

O Projecto ATHOC como uma Instância DAVIC

Pedro Carvalho¹, João Bastos¹, Nelson Pacheco da Rocha²

¹CET, ²DETUA/INESC

Resumo- O projecto ATHOC (ATM Applications Over Hybrid Fibre-Coaxial Networks) insere-se no âmbito do programa ACTS (Advanced Communications Technologies & Services) e pretendeu desenvolver um conjunto de tecnologias, equipamentos, serviços e aplicações que culminam com um conjunto de demonstradores pré-comerciais completos. Neste artigo, os sistemas desenvolvidos pelo projecto ATHOC são analisados de acordo com a metodologia DAVIC (Digital Audio-Visual Council), numa perspectiva de construção de uma instância de um sistema DAVIC, capaz de suportar um conjunto de serviços e aplicações também especificadas pelo consórcio DAVIC.

Abstract- ATHOC (ATM Applications Over Hybrid Fibre-Coaxial Networks) is a project within the ACTS (Advanced Communications Technologies & Services) programme that has developed technologies, systems, services and applications that have been integrated in a set of pre-commercial demonstrators. In this paper, the ATHOC systems are analysed accordingly to the DAVIC (Digital Audio-Visual Council) methodology for systems instances development and their capability to support the DAVIC multimedia applications are evaluated.

I. INTRODUÇÃO

O consórcio de Empresas que desenvolve o projecto ATHOC (ATM Applications Over Hybrid Fibre-Coaxial Networks) tomou como ponto de partida para a elaboração do plano de trabalho do projecto a constatação dos seguintes factos:

- Corrente estrangulamento das infra-estruturas Internet existentes, resultante de um número cada vez maior de utilizadores e de uma oferta crescente de serviços e aplicações interactivas baseadas em informação multimédia.
- Crescente exigência de largura de banda bidireccional até às instalações do cliente, residencial ou empresarial.
- Enquanto que ao nível da rede nuclear, a maioria dos fornecedores de serviços Internet tem sabido aumentar regularmente a largura de banda, recorrendo às tecnologias SDH/ATM (Synchronous Digital Hierarchy/Asynchronous Transfer Mode), verifica-se que a rede de acesso é actualmente o ponto de estrangulamento mais difícil de resolver,

dados os investimentos enormes necessários para criar estruturas alternativas de acesso generalizado "em banda larga".

- Existe, portanto, apetência declarada (e não satisfeita) dos consumidores para um conjunto potencialmente muito vasto de serviços e aplicações multimédia interactivos, quer no domínio empresarial quer no residencial. Os estudos existentes indicam que o surgimento real deste mercado está a ser "travado" principalmente pela falta de redes de acesso de banda larga e serviços e aplicações capazes de as explorar, tudo isto oferecido a preços razoáveis.
- Embora se estejam a desenvolver um conjunto de novas técnicas capazes de, utilizando economicamente a actual infra-estrutura de cobre da rede telefónica analógica, fornecer acessos residenciais de maior largura de banda a um custo razoável (as várias técnicas ditas DSL - Digital Subscriber Line [1]), um acesso baseado em técnicas DSL poderá ser um bom acesso para serviço telefónico, Internet e vídeo digital comutado, mas não poderá nunca fornecer 100 ou mais canais de televisão digital em simultâneo, enquanto suporta chamadas telefónicas, serviços multimédia interactivos de banda larga e acesso à Internet.
- As técnicas baseadas na utilização de fibra óptica até às instalações ou residência do cliente ou empresa, tais como FTTH (Fiber to the Home) e FTTC (Fiber to the Curb), estão ainda longe de serem viavelmente económicas fora dos mercados de elevado poder de compra.
- Em muitos países existe já uma rede de distribuição de televisão por cabo, com as características apropriadas para a transmissão de sinais analógicos de banda larga, a qual atinge já mais de metade dos lares, podendo mesmo em alguns países Europeus atingir os 80% a 90% dos lares e pequenas e médias empresas [2].
- Esta rede de Televisão por Cabo analógica poderá servir, a muito curto prazo, como uma rede digital de acesso bidireccional em banda larga, adequada para suportar tanto os serviços tradicionais de telecomunicações como os novos serviços multimédia interactivos, desde que lhe sejam introduzidas um conjunto de alterações tecnológicas adequadas, nomeadamente: capacidade de comunicação

bidireccional; mecanismos de acesso múltiplo ao meio físico partilhado (parte da distribuição em cabo coaxial de cobre); mecanismos de autenticação e privacidade, dada a natureza "promíscua" da rede de meio físico partilhado; possibilidade de suportar qualquer tipo de serviço de telecomunicações e multimédia, através de técnicas de multiplexagem e comutação ATM, até ao terminal do utilizador.

- O sucesso de uma rede para suporte de serviços e aplicações multimédia dependerá da utilização de plataformas generalizadas (normalizadas de facto) de software, hardware e protocolos de comunicação e da disponibilização imediata de um conjunto de aplicações chave capazes de despoletar o surgimento de mercados volumosos ao nível residencial e empresarial.

