

# MULTIMEDIA NETWORKED APPLICATIONS: STANDARDS, PROTOCOLS AND RESEARCH TRENDS

Maria Teresa Andrade  
FEUP / INESC Porto

[mandrade@fe.up.pt](mailto:mandrade@fe.up.pt) ; [maria.andrade@inescporto.pt](mailto:maria.andrade@inescporto.pt)  
<http://www.fe.up.pt/~mandrade/> ; <http://www.inescporto.pt>

# Case study

---

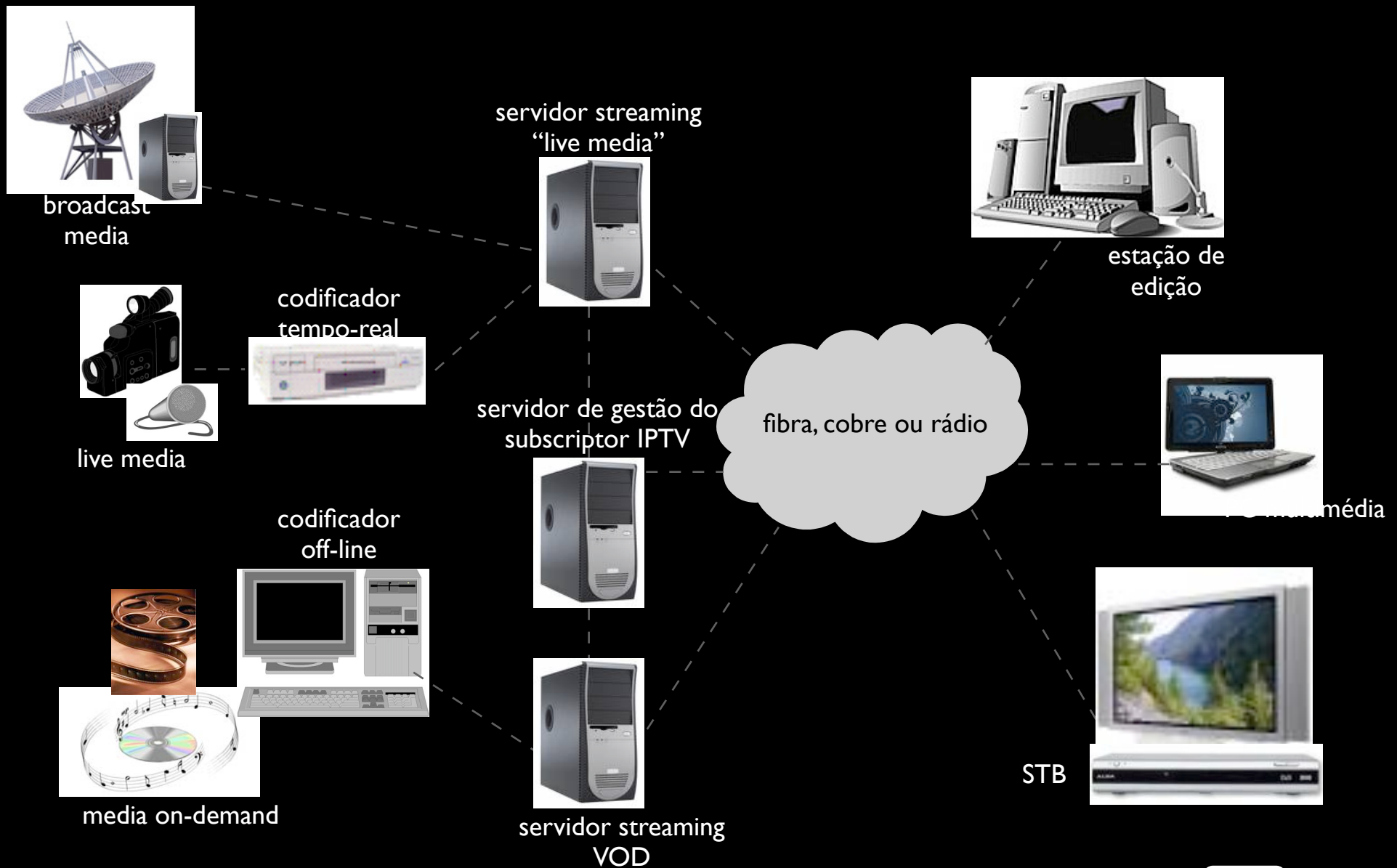
## ☀ IPTV

- ☀ Arquitectura

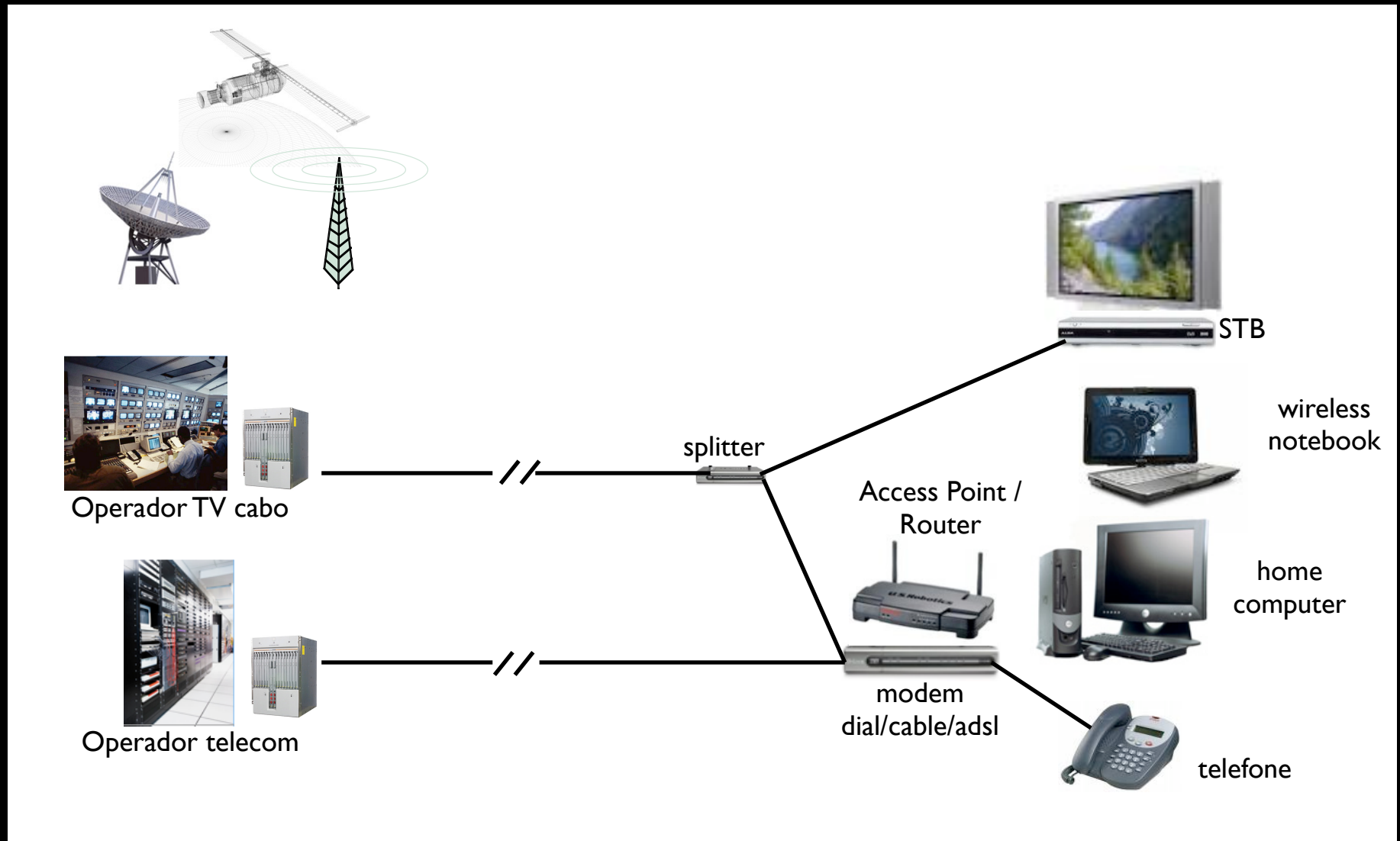
- ☀ Serviços

- ☀ Protocolos

# Arquitectura global IPTV



# Topologia física do serviço IPTV no



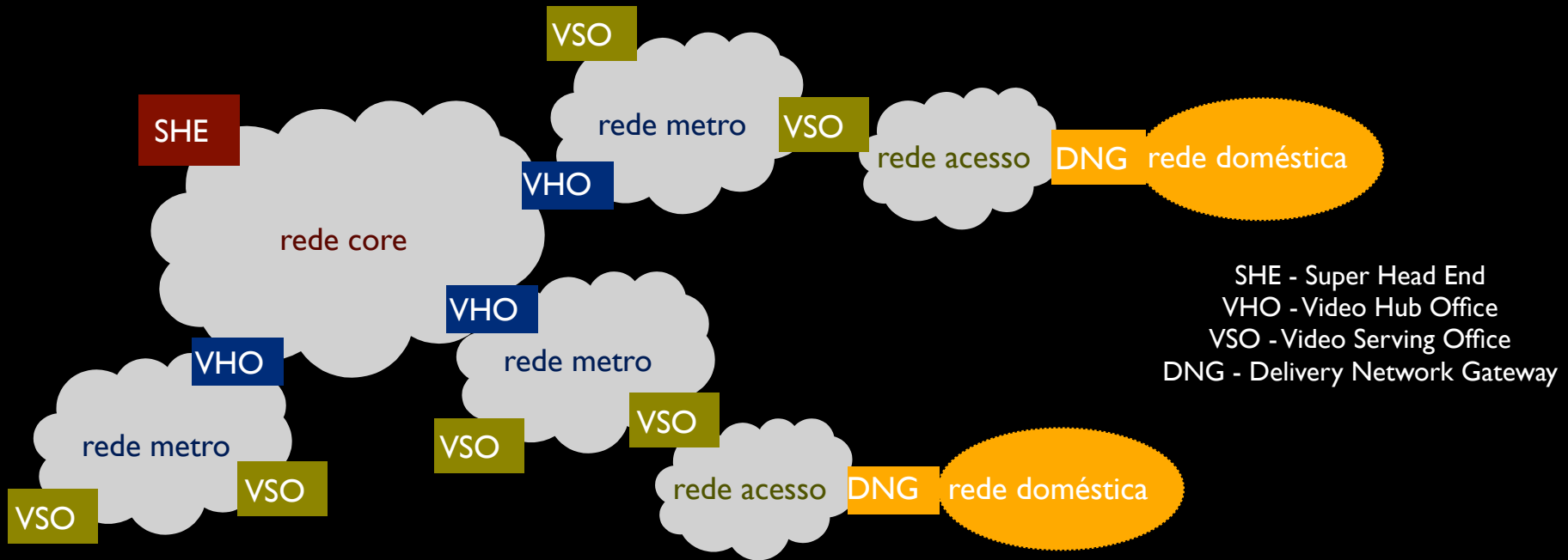
# Normalização ATIS

---

- ATIS, Alliance for Telecommunications Industry Solutions
- IPTV pode ser visto como um conjunto de serviços audiovisuais
