

Entendendo o ritmo de transferência de dados em um mundo DOCSIS

Contents

[Introduction](#)

[Prerequisites](#)

[Requirements](#)

[Componentes Utilizados](#)

[Conventions](#)

[Informações de Apoio](#)

[Bits, Bytes e Baud](#)

[O que é throughput?](#)

[Cálculos de ritmo de transferência](#)

[Fatores limitantes](#)

[Desempenho downstream - MAPs](#)

[Desempenho upstream – Latência de DOCSIS](#)

[TCP ou UDP?](#)

[Pilha TCP/IP do Windows](#)

[Fatores de melhoria de desempenho](#)

[Determinação de produtividade](#)

[Aumento da velocidade de acesso](#)

[Largura e modulação de canal](#)

[Efeito da intercalação](#)

[Avanço de MAP dinâmico](#)

[Efeito de concatenação e fragmentação](#)

[Velocidades de modem único](#)

[Benefícios do DOCSIS 2.0](#)

[Outros fatores](#)

[Verificação da produtividade](#)

[Summary](#)

[Conclusão](#)

[Informações Relacionadas](#)

[Introduction](#)

Antes que você tente medir o desempenho de uma rede a cabo, há alguns fatores limitantes que devem ser levados em consideração. Para projetar e implementar uma rede confiável com alta disponibilidade, é necessário estabelecer um entendimento dos princípios básicos e dos parâmetros de medição do desempenho de uma rede a cabo. Este documento apresenta alguns desses fatores limitantes e discute como otimizar e qualificar o throughput e a disponibilidade em

seu sistema implantado.

Prerequisites

Requirements

Os leitores deste documento devem estar cientes destes tópicos:

- Especificações da interface de serviço de dados por cabo (DOCSIS)
- Tecnologias de radiofrequência (RF)
- Interface da linha de comando (CLI) do Cisco IOS® Software

Componentes Utilizados

Este documento não é restrito a versões de software ou hardware específicas.

The information in this document was created from the devices in a specific lab environment. All of the devices used in this document started with a cleared (default) configuration. If your network is live, make sure that you understand the potential impact of any command.

Conventions

For more information on document conventions, refer to the [Cisco Technical Tips Conventions](#).

Informações de Apoio

Bits, Bytes e Baud

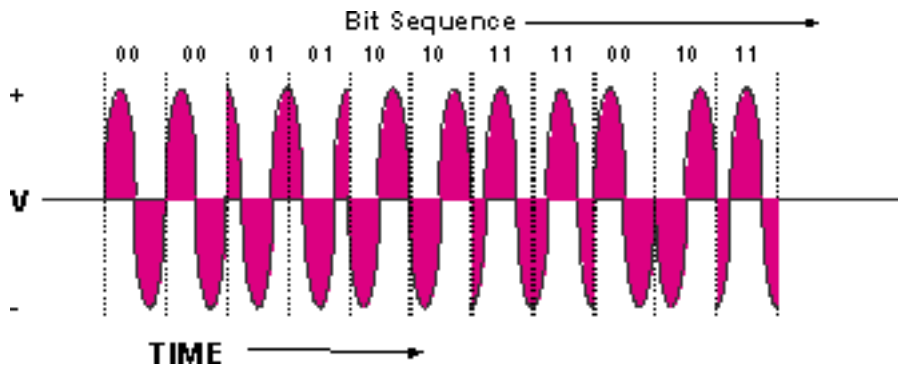
Esta seção explica as diferenças entre bits, bytes e baud. A palavra *bit* é uma contração de *Binary digiT* (dígito binário), e ele geralmente é indicado por um *b* minúsculo. Um dígito binário indica dois estados eletrônicos: um estado "ativado" ou "desativado", também é conhecido como "1s" ou "0s".

Um *byte* é simbolizado por um *B* maiúsculo e normalmente tem 8 bits de comprimento. Um byte pode ter mais de 8 bits, então uma palavra de 8 bits é mais precisamente chamada de *octeto*. Além disso, há dois *nibbles* em um *byte*. Um *nibble* é definido como uma palavra de 4 bits, que é a metade de um byte.

A bit rate (taxa de bits), ou produtividade, é medida em bits por segundo (bps) e está associada à velocidade de um sinal através de um determinado meio. Por exemplo, este sinal pode ser um sinal digital de banda de base ou, talvez, um sinal analógico modulado que é condicionado para representar um sinal digital.

Um tipo de sinal analógico modulado é QPSK (Ajuste de troca de fase de quadratura). Esta é uma técnica de modulação que manipula a fase do sinal em 90 graus para criar quatro assinaturas diferentes, conforme mostrado na [Figura 1](#). Essas assinaturas são chamadas de *símbolos* e sua taxa é chamada de *baud*. Baud é equivalente a símbolos por segundo.

Figura 1 – Diagrama QPSK



Sinais QPSK têm quatro símbolos diferentes; quatro é igual a 2^2 . O expoente fornece o número teórico de bits por ciclo (símbolo) que pode ser representado; nesse caso, é igual a 2. Os quatro símbolos representam os números binários 00, 01, 10 e 11. Portanto, se uma taxa de símbolo de 2,56 Msymbols/s for usada para transportar a operadora QPSK, então ela será chamada de 2,56 Mbaud e a taxa de bits teórica será $2,56 \text{ Msymbols/s} \times 2 \text{ bits/símbolo} = 5,12 \text{ Mbps}$. Isso será explicado posteriormente neste documento.

Você também pode estar familiarizado com o termo *pacotes por segundo (PPS)*. Essa é uma maneira de qualificar a produtividade de um dispositivo com base em pacotes, mesmo que esse pacote contenha um quadro Ethernet de 64 bytes ou 1.518 bytes. Às vezes, o "gargalo" da rede é a potência da CPU para processar uma certa quantidade de PPS e não é necessariamente o total de bps.

[O que é throughput?](#)

A transferência de dados começa com um cálculo da transferência máximo teórica e, em seguida, é concluída com a transferência efetiva. A produtividade efetiva disponível para os inscritos de um serviço sempre será menor que o máximo teórico e é o que você deve tentar calcular.

A produtividade é baseada em muitos fatores:

- número total de usuários
- velocidade do gargalo
- tipo de serviços acessados
- uso de cache e do servidor proxy
- eficiência da camada MAC
- ruído e erros na unidade de cabos
- muitos outros fatores

O objetivo deste documento é explicar como otimizar a produtividade e disponibilidade em um ambiente DOCSIS e explicar as limitações de protocolo inerente que afetam o desempenho. Se você quiser testar ou solucionar problemas de desempenho, consulte [Solucionar problemas de desempenho lento em redes de modem a cabo](#). Para obter orientações sobre o número máximo de usuários recomendados em uma porta upstream (US) ou downstream (DS), consulte [Qual é o número máximo de usuários por CMTS?](#)

As redes de cabos antigos dependem de polling, ou detecção de colisão do acesso múltiplo sensível à operadora (CSMA/CD), como o protocolo MAC. Os modems DOCSIS de hoje dependem de um esquema de reserva em que os modems solicitam um tempo para transmitir e o CMTS concede slots de tempo com base na disponibilidade. Modems de cabo recebem uma ID de serviço (SID) que é mapeada para os parâmetros de categoria de serviço (CoS) ou de qualidade de serviço (QoS).

Em uma intermitente rede de acesso multiplex por divisão de tempo (TDMA), você deve limitar o número total de modems a cabo (CMs) que podem transmitir simultaneamente, se desejar garantir uma certa quantidade de velocidade de acesso a todos os usuários solicitantes. O número total de usuários simultâneos é baseado em uma distribuição Poisson, que é um algoritmo de probabilidade estatística.

A engenharia de tráfego, como uma estatística usada em redes baseadas em telefonia, significa cerca de 10% de pico de uso. Esse cálculo está além do escopo deste documento. O tráfego de dados, por outro lado, é diferente do tráfego de voz; e mudará quando os usuários se tornarem mais experientes em computadores ou quando os serviços de voz sobre IP (VoIP) e vídeo sob demanda (VoD) estiverem mais disponíveis. Para simplificar, suponha que 50% dos usuários de pico x 20% desses usuários realmente baixam ao mesmo tempo. Isso também equivale a 10% de pico de uso.