Partindo das premissas acima expostas, o projecto desenvolveu um conjunto de tecnologias, equipamentos, serviços e aplicações, que culminaram com um conjunto de demonstradores pré-comerciais completos, que decorreram na Alemanha (Stuttgart), Suíça (Zurique), Bélgica (Antuérpia) e Portugal (Aveiro - CET e Lisboa - Expo98), durante a maior parte do ano de 1998.

Os trabalhos de especificação do ATHOC acompanharam sempre muito de perto o desenvolvimento das especificações do consórcio DAVIC (Digital Audio-Visual Council), dado que este era na altura o único órgão "especificador" com visão global e peso institucional nesta área, adoptando directamente ou adaptando as ferramentas especificadas por este consórcio sempre que possível. Por este motivo, o ATHOC pode em muitos aspectos ser considerado como uma instância de um sistema "DAVIC compatível", embora esse não fosse um dos objectivos explícitos do projecto.

II. ABORDAGEM TÉCNICA

Dada a complexidade das soluções a desenvolver e a necessidade de instalar demonstradores numa fase intermédia do projecto, foi adoptada uma abordagem técnica com dois níveis crescentes de desempenho, funcionalidade e complexidade, designados por Fases 1 e 2.

As características principais da Fase 1 foram as seguintes:

- Capacidade de transmissão descendente igual a 34 Mbps, partilhados.
- Capacidade de transmissão ascendente igual a 2 Mbps, partilhados.

Por sua vez, a Fase 2 teve as seguintes características:

- Capacidade de transmissão descendente igual a 3*34 Mbps, partilhados em cada canal de 34 Mbps.
- Capacidade de transmissão ascendente igual a 3*2Mbps, partilhados conjuntamente, em grupos de 3 canais por cada canal descendente de 34 Mbps.

No início do projecto, após análise das várias arquitecturas híbridas (fibra e cabo coaxial de cobre) actuais de redes de televisão por cabo [3], foram

identificados os seguintes requisitos gerais para a solução completa a desenvolver pelo projecto, ou seja, desde a tecnologia de rede até aos serviços e aplicações de validação:

- O sistema deverá incluir mecanismos de comunicação no sentido utilizador-ponto de distribuição (comunicação ascendente) e utilizador-utilizador, uma vez que as redes existentes só permitem a comunicação descendente.
- Deverão ser introduzidos mecanismos de acesso múltiplo, uma vez que a topologia da rede de acesso é do tipo "árvore", com ramos (as partes de distribuição em cabo coaxial de cobre) partilhados entre vários utilizadores. Tornam-se necessárias técnicas de controlo da partilha do meio físico e também de arbitragem no acesso ao mesmo para transmissão de informação.
- Deverão ser introduzidos mecanismos de encriptação de informação, uma vez que os sinais enviados ou recebidos por um dado utilizador são repetidos por todo o troço de cabo de cobre partilhado por vários utilizadores (designado de célula de CATV).
- Toda a informação digital (dos canais ATHOC) deverá ser transmitida utilizando a tecnologia ATM, pois esta é a única com o potencial para suportar todos os tipos de serviços na rede de acesso (desde a telefonia tradicional até aos serviços multimédia de banda larga), facilitando também a integração com a rede nuclear global, tendencialmente baseada em ATM num futuro próximo.
- A transmissão ATM deverá estender-se até ao próprio terminal do cliente, utilizando uma interface normalizada, possibilitando assim a exploração das características intrínsecas da rede ATM (por exemplo, garantia de qualidade de serviço) por parte das aplicações que se executam no cliente.
- Deverão ser utilizadas plataformas normalizadas de hardware, software e protocolos de comunicação para execução das aplicações (o terminal do cliente), como única forma de potenciar um mercado de massas a curto prazo.
- A rede deverá ser capaz de suportar as 19 aplicações nucleares definidas pelo DAVIC [4] e adicionalmente aplicações de Telefonia tradicional (com áudio de alta qualidade) e Tele-Vigilância.
- Se necessário, serão especificadas e desenvolvidas aplicações e conteúdos capazes de validar os conceitos e os equipamentos desenvolvidos pelo projecto.

III. ARQUITECTURA FUNCIONAL

Com base nos requisitos identificados nas especificações do consórcio DAVIC [4], nos resultados do "ATM Forum" sobre redes residenciais de banda larga [3] e nos trabalhos iniciais do grupo de normalização 802.14 do IEEE [5], foi definida, como ponto de partida do projecto,

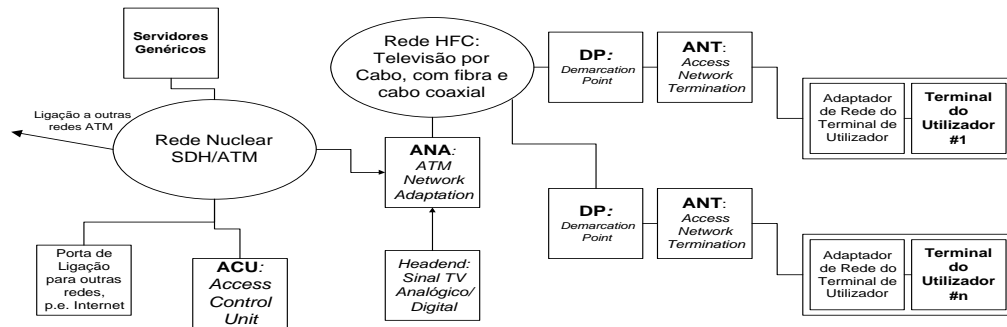


Figura 1 - Arquitectura funcional do sistema ATHOC

uma arquitectura funcional do sistema ATHOC, apresentada na Figura 1.

