

Como funciona o sinal DSL

INTRODUÇÃO:

A Linha Digital de Assinante, conhecida por DSL, do inglês *Digital Subscriber Line*, é uma tecnologia que permite a transmissão de dados, inclusive Internet, em alta velocidade, utilizando uma linha telefônica normal.

O tipo mais comum de DSL é o ADSL (*Asymmetric DSL*), que converte a tecnologia do par trançado em uma via de acesso de alta velocidade para aplicações multimídia e transferência de dados. A tecnologia ADSL modifica a linha telefônica tradicional, permitindo a transferência de dados em alta velocidade ao mesmo tempo em que se estabelece uma conversação telefônica no mesmo par de fios.

Muitas são as variações de xDSL, mas a modalidade da tecnologia DSL que prevalece nas operadoras de telecomunicações é a ADSL e suas evoluções (ADSL2, ADSL2+) (ver tabela abaixo), pois leva em consideração o fato de que as aplicações utilizadas pelos usuários exigem muito mais banda de download (sentido Internet – usuário) que *upload* (sentido usuário - Internet). A este fato, deve-se a tecnologia também ser denominada assimétrica. Desta forma vamos nos referir mais especificamente ao ADSL e suas evoluções a partir deste ponto.

Tabela 2.1: Variações da Tecnologia DSL

	2 ou 4 fios simétrico	Dados e POTS compartilhado	Modulação	Taxa de Bit X Distância
IDSL	2 fios simétrico	Não	2B1Q (4B3T)	160 kbps (2B+d+cabeçalho) até 5,5 km
HDSL	4 fios simétrico	Não	2B1Q ou CAP	1,544 Mbps até 3,6 km (784kbps por par)
SDSL	2 fios simétrico	Não	2B1Q ou CAP	64kbps a 2,3Mbps até 5,5km
ADSL	2 fios simétrico	Sim	DMT (Full Era ou G. Lite)	1,5Mbps/64kbps até 5,5km 6Mbps / 640 kbps até 2,7km
ADSL2 & ADSL2+	2 fios simétrico	Sim	DMT (Full Era ou G. Lite)	melhora taxa e alcance comparado ao DSL atingindo até 25Mbps
HDSL2	2 fios simétrico	Não	TC PAM	1,544 Mbps até 3,6 km
SHDSL	2 fios simétrico	Não	TC PAM	Até 2,32 Mbps
VDSL	2 fios simétrico	Sim	QM ou DMT	13Mbps, 26Mbps 52Mbps download para 1,4km, 0,9km e 0,3km respectivamente e 1,5Mbps a 26Mbps upload

Variações da Tecnologia/Família xDSL

ADSL e ADSL2+

O ADSL2 (ITU G.992.3 e G.992.4) apresenta novas características e funcionalidades que têm o objetivo de melhorar o desempenho e a interoperabilidade, e adiciona suporte para novas aplicações e serviços, e para novas formas de implementação dos serviços. Entre as novas características oferecidas podem-se

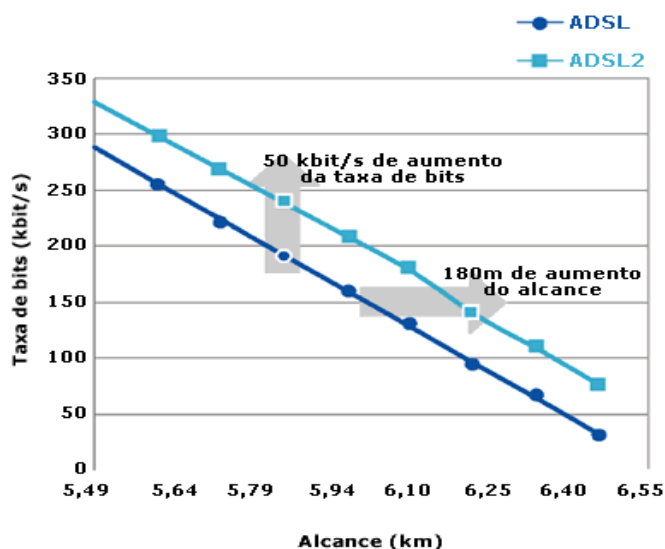
destacar as melhorias na taxa de bits e na distancia do enlace, o ajuste adaptativo de taxa de bits, as novas facilidades de diagnóstico, e a nova modalidade *stand-by* para o controle do uso de energia.