  - distribuídos através de uma infraestrutura de rede integrada
  - que deve oferecer ao utilizador um experiência equivalente à do serviço de televisão convencional acrescida de novas funcionalidades tal como interactividade e integração com dados.
- Implementações iniciais proprietárias; recentemente desenvolvidas normas
  - em 2005 foi criado no ATIS o IPTV Interoperability Forum (ATIS IIF) o qual definiu um modelo de referência da rede IPTV, tendo identificado diferentes segmentos de rede e equipamento associado
    - “core”, “metro/aggregation”, “access” e “home network”



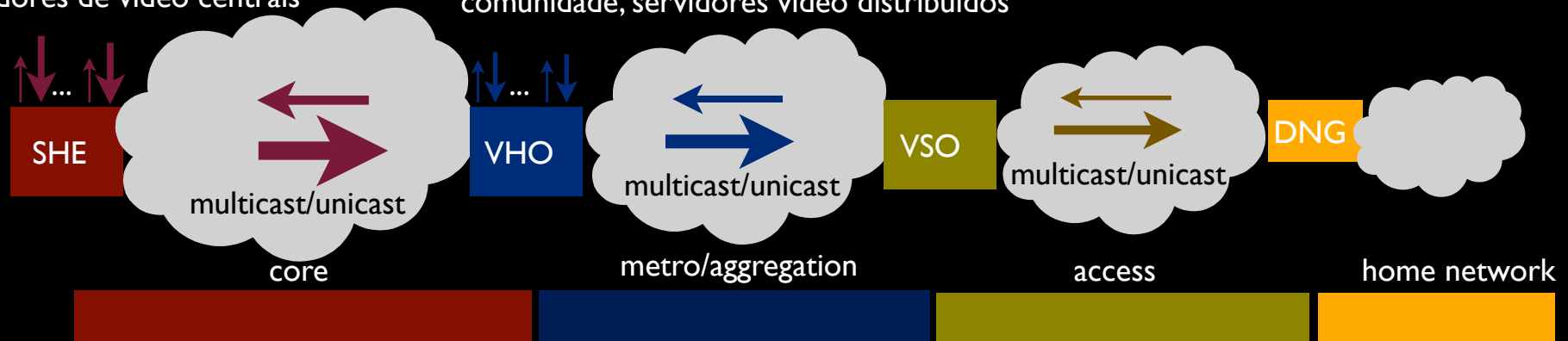
# Modelo de referência ATIS IIF de rede IPTV