Relativamente à Figura 1, as funções de cada um dos blocos representados são:

- Rede Nuclear ATM: desempenha as funções de cruzamento ou comutação de VPs (Virtual Paths) ou VCs (Virtual Circuits) ATM, permitindo também a interligação com outras redes ATM, com a Internet (via Porta de Ligação), com servidores genéricos de conteúdos e aplicações e com a ACU (Access Control Unit). As interfaces físicas típicas serão STM-1 (SDH) a 155 Mbps.
- ACU (Access Control Unit): a Unidade de Controlo de Acessos desempenha as funções de configuração e gestão geral do sistema, nomeadamente configuração de arranque de todo o sistema, gestão das ligações de cada sessão de serviços e gestão de utilizadores.
- Servidores Genéricos: servidores genéricos de conteúdos e aplicações que permitem fornecer serviços aos terminais da rede ATHOC, quer sobre ligações ATM nativas quer sobre protocolos TCP/IP.
- Porta de Ligação para outras redes: função de interligação e adaptação de redes, permitindo que qualquer terminal da rede ATHOC tenha acesso aos serviços Internet (com ligações TCP/IP extremo a extremo).
- ANA (Access Network Adapter): o Adaptador de Rede de Acesso, adapta fisicamente a ligação ATM/STM-1 à rede HFC (Hybrid Fiber Coax) de distribuição de televisão por cabo, nos sentidos ascendente e descendente. No sentido descendente, recebe as células das ligações ATM na interface STM-1, encripta-as célula a célula, insere-as numa trama de transporte de banda larga que é modulada e enviada no sentido descendente num canal livre UHF de 8MHz (não utilizado normalmente para distribuição de televisão por cabo). Em contrapartida, no sentido ascendente, recebe os sinais provenientes dos terminais dos utilizadores, modulados em DQPSK (Diferential Quaternary Phase Shift Keying), desmodula-os, descripta as células e envia-as para a rede ATM. Por outro lado, há ainda a considerar várias funções de gestão, nomeadamente o

estabelecimento de um caminho bidireccional de "handshake" que permite à ACU saber se um dado terminal de utilizador foi ligado ou desligado.

- Headend: ponto de distribuição das redes de televisão por cabo tradicionais. Aqui são gerados os sinais em vídeo puro (banda base) após recepção em antenas parabólicas de grandes dimensões ou via fibra óptica, vindas de um produtor ou distribuidor de conteúdos. Os sinais de vídeo obtidos são modulados e misturados com os canais digitais ATHOC gerados pelo ANA, convertidos para o domínio óptico e transmitidos no mesmo meio físico (fibra óptica) até ao terminador óptico da rede HFC (BONT-Broadband Optical Network Terminator), a partir do qual se faz a distribuição em cabo coaxial de cobre.
- Bloco "rede HFC": representa uma rede vulgar, normalmente utilizada pelos operadores de TV por cabo, constituída por troços de fibra óptica interligando o ponto de injeção do sinal de televisão (normalmente designado por headend) e um nodo óptico (BONT - Broadband Optical Network Terminator), a partir do qual a distribuição é feita em troços de cabo coaxial de cobre, assumindo topologias de árvore-ramo, estrela ou bus. As suas funções consistem em transportar os sinais de televisão (analógicos ou digitais) do headend até ao cliente, e transportar nos dois sentidos a informação digital específica da rede ATHOC. Em uma rede HFC com tecnologia ATHOC, entre o headend e a ligação de fibra óptica será inserido um ANA.
- ANT (Access Network Terminator): o Terminador da Rede de Acesso termina a rede HFC nas instalações do cliente, fornecendo uma interface física eléctrica bi-direccional para cabo coaxial e uma interface física ATM normalizada, também eléctrica, para o terminal do utilizador. As suas funções principais são: sintonizar e desmodular o canal digital descendente de banda larga do ATHOC, modulado em QAM (Quadrature Amplitude Modulation); sincronizar-se com a trama física de transporte de informação digital, detectar e corrigir erros, extrair as células ATM da trama, descriptá-las e entregá-las ao terminal do utilizador; o sentido ascendente, receber

as células ATM do terminal do utilizador, encriptá-las, gerar uma trama adequada, modular o canal ascendente e enviar a trama para o ANA, que recuperará as células ATM; apresentar ao terminal do utilizador uma interface ATM normalizada, de modo a que se possa ligar a este qualquer equipamento com o mesmo tipo de interface.