O ADSL2+ (ITU G.992.5) duplica a largura da banda usada para a transmissão de dados *downstream*, duplicando também as taxas de bits *downstream*, e conseguindo taxas de até 20 Mbit/s em linhas telefônicas com distâncias de até 1,5 km. As soluções que usam o ADSL2+ geralmente são do tipo multimodo, ou seja, permitem operação conjunta, na mesma infra-estrutura, do ADSL, do ADSL2, e também dos *Chipsets* ADSL2+.

Standard name	Common name	Downstream rate	Upstream rate
ANSI T1.413-1998 Issue 2	ADSL	8 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.1	ADSL (G.DMT)	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex A	ADSL over POTS	12 Mbit/s	1.3 Mbit/s
ITU G.992.1 Annex B	ADSL over ISDN (IDSL)	12 Mbit/s	1.8 Mbit/s
ITU G.992.2	ADSL Lite (G.Lite)	1.5 Mbit/s	0.5 Mbit/s
ITU G.992.3/4	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex J	ADSL2	12 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.3 Annex L ^[2]	RE-ADSL2	5 Mbit/s	0.8 Mbit/s
ITU G.992.5	ADSL2+	24 Mbit/s	1.0 Mbit/s
ITU G.992.5 Annex M	ADSL2+M	24 Mbit/s	3.5 Mbit/s

Variações de ADSL

A figura a seguir mostra a taxa de bits e o alcance do ADSL2 em comparação com o ADSL. Em linhas telefônicas com enlaces longos, o ADSL2 permite um aumento da taxa bits de 50 kbit/s para os fluxos upstream e *downstream*, o que representa um aumento significativo para os assinantes. Este aumento da taxa de bits resulta num aumento no alcance de aproximadamente 180 m, que se traduz num aumento na área da cobertura de aproximadamente 6%, ou de 6,5 km².



Comparação entre o ADSL e ADSL2 (taxa de bits e alcance)

Quando você se conecta à Internet, pode fazê-lo por meio de um modem comum, de uma conexão à rede de área local (LAN) de seu escritório, por meio de um modem a cabo ou de uma conexão por linha de assinante digital (DSL).



Pelo fio: Na outra ponta do fio existe outro modem ADSL localizado na central. Este modem também tem um "POTS splitter" que separa a voz dos dados.

Chamadas de telefone: Chamadas de voz são roteadas para a rede de comutação de circuitos (PSTN – *Public Switched Telephone Network*) e procede pelo seu caminho como de costume.

Pedidos de dados: Dados que vem de seu PC passam do modem ADSL ao multiplexador de acesso à linha de assinante digital (DSLAM). O DSLAM une muitas linhas ADSLs em uma única linha ATM de alta velocidade.

De volta para você: Os dados requeridos anteriormente da internet são roteados de volta através do DSLAM e chegando novamente ao seu PC.

Eis algumas vantagens da DSL:

- Você pode manter sua conexão à Internet aberta e ainda usar a linha telefônica para chamadas de voz;
- A velocidade é muito maior do que a de um modem comum;
- A conexão DSL não requer necessariamente uma fiação nova: ela pode usar a linha telefônica já existente;

- A companhia que oferece o serviço DSL geralmente fornecerá o modem como parte da instalação.

Mas há algumas desvantagens:

- Uma conexão DSL funciona melhor quando você está mais próximo da estação de operação do provedor;
- A conexão é mais rápida para o recebimento do que para o envio de dados para a Internet;
- O serviço não está disponível em qualquer lugar.