SHE - Super Head End  
 VHO - Video Hub Office  
 VSO - Video Serving Office  
 DNG - Delivery Network Gateway

conteúdo independente da região:  
 - canais premium, difusões nacionais,  
 servidores de vídeo centrais

conteúdo dependente da região:  
 - canais regionais, conteúdo da  
 comunidade, servidores vídeo distribuídos



# Modelo de referência da rede de transporte IPTV

---

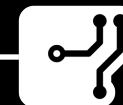
- SHE (Super Head End)
  - faz a aquisição e formatação dos programas difundidos de TV e inserção de conteúdos de VOD
  - é constituído por codificadores de vídeo, servidores de VOD, servidor de broadcast TV
- VHO (Video Hub Office)
  - pontos de recolha e distribuição dentro de uma área
  - recebe programas regionais ou locais e conteúdos locais armazenados, combina-os e envia-os para os SHE
- VSO (Video Serving Office)
  - recebe os pedidos de acesso de utilizadores e faz encaminhamento final dos serviços requisitados
- DNG (Delivery Network Gateway)
  - nó da rede dedicado exclusivamente a um único subscritor
    - suporta interface WAN, (10/100 Base T), com o fornecedor de serviços da rede IPTV, e uma interface LAN com a rede local do cliente



# Rede de acesso

---

- Acesso via xDSL
  - utiliza pares de cobre simétricos, em que cada par é dedicado exclusivamente a um assinante
  - a informação digital é transmitida sob uma portadora analógica (ou combinação de várias portadoras analógicas) modulada pela informação digital, sendo utilizadas as modulações DTM (Discrete Multitone Modulation) ou CAP (Carrierless Amplitude Phase)
  - usam-se as variantes ADSL, ADSL2, ADSL2+ e VDSL2
  - ADSL e ADSL2 operam a uma frequência máxima de 1.1 MHz, e possibilitam um débito máximo de cerca de 8 e 12 Mbps respectivamente, para downstream, e de 640 kbps e 1 Mbps respectivamente, para upstream.

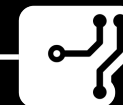




# Rede de acesso

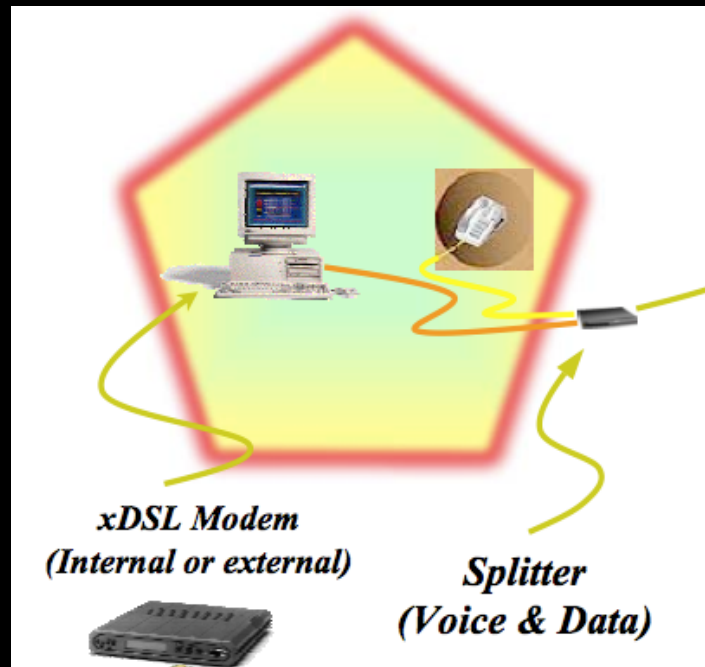
---

- ADSL2+ opera a uma frequência máxima de 2,2 MHz
  - permite um débito de 24 Mbps para downstream e 2 Mbps de upstream
- A tecnologia VDSL2 tem diferentes perfis, dependendo da frequência máxima de operação que pode ser de 30 MHz, 17 MHz, 12 MHz e 8.5 MHz
  - O débito máximo fornecido é de cerca e 100 Mbps
- Um dos problemas com a tecnologia xDSL é a variação do débito fornecido com a distância do cliente final até à central
  - Esta variação limita o número de STBs por subscritor
    - e.g., para um débito máximo de 24 Mbps, são possíveis seis STBs, considerando um débito standard de vídeo de 4 Mbps.