Todos os usuários simultâneos disputam o acesso US e DS. Muitos modems podem ficar ativos para o poll inicial, mas somente um modem pode ficar ativo no US a qualquer momento. Isso é bom em termos de contribuição de ruído, porque apenas um modem por vez adiciona seu complemento de ruído ao efeito geral.

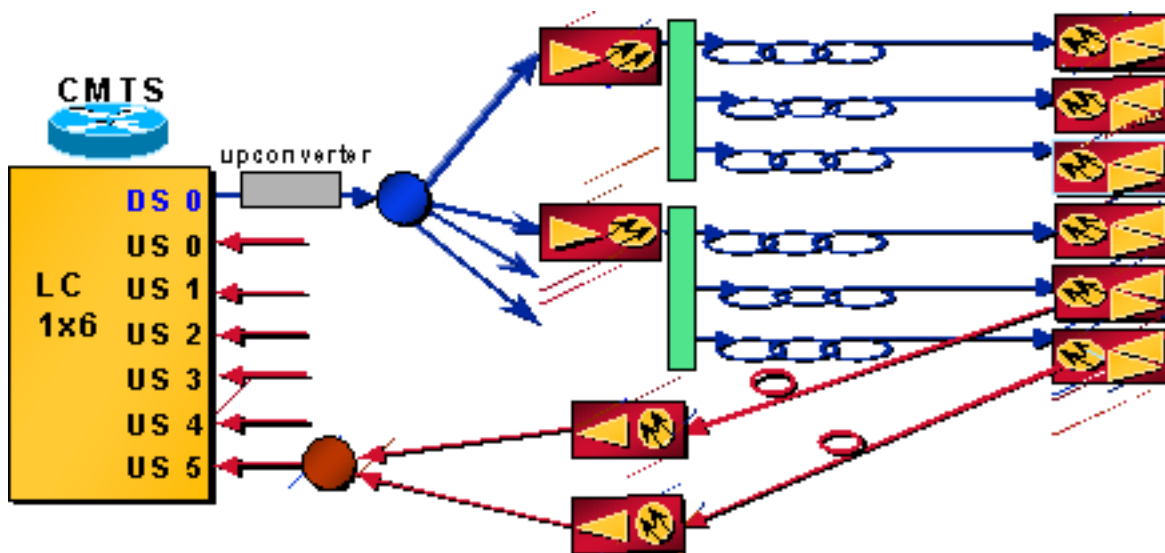
Uma limitação inerente ao padrão atual é que alguma produtividade é necessária para manutenção e provisionamento, quando muitos modems estão vinculados a um único sistema de terminação de modem a cabo (CMTS, cable modem termination system). Isso é removido do payload real de clientes ativos. Isso é conhecido como *polling keepalive*, que geralmente ocorre uma vez a cada 20 segundos para o DOCSIS, mas pode ocorrer com mais frequência. Além disso, as velocidades de US por modem podem ser limitadas pelos mecanismos de solicitação e concessão, conforme explicado posteriormente neste documento.

Observação: lembre-se de que as referências ao tamanho do arquivo estão em bytes compostos de 8 bits. Portanto, 128 kbps é igual a 16 KBps. Da mesma forma, 1 MB é realmente igual a 1.048.576 bytes, não 1 milhão de bytes, porque os números binários sempre geram um número que é uma potência de 2. Um arquivo de 5 MB é, na verdade, $5 \times 8 \times 1.048.576 = 41,94$ Mb e pode demorar mais para baixar do que o previsto.

[Cálculos de ritmo de transferência](#)

Suponha que uma placa CMTS que tenha uma porta DS e seis portas US esteja em uso. A porta DS é dividida para alimentar cerca de 12 nós. Metade dessa rede é mostrada na [Figura 2](#).

Figura 2 – Layout de rede



- 500 residências por nó x 80 por cento de taxa de cabo x 20 por cento de taxa de modem = 80 modems por nó
- 12 nós x 80 modems por nó = 960 modems por porta DS

Observação: muitos MSOs agora quantificam seus sistemas como HHP por nó. Essa é a única constante nas arquiteturas atuais, onde você pode ter inscritos de transmissão direta via satélite (DBS) comprando serviços de dados em alta velocidade (HSD) ou apenas telefonia sem serviço de vídeo.

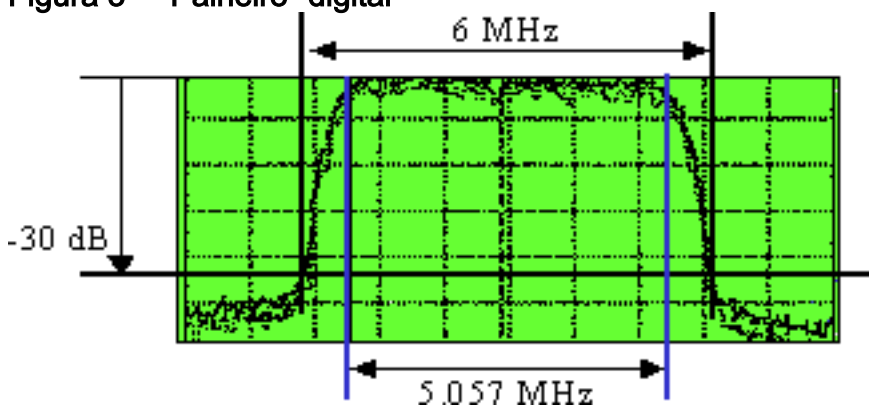
Observação: o sinal de US de cada um desses nós provavelmente será combinado em uma proporção de 2:1 para que dois nós alimentem uma porta US.

- 6 portas US x 2 nós por US = 12 nós
- 80 modems por nó x 2 nós por US = 160 modems por porta US.

Downstream

Taxa de símbolo DS = 5,057 Msymbols/s ou Mbaud. Um roll-off de filtro (alfa) de cerca de 18 por cento dá um "palheiro" de $5,057 \times (1 + 0,18) = \sim 6$ MHz de largura, como mostrado na [Figura 3](#).

Figura 3 – "Palheiro" digital



Se 64-QAM for usado, então $64 = 2$ até a sexta potência (2^6). O expoente de 6 significa 6 bits por símbolo para 64-QAM; isso proporciona $5,057 \times 6 = 30,3$ Mbps. Depois que toda a correção antecipada de erros (FEC) e a sobrecarga de MPEG (Motion Picture Experts Group) são calculadas, isso deixa cerca de 28 Mbps para payload. Esse payload é ainda mais reduzido, porque também é compartilhado com a sinalização de DOCSIS.

Nota: ITU-J.83 Anexo B indica a FEC Reed-Solomon com código 128/122, o que significa 6 símbolos de overhead para cada 128 símbolos, portanto $6 / 128 = 4,7\%$. A codificação Trellis é de 1 byte para cada 15 bytes, para 64-QAM, e 1 byte para 20 bytes, para 256-QAM. Isso equivale a 6,7% e 5%, respectivamente. MPEG-2 é composto de pacotes de 188 bytes com 4 bytes de sobrecarga (às vezes, 5 bytes), que dá $4,5/188 = 2,4$ por cento. É por isso que você verá a velocidade listada como 27 Mbps, para 64-QAM, e como 38 Mbps, para 256-QAM. Lembre-se de que os pacotes Ethernet também têm 18 bytes de sobrecarga, seja para um pacote de 1500 bytes ou um pacote de 46 bytes. Há 6 bytes de sobrecarga de DOCSIS e sobrecarga de IP também, o que poderia ser um total de 1,1 a 2,8% de sobrecarga extra e poderia adicionar outros 2% de sobrecarga para o tráfego de DOCSIS MAP. A velocidade real testada para 64-QAM estava mais perto de 26 Mbps.