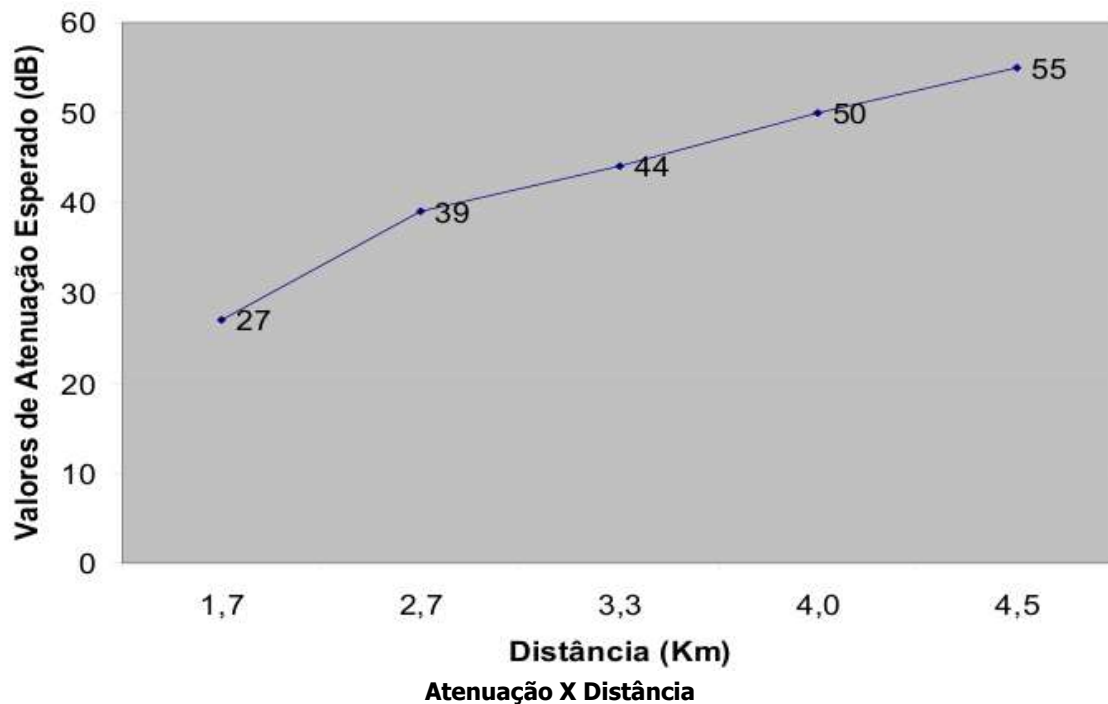
Linhas telefônicas

Uma instalação telefônica padrão consiste de um par de fios de cobre que a companhia telefônica instala em sua casa. Os fios de cobre têm muito espaço para transmitir mais do que suas conversas telefônicas: eles são capazes de manipular uma largura de banda ou faixa de frequência muito maior do que a necessária para a voz. A tecnologia DSL explora essa "capacidade extra" para transmitir informações no fio sem perturbar a capacidade da linha para transmitir conversações. O plano todo se baseia na utilização de frequências particulares para tarefas específicas.

Para compreender a DSL, primeiro você precisa saber algumas coisas a respeito de uma linha telefônica normal: o tipo que os profissionais chamam de POTS (*Plain Old Telephone Service*), o serviço telefônico convencional. Uma das maneiras como o POTS utiliza a maioria dos fios e equipamentos da companhia telefônica é por meio da limitação das frequências que os comutadores, telefones e outro equipamentos irão transmitir. A voz humana, em tons de conversação normal, pode ser transmitida em uma faixa de frequência de 0 a 3.400 Hertz . Essa faixa de frequência é minúscula. Por exemplo, compare isso com a faixa da maioria dos alto-falantes estéreos, que cobrem aproximadamente de 20 a 20 mil Hertz. E os próprios fios têm o potencial de manipular frequências de até vários milhões de Hertz na maioria dos casos.

Limitações de distância: Atenuação de linha

O benefício exato que você verá dependerá, em grande parte, da distância a que se encontra da central de operação da companhia provedora do serviço ADSL. A ADSL é uma tecnologia sensível à distância: à medida que o comprimento da conexão aumenta, a qualidade do sinal e a velocidade da conexão diminuem. O limite para o serviço ADSL é de 5.460 metros. Nos extremos dos limites de distância, os clientes ADSL podem perceber velocidades muito abaixo das máximas prometidas, ao passo que os clientes mais próximos da central de operação possuem conexões mais rápidas e podem obter velocidades extremamente altas no futuro.