- DP (Demarcation Point): o Ponto de Demarcação estabelece a fronteira entre a rede HFC e o equipamento terminal do assinante. Nos casos de distribuição em grandes edifícios, este equipamento poderá ser activo.
- Adaptador de Rede do Terminal do Utilizador: adaptador ATM normalizado para PCs (por exemplo, buses ISA, EISA ou PCI), estações de trabalho UNIX (por exemplo, buses S-BUS, VME, EISA), ou outro tipo de equipamento terminal.
- Terminal do Utilizador: terminal do tipo PC. No entanto, o projecto não exclui qualquer tipo de terminal, desde que possua a interface ATM adequada.

IV. ASPECTOS DE IMPLEMENTAÇÃO

Para além da definição de uma arquitectura funcional, houve a necessidade de realizar um conjunto numeroso de opções das quais destacamos a estrutura dos canais de rádio-freqüência, uma interface normalizada e as plataformas de software e protocolos de alto nível.

A. Estrutura dos Canais de Rádio-freqüência

Relativamente à estruturação dos canais RF ascendente e descendente no espectro disponível na rede HFC, duas hipóteses se colocaram e foram discutidas: estrutura fora da banda (Out-of-Band) e estrutura dentro da banda (In-Band).

Na estrutura fora da banda, os sinais destinados a um mesmo terminal são transportados em dois canais de RF diferentes: o canal HFC-Descendente e o Canal HFC de banda larga. As células ATM das ligações de utilizador (informação de utilizador) são transportadas no canal de banda larga, enquanto que o canal HFC-Descendente é utilizado para funções específicas de gestão e sinalização (por exemplo, sinalização de chamada e ligação ATM). Num sistema fora da banda, todos os utilizadores que transmitam informação num dado canal ascendente (HFC-Ascendente), têm um segundo receptor sintonizado num mesmo canal descendente, de tal modo que a trama do canal HFC-Descendente serve como meio de sincronização dos períodos de transmissão de cada terminal no sentido ascendente. O acesso ao canal ascendente é autorizado através do envio de uma "autorização de transmissão" no canal HFC-Descendente comum a todos os utilizadores.

Na estrutura dentro da banda, todos os sinais e fluxos de informação destinados a um dado terminal de utilizador são transportados no mesmo canal HFC de Banda Larga,

não existindo portanto o canal HFC-Descendente. A informação de sincronização para a transmissão no canal ascendente é extraída também na trama do canal descendente de banda larga.

O projecto ATHOC escolheu inicialmente a estrutura fora da banda, dado ter sido esta a adoptada pelo DAVIC em 1995 (versão 1.0 das especificações). Mais tarde (1996) o grupo IEEE 802.14 veio a escolher a estrutura de canais dentro da Banda, seguido pelo DAVIC (versão 1.2), levando a que o projecto acabasse também por adoptar esta estrutura para os demonstradores, dada a fase preliminar em que se encontrava o desenvolvimento.

B. Interface Normalizada

Dado que um dos requisitos fundamentais era a criação de uma solução ATM extremo-a-extremo, tornou-se necessário seleccionar uma interface ATM normalizada para o bloco de interface com o terminal do cliente (o ANT da Figura 1). As interfaces consideradas foram a STM-1 de 155Mbps (fibra óptica, hierarquia SDH), a TAXI de 100 Mbps (fibra óptica, interface físico das redes FDDI – Fiber Distributed Data Interface) e a recente interface de 25.6 Mbps em cabos de cobre, adoptada pelo ATM Forum.

Por razões de custo e disponibilidade para PCs, foi escolhido a interface normalizada ATM a 25.6 Mbps sobre cabos de cobre [6]. Além disso, esta interface existe também para estações de trabalho UNIX e oferece um desempenho adequado nos dois sentidos da rede HFC. Embora a velocidade de transmissão líquida (células ATM) no sentido descendente possa atingir os 34 Mbps, não é razoável imaginar que um só utilizador pudesse utilizar toda a largura de banda disponível.

C. Plataformas de Software e Protocolos de Alto Nível

Relativamente aos terminais do utilizador, tornava-se necessário escolher uma plataforma normalizada de software (sistema operativo) capaz de suportar as aplicações dos demonstradores. Dadas as diferentes origens dos parceiros do projecto, foram avaliadas as plataformas Windows NT, Windows 95 e UNIX, tendo todas elas consideradas adequadas como terminais de utilizador ATHOC. No entanto, considerando a vocação residencial e PME (Pequena e Média Empresa) das redes HFC, e também a necessidade de suportar a API (Application Program Interface) Winsockets v2.0 (com suporte para transporte ATM) foi escolhida a plataforma Windows/95 como plataforma de software cliente principal do projecto.