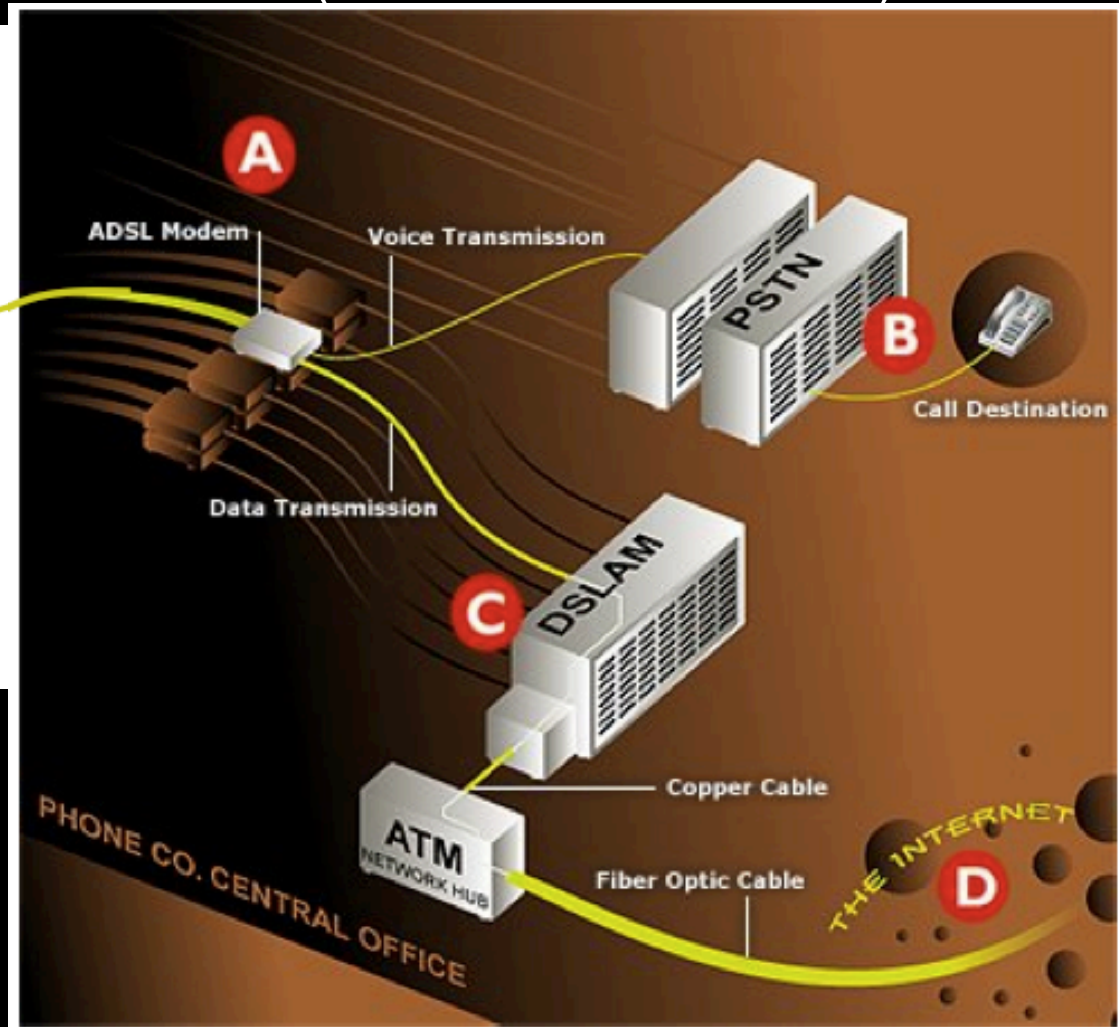


# Acesso xDSL - arquitectura genérica

casa do assinante



ISP (Internet Service Provider)



**A**

bateria de modems ADSL

**B**

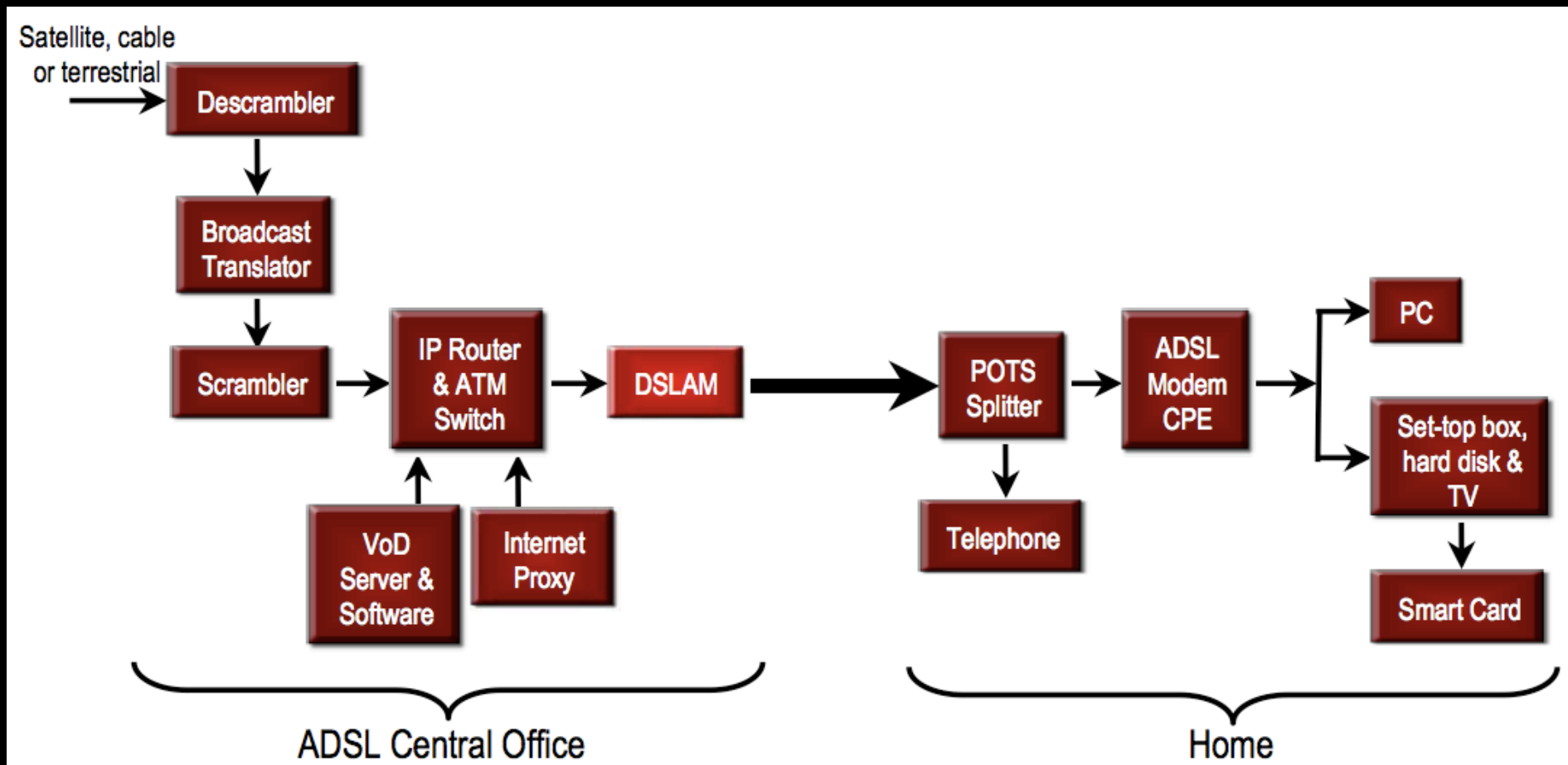
Public Switched Telephone Network - para encaminhamento de chamadas de voz

**C**

acesso Internet multiplexado

nota: retirado de <http://www.xilinx.com/esp/wired/optical/collateral/DSL.pdf>

# Equipamento para a solução ADSL



nota: retirado de <http://www.xilinx.com/esp/wired/optical/collateral/DSL.pdf>

# Acesso via CATV

---

- usa fibra óptica na rede principal de transporte, e cabo coaxial na rede de distribuição
- sistema híbrido assente na tecnologia HFC (Hybrid Fiber Coaxial)
- oferece uma grande largura de banda
- um cabo de fibra óptica, devido à sua elevada largura de banda, alimenta vários cabos coaxiais. Um cabo coaxial pode alimentar várias casas
- no entanto, dado que todos os canais são transmitidos simultaneamente no cabo, não existe diferença se existem 20 ou 20000 utilizadores em simultâneo



# Acesso via CATV

---

- é necessário incluir modem de cabo e amplificadores bidireccionais para amplificar o tráfego upstream
- Visto que o cabo coaxial pode servir vários utilizadores, estes têm de dividir a banda, sendo que o número de utilizadores afecta a qualidade do serviço, o que é uma desvantagem face à tecnologia xDSL.
- o acesso via CATV é regulado pelas normas DOCSIS
  - Data Over Cable Service Interface Specifications
  - define os métodos para transportar dados através de redes CATV utilizando modulações QAM (Quadrature Amplitude Modulation) e/ou QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying).
  - um sistema DOCSIS oferece transmissão de tráfego IP bi-directional entre um headend de cabo do operador/ISP e modems de cabo dos assinantes, através de uma rede de cabo coaxial e/ou fibra.