Mesmo que você saiba onde fica sua central de operação (não se admire se não saber, as companhias telefônicas não divulgam esses locais), olhar um mapa não dá nenhuma garantia da distância que um sinal viaja entre sua casa e a central. A atenuação de linha é o valor medido que representa o quanto o sinal degradou do ponto emissor ao ponto receptor. O valor da atenuação é diretamente proporcional a degradação do sinal.

A própria distância máxima permitida vai variar de acordo com os seguintes critérios:

- Bitola dos cabos;
- Tipo de isolamento;
- Existência de paralelos na rede
- Idade dos cabos;
- Qualidade das emendas e conexões

Além disto, o máximo alcance vai depender da velocidade configurada no DSLAM

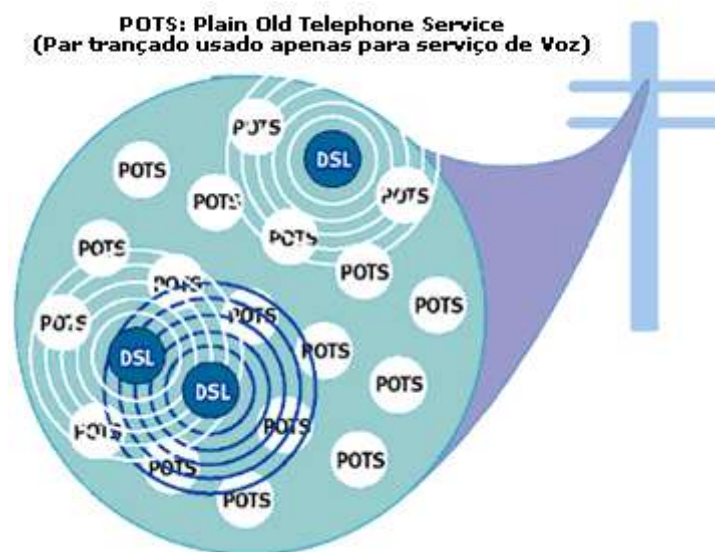
Limitações de distância: Relação Sinal Ruído (SNR)

Relação Sinal-Ruído ou Razão-Sinal-Ruído (frequentemente abreviada por S/N ou SNR, do inglês, *signal-to-noise ratio*) é um conceito de engenharia elétrica, também usado em diversos outros campos que envolvem medidas de um sinal em meio ruidoso, definido como a razão da potência de um sinal e a potência do ruído sobreposto ao sinal.

Em termos menos técnicos, a relação sinal-ruído compara o nível de um sinal desejado (música, por exemplo) com o nível do ruído de fundo. Quanto mais alto for a relação sinal-ruído, menor é o efeito do ruído de fundo sobre a detecção ou medição do sinal.

Limitações de distância: "*Crosstalk*" (ruído cruzado)

Os pares telefônicos são "empacotados" em cabos multipares que contêm 25 ou mais pares trançados de fios de cobre. Como consequência, os sinais elétricos de um par podem exercer uma interferência eletromagnética em pares adjacentes do cabo. Este fenômeno é conhecido como "*crosstalk*" e pode impedir que o ADSL use a taxa de bits configurada.



"Crosstalk" provocado em pares adjacentes de um cabo telefônico

Como consequência, alterações de níveis de "*crosstalk*" no cabo podem fazer com que uma conexão ADSL fique inativa. O "*crosstalk*" é apenas um dos motivos que podem fazer com que uma conexão ADSL fique inativa. Outros motivos são: distúrbios provocados por interferências de rádios AM, mudanças de temperatura, e presença de água nos cabos de pares trançados.

Você pode questionar: se a distância é uma limitação para a DSL, por que não é também uma limitação para as chamadas telefônicas de voz? A resposta está nos pequenos amplificadores, chamados bobinas de carga, que a companhia telefônica usa para intensificar os sinais de voz. Infelizmente essas bobinas de carga são incompatíveis com os sinais ADSL; assim, uma bobina de voz na malha entre seu telefone e a central de operação da companhia telefônica o impedirá de receber ADSL.