Relativamente à escolha dos protocolos adequados para as camadas média e alta (acima da camada ATM/AAL5 - ATM Adaptation Layer 5), embora a escolha óbvia fosse a utilização directa da camada AAL5 dos protocolos ATM, tirando todo o partido da tecnologia ATM, o projecto tinha como objectivo de curto prazo a construção de um demonstrador, com aplicações e conteúdos

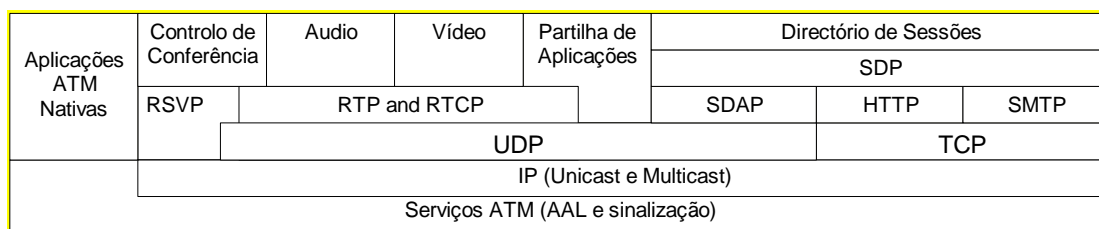


Figura 2 - Protocolos das Camadas Média e Alta - Arquitectura de Referência

passíveis de serem utilizados por utilizadores reais. Assim sendo, as únicas aplicações que se poderiam desenvolver ou adaptar rapidamente eram as baseadas em protocolos TCP/IP. Assim, o projecto decidiu que os terminais cliente (PCs) deveriam ser capazes de suportar tanto aplicações nativas ATM (directamente sobre a camada AAL5, via uma API adequada) como aplicações padrão, correndo sobre protocolos TCP/IP, por sua vez transportados sobre ligações virtuais ATM. Esta abordagem permitiria a rápida introdução de serviços e aplicações e uma fácil ligação à Internet, não anulando as hipóteses de desenvolvimento de aplicações inovadoras, capazes de explorar directamente a camada ATM. A arquitectura de referência dos protocolos das camadas média e alta adoptados pelo projecto está representada na Figura 2.

Um problema importante com que o projecto se deparou foi a necessidade de sinalização ATM ao nível da UNI (User to Network Interface), com a consequente capacidade de a rede proporcionar serviços baseado em circuitos virtuais comutados ATM (SVC - Switched Virtual Circuits). Dada a complexidade adicional, ao nível da rede HFC, do ANA e do ANT, que seria introduzida pelo disponibilização dos protocolos de sinalização ATM, optou-se pelo não fornecimento das funções de sinalização na UNI e NNI (Network to Network Interface) na Fase 1 do demonstrador do projecto. Assim sendo, na Fase 1, a filosofia de comutação e multiplexagem é baseada apenas na utilização de VPCs ATM (Virtual Path Connections), sendo utilizado um par VPI.VCI (Virtual Path Identifier.Virtual Channel Identifier) para cada ligação lógica do terminal de utilizador, configurado estaticamente durante a instalação do terminal. Todas as funções de comunicação utilizador a utilizador e utilizador-servidores em ATM nativo serão resolvidas por cruzamentos estático (cross connecting) na rede nuclear onde se liga o ANA.

Relativamente ao envio de pacotes IP sobre redes ATM, uma vez que foi tomada a decisão de apenas implementar ligações do tipo VPC na Fase 1 do demonstrador, a única alternativa normalizada e capaz de se adaptar a este ambiente era o método conhecido por "IP clássico sobre ATM" (IETF RFC 1577 - Classical IP and ARP Over ATM [7]). No entanto, o método descrito em [7] prevê a utilização de uma rede com sinalização, capaz de estabelecer circuitos virtuais comutados (SVCs), e de um

servidor de ARP (Address Resolution Protocol), capaz de fornecer a um terminal o mapeamento entre o endereço IP de outro terminal e o seu endereço ATM, situação que, numa rede do tipo Ethernet, é resolvida por simples difusão de uma mensagem ARP, à qual o terminal destino responde com o seu endereço MAC Ethernet.

Uma vez que, como vimos acima, no demonstrador da Fase 1 não existe a funcionalidade de SVCs, o ATHOC adoptou uma configuração de rede IP sobre ATM compatível com [7], mas sem necessidade de um servidor ARP nem de circuitos virtuais comutados. A solução adoptada baseia-se na utilização de um router IP para estabelecer o encaminhamento e comutação dentro da própria sub-rede lógica IP (LIS - Logical IP Sub-net) constituída pelos terminais ATHOC. Cada terminal configura um só VPC bi-direccional (par VPI.VCI) de si para um router ligado à rede nuclear ATM. Esse router recebe os pacotes IP de todos os terminais e, por encaminhamento estático, envia o pacote IP para o terminal destino via VPC adequado ou, caso o pacote se destine ao exterior da LIS ATHOC, envia-o para a Internet. O encaminhamento de todos os VPCs tem que ser configurado, também estaticamente, nos ANTs e no ANA.

No caso de um cliente pretender aceder a um servidor IP directamente ligado na rede nuclear ATM, pode fazê-lo estabelecendo um mapeamento directo entre o VPC, pré estabelecido na rede, e o endereço IP do servidor. Por outro lado poderá fazê-lo também recorrendo aos serviços do router.

A solução adoptada não só se revelou simples de implementar e eficaz, como também extremamente económica, uma vez que seria sempre necessário um router para ligar a rede IP do ATHOC à Internet. Finalmente, a solução é totalmente compatível com a introdução de sinalização e SVCs, prevista para o demonstrador da Fase 2.