No caso improvável de que todos os 960 modems baixem dados exatamente ao mesmo tempo, cada um receberá apenas 28 kbps. Se você observar um cenário mais realista e assumir um pico de uso de 10%, obterá uma produtividade teórica de 280 kbps como o pior cenário durante o período mais movimentado. Se apenas um cliente estiver on-line, ele teoricamente obterá 26 Mbps; mas as confirmações de US que devem ser transmitidas para o TCP limitam a produtividade de DS, e outros gargalos se tornam aparentes (como o PC ou a placa de interface de rede, NIC). Na realidade, a empresa de cabo limitará essa taxa a 1 ou 2 Mbps, de modo a não criar uma percepção de produtividade disponível que nunca será alcançada quando mais assinantes se inscreverem.

Upstream

A modulação DOCSIS US de QPSK a 2 bits/símbolo proporciona aproximadamente 2,56 Mbps. Isso é calculado a partir da taxa de símbolo de $1,28 \text{ Msymbols/s} \times 2 \text{ bits/símbolo}$. O filtro alfa é de 25 por cento, o que dá uma largura de banda (BW) de $1,28 \times (1 + 0,25) = 1,6 \text{ MHz}$. Subtraia cerca de 8% para o FEC, se for usado. Há também aproximadamente 5% a 10% de sobrecarga para manutenção, slots de tempo reservados para contenção e confirmações ("acks" ou acknowledgments). Assim, há cerca de 2,2 Mbps, que são compartilhados entre 160 clientes potenciais por porta US.

Observação: overhead da camada DOCSIS = 6 bytes por quadro Ethernet de 64 bytes a 1518 bytes (pode ser de 1522 bytes, se for usada marcação de VLAN). Isso também depende do tamanho máximo do burst e se a concatenação ou fragmentação é usada.

- US FEC é variável: $\sim 128 / 1518$ ou $\sim 12 / 64 = \sim 8$ ou ~ 18 por cento. Aproximadamente 10% são usados para manutenção, slots de tempo reservados para contenção e acks.
- Segurança BPI ou cabeçalhos estendidos = 0 a 240 bytes (geralmente de 3 a 7).
- Preâmbulo = 9 a 20 bytes.
- Tempo de proteção $> = 5$ símbolos = ~ 2 bytes.

Assumindo 10% de pico de uso, isso dá $2,2 \text{ Mbps} / (160 \times 0,1) = 137,5 \text{ kbps}$ como o pior payload útil por inscrito. Para o uso típico de dados residenciais (por exemplo, navegação na Web), você provavelmente não precisa de tanta produtividade de US quanto DS. Essa velocidade pode ser suficiente para uso residencial, mas não é suficiente para implantações de serviço comercial.

Fatores limitantes

Há uma infinidade de fatores limitadores que afetam a produtividade de dados "real". Esses variam do ciclo de solicitação e concessão até a intercalação de DS. Noções básicas sobre as limitações ajudarão em expectativas e otimização.

Desempenho downstream - MAPs

A transmissão de mensagens MAP enviadas a modems reduz a produtividade de DS. Um MAP de tempo é enviado no DS, para permitir que modems solicitem tempo para a transmissão de US. Se um MAP é enviado a cada 2 ms, adiciona até $1/0,002s = 500$ MAPs/s. Se o MAP ocupa 64 bytes, isso equivale a $64 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits por byte} \times 500 \text{ MAPs/s} = 256 \text{ kbps}$. Se você tem seis portas US e uma porta DS em um único blade no chassi CMTS, isso significa $6 \times 256.000 \text{ bps} = \sim 1,5 \text{ Mbps}$ de produtividade de DS usada para dar suporte a todas as mensagens MAP dos modems. Isso pressupõe que o MAP é de 64 bytes e que, na verdade, é enviado a cada 2 ms. Na realidade, os tamanhos de MAP podem ser ligeiramente maiores, dependendo do esquema de modulação e da quantidade de largura de banda de US usada. Isso poderia facilmente ser de 3 a 10% de sobrecarga. Além disso, existem outras mensagens de manutenção do sistema que são transmitidas no canal de DS. Isso também aumenta a sobrecarga; no entanto, o efeito é normalmente insignificante. As mensagens MAP podem sobrecarregar a unidade central de processamento (CPU), bem como o desempenho da produtividade de DS, porque a CPU precisa controlar todos os MAPs.

Quando você coloca qualquer canal de TDMA e de acesso múltiplo por divisão de código padrão (S-CDMA) no mesmo US, o CMTS deve enviar "mapas duplos" para cada porta física. Assim, o consumo de largura de banda do DS MAP é duplicado. Isso faz parte da especificação de DOCSIS 2.0 e é necessário para a interoperabilidade. Além disso, os descritores de canal de US e outras mensagens de controle de US também são duplicados.

Desempenho upstream – Latência de DOCSIS

No caminho de US, o ciclo de solicitação e concessão entre o CMTS e o CM só pode valer-se de outro MAP no máximo, dependendo do tempo de ida e volta (RTT), do comprimento do MAP e do tempo de antecipação do MAP. Isso ocorre devido ao RTT afetado pela intercalação do DS e ao fato de o DOCSIS permitir apenas que um modem tenha uma única solicitação pendente a qualquer momento, bem como uma "latência de solicitação para concessão" associada a ela. Essa latência é atribuída à comunicação entre CMs e CMTS, que depende do protocolo. Em resumo, os CMs devem primeiro pedir permissão ao CMTS para enviar dados. O CMTS deve atender a essas solicitações, verificar a disponibilidade do agendador MAP e enfileirar-se para a próxima oportunidade de transmissão unicast. Essa comunicação de ida e volta, obrigatória pelo protocolo DOCSIS, produz essa latência. O modem pode perder todos os outros MAPs, porque está aguardando que uma concessão retorne ao DS a partir da última solicitação.

Um intervalo de MAP de 2 ms resulta em $500 \text{ MAPs por segundo} / 2 = \sim 250$ oportunidades de MAP por segundo, portanto, 250 PPS. Os 500 MAPs são divididos por 2 porque, em uma planta "real", o RTT entre a solicitação e a concessão será muito maior que 2 ms. Pode ser mais de 4 ms, que serão todas as outras oportunidades de MAP. Se pacotes típicos compostos por quadros Ethernet de 1.518 bytes são enviados a 250 PPS, isso equivale a cerca de 3 Mbps, pois há 8 bits em um byte. Portanto, trata-se de um limite prático para transferência de US para um único modem. Se houver um limite de cerca de 250 PPS, e se os pacotes forem pequenos (64 bytes)? Ele é de somente 128 kbps. É nesse caso que a concatenação ajuda; consulte a seção [Efeito de concatenação e fragmentação deste documento](#).

Dependendo da taxa de símbolos e do esquema de modulação usado para o canal de US, pode levar mais de 5 ms para enviar um pacote de 1.518 bytes. Se leva mais de 5 ms para enviar um pacote US ao CMTS, o CM perde cerca de três oportunidades de MAP no DS. Agora, o PPS é apenas 165 ou menos. Se você diminuir o tempo do MAP, poderá haver mais mensagens de MAP à custa de mais sobrecarga do DS. Mais mensagens de MAP darão mais oportunidades

para a transmissão de US, mas em uma planta de rede híbrida fibra-coaxial (HFC) real, você acaba perdendo mais dessas oportunidades de qualquer maneira.

Felizmente, o DOCSIS 1.1 adiciona o serviço de concessão não solicitado (UGS), que permite que o tráfego de voz evite esse ciclo de solicitação e concessão. Em vez disso, os pacotes de voz são agendados a cada 10 ou 20 ms até a chamada terminar.

Observação: quando um CM está transmitindo um grande bloco de dados US (por exemplo, um arquivo de 20 MB), ele irá colocar as Solicitações de largura de banda em ordem nos pacotes de dados em vez de usar Solicitações discretas, mas o modem ainda precisa fazer o ciclo Solicitação e Concessão. Piggybacking permite que solicitações sejam enviadas com dados em slots de tempo dedicados, em vez de em slots de contenção, para eliminar colisões e solicitações corrompidas.

TCP ou UDP?