Outros fatores que podem desqualificá-lo para a recepção de ADSL incluem:

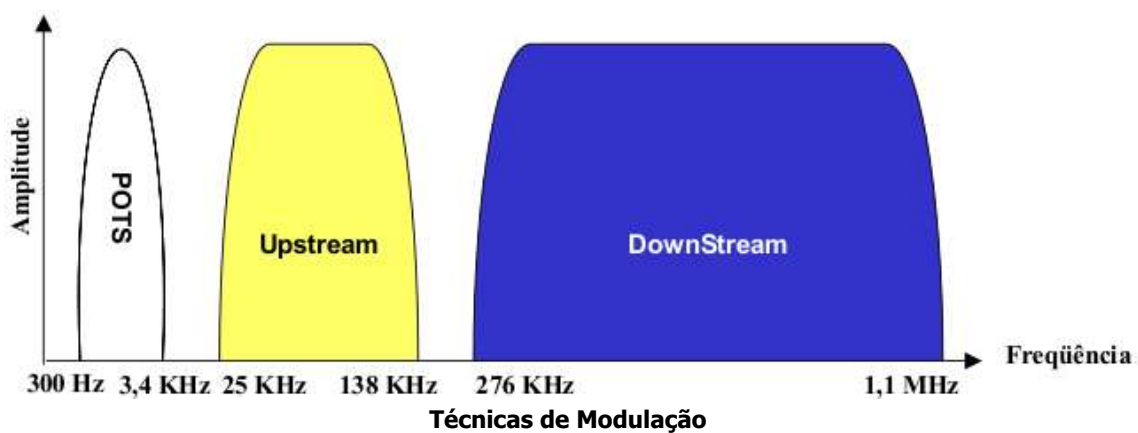
- **Derivações de ponte ("*bridge taps*")** - são extensões entre seu telefone e a central de operação que prolongam o serviço para outros clientes. Apesar de você não perceber essas derivações de ponte no serviço telefônico normal, elas

podem prolongar o comprimento total do circuito além dos limites de distância do provedor do serviço;

- **Cabos de fibra ótica** - os sinais ADSL não podem passar pela conversão de analógico para digital e novamente para analógico se uma parte de seu circuito telefônico passa através de cabos de fibra ótica;

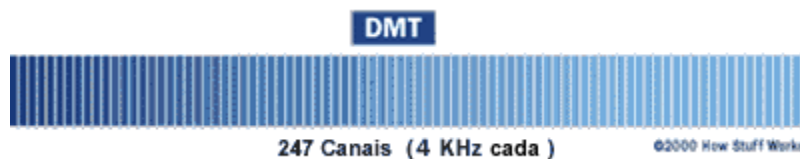
O Espectro de frequência

No sistema ADSL os sinais de voz e dados trafegam no mesmo par metálico mas não se misturam, devido ao fato de ocuparem em bandas de frequência diferentes. O sistema telefônico utiliza a banda de 0 até 4 kHz, enquanto que o sistema ADSL trabalha na faixa de 25 kHz a 1,1 MHz.



O sistema DMT

O sistema DMT também divide os sinais em canais separados, mas não usa dois canais amplos para enviar ou receber os dados da Internet. Em vez disso, o DMT divide os dados em 247 canais separados, cada um com 4 kHz de largura.



Uma maneira de pensar sobre isso é imaginar que a companhia telefônica divide sua linha de cobre em 247 linhas diferentes, cada uma com 4 kHz, e então conecta todas a um modem. Você obtém o equivalente a 247 modems conectados a seu computador de uma vez. Cada canal é monitorado e, se a qualidade não for boa, o sinal será desviado para outro canal. Esse sistema constantemente desvia os sinais entre os diferentes canais, buscando os melhores canais para transmissão e recepção. Além disso, alguns dos canais inferiores (aqueles que começam em cerca de 8 kHz) são usados como canais bidirecionais para as informações enviadas e recebidas da Internet. Monitorar e classificar as informações nos canais bidirecionais e manter a

qualidade de todos os 247 canais torna o DMT mais complexo de implementar do que o CAP, mas dá maior flexibilidade em linhas de diferentes qualidades.

O **CAP** e o **DMT** são similares do ponto de vista de um usuário de DSL.