V. ANÁLISE DO SISTEMA ATHOC COMO UMA INSTÂNCIA DAVIC

Nesta secção apresenta-se o resultado simplificado da aplicação da metodologia de especificação de uma instância DAVIC [8], ao demonstrador do ATHOC. Este trabalho foi realizado durante o projecto, com o objectivo

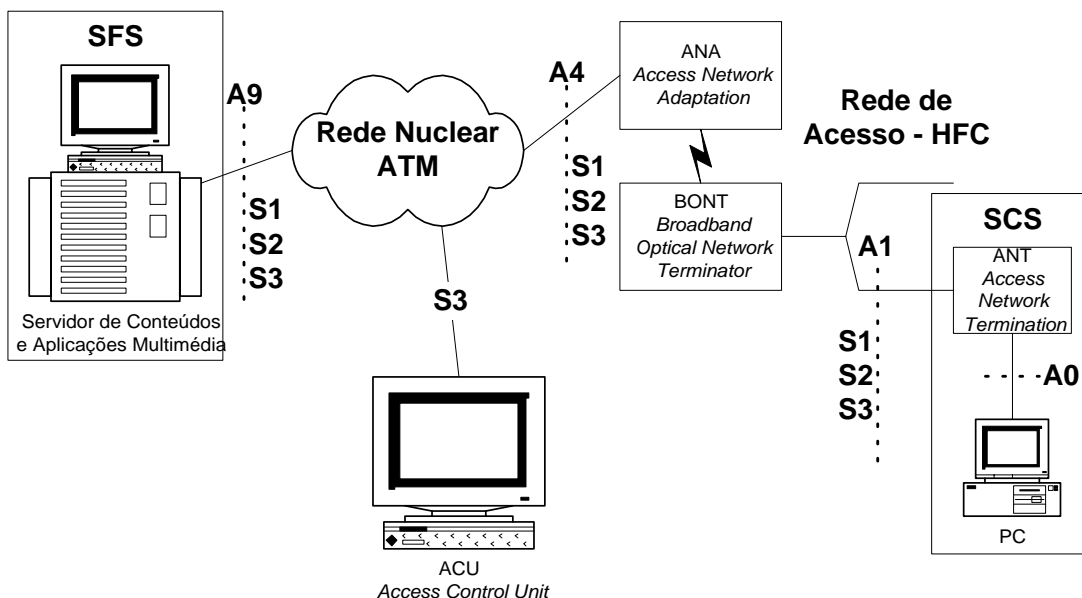


Figura 3 - O Modelo Estático DAVIC da "Instância ATHOC"

de especificar os serviços e aplicações que seriam oferecidos nos demonstradores do ATHOC.

A. Modelo Estático

Numa primeira fase, tentou-se obter um modelo estático do sistema DAVIC/ATHOC. Para a obtenção desse modelo, partiu-se do MRSD (Modelo de Referência de Sistemas DAVIC) e mapeou-se cada entidade da rede física do ATHOC nas entidades principais do MRSD, nomeadamente o Sistema do Fornecedor de Serviços (SFS) e o Sistema do Consumidor de Serviços (SCS). Essas entidades são interligadas pelo sistema de transporte SFS-SCS, dividido em Rede Nuclear e Rede de Acesso. O resultado desse trabalho é apresentado na Figura 3.

B. Modelo Dinâmico

O modelo dinâmico do demonstrador ATHOC é representável por um cenário físico [9] correspondente à utilização de uma rede ATM sem estabelecimento automático de circuitos (SVC), sendo as ligações virtuais (PVC - Permanent Virtual Circuits) configuradas estaticamente na inicialização do sistema. A função "Gestor de Recursos de Ligação" deste cenário reside na rede nuclear, em conjunto com a função de controlo de sessões ("ses rede"), com a sua funcionalidade distribuída entre o ANA e o ACU do ATHOC. As entidades "Esgoto de Conteúdos", "Controlo Extremo-a-Extremo" e "Ses" do lado do SCS residirão no terminal ATHOC (Computador

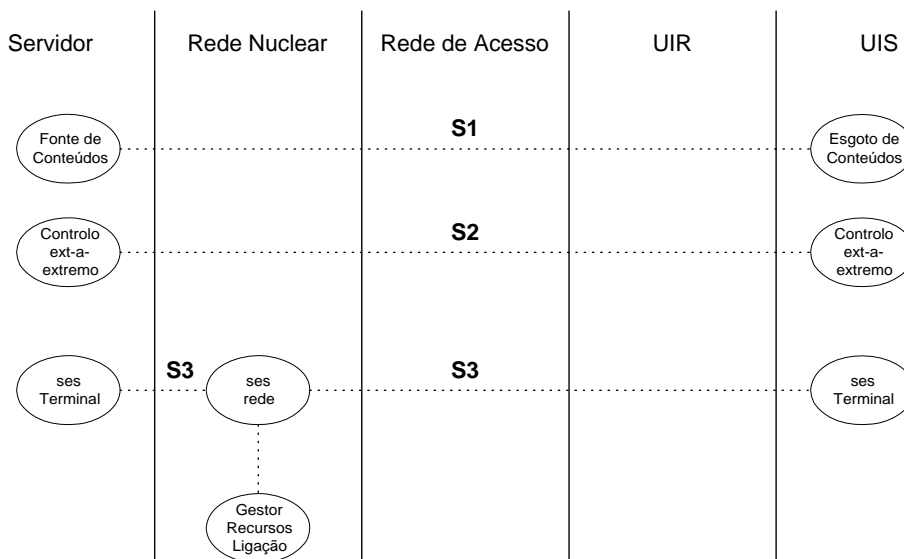


Figura 4 - Cenário físico dinâmico da "instância DAVIC/ATHOC"

peçoal), enquanto que as entidades correspondentes do lado do SFS residirão nos servidores de conteúdos e aplicações multimédia.