Um ponto que muitas vezes é ignorado quando alguém testa o desempenho da produtividade é o protocolo real que está em uso. É um protocolo orientado por conexão, como o TCP, ou sem conexão, como o protocolo UDP (User Datagram Protocol). UDP envia informações sem se preocupar com a qualidade recebida. Geralmente, isso é chamado de entrega de "melhor esforço". Se alguns bits são recebidos com erro, você faz e passa para os próximos bits. TFTP é outro exemplo desse protocolo de melhor esforço. Esse é um protocolo típico para áudio em tempo real ou transmissão de vídeo. TCP, por outro lado, requer uma confirmação para comprovar que o pacote enviado foi recebido corretamente. FTP é um exemplo disso. Se a rede for bem mantida, o protocolo pode ser dinâmico o suficiente para enviar mais pacotes consecutivamente antes que uma confirmação seja solicitada. Isso é conhecido como "aumentar o tamanho da janela", que é uma parte padrão do protocolo TCP.

Observação: uma coisa a ser observada sobre o TFTP é que, mesmo que ele use menos sobrecarga porque usa o UDP, ele geralmente usa uma abordagem de empate, o que é terrível para o throughput. Isso significa que nunca haverá mais de um pacote de dados pendente. Assim, nunca seria um bom teste para uma verdadeira produtividade.

O ponto aqui é que o tráfego de DS vai gerar tráfego de US na forma de mais confirmações. Além disso, se uma breve interrupção dos resultados de US resultar na queda de uma confirmação TCP, o fluxo de TCP diminuirá. Isso não aconteceria com o UDP. Se o caminho de US for interrompido, o CM eventualmente falhará no polling keepalive, após cerca de 30 segundos, e começará a verificar novamente o DS. TCP e UDP sobreviverão a breves interrupções, porque os pacotes TCP serão enfileirados ou perdidos e o tráfego DS UDP será mantido.

O throughput US pode limitar também o throughput DS. Por exemplo, se o tráfego de DS passa por satélite ou coaxial e o tráfego de US passa por linhas telefônicas, a produtividade de US de 28,8 kbps pode limitar a produtividade de DS a menos de 1,5 Mbps, embora possa ter sido anunciado como 10 Mbps máximo. Isso é devido ao link de baixa velocidade adicionar latência à confirmação do fluxo de US que, por sua vez, faz com que o TCP torne o fluxo de DS mais lento. Para ajudar a aliviar esse problema de gargalo, o Telco Return utiliza o protocolo de ponto a ponto (PPP) e torna as confirmações muito menores.

A geração de MAPs no DS afeta o ciclo de solicitação e concessão no US. Quando o tráfego de TCP é tratado, as confirmações também devem passar pelo ciclo de solicitação e concessão. O DS poderá ser seriamente prejudicado se os agradecimentos não forem concatenados no US. Por exemplo, "jogadores" podem estar enviando tráfego no DS em pacotes de 512 bytes. Se o

US estiver limitado a 234 PPS e o DS for de 2 pacotes por confirmação, isso será igual a $512 \times 8 \times 2 \times 234 = 1,9$ Mbps.

Pilha TCP/IP do Windows

As taxas típicas do Windows são de 2.1 a 3 Mbps de download. Os dispositivos UNIX ou Linux geralmente têm melhor desempenho, porque eles têm uma pilha TCP/IP aprimorada e não precisam enviar uma ack para outro pacote de DS recebido. Você pode verificar se a limitação de desempenho está no interior do driver TCP/IP Windows. Muitas vezes, esse driver se comporta mal durante o desempenho limitado da ack. Você pode usar um analisador de protocolo da Internet. Este é um programa projetado para exibir os parâmetros de conexão com a Internet, que são extraídos diretamente dos pacotes TCP que você envia para o servidor. Um analisador de protocolo funciona como um servidor Web específico. No entanto, ele não atende páginas da Web diferentes; em vez disso, responde a todas as solicitações com a mesma página. Os valores são modificados com base nas configurações de TCP do cliente solicitante. Em seguida, ele transfere o controle para um script CGI que faz a análise real e exibe os resultados. Um analisador de protocolo pode ajudar a verificar se os pacotes baixados têm 1.518 bytes (unidade máxima de transmissão ou MTU de DOCSIS) e verificar se as confirmações de US estão próximas de 160 a 175 PPS. Se os pacotes estiverem abaixo dessas taxas, atualize os drivers do Windows e ajuste o host do UNIX ou do Windows NT.

Você pode alterar as configurações no Registro para ajustar o host do Windows. Primeiro, você pode aumentar a sua MTU. O tamanho do pacote, conhecido como MTU, é o maior volume de dados que pode ser transferido em um quadro físico na rede. Para Ethernet, o MTU é 1.518 bytes; para PPPoE, é 1492; e, em conexões de discagem, é frequentemente 576. A diferença vem do fato de que, quando pacotes maiores são usados, a sobrecarga é menor, você tem menos decisões de roteamento e os clientes têm menos processamento de protocolo e interrupções de dispositivo.

Cada unidade de transmissão consiste em cabeçalho e os dados propriamente ditos. Os dados reais são conhecidos como tamanho máximo de segmento (MSS), que define o maior segmento de dados TCP que podem ser transmitidos. Basicamente, $MTU = MSS + \text{cabeçalhos TCP/IP}$. Portanto, você pode querer ajustar o MSS para 1.380, para refletir o máximo de dados úteis em cada pacote. Além disso, você pode otimizar a janela de recebimento padrão (RWIN) depois de ajustar as configurações atuais de MTU e MSS: um analisador de protocolo vai sugerir o melhor valor. Um analisador de protocolo também pode ajudar a garantir estas configurações:

- MTU Discovery ([RFC1191](#)) = ON
- Confirmação seletiva ([RFC2018](#)) = ATIVADO
- Carimbos de data/hora ([RFC1323](#)) = DESLIGADO
- TTL (vida útil) = OK

Diferentes protocolos de rede se beneficiam de diferentes configurações de rede no Windows Registry. As configurações de TCP ideais para modems a cabo parecem ser diferentes das configurações padrão no Windows. Portanto, cada sistema operacional possui informações específicas sobre como otimizar o Registry. Por exemplo, o Windows 98 e versões posteriores apresentam algumas melhorias na pilha de TCP/IP. Eles incluem:

- Suporte a janelas grandes, conforme descrito em [RFC1323](#)
- Suporte a confirmações seletivas (SACK)
- Suporte à retransmissão rápida e à recuperação rápida

A atualização do WinSock 2 para Windows 95 suporta janelas grandes e carimbos de data e hora

do TCP, o que significa que você pode usar as recomendações do Windows 98 se atualizar o soquete original do Windows para a versão 2. O Windows NT é um pouco diferente do Windows 9x em como ele lida com o TCP/IP. Lembre-se de que, se você aplicar os ajustes do Windows NT, verá um aumento de desempenho menor do que no Windows 9x, simplesmente porque o NT é otimizado melhor para redes.

No entanto, para alterar o Windows Registry, é necessária alguma proficiência na personalização do Windows. Se você não se sentir confortável com a edição do Registro, precisará baixar um patch "pronto para uso" da Internet, que pode definir automaticamente os valores ideais no Registro. Para editar o Registro, use um editor, como o Regedit (escolha **INICIAR > Executar e digite Regedit no campo Abrir**).

Fatores de melhoria de desempenho

Determinação de produtividade

Há muitos fatores que podem afetar a produtividade de dados:

- número total de usuários
- velocidade do gargalo
- tipo de serviços acessados
- uso do servidor de cache
- eficiência da camada MAC
- ruído e erros na unidade de cabos
- muitos outros fatores, como limitações dentro do driver TCP/IP do Windows

Quanto mais usuários compartilham o "canal", o serviço fica mais lento. Além disso, o gargalo pode ser o site que você está acessando, não a rede. Quando você leva em consideração o serviço em uso, o e-mail regular e a navegação na Web são muito ineficientes, na medida em que o tempo passa. Se o streaming de vídeo for usado, mais slots de tempo serão necessários para esse tipo de serviço.

Você pode usar um servidor proxy para armazenar em cache alguns sites baixados com frequência em um computador que esteja na rede local, para ajudar a aliviar o tráfego em toda a Internet.