Apesar da modulação CAP ser mais barata e ter o tempo de codificação menor, a modulação DMT é superior a ela nos seguintes pontos:

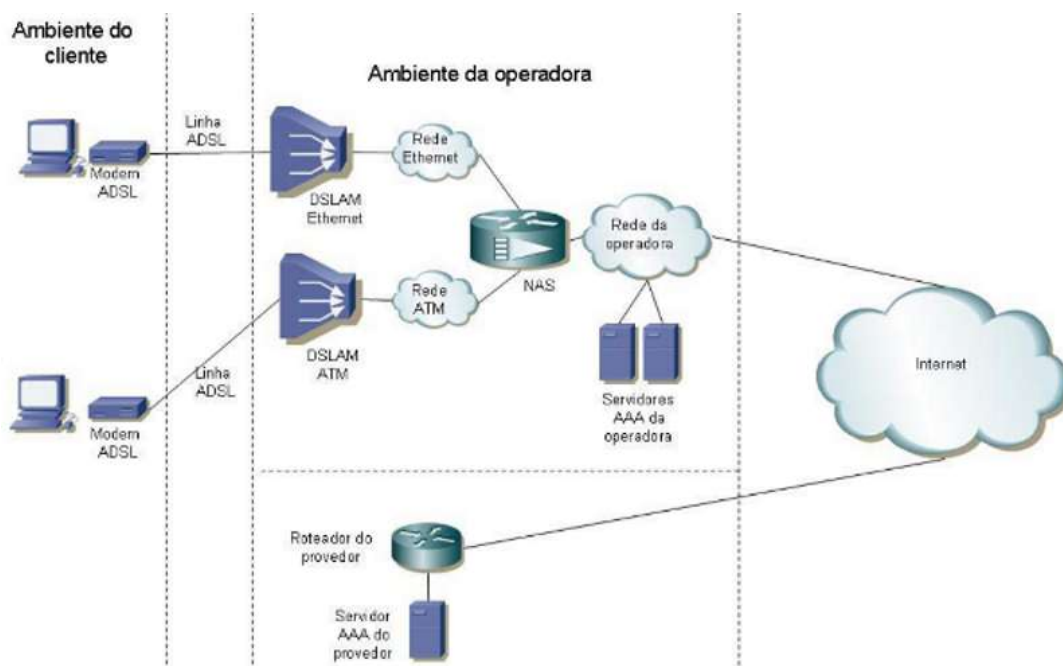
- Flexibilidade
- Maior imunidade ao ruído
- Capacidade de otimizar o ritmo de transmissão em incrementos menores: 32 kbps em DMT contra 340 kbps em CAP.

Citação:

O sistema DMT é hoje o padrão previsto pelo ANSI desde 1994 e padronizado para o ADSL conforme normas G.992.1 e G.992.2 do ITU-T [ITU992.1, ITU992.2].

Arquitetura de uma Rede ADSL

Abaixo estão descritos os principais elementos que compõem a rede ADSL possibilitando o provimento de serviços Banda Larga.



Elementos principais da arquitetura de rede ADSL

Filtros

Se você tiver ADSL instalado, quase certamente recebeu pequenos filtros para instalar nas tomadas telefônicas usadas para outros fins. Eles são filtros de baixa frequência: filtros simples que bloqueiam todos os sinais acima de uma determinada frequência. Como todas as conversações de voz ocorrem abaixo de 4 kHz, os filtros de baixa frequência são construídos para bloquear qualquer sinal acima de 4 kHz, evitando que os sinais de dados interfiram com as chamadas telefônicas convencionais.



Filtro de Linha ADSL

O Modem ADSL

O Modem ADSL que temos em casa também é chamado por outro nome: "*tranceptor*". Os engenheiros na companhia telefônica ou no provedor de internet (ISP) o chamam de ATU-R. Independentemente do nome pelo qual é chamado, ele é o ponto em que os dados do computador ou rede do usuário se conectam com a linha DSL.