Na Figura 4 representa-se o cenário físico DAVIC correspondente à rede do ATHOC. Note-se a inexistência do fluxo de controlo das chamadas e ligações de rede (S4), dado que não existe sinalização de estabelecimento e libertação de ligações ATM.

C. Protocolos

Na Figura 5 apresenta-se um possível diagrama de protocolos do sistema ATHOC, de acordo com a filosofia da especificações DAVIC [9]. É importante notar que na sua configuração de base, a rede ATHOC apenas fornece conectividade ATM, baseada em ligações do tipo VPC e IP, baseada em IP clássico sobre ATM [7]. No entanto, seria relativamente simples de integrar no servidor e no cliente ATHOC os protocolos DSM-CC (Digital Storage Media Command and Control), OMG-UNO (Object Management Group - Universal Network Object), multiplexers/demultiplexers e descodificador de fluxos MPEG-2 (Moving Picture Expert Group). Por outro lado, seria necessário implementar o sistema GRL (Gestor de Recursos de Ligação), cuja funcionalidade seria distribuída pelo ANA e pelo ACU.

D. Pontos de Referência

Na Figura 3 são também representados os pontos de referência e os fluxos de informação DAVIC da instância ATHOC, de acordo com a decomposição da partição P2 do modelo MRSD [8]. Foram identificados os seguintes pontos de referência:

- A0 - Entre o terminal de utilizador do ATHOC (PC) e o ANT, correspondente ao ponto de referência entre a UIR (Unidade de Interface de Rede) e a UIS (Unidade de Interface de Serviços) do DAVIC.
- A1 - Entre a rede de acesso em cabo coaxial de cobre e o ANT do ATHOC, correspondente ao bloco UIR (Unidade de Interface de Rede) da arquitectura DAVIC.
- A4 - Entre a rede nuclear ATM e o ANA do ATHOC, correspondente ao ponto de referência entre a rede nuclear e a rede de acesso na arquitectura DAVIC.
- A9 - Entre os servidores de conteúdos e aplicações do ATHOC e a rede nuclear ATM, correspondente, no DAVIC, ao ponto de referência entre o SFS (Sistema do Fornecedor de Serviços) e o sistema de transporte SFS-SCS.

Em todos estes pontos de referência, apenas se identificam os fluxos de informação S1 (conteúdos), S2 (controlo das aplicações) e S3 (controlo das sessões). O fluxo S4 (controlo da rede) não existe, dado que não existe sinalização ATM.