# Acesso Wireless

---

- através de redes 3G, WLAN, WiMAX, satélite, e tecnologias designadas de wireless fixo MMDS (Multichannel Multipoint Distribution Service) e LMDS (Local Multichannel Distribution Service)
- MMDS
  - a transmissão é efectuada utilizando antenas omnidireccionais na emissão e uma antena direccionada em casa para a captação do sinal.
  - o débito varia entre os 1 Mbps e os 2 Mbps e o alcance é de aproximadamente 50 km
- LMDS
  - semelhante a MMDS mas
    - oferece débito até 500 Mbps
    - tem um alcance inferior, até 8 km.



# Acesso wireless

---

- As redes WLAN podem ser interligadas com redes LANs fixas ou podem operar de forma independente
- fornecem débitos desde 1 Mbit/s até 54 Mbit/s ou mais
- o standard IEEE 802.11, também referido como Wifi, e as suas várias revisões são um caso particular de sistemas WLAN



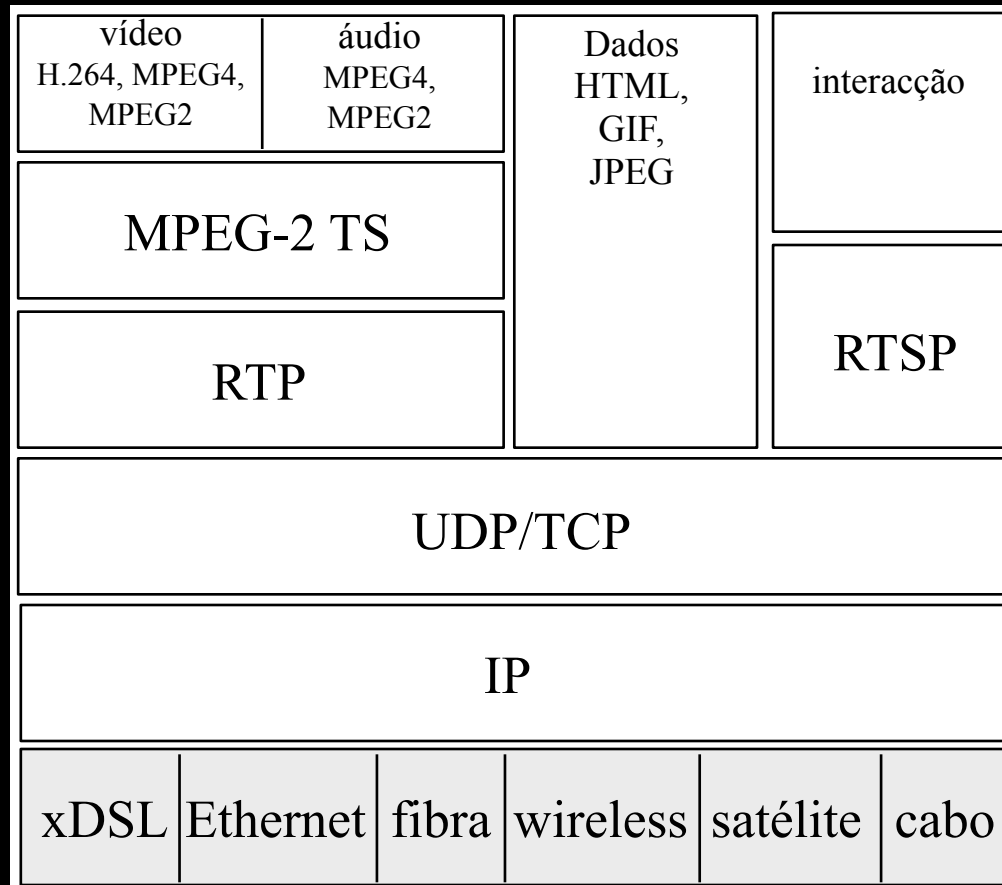
# Tipos de serviços em IPTV

Serviços IPTV	Conteúdos associados
Comunicação	SMS
	TV messaging
	e-mail
	videotelefone, videoconferência, VoIP
Interactivos	informação de trânsito
	jogos em rede
	TV voting
	ensino à distância
Comércio	publicidade interactiva
	compras
	operações bancárias
	mercados financeiros
VOD	Vídeo a pedido (VOD)
	Vídeo quase a pedido (NVOD, Near VOD)
Programação linear / canais audiovisivos	canais de TV digital
	canais de áudio digital