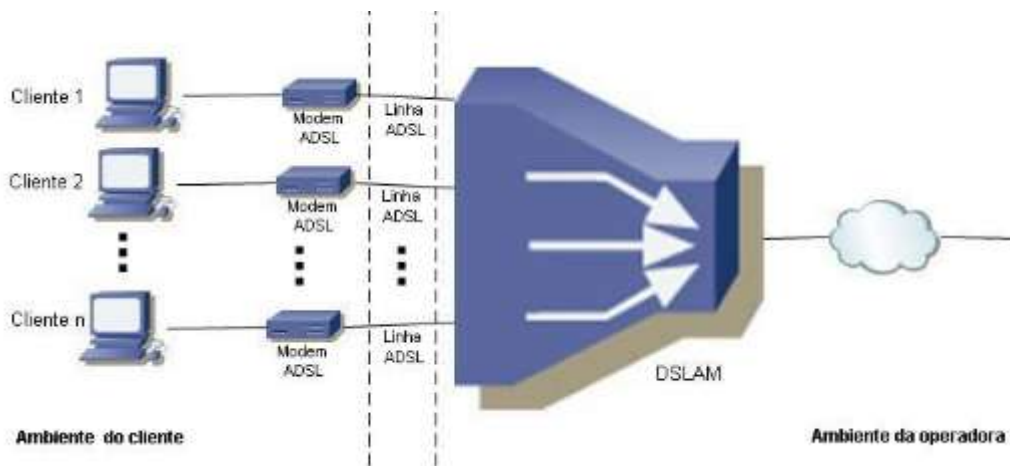


Modem ADSL

O Modem pode operar basicamente de duas formas: como roteador ou como *bridge*. Quando funciona como roteador, o modem possui recursos internos para estabelecer a conexão lógica com o BRAS (*Broadband Remote Access Server*). Quando funciona como *bridge*, os recursos necessários para o estabelecimento de uma conexão lógica devem estar instalados no computador, como o protocolo PPPoE (se ainda não o tiver).

O DSLAM

O DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*), também definido como ATU-C (*ADSL Termination Unit – Central Office*) pela norma [ITU992.1], pode ser definido como sendo um dispositivo que contém o chassis onde estão os modems DSL do lado da central, agregando os mesmos na conexão ATM/ETH que proverá o acesso ao *backbone* internet. É um equipamento que está localizado no ambiente da operadora, e é onde os pares metálicos são conectados aos modems ADSL, após a divisão no *splitter* (que será abordado na seqüência).



O DSLAM agrupa os modems do lado da operadora

Existem basicamente dois tipos desse equipamento, o DSLAM ATM (*Asynchronous Transfer Mode*) e o DSLAM Ethernet. A diferença principal entre um e outro, é que o DSLAM ATM está conectado ao BRAS (*Broadband Remote Access Server*) utilizando interface ATM e o DSLAM Ethernet está conectado ao BRAS utilizando interface Ethernet. Atualmente praticamente todos os novos DSLAMs implantados nas redes das operadoras são Ethernet devido ao maior número de serviços possíveis, maior facilidade em configurar tais serviços e custo bastante reduzido.



DSLAM ATM Huawei MA5100 e DSLAM ETH Huawei MA5600

Acima são mostrados os DSLAMs da Huawei, modelos MA5100 e MA5600, respectivamente DSLAMs ATM e Ethernet com capacidade de até 448 assinantes.

Switches ATM

Switches ATM são equipamentos capazes de agrupar um conjunto de DSLAM ao BRAS também denominado de Agregador ou Terminador. Ele é composto dentre outras, de placas com interfaces de 155Mbps, 34Mbps e 2Mbps que por sua vez possuem portas ATM. É através destas portas que os DSLAMs são interligados por meio de fibras.

Switches IP

A idéia é a mesma dos Switches ATM, ou seja, concentrar dentre outros todas as terminações dos DSLAMs, sendo que neste caso, os switches IP concentram DSLAMs Ethernet. A ligação entre estes switches e os DSLAMs também é feita via fibra, porém em vez de PVCs (*Permanent Virtual Circuit*) utilizam-se de VLANs (*Virtual Local Area Network*).

BRAS (*Broadband Remote Access Server*)

- Pode-se definir o BRAS como equipamento responsável por agregar ou terminar conexões vindas de um ou mais DSLAMs instalados na planta. Estes equipamentos são os responsáveis também por terminar a sessão PPP (*Point to Point Protocol*) do assinante e designar um endereço IP válido ao mesmo para utilização do serviço.