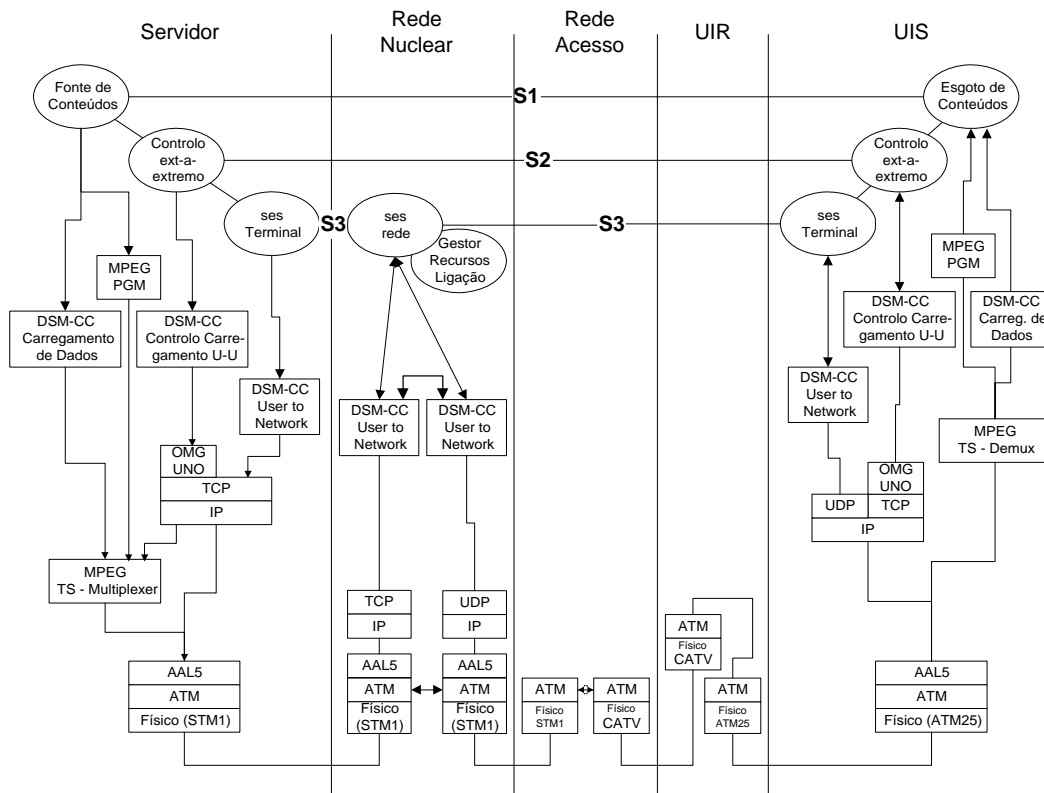


Figura 5 - Diagrama de Protocolos da Instância DAVIC

E. Funcionalidades do Sistema

Para que pudesse ser tratado como um sistema "DAVIC compatível" a plataforma do demonstrador ATHOC deveria dispor do conjunto de funcionalidades consideradas nucleares pelo DAVIC, nomeadamente:

- Transporte de Bits (Bit Transport) - Assegurado.
- Sessão (Session) - Assegurado desde que sejam introduzidos os protocolos DSM-CC User-to-Network no terminal (PC) e na rede, nos módulos ANA e ACU).
- Controlo de Acessos (Access Control) - Existente no ACU. Esta funcionalidade poderá ser aumentada no servidor de aplicações e conteúdos.
- Navegação, Selecção de Programas e Escolha (Navigation, Program Selection and Choice) - Implementável através de servidores e clientes WWW acrescidos de código (CGI e Java). Nunca foi considerada a hipótese da introdução de um motor MHEG-5.
- Lançamento de Aplicações (Application Launch) - Realizável por DSM-CC ou código Java.
- Elos de Sincronização de Media (Media Synchronization Links) - Realizável por HTML (Hypertext Markup Language) e Java. Não foi considerada a utilização de MHEG-5 (Multimedia and Hypermedia Experts Group).
- Controlo da Aplicação (Application Control) - Realizável por HTML e Java.
- Controlo da Apresentação (Presentation Control) - Realizável por código Java.
- Dados de Utilização (Usage Data) - Implementado na ACU. Pode ser aumentado no servidor de aplicações e conteúdos.
- Perfil do Utilizador (User Profile) - Implementado na ACU. Pode ser refinado no servidor de aplicações e conteúdos.
- Rede Doméstica (Home Network) - Possível utilização de um comutador ATM a 25 Mbps.

V. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS DE EVOLUÇÃO

O projecto ATHOC está a ser bem sucedido na prova de que uma rede HFC é uma rede de acesso de banda larga perfeitamente adequada para suportar serviços e aplicações multimédia sobre ATM, proporcionando uma

alternativa económica e mais genérica do que outras tecnologias, tais como xDSL, FTTH ou FTTC, em zonas onde a base instalada de redes de TV por cabo é significativa.

As especificações DAVIC cumpriram perfeitamente o seu papel ao funcionar como recurso inspirador tecnológico fundamental para a 1ª fase do projecto ATHOC, quer nos trabalhos de infraestrutura quer nos de serviços e aplicações, podendo-se dizer que a infraestrutura de comunicação desenvolvida está em grande parte de acordo com o DAVIC. Ao nível das aplicações, a influência Internet foi mais forte e todas acabaram por utilizar o transporte de IP sobre ATM, seguindo de algum modo as tendências actuais da tecnologia.

No entanto, a utilização de protocolos TCP/IP permite encarar o domínio fechado da rede ATHOC como uma intranet e interligá-la facilmente com o domínio global Internet, ao contrário da utilização directa da camada ATM, nas quais a interligação com redes "não ATM" é tecnologicamente mais complexa.

REFERÊNCIAS

- [1] "IEEE Network", Artigos da Série "Broadband Data Services over Residential Access Networks", Janeiro/Fevereiro 1997.
- [2] "MULTIMEDIA: Strategic Implications for Telecoms Operators", Paul Knot, Analysys Publications, Setembro 1997.
- [3] "Description of Overall Concept for ATM Connectivity on Hybrid-Fiber Coax /Cable -TV Networks with Upstream Access up to 2 Mbit/s", ATHOC Report D0101, Setembro de 1997.
- [4] "DAVIC - The Digital Audio and Video Consortium - Version 1.3 Specifications: Part 1 - Description of DAVIC Functionalities", Setembro de 1997.
- [5] "IEEE Project 802.14/a, Cable-TV Access Method and Physical Layer Specification", Draft 2 / Revision 2, 1997.
- [6] "Physical Interface Specification for 25.6 Mb/s over Twisted Pair Cable", The ATM Forum, documento af-phy-0040.000 de 7 de Novembro de 1995.
- [7] IETF RFC1577, "Classical IP and ARP over ATM", 1993.
- [8] "O Modelo DAVIC (Digital Audio and Video Council)", Pedro Carvalho, Nelson Pacheco da Rocha, Revista do DETUA, Vol. 2, nº4, Janeiro 1999.
- [9] "DAVIC - The Digital Audio and Video Consortium - Version 1.3 Specifications: Part 12 - System Dynamics, Scenarios and Protocol Requirements" Setembro de 1997.