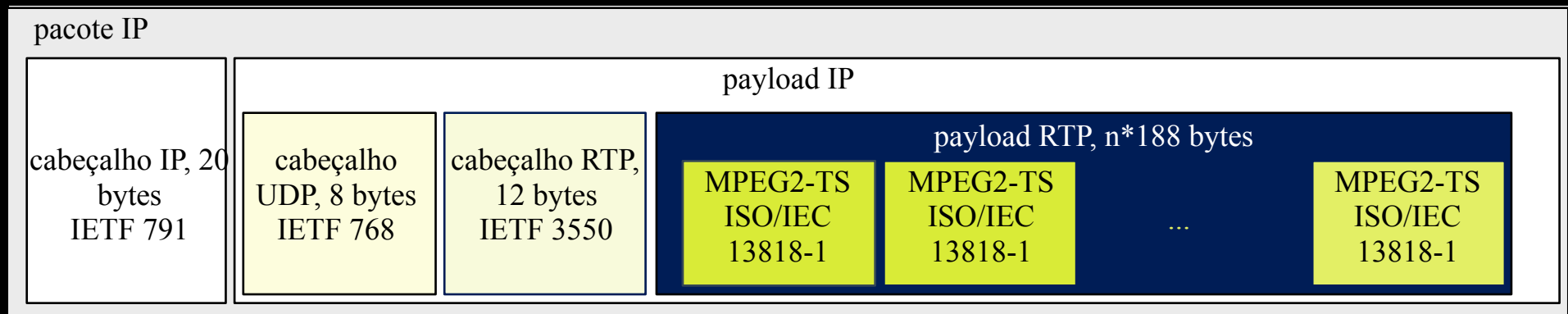




# Pilha protocolar para IPTV



# Pacote usado em IPTV



# Trama RTP

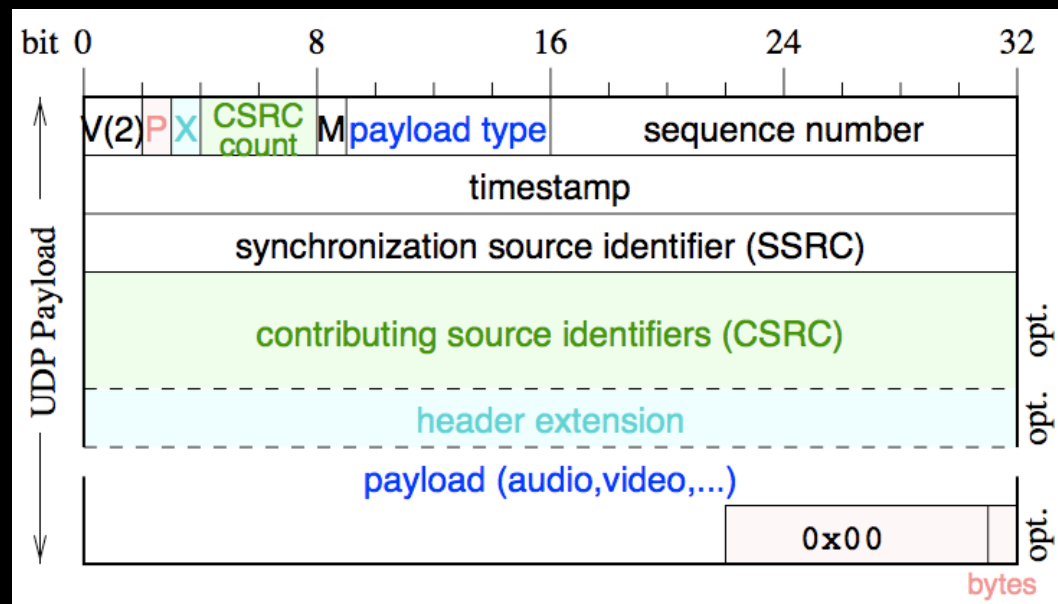
**V**, versão do protocolo RTP

**P**, padding: quando este bit está a “1” indica que o payload RTP tem no final 1 ou mais octetos de padding (enchimento)

**X**, extensão: quando este bit está a “1” indica que existe um cabeçalho de extensão

**CSRC count**: indica o nº de identificadores CSRC (contributing sources) que seguem o cabeçalho fixo

**M**, marker: a interpretação deste bit é definida em perfis; pretende assinalar a ocorrência de um evento significativo no pacote RTP, como por exemplo o início de uma imagem.



- **payload type**: indica o tipo de dados que vão no payload
- **sequence number**: deve ser incrementado de uma unidade por cada pacote RTP enviado. Pode ser utilizado no receptor para detectar pacotes fora de sequência ou perda de pacotes
- **timestamp**: indica o instante de amostragem do 1º octeto do pacote RTP. Permite sincronização emissor-receptor e cálculo de jitter
- **SSRC**, synchronization source: é um identificador único escolhido de forma aleatória. Duas fontes de sincronização dentro da mesma sessão RTP não podem ter o mesmo identificador
- **CSRC identifiers**: identificadores das fontes que contribuem para o payload do pacote RTP. Este campo é opcional, podendo existir no máximo 15 identificadores, cada um ocupando 2 octetos.

# Sinalização serviços IPTV unicast

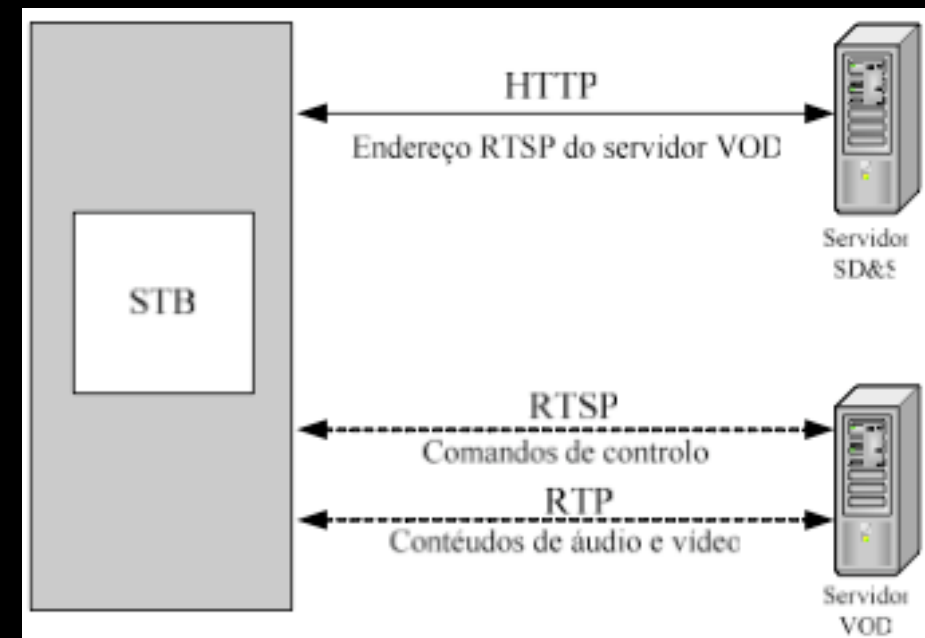
---

- os serviços de VOD são transmitidos em unicast
  - é usado o protocolo RTSP para sinalização e estabelecimento da interactividade
    - efectuar a selecção e controlo de informação a ser visualizada
  - o fluxo de informação de áudio e vídeo do serviço de VOD é controlado, enquanto está a ser continuamente descarregado do servidor
  - a interação cliente servidor tem várias fases, incluindo numa fase inicial também a utilização do protocolo HTTP



# Sinalização serviços IPTV unicast

- a interacção cliente-servidor inicia-se através do protocolo HTTP
  - utilizando um Web browser, a STB contacta com o servidor para solicitar a descrição da sessão, que contém o endereço do servidor de VOD, entre outros parâmetros.
- a STB contacta então o servidor de VOD através do endereço obtido anteriormente usando RTSP
  - os dados de áudio e de vídeo são enviados sob RTP, do servidor para a STB.
  - a STB controla o fluxo de informação com os parâmetros RTSP apropriados.



