao nível do domínio por uma configuração separada.
- **Registro em banco de dados** — as mensagens do serviço são gravadas em SQLite: registros tipados com a fonte e o nível de gravidade, agrupamento das repetições consecutivas em uma única linha com contador, retenção limitada por prazo e por volume. Ao contrário do conjunto ativo de alertas, o registro sobrevive a um reinício.
- **Monitor TR 101 290** — controle contínuo da conformidade do fluxo de entrada com a norma: um veredito único («Normal», «Problema», «Verificando...») e um relatório estruturado por prioridades 1, 2 e 3, no qual são indicados, para cada indicador, o item da norma, o valor medido e o limite. Um multiplex MPTS é avaliado por inteiro — por todos os PID, programas e tabelas SI. O fluxo é classificado automaticamente como CBR ou VBR, e as verificações que só fazem sentido com bitrate constante não são avaliadas em uma fonte VBR e não produzem acionamentos falsos. Em detalhes — [Monitor TR 101 290](#).
- **Deriva do oscilador de referência** — o desvio sistemático da frequência de relógio da fonte é medido por regressão linear em ppm com a tolerância da ISO/IEC 13818-1 de ± 30 ppm e é apresentado como uma métrica separada. Um desvio lento é tratado por microdeslocamentos suaves do ponto de sincronização («Compensação da deriva de sincronização», ativada por padrão), de modo que não há solavancos na saída.
- **Modelo de buffer T-STD** — análise do buffer de vídeo do decodificador de referência conforme a ISO/IEC 13818-1, com contadores de estouro e de esvaziamento para MPEG-2, H.264 e HEVC; a contagem é feita pelo relógio do PCR, e a velocidade de escoamento acompanha o bitrate real do vídeo. É ativado pela configuração «Analisar o buffer de vídeo T-STD».
- **Análise para a inserção de publicidade** — interpretação das seções SCTE-35 com eventos de emenda, pontos de emenda do nível de transporte com notificação antecipada configurável e indicadores de acesso aleatório. Os dados são exibidos nas estatísticas do fluxo quando a análise profunda está ativada.

- **Assistente de reclamações** — para um fluxo com violações persistentes é gerado um texto-instrução pronto para um chat de IA, a partir do qual este redige uma carta formal de reclamação ao fornecedor do fluxo: a lista das violações persistentes, os valores medidos, os itens da norma e o impacto sobre o decodificador. A instrução é entregue pela requisição GET /data/stream/<id>/ai-complaint-prompt; o nome do fluxo e o endereço da fonte não são incluídos no texto.
- **CI/CAM (EN 50221)** — host Common Interface integrado: detecção do módulo, leitura do seu nome e da lista de CA_system_id suportados, seleção dos programas para desembaralhamento e envio do CA_PMT para cada um deles. Um módulo combinado com o receptor DVB desembaralha inline os programas selecionados do multiplex recebido, vários ao mesmo tempo; o estado dos slots e o veredito de cada programa são visíveis na interface.
- **Desembaralhador por software BISS-1 / BISS-E** — aplica-se não apenas à recepção a partir de uma placa DVB, mas a qualquer entrada de fluxo: a chave é definida para todo o SPTS ou por programas do multiplex e é alterada em tempo real, sem reiniciar a entrada. Na recepção a partir de uma placa DVB o resultado é adicionalmente verificado no próprio fluxo, de modo que uma chave incorreta não parece um desembaralhamento bem-sucedido, mas gera um alerta específico.
- **Limpeza do acesso condicional na recepção DVB** — por uma configuração separada do adaptador, os PID ECM e EMM são removidos do multiplex recebido pela placa DVB, e os descritores CA dos programas abertos são removidos do PMT: adiante no percurso segue um fluxo FTA limpo. Em caso de perda da chave, a sinalização de acesso condicional é restaurada para que um receptor mais adiante na cadeia possa solicitar acesso novamente.
- **Telemetria do transcodificador** — para cada codificador são publicadas as informações de mídia da saída recodificada: o formato do quadro, o codec de vídeo, o conjunto de codecs de áudio e o bitrate atual, e para cada processo — a carga de CPU e a memória ocupada.
- **RTMP e RTMPS** — o canal é publicado em qualquer receptor RTMP, incluindo YouTube e Facebook: vídeo H.264 ou HEVC (HEVC — via Enhanced RTMP) e uma única faixa AAC; para rtmps:// o nó conecta-se como cliente TLS. No sentido inverso, a própria entrada busca o fluxo da fonte rtmp:// ou rtmps:// e remultiplexa FLV para MPEG-TS.
- **Comutação de fonte sem interrupção** — ao trocar a entrada ativa no emissor, os peers PS1 receptores não se reconectam: a numeração e as marcas de tempo permanecem contínuas, um pico da fila é absorvido pelo descarte dos pacotes mais antigos, e a lacuna é completada pela retransmissão comum.
- **Retransmissão adaptativa PS1** — o receptor mede o RTT real até o emissor e ajusta a ele, por conta própria, os intervalos das requisições de repetição; o RTT medido, o intervalo atual de nova requisição e o indicador de latência insuficiente são apresentados nas estatísticas da ligação. A latência do túnel de recepção é definida diretamente em milissegundos, em vez do antigo múltiplo do RTT.
- **Os estados «Reconectando» e «Ação do administrador»** — uma entrada ou saída que perdeu a sua fonte é reaberta no lugar e permanece no estado «Reconectando» durante todo o tempo das tentativas, gerando um único aviso por episódio em vez de uma mensagem a cada tentativa. Uma causa que a repetição não elimina — porta ocupada, interface ausente, dados que não são MPEG-TS, recusa do SRT por criptografia — o nó transfere para o estado «Ação do administrador» com um alerta persistente, e a edição das configurações é aplicada imediatamente.
- **Multiplexador MPTS: identidade original** — os programas podem manter os seus PID originais, e a ordem dos programas no PAT, no SDT e no NIT é definida manualmente, de modo que o multiplex é migrado para o **Perfect Streamer** sem alterar a identidade do fluxo para o equipamento receptor. Os programas com embaralhamento TS são migrados com as suas marcas de tempo originais.
- **Integração com faturamento externo** — cada sessão de espectador é autorizada em um sistema externo de faturamento ou CRM, é mantida por reautorização periódica e, ao terminar, é comunicada a esse mesmo sistema: ciclo de vida Start / Interim / Stop no estilo RADIUS; a revogação da assinatura encerra a sessão no meio da exibição. São abrangidos o OTT, o peering PS1 e as saídas SRT, e o

próprio sistema de faturamento é conectado por modelos de requisição e de análise da resposta, sem modificação do software.

- **Cliente ACME integrado (Let's Encrypt)** — emissão e renovação automática dos certificados para o servidor web, o servidor HTTP/OTT e o servidor EPG: o certificado é solicitado para cada nome de host configurado, a renovação é verificada diariamente e, em caso de insucesso, é gerado um alerta. São suportados uma autoridade certificadora arbitrária e a vinculação externa da conta, e o novo certificado é aplicado sem reiniciar o serviço.
- **Nova interface web** — o gerenciamento do nó foi transferido para um novo console, que se abre no endereço do nó (caminho `/admin`): visão geral, fluxos, monitoramento do sistema, DVB, DVR, transcodificadores, clientes, registro, alertas e todas as configurações do servidor. Diagramas dedicados mostram a topologia do domínio Meshwork e o percurso do fluxo selecionado, das entradas às saídas. A interface anterior foi preservada no endereço `/classic`. Em detalhes — [Interface web](#).
- **Atualização em tempo real** — o nó publica o seu estado como um fluxo de eventos em `/data/events`: na conexão chega um instantâneo completo, depois, uma vez por segundo, são atualizados os quadros dos fluxos, dos recursos do sistema, dos clientes e dos adaptadores DVB, enquanto os alertas e as mudanças de estado chegam como eventos. A interface e os painéis externos funcionam sem consulta periódica.
- **Ajuda contextual** — cada tela e cada janela importante da nova interface dispõem de uma chamada de ajuda que abre a seção da documentação correspondente exatamente ao que está aberto no momento: o botão geral de ajuda — para a tela, o botão «?» no cabeçalho da janela — para essa janela. A seção abre-se no idioma da interface.
- **Idiomas, temas e layouts** — a interface está traduzida para seis idiomas (russo, inglês, alemão, francês, espanhol, português), suporta os temas claro e escuro e ajusta por conta própria a densidade do layout ao telefone, ao tablet, à estação de trabalho e ao videowall.
- Outras melhorias e correções de erros.

1.14 Roadmap

Esta seção enumera os recursos que estão anunciados, mas que ainda não entraram na entrega atual. Para cada um deles é indicado o que já funciona hoje e o que ainda não existe, para que o planejamento da implantação se baseie nas capacidades reais do nó. O escopo e os prazos podem mudar; consulte o fornecedor sobre a situação atual.

1.14.1 Desembaralhamento de fluxos individuais através de um CAM

Disponível hoje. O desembaralhamento CI/CAM por hardware (EN 50221) está disponível no próprio receptor DVB do nó: um módulo instalado no slot CI da placa sintonizadora descriptografa os programas selecionados do multiplex recebido por esse sintonizador — vários programas ao mesmo tempo, e a lista é aplicada em tempo real, sem reiniciar o adaptador. O estado do slot, o nome do módulo, os sistemas CA suportados e o veredicto do módulo sobre a assinatura de cada programa são mostrados na tela «Equipamento»; estão previstos alertas sobre a remoção do módulo, a ausência de assinatura e o erro de acesso condicional ([Desembaralhamento](#)).

Ainda não disponível. Não é possível fazer passar por um módulo CAM um fluxo que não faça parte do multiplex do sintonizador próprio do nó — o trajeto «fluxo → módulo → fluxo» não existe. Um SPTS ou um MPTS recebido pela rede ou a partir de um arquivo não é desembaralhado por hardware; para essas fontes está disponível somente o desembaralhamento por software BISS-1 / BISS-E ([Fluxos SPTS](#),

Desembaralhamento BISS). O nó reconhece o módulo destinado a esse modo de funcionamento e o mostra no inventário de hardware, mas não faz passar dados através dele.

1.14.2 Sistemas DRM comerciais para a distribuição OTT

Disponível hoje. O nó criptografa a distribuição OTT por meios próprios: HLS AES-128 — com entrega da chave por uma URL de sessão ou com uma referência a um servidor de chaves externo e com rotação de chaves derivadas por janela temporal, bem como o MPEG Common Encryption (ISO/IEC 23001-7) nos esquemas cenc e cbcs sobre CMAF. A criptografia é executada uma única vez, na formação do segmento, por isso o arquivo DVR é armazenado e reproduzido criptografado (*Proteção de conteúdo (DRM)*).

Ainda não disponível. Não existe uma integração pronta com os servidores de licenças Widevine, PlayReady e FairPlay: o manifesto e o segmento de inicialização carregam apenas a sinalização geral de proteção — sem os cabeçalhos de sistema desses DRM e sem o endereço de obtenção da licença. Também não existe a troca automática de chaves com um provedor de chaves (CPIX, SPEKE): o par «chave — identificador da chave» é transferido manualmente pelo operador para a sua própria infraestrutura DRM. O esquema HLS SAMPLE-AES não é suportado e o Common Encryption é distribuído somente por MPEG-DASH, por isso ainda não há distribuição protegida de HLS sobre CMAF nem de Low-Latency HLS.

1.14.3 Sinalização dos pontos de inserção de publicidade na distribuição OTT

Disponível hoje. O analisador reconhece os eventos SCTE-35 e os pontos de emenda e os mostra no relatório (*Medições contínuas*). Na remultiplexação, o PID com a sinalização é transferido para o multiplex de saída sem alterações.

Ainda não disponível. Os limites dos blocos publicitários não são expostos nas playlists HLS e nos manifestos DASH: os segmentos não são cortados no ponto de emenda e nada é sinalizado ao player nem a um sistema externo de substituição de publicidade; também não existe a substituição dos blocos publicitários no próprio fluxo. A sinalização não atravessa o transcodificador — na cópia transcodificada do canal as marcas de emenda são perdidas.