Enquanto "reserva e concessão" é o esquema preferido para modems DOCSIS, existem limitações em velocidades por modem. Esse esquema é muito mais eficiente para uso residencial do que para polling ou CSMA/CD puro.

Aumento da velocidade de acesso

Muitos sistemas estão diminuindo a proporção de casas por nó de 1.000 para 500 para 250 para rede ótica passiva (PON) ou fibra para residência (FTTH). O PON, se projetado corretamente, pode transmitir até 60 pessoas por nó sem nenhum ativo anexado. O FTTH está sendo testado em algumas regiões, mas ainda é muito dispendioso para a maioria dos usuários. Na verdade, poderá ser pior se você diminuir as casas por nó, mas ainda combinar os receptores no headend. Dois receptores de fibra são piores do que um, mas quanto menos residências por fibra, menor a probabilidade de ocorrer um corte a laser do ingresso.

A técnica de segmentação mais óbvia é adicionar mais equipamentos de fibra ótica. Alguns

projetos mais recentes diminuem o número de residências por nó para 50 até 150 HHP. Não adianta diminuir as residências por nó se você simplesmente as combina novamente no headend (HE) de qualquer maneira. Se dois links óticos de 500 residências por nó são combinados no HE e compartilham a mesma porta US de CMTS, isso poderia ser realisticamente pior do que se um link ótico de 1.000 residências por nó fosse usado.

Muitas vezes, o link ótico é o colaborador de limitação de ruído, mesmo com a variedade de ativos que se afunilam. Você deve segmentar o serviço, não apenas o número de residências por nó. Vai custar mais dinheiro para diminuir o número de residências por porta ou serviço do CMTS, mas isso aliviará esse gargalo em especial. A vantagem de menos residências por nó é que há menos ruído e ingresso, o que pode causar o corte a laser, e é mais fácil segmentar menos portas US posteriormente.

O DOCSIS especificou dois esquemas de modulação para DS e US e cinco larguras de banda diferentes para usar no caminho de US. As diferentes taxas de símbolos são 0,16, 0,32, 0,64, 1,28 e 2,56 Msymbols/s com diferentes esquemas de modulação, como QPSK ou 16-QAM. Isso permite flexibilidade para selecionar a produtividade necessária versus a robustez necessária para o sistema de retorno em uso. O DOCSIS 2.0 adicionou ainda mais flexibilidade, que será expandida mais adiante neste documento.

Há também a possibilidade de salto de frequência, que permite que um "não comunicador" alterne (pule) para uma frequência diferente. O compromisso aqui é que mais redundância de largura de banda deve ser atribuída e a "outra" frequência é limpa antes que o salto seja feito. Alguns fabricantes configuram os modems para "olhar antes de você pular".

À medida que a tecnologia se torna mais avançada, serão encontradas maneiras de compactar com mais eficiência ou enviar informações com um protocolo mais avançado que seja mais robusto ou com menos uso intensivo da largura de banda. Isso poderia implicar o uso de provisionamento QoS do DOCSIS 1.1, supressão de cabeçalho de payload (PHS) ou recursos de DOCSIS 2.0.

Há sempre uma relação de dar e receber entre robustez e produtividade. A velocidade que você obtém de uma rede geralmente está relacionada à largura de banda usada, aos recursos alocados, à robustez contra interferência ou ao custo.

[Largura e modulação de canal](#)

Parece que a produtividade de US está limitada a cerca de 3 Mbps, devido à latência do DOCSIS explicada anteriormente. Também parece que não importa se você aumenta a largura de banda de US para 3,2 MHz ou a modulação para 16-QAM, o que daria uma produtividade teórica de 10,24 Mbps. Um aumento do canal BW e da modulação não aumenta significativamente as taxas de transferência por modem, mas permite que mais modems transmitam no canal. Lembre-se de que o US é um meio de contenção de slots de TDMA, em que os slots de tempo são concedidos pelo CMTS. Mais canal BW significa mais US bps, o que significa que mais modems podem ser aceitos. Por isso, o aumento de largura de banda do canal de US faz diferença. Além disso, lembre-se de que um pacote de 1.518 bytes ocupa apenas 1,2 ms de tempo de fio no US e ajuda a latência de RTT.

Você também pode alterar a modulação do DS para 256-QAM, o que aumenta a produtividade total no DS em 40% e diminui o atraso de intercalação para o desempenho do US. Lembre-se, no entanto, que você desconectará temporariamente todos os modems no sistema quando fizer essa alteração.

Cuidado: Deve-se ter muito cuidado antes de alterar a modulação DS. Você deve fazer uma análise completa do espectro do DS, para verificar se o sistema pode comportar um sinal 256-QAM. Não fazer isso pode prejudicar gravemente o desempenho da rede a cabo.

Cuidado: Emita a [modulação de downstream de cabo {64qam}](#) Comando `| 256qam` para alterar a modulação DS para 256-QAM:

```
VXR(config)# interface cable 3/0
```

```
VXR(config-if)# cable downstream modulation 256qam
```

Para obter mais informações sobre perfis de modulação de US e otimização do caminho de retorno, consulte [Como aumentar a disponibilidade e a produtividade do caminho de retorno](#). Consulte também [Configurar perfis de modulação de cabo no CMTS da Cisco](#). Altere `uw8` para `uw16` para os códigos de uso de intervalo curto e longo (IUC), no perfil de mixagem padrão.

Cuidado: Deve-se ter muito cuidado antes de aumentar a largura do canal ou alterar a modulação de US. Você deve fazer uma análise completa do espectro de US com um analisador de espectro, para encontrar uma banda larga o suficiente que tenha uma razão portadora-ruído (CNR) adequada para comportar 16-QAM. Não fazer isso pode prejudicar gravemente o desempenho da rede a cabo ou levar a uma interrupção total do US.

Cuidado: emita o comando [cable upstream channel-width](#) para aumentar a largura do canal US:

```
VXR(config-if)# cable upstream 0 channel-width 3200000
```

Consulte [Gerenciamento de espectro avançado](#).

Efeito da intercalação

Ruídos de burst elétrico das fontes de alimentação do amplificador e da energia do utilitário no caminho do DS podem causar erros nos blocos. Isso pode causar problemas piores com qualidade de throughput do que erros que eram espalhados a partir de ruídos térmicos. Em uma tentativa de minimizar a influência dos erros de burst, uma técnica conhecida como intercalação é utilizada para espalhar os dados ao longo do tempo. Como os símbolos na extremidade de transmissão são mesclados e depois remontados na extremidade de recepção, os erros aparecerão separados. O FEC é muito eficaz contra erros espalhados. Os erros causados por um burst de interferência relativamente longo ainda podem ser corrigidos pelo FEC, quando você usa a intercalação. Como a maioria dos erros ocorre em bursts, essa é uma maneira eficiente de melhorar a taxa de erros.

Observação: se você aumentar o valor de intercalação FEC, adicione latência à rede.

DOCSIS especifica cinco níveis diferentes de intercalação (o EuroDOCSIS tem apenas um). 128:1 é a quantidade mais alta de intercalação e 8:16 é a mais baixa. 128:1 indica que 128 palavras de código compostas por 128 símbolos cada serão misturadas em uma base de 1 para 1. 8:16 indica que 16 símbolos são mantidos em uma linha por palavra de código e são misturados com 16 símbolos de 7 outras palavras de código.

Os valores possíveis para atraso de intercalação de downstream são os seguintes, em microssegundos (μ s ou usecs):

I (número de taps)	J (incremento)	64-QAM	256-QAM
8	16	220	150
16	8	480	330
32	4	980	680
64	2	2000	1400
128	1	4000	2800

A intercalação não adiciona bits de sobrecarga como o FEC; mas adiciona latência, que pode afetar voz e vídeo em tempo real. Também aumenta o RTT de solicitação e concessão, que pode fazer com que você passe de todas as outras oportunidades do MAP para cada terceiro ou quarto MAP. Esse é um efeito secundário que pode causar uma diminuição na produtividade de dados de US de pico. Portanto, você pode aumentar ligeiramente a produtividade de US (em uma maneira de PPS por modem) quando o valor é definido como um número menor que o padrão típico de 32.