# Sinalização serviços IPTV multicast

---

- não existe interacção directa entre utilizador e servidor, mas apenas entre STB e servidor
- ocorre em serviços em que não existe interactividade, tal como difusão de programação linear de canais de televisão e áudio
- neste tipo de serviços, é atribuído um endereço IP multicast, de modo que o serviço consegue difundir o seu conteúdo para uma audiência alargada
- os clientes (STB) ligam-se a este endereço multicast e através da troca de mensagens de sinalização, conseguem receber os pacotes multicast do canal que pretendem
- é usado o protocolo IGMP (Internet Group Multicast Protocol) como mecanismo de troca destas mensagens de sinalização
- permite controlar a entrega de tráfego multicast em redes IPTV

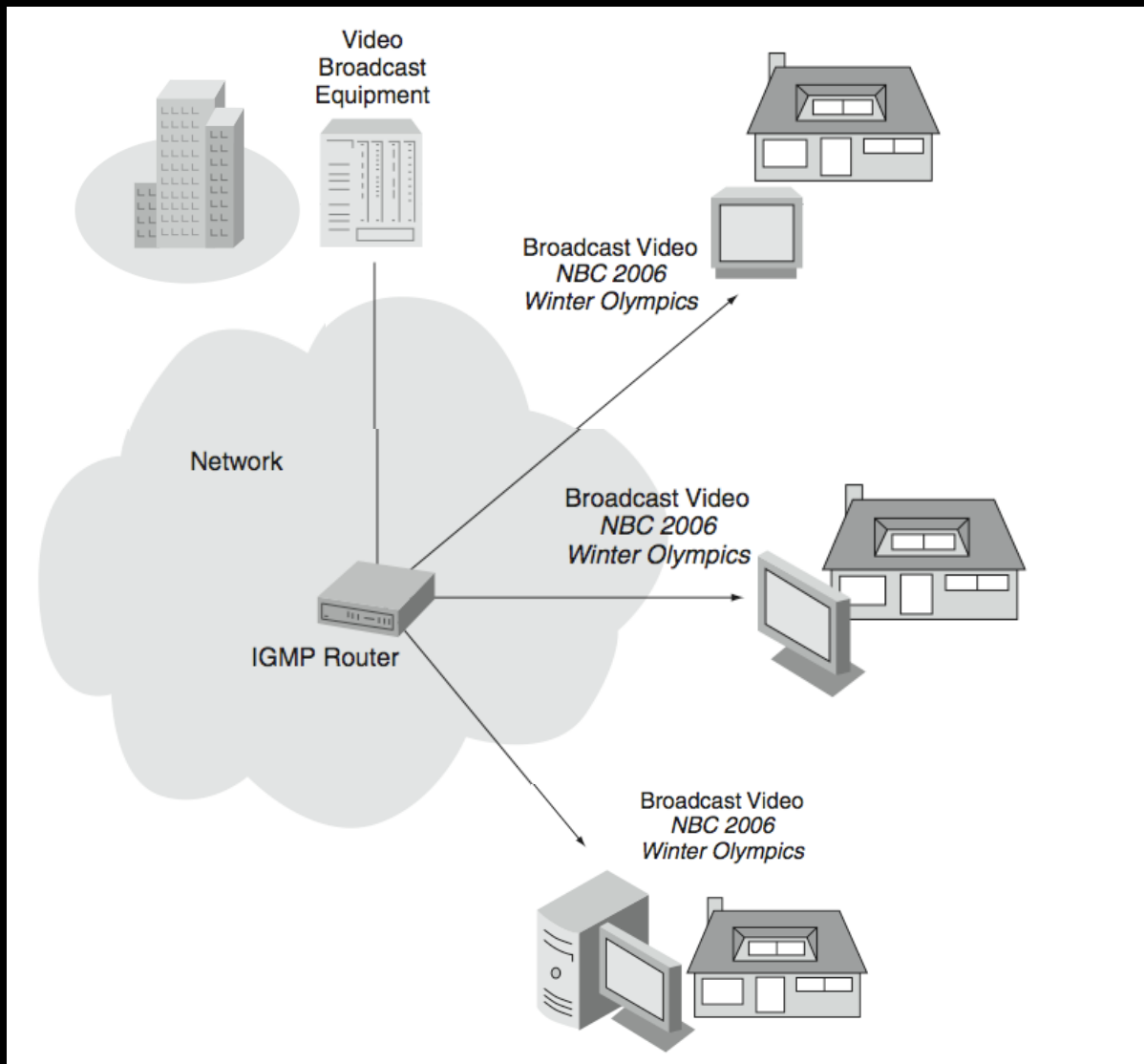


# Sinalização serviços IPTV multicast

- as componentes principais do IGMP são o cliente (a STB), e o router IGMP, também designado de router multicasting
- o cliente envia mensagens para se juntar ou abandonar o grupo, e recebe mensagens de interrogação por parte do router
- o router IGMP processa as mensagens dos clientes para saber a que grupos multicast o cliente deve ser dirigido
- efectua interrogações periódicas para recuperar de condições de erro e verificar os pedidos



# difusão de canais em IPTV usando



exemplo de uma rede IPTV com três clientes a acederem ao mesmo canal difundido usando multicast

cada assinante tem uma sessão multicast activa recebendo o mesmo stream.

nota: retirado de <http://www.xilinx.com/esp/wired/optical/collateral/DSL.pdf>



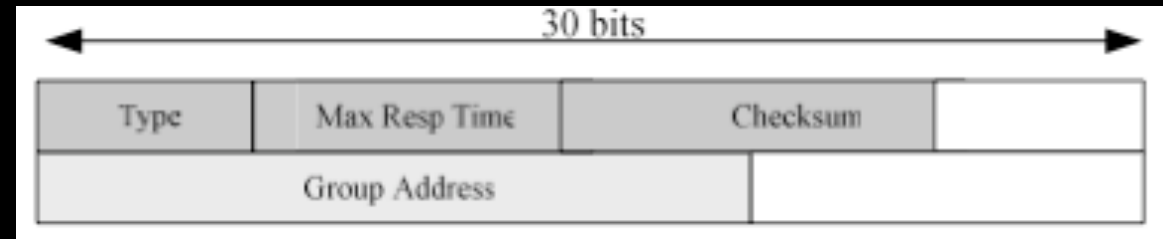
# Sinalização serviços IPTV multicast

- as mensagens IGMP trocadas são:
  - JOIN
    - cliente IGMP indica que se quer juntar a um grupo multicast e tornar-se um membro do grupo, recebendo informação.
  - LEAVE
    - o cliente IGMP indica que não pretende receber informação do grupo multicast.
  - QUERY
    - o router IGMP interroga os clientes acerca dos grupos de que são membros



# Sinalização serviços IPTV multicast

- formato do pacote IGMP
- tipos de pacotes/mensagens
  - Membership Report
    - usado pelo cliente quando se junta (no JOIN) a um grupo ou para responder a interrogações acerca dos membros do grupo. O endereço é 0x16 para esse tipo de pacote
  - Leave Group Message
    - usada pelo cliente para indicar que tenciona abandonar o grupo multicast. O endereço do campo Type é o 0x17.
  - Membership Query
    - enviado por um router multicast para determinar se algum cliente está ligado ao grupo.
- o router usa o endereço 224.0.0.1 para enviar mensagens a todos os clientes multicast
- o cliente usa 224.0.0.2 para enviar mensagens aos routers multicast



# Sinalização serviços IPTV multicast

---

- procedimentos para se aceder a um canal e efectuar troca:
  - Aceder a um novo canal
    - a STB envia uma mensagem do tipo Membership Report (JOIN) destinada ao grupo do canal pretendido
    - o router, após receber esta mensagem, faz o encaminhamento do grupo, de acordo com a interface adequada.
  - Mudar de Canal
    - a STB envia uma mensagem do tipo Leave Group Message (LEAVE) para o endereço do router multicasting 224.0.0.2 com a indicação do grupo que pretende abandonar no campo Group Address
    - o router responde com a mensagem Group-Specific Query (QUERY) para o endereço do grupo, para determinar se algum cliente pretende continuar a receber este grupo específico
    - após abandonar o grupo, a STB pode efectuar novo JOIN, com o endereço multicast do novo canal pretendido.