Dentre seus serviços, exemplificam-se alguns:

- Terminador de sessão PPP;
- Serviços de AAA (*Authentication, Authorization, Accounting*);
- Terminador de túneis;
- Serviços de VPN (*Virtual Private Network*);
- Serviços de MPLS (*Multi-Protocol Label Switching*);
- Alocação de IP (*Internet Protocol*) para o assinante;

Uma vez que o usuário é autenticado através de servidores RADIUS (*Remote Authentication Dial In User Service*), a negociação do IPCP toma lugar e o endereço IP (sempre válido) é designado para o modem ou para o microcomputador ou ainda ao roteador ADSL (dependendo da origem da sessão PPP).



Agregadores das empresas Juniper Networks e Cisco Systems

O BRAS apresentado acima, à esquerda, da fabricante Juniper Networks, é o modelo ERX 1440, que pode atender até 48.000 acessos simultâneos. O da direita é o modelo 10008, da empresa Cisco Systems, cuja capacidade é de 61.500 conexões simultâneas.

O processo de autorização RADIUS

Atualmente, as Operadoras e os Provedores de Acesso a Internet utilizam o protocolo RADIUS que é o padrão da indústria para AAA (*Authentication, Accounting e Authorization*).

A consulta a uma base de dados utilizada para identificar o cliente da operadora pode servir para recuperar dados de autorização. Alguns exemplos de decisões de autorização são: se este cliente pode ter mais de uma sessão PPP no mesmo acesso, se deve receber um determinado endereço IP fixo, se o acesso deve ter algum tratamento diferenciado, ou ainda, se a sessão deve ser bloqueada em decorrência de falta de pagamento.

O tipo de autenticação existente nos serviços residenciais ADSL é uma autenticação do cliente, onde ele utiliza uma identificação de usuário e uma senha, que o autenticarão junto ao provedor de serviços Internet. Quando um cliente adquire o serviço de um provedor de Internet ele registra, junto a esse provedor, um nome do usuário e uma senha. Ele utilizará este nome de usuário em combinação com o domínio do seu provedor para formar uma identificação no formato "nomedousuário@dominioprovedor". O modelo de troca de mensagens de autenticação é o modelo envolvendo três partes: a identificação e a senha do cliente final são configuradas no modem ou no computador desse para estabelecer a conexão PPP.

Um pacote *Access-Request* (Solicitação de Acesso) é criado pelo cliente RADIUS (BRAS) com informações para esta autenticação. Quando o servidor de autenticação (RADIUS) da operadora recebe o *Access-Request* vindo do BRAS, este verifica o domínio e baseado num arquivo interno verifica a qual endereço IP o domínio se refere e então o envia pelo *backbone* IP da operadora até a Internet onde será alcançado o provedor e este fará o processo de verificação de *login* e senha do cliente e o autorizará ou não enviando ao RADIUS da operadora, respectivamente, o *Access-Accept* (autorização para utilização do serviço) ou o *Access-Reject* (negação para utilização do serviço).

Abaixo segue a seqüência do processo de autenticação desde a origem, que pode ser o seu microcomputador ou o Modem ADSL, dependendo da forma de configuração do modem (*bridge* ou *router*) até a chegada no Servidor RADIUS do Provedor e posteriormente seu retorno.



Processo de Autenticação do Serviço ADSL

REFERÊNCIAS:

FRANKLIN, Curt. **HowStuffWorks - Como funciona a tecnologia DSL.**

Publicado em 07 de agosto de 2000 (atualizado em 25 de abril de 2007)
<http://informatica.hsw.uol.com.br/tecnologia-dsl.htm> (25 de agosto de 2009)

FILHO, Huber Bernal. **ADSL2 e ADLS2+: Os Novos Padrões do ADSL.**

Publicado em: 02/04/2007

<http://www.teleco.com.br/tutoriais/tutorialadsl2/>

HENZ, Leandro. **Proposta e Implementação de Arquitetura para Identificação Física e Lógica de Acessos Banda Larga Utilizando Tecnologia ADSL.**

Publicação: PPGENE.DM - 057/2008 Brasília/DF: JULHO – 2008

Telesp - Telecomunicações de Paulo S.A. "Tecnologia ADSL e Serviço Speedy".

Entenda como funciona o sinal ADSL e como ele chega até você

<http://forum.clubedohardware.com.br/entenda-como-funciona/707940?p=3806607#post3806607>