Como uma solução alternativa para o problema de ruído de impulso, o valor de intercalação pode ser aumentado para 64 ou 128. No entanto, quando você aumenta esse valor, o desempenho (produtividade) pode diminuir, mas a estabilidade do ruído aumentará no DS. Em outras palavras, a planta deve ser mantida adequadamente; ou mais erros incorrigíveis (pacotes perdidos) no DS serão vistos, até o ponto em que os modems comecem a perder a conectividade e houver mais retransmissão.

Quando você aumenta a profundidade de intercalação para compensar um caminho barulhento do DS, você deve levar em consideração uma diminuição no pico de produtividade CM US. Na maioria dos casos residenciais, isso não é um problema, mas é bom entender o trade-off. Se você for para a profundidade máxima de intercalação de 128:1 a 4 ms, isso terá um impacto negativo significativo na produtividade de US.

Observação: o atraso é diferente para 64-QAM versus 256-QAM.

Você pode emitir o comando [cable downstream interleave-depth {8 | 16 | 32 | 64 | 128}](#). Comando [| 128](#). Este é um exemplo que reduz a profundidade de intercalação para 8:

```
VXR(config-if)# cable downstream interleave-depth 8
```

Cuidado: esse comando desconectará todos os modems no sistema quando ele for implementado.

Para usar a força US contra ruídos, os modems DOCSIS permitem FEC variável ou inexistente. Quando você desativa US FEC, você se livra de alguma sobrecarga e permite que mais pacotes sejam passados, mas às custas da robustez ao ruído. Também é vantajoso ter diferentes quantidades de FEC associadas ao tipo de burst. A intermitência é para dados reais ou manutenção da estação? O pacote de dados é composto de 64 bytes ou de 1518 bytes? Você pode querer mais proteção para pacotes maiores. Há também um ponto de retorno decrescente; por exemplo, uma mudança de 7% para 14% de FEC pode dar apenas 0,5 dB a mais de robustez.

Não há intercalação no US atualmente, porque a transmissão está em bursts e não há latência suficiente dentro de um burst para comportar a intercalação. Alguns fabricantes de chips estão

adicionando esse recurso para suporte ao DOCSIS 2.0, o que poderia ter um impacto enorme, se você considerar todo o ruído de impulso dos eletrodomésticos. A intercalação de US permitirá que FEC trabalhe de forma mais eficaz.

Avanço de MAP dinâmico

O Dynamic Map Advance usa um tempo de antecipação dinâmica, em MAPs, que pode melhorar significativamente a produtividade de US por modem. O Dynamic Map Advance é um algoritmo que ajusta automaticamente o tempo de antecipação nos MAPs com base no CM mais distante associado a uma porta US específica.

Consulte [Avanço do mapa de cabo \(dinâmico ou estático?\) para obter uma explicação detalhada do avanço do mapa.](#)

Para ver se o avanço do mapa é dinâmico, emita o [comando show controllers cable slot/port upstream port:](#)

```
Ninetail# show controllers cable 3/0 upstream 1

Cable3/0 Upstream 1 is up
Frequency 25.008 MHz, Channel Width 1.600 MHz, QPSK Symbol Rate 1.280 Msps
Spectrum Group is overridden
BroadCom SNR_estimate for good packets - 28.6280 dB
Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2809
Ranging Backoff automatic (Start 0, End 3)
Ranging Insertion Interval automatic (60 ms)
Tx Backoff Start 0, Tx Backoff End 4
Modulation Profile Group 1
Concatenation is enabled
Fragmentation is enabled
part_id=0x3137, rev_id=0x03, rev2_id=0xFF
nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000
Range Load Reg Size=0x58
Request Load Reg Size=0x0E
Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 8
Minislot Size in Symbols = 64
Bandwidth Requests = 0xE224
Piggyback Requests = 0x2A65
Invalid BW Requests= 0x6D
Minislots Requested= 0x15735B
Minislots Granted = 0x15735F
Minislot Size in Bytes = 16
Map Advance (Dynamic) : 2454 usecs
UCD Count = 568189
DES Ctrl Reg#0 = C000C043, Reg#1 = 17
```

Se você for para uma profundidade de intercalação de 8, conforme mencionado anteriormente, poderá reduzir ainda mais o avanço do mapa, pois ele tem menos latência do DS.

Efeito de concatenação e fragmentação

O DOCSIS 1.1 e alguns equipamentos atuais da versão 1.0 aceitam um novo recurso chamado concatenação. A fragmentação também é compatível com o DOCSIS 1.1. A concatenação permite que vários quadros DOCSIS menores sejam combinados em um quadro DOCSIS maior e enviados com uma solicitação.

Como o número de bytes solicitados tem um máximo de 255 minislots e normalmente há 8 ou 16

bytes por minislots, o número máximo de bytes que podem ser transferidos em um intervalo de transmissão de US é de cerca de 2.040 ou 4.080 bytes. Esse valor inclui todas as despesas gerais de FEC e da camada física. Assim, o burst máximo real para o enquadramento Ethernet está mais próximo de 90%, e não tem relação com uma concessão fragmentada. Se você usar 16-QAM a 3,2 MHz em minislots de 2 marcações, o minislot terá 16 bytes. Isso faz com que o limite de $16 \times 255 = 4.080$ bytes - 10% de sobrecarga da camada física = ~ 3.672 bytes. Para concatenar ainda mais, você pode mudar o minislot para 4 ou 8 marcações e fazer a configuração de burst de concatenação máxima 8.160 ou 16.320.

Uma ressalva é que o burst mínimo que já foi enviado será de 32 ou 64 bytes, e essa granularidade mais baixa quando os pacotes forem cortados em minislots terá mais erro de arredondamento.

A menos que a fragmentação seja usada, o burst máximo de US deve ser definido com menos de 4.000 bytes para as placas MC28C ou MC16x em um chassi VXR. Além disso, defina o burst máximo com menos de 2.000 bytes para modems DOCSIS 1.0, se você fizer VoIP. Isso ocorre porque os modems 1.0 não podem fragmentar, e 2.000 bytes são muito longos para que um fluxo UGS seja transmitido corretamente; assim, haveria instabilidade de voz.

Embora a concatenação talvez não seja muito útil para pacotes grandes, ela é uma excelente ferramenta para todas as confirmações breves de TCP. Se você permitir vários pacotes por oportunidade de transmissão, a concatenação aumentará o valor básico de PPS por esse múltiplo.

Quando os pacotes são concatenados, o tempo de serialização de um pacote maior é mais demorado e afeta o RTT e o PPS. Portanto, se você normalmente tiver 250 PPS para pacotes de 1.518 bytes, ele inevitavelmente cairá quando você concatenar; mas agora o total de bytes é maior por pacote concatenado. Se você pudesse concatenar quatro pacotes de 1.518 bytes, seriam necessários pelo menos 3,9 ms para enviar com 16-QAM a 3,2 MHz. O atraso de intercalação e processamento de DS deve ser adicionado, e os DS MAPs podem estar a cada 8 ms ou mais. O PPS cairia para 114, mas agora você tem 4 concatenados que fazem o PPS aparecer como 456; isso dá uma produtividade de $456 \times 8 \times 1.518 = 5,5$ Mbps. Considere um exemplo de "jogo" em que a concatenação poderia permitir que muitos acks de US fossem enviados com apenas uma solicitação, o que tornaria os fluxos de DS TCP mais rápidos. Suponha que o arquivo de configuração do DOCSIS para este CM tenha uma configuração de burst de US máximo de 2.000 bytes e assumo que o modem aceita a concatenação: o CM, teoricamente, poderia concatenar trinta e um acks de 64 bytes. Como esse grande pacote total levará algum tempo para ser transmitido do CM para o CMTS, o PPS diminuirá adequadamente. Em vez de 234 PPS com pacotes pequenos, ele estará mais próximo de 92 PPS para os pacotes maiores. $92 \text{ PPS} \times 31 \text{ acks} = 2852 \text{ PPS}$, potencialmente. Isso equivale a cerca de pacotes DS de $512 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits por byte} \times 2 \text{ pacotes por ack} \times 2.852 \text{ acks por segundo} = 23,3 \text{ Mbps}$. No entanto, a maioria dos CMs será limitada pela taxa muito abaixo disso.

No US, o CM teoricamente teria $512 \text{ bytes} \times 8 \text{ bits por byte} \times 110 \text{ PPS} \times 3 \text{ pacotes concatenados} = 1,35 \text{ Mbps}$. Esses números são muito melhores que os números originais obtidos sem concatenação. O arredondamento de minislot é ainda pior ao fragmentar, porque cada fragmento terá um arredondamento.

Observação: houve um problema Broadcom mais antigo em que ele não concatenaria dois pacotes, mas poderia fazer três.

Para aproveitar as vantagens da concatenação, será necessário executar o Cisco IOS Software versão 12.1(1)T ou 12.1(1)EC ou posterior. Se possível, tente usar modems com o design

baseado no Broadcom 3300. Para garantir que um CM aceite a concatenação, emita o comando **show cable modem detail**, [show cable modem mac](#) ou [show cable modem verbose no CMTS](#).

```
VXR# show cable modem detail
```

Interface	SID	MAC address	Max CPE	Concatenation	Rx SNR
Cable6/1/U0	2	0002.fdfa.0a63	1	yes	33.26

Para ativar ou desativar a concatenação, emita o comando [\[no\] cable upstream n concatenation](#), onde **n** especifica o número da porta US. Os valores válidos começam com 0, para a primeira porta US na placa de linha da interface de cabo.

Observação: consulte o [histórico do parâmetro de burst máximo de upstream](#) para obter mais informações sobre DOCSIS 1.0 versus 1.1 e o problema de concatenação com configurações de tamanho máximo de burst. Lembre-se também de que os modems devem ser reinicializados para que as alterações entrem em vigor.

[Velocidades de modem único](#)

Se o objetivo é concatenar quadros grandes e obter as melhores velocidades possíveis por modem, você pode alterar o minislot para 32 bytes, para permitir um burst máximo de 8.160. A armadilha para isso é que significa que o menor pacote já enviado será de 32 bytes. Isso não é muito eficiente para pequenos pacotes de US, como solicitações, que são apenas 16 bytes de comprimento. Como uma solicitação está na região de contenção, se for maior, há um maior potencial para colisões. Também adiciona mais erro de arredondamento de minislot, quando está dividindo os pacotes em minislots.

O arquivo de configuração DOCSIS para este modem precisará ter uma configuração de burst de tráfego máximo e burst de concatenação máximo em torno de 6.100. Isso permitiria que quatro quadros de 1.518 bytes fossem concatenados. O modem também precisaria suportar a fragmentação para separá-lo em partes mais gerenciáveis. Como a próxima solicitação geralmente passa por piggybacking e estará no primeiro fragmento, o modem pode obter taxas de PPS ainda melhores do que o esperado. Cada fragmento levará menos tempo para serializar do que se o CM tentasse enviar um pacote concatenado longo.

Algumas configurações que podem afetar as velocidades por modem devem ser explicadas. O burst de tráfego máximo é usado para CMs 1.0, e deve ser definido como 1.522. Alguns CMs precisam que isso seja maior que 1.600, porque incluíam outras sobrecargas que não deveriam ser incluídas. O burst de concatenação máximo afeta modems 1.1 que também podem fragmentar, portanto, eles podem concatenar muitos quadros com uma solicitação, mas ainda fragmentam em pacotes de 2.000 bytes para considerações de VoIP. Pode ser necessário que o burst de tráfego máximo e o burst de concatenação máximo tenham a mesma definição, porque alguns CMs não ficarão on-line.

Um comando no CMTS que poderia ter um efeito é o [cable upstream n rate-limit token-bucket shaping](#). Esse comando ajuda CMs policiais que não vão se policiar conforme as instruções nas configurações do arquivo de configuração. O policiamento pode atrasar os pacotes, portanto, desative-o se suspeitar que esteja limitando a produtividade. Isso pode ter algo a ver com a configuração do burst de tráfego máximo igual ao burst de concatenação máximo, portanto, mais testes podem ser necessários.

A Toshiba fez bem sem concatenação ou fragmentação porque não usou um chipset Broadcom no CM. Usou Libit e agora usa TI, em CMs mais altos que o PCX2200. A Toshiba também envia a

próxima solicitação na frente de uma concessão, para obter um PPS mais alto. Isso funciona bem, exceto pelo fato de que a solicitação não passa por piggybacking e estará em um slot de contenção; ela pode ser descartada quando muitos CMs estiverem no mesmo US.

O [comando cable default-phy-burst permite que um CMTS seja atualizado do software IOS do DOCSIS 1.0 para o código 1.1, sem falhas no registro do CM.](#) Normalmente, o arquivo de configuração DOCSIS tem um padrão 0 ou em branco para o burst de tráfego máximo, o que faria com que os modems falhassem com reject(c) quando se registrarem. Este é um CoS rejeitado porque 0 significa burst máximo ilimitado, o que não é permitido com o código 1.1 (por causa dos serviços de VoIP e atraso máximo, latência e instabilidade). O **comando cable default-phy-burst substitui a definição do arquivo de configuração DOCSIS de 0, e o menor dos dois números tem precedência.** A configuração padrão é 2.000 e o máximo agora é 8.000, o que permitirá que cinco quadros de 1.518 bytes sejam concatenados. Ela pode ser definida como 0 para desligar:

```
cable default-phy-burst 0
```

[Algumas recomendações para testes de velocidade por modem](#)

1. Use o Advanced Time-Division Multiple Access (A-TDMA) no US para 64-QAM no canal de 6,4 MHz.
2. Use um tamanho de minislots de 2. O limite do DOCSIS é de 255 minislots por burst, portanto, 255×48 bytes por minislots = 12.240 bytes por burst máximo \times 90 por cento = ~11.000 bytes.
3. Use um CM que possa fragmentar e concatenar e que tenha uma conexão FastEthernet duplex completo.
4. Defina o arquivo de configuração do DOCSIS como sem mínimo, mas com um máximo de 20 MB para cima e para baixo.
5. Desative a formatação de US rate-limit token-bucket.
6. Emita o [comando cable upstream n data-backoff 3 5.](#)
7. Defina o burst de tráfego máximo e o burst de concatenação máximo como 11.000 bytes.
8. Use 256-QAM e 16 intercalações no DS (tente 8 também). Isso proporciona o menor atraso para MAPs.
9. Emita o [comando cable map-advance dynamic 300 1000.](#)
10. Use uma imagem do IOS Software Release 15(BC2) que fragmenta corretamente e emita o [comando cable upstream n fragment-force 2000 5.](#)
11. Empurre o tráfego UDP para o CM e incremente até encontrar um máximo.
12. Se você está enviando o tráfego TCP, use vários computadores através de um CM.

[Resultados](#)

- Terayon TJ735 forneceu 15,7 Mbps. Esta é possivelmente uma boa velocidade devido a menos bytes por quadro concatenado e uma melhor CPU. Parece ter um cabeçalho de concatenação de 13 bytes para o primeiro quadro e cabeçalhos de 6 bytes para o próximo, com cabeçalhos de fragmentos de 16 bytes e um burst máximo interno de 8.200 bytes.
- Motorola SB5100 forneceu 18 Mbps. Ele também forneceu 19,7 Mbps com pacotes de 1.418 bytes e 8 intercalações no DS.
- Toshiba PCX2500 forneceu 8 Mbps, porque parece ter um limite máximo interno de burst de 4.000 bytes.

- Ambit forneceu os mesmos resultados que a Motorola: 18 Mbps.
- Algumas dessas taxas podem cair quando em contenção com outro tráfego de CM.
- Certifique-se de que CMs 1.0 (que não podem fragmentar) tenham um burst máximo menor que 2.000.
- A utilização de US de 27,2 Mbps a 98% foi obtida com os CMs Motorola e Ambit.

Novo comando de fragmento

cable upstream n fragment-force fragment-threshold number-of-fragments

Parâmetro	Descrição
<i>n</i>	Especifica o número da porta upstream. Os valores válidos começam com 0, para a primeira porta de upstream na placa de linha da interface de cabo.
<i>fragment-threshold</i>	O número de bytes que acionarão a fragmentação. O intervalo válido é de 0 a 4.000, com um padrão de 2.000 bytes.
<i>number-of-fragments</i>	O número de fragmentos de tamanho igual no qual cada quadro fragmentado é dividido. O intervalo válido é de 1 a 10, com um padrão de 3 fragmentos.

Benefícios do DOCSIS 2.0

O DOCSIS 2.0 não adicionou nenhuma alteração ao DS, mas adicionou muitas ao US. A especificação avançada da camada física no DOCSIS 2.0 possui estas adições:

- Esquemas de modulação 8-QAM, 32-QAM e 64-QAM
- Largura do canal de 6,4 MHz
- Até 16 bytes de T de FEC

Também permite 24 toques de pré-equalização nos modems e na intercalação de US. Isso adiciona robustez a reflexões, inclinação no canal, atraso de grupo e ruído de burst de US. Além disso, a equalização de 24 toques no CMTS ajudará os modems DOCSIS 1.0 mais antigos. O DOCSIS 2.0 também adiciona o uso de S-CDMA além do A-TDMA.

Maior eficiência espectral com 64-QAM cria melhor uso dos canais atuais e mais capacidade. Isso proporciona maior rendimento na direção de US e velocidades ligeiramente melhores por modem, com melhor PPS. O uso de 64-QAM a 6,4 MHz ajudará a enviar grandes pacotes para o CMTS muito mais rápido do que o normal, portanto o tempo de serialização será baixo e criará um PPS melhor. Canais maiores criam melhor multiplexação estatística.

A taxa máxima teórica de US que você pode obter com A-TDMA é de aproximadamente 27 Mbps ou mais (agregado). Isso depende da sobrecarga, do tamanho do pacote e assim por diante. Lembre-se de que uma alteração em uma produtividade agregada maior permite que mais pessoas compartilhem, mas não necessariamente adiciona mais velocidade por modem.

Se você executar A-TDMA no US, esses pacotes serão muito mais rápidos. O 64-QAM a 6,4 MHz no US permitirá que os pacotes concatenados sejam serializados mais rapidamente no US e

obtenham um PPS melhor. Se você usar um minislot de 2 marcações com A-TDMA, obterá 48 bytes por minislot, que é $48 \times 255 = 12.240$ como o burst máximo por solicitação. 64-QAM, 6,4 MHz, minislots de 2 marcações, 10.000 em burst de concatenação máximo e 300 em segurança avançada de mapa dinâmico fornece ~15 Mbps.

Todas as implementações atuais de sílício do DOCSIS 2.0 utilizam o cancelamento de ingresso, embora isso não faça parte do DOCSIS 2.0. Isso torna o serviço robusto nas deficiências de instalações de pior caso, abre partes não utilizadas do espectro e adiciona uma medida de seguro para os serviços life-line.

Outros fatores

Existem outros fatores que podem afetar diretamente o desempenho da rede a cabo: o perfil de QoS, ruído, limitação de taxa, combinação de nós, superutilização e assim por diante. A maioria discutida em detalhes em Troubleshooting Slow Performance in Cable Modem Networks (Solução de problemas de desempenho lento em redes de modems a cabo).

Há também limitações de modem a cabo que podem não ser aparentes. O modem a cabo pode ter uma limitação de CPU ou uma conexão Ethernet semi-duplex para o PC. Dependendo do tamanho do pacote e do fluxo de tráfego bidirecional, isso pode ser um gargalo não considerado.

Verificação da produtividade

Emita o [comando show cable modem para a interface na qual o modem reside](#).

```
ubr7246-2# show cable modem cable 6/0
```

MAC Address	IP Address	I/F	MAC State	Prim Sid	RxPwr (db)	Timing Offset	Num CPE	BPI Enb
00e0.6f1e.3246	10.200.100.132	C6/0/U0	online	8	-0.50	267	0	N
0002.8a8c.6462	10.200.100.96	C6/0/U0	online	9	0.00	2064	0	N
000b.06a0.7116	10.200.100.158	C6/0/U0	online	10	0.00	2065	0	N

Emita o [comando show cable modem mac para ver os recursos do modem](#). Isso mostra o que o modem *pode fazer*, *não necessariamente o que ele está fazendo*.

```
ubr7246-2# show cable modem mac | inc 7116
```

MAC Address	MAC State	Prim Sid	Ver	QoS Prov	Frag	Concat	PHS	Priv	DS	US Sids
000b.06a0.7116	online	10	DOC2.0	DOC1.1	yes	yes	yes	BPI+	0	4

Emita o [comando show cable modem phy para ver os atributos da camada física do modem](#). Algumas dessas informações só estarão presentes se **remote-query** estiver configurado no **CMTS**.

```
ubr7246-2# show cable modem phy
```

MAC Address	I/F	Sid	USPwr (dBmV)	USSNR (dBmV)	Timing Offset (dBc)	MicroReflec (dBc)	DSPwr (dBmV)	DSSNR (dBmV)	Mode
000b.06a0.7116	C6/0/U0	10	49.07	36.12	2065	46	0.08	41.01	atdma

Emita o [comando show controllers cable slot/port upstream port para ver as configurações atuais de US do modem.](#)

```
ubr7246-2# show controllers cable 6/0 upstream 0
```

```
Cable6/0 Upstream 0 is up
Frequency 33.000 MHz, Channel Width 6.400 MHz, 64-QAM Sym Rate 5.120 Msps
This upstream is mapped to physical port 0
Spectrum Group is overridden
US phy SNR_estimate for good packets - 36.1280 dB
Nominal Input Power Level 0 dBmV, Tx Timing Offset 2066
Ranging Backoff Start 2, Ranging Backoff End 6
Ranging Insertion Interval automatic (312 ms)
Tx Backoff Start 3, Tx Backoff End 5
Modulation Profile Group 243
Concatenation is enabled
Fragmentation is enabled
part_id=0x3138, rev_id=0x02, rev2_id=0x00
nb_agc_thr=0x0000, nb_agc_nom=0x0000
Range Load Reg Size=0x58
Request Load Reg Size=0x0E
Minislot Size in number of Timebase Ticks is = 2
Minislot Size in Symbols = 64
Bandwidth Requests = 0x7D52A
Piggyback Requests = 0x11B568AF
Invalid BW Requests= 0xB5D
Minislots Requested= 0xAD46CE03
Minislots Granted = 0x30DE2BAA
Minislot Size in Bytes = 48
Map Advance (Dynamic) : 1031 usecs
UCD Count = 729621
ATDMA mode enabled
```

Emita o [comando show interface cable slot/port service-flow para ver os fluxos de serviço para o modem.](#)

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow
```

Sfid	Sid	Mac Address	QoS	Param	Index	Type	Dir	Curr	Active
			Prov	Adm	Act			State	Time
18	N/A	00e0.6f1e.3246	4	4	4	prim	DS	act	12d20h
17	8	00e0.6f1e.3246	3	3	3	prim	US	act	12d20h
20	N/A	0002.8a8c.6462	4	4	4	prim	DS	act	12d20h
19	9	0002.8a8c.6462	3	3	3	prim	US	act	12d20h
22	N/A	000b.06a0.7116	4	4	4	prim	DS	act	12d20h
21	10	000b.06a0.7116	3	3	3	prim	US	act	12d20h

Emita o comando `show interface cable slot/port service-flow sfid verbose` para ver o fluxo de serviço específico para esse modem. Isso exibirá a produtividade atual para o fluxo US ou DS e as definições do arquivo de configuração do modem.

```
ubr7246-2# show interface cable 6/0 service-flow 21 verbose
```

```
Sfid : 21
Mac Address : 000b.06a0.7116
Type : Primary
Direction : Upstream
```

```

Current State : Active
Current QoS Indexes [Prov, Adm, Act] : [3, 3, 