# Sinalização serviços IPTV multicast

---

- mudar de canal
  - um aspecto muito importante em serviços comerciais, contribuindo para qualidade do serviço, é a latência na comutação entre canais difundidos
  - existem muitos factores/processos que contribuem para o atraso na comutação de canais
    - troca de mensagens IGMP entre a STB e o router IGMP
    - encaminhamento do stream através dos vários equipamentos nos diferentes segmentos de rede (SHE - Super Head End, VHO - Video Hub Office, VSO - Video Serving Office, DNG - Delivery Network Gateway)
    - processamento de informação específica de sistema MPEG2 (tabelas PAT e PMT)
    - chaves de descriptação, buffers de de-jittering, localização de um cabeçalho de sequência de vídeo, descodificação



# Sinalização serviços IPTV multicast

- latência ao mudar de canal 

The diagram shows a horizontal timeline from 0 ms to 1000 ms. Key points are marked: t0 at 0 ms, t1 at approximately 150 ms, t2 at approximately 165 ms, t3 at approximately 215 ms, t4 at approximately 315 ms, t5 at approximately 415 ms, t6 at approximately 715 ms, t7 at approximately 965 ms, and t8 at 1000 ms.
- t0 : instante em que é activada a funcionalidade de mudar de canal
  - o utilizador prime o botão do comando remoto
- t1: atrasos na STB devido ao envio da mensagem LEAVE ( $\pm 150$  ms)
  - a STB tem que avisar o servidor de que não quer continuar a receber o canal em que estava sintonizado; se não enviar esta mensagem, a rede doméstica vai passar a receber mais do que um canal e pode ficar congestionada, perdendo pacotes
- t2: atrasos na STB devido ao envio da mensagem JOIN ( $\pm 15$  ms)
  - se a DNG (Delivery Network Gateway) já tiver o novo stream multicast disponível, este tempo de espera é muito curto; caso contrário terá que o pedir a um router “upstream”
- t3: atrasos de encaminhamento do stream em cada segmento da rede ( $\pm 50$  ms)
- t4: tempo de processamento das tabelas PSI (PAT e PMT) ( $\pm 100$ ms)
- t5: chaves de descriptação quando necessário ( $\pm 100$  ms)
  - este atraso existe apenas se se tratar de um canal com acesso condicionado
- t6: enchimento do buffer de de-jittering ( $\pm 300$  ms)
  - como os dados de vídeo são enviados através de IP, eles chegam em bursts
- t7: atraso para localizar cabeçalho de sequência e iniciar a descodificação ( $\pm 250$  ms)
  - o descodificador necessita de parâmetros do algoritmo enviados no cabeçalho de sequência
- t8: tempo de descodificação da 1ª imagem ( $\pm 35$  ms)

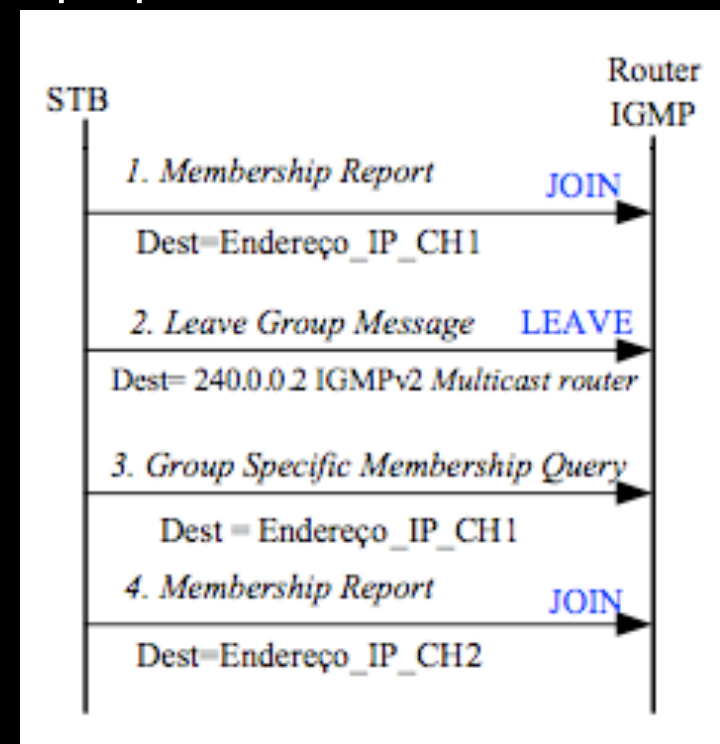
# Sinalização serviços IPTV multicast

- utilização da mensagem “Query”
  - o router envia a mensagem QUERY para todos os clientes com o endereço multicast 224.0.0.1 para determinar que grupos estão a ser usados pelos clientes,
  - se não receber respostas num determinado período de tempo, não enviará mais pacotes do grupo para a rede a que pertence o cliente.

Esta mensagem QUERY é usada para testar condições de erro

ex., a STB está desligada e não foi possível enviar uma mensagem de LEAVE

ou no caso da mensagem de LEAVE se ter perdido



# Dificuldades na implementação de multicast

---

- todos os routers entre a fonte de sinal (o operador) e o destino (a STB em casa do assinante) têm que suportar multicast, isto é, têm que ser "multicast-enabled"
- esses routers interpretam todos os pedidos para aderir ou sair de um grupo ("Join" e "Leave") num dado endereço multicast
- em redes privadas, o operador pode assegurar que todos os routers são "multicast-enabled" permitindo assim implementar serviços multicast
- é o que acontece nas redes IPTV
- no entanto, na Internet, a maioria dos routers não são multicast-enabled, isto é, não interpretam as mensagens IGMP
- a probabilidade de utilizadores Internet receberem tráfego multicast é muito baixa



# next: Research trends

---

- ✿ context-aware content adaptation
  - ✿ adaptation alternatives
  - ✿ adaptation decision approaches
  - ✿ types of context
  - ✿ supportive standards (MPEG-21, W3C-CC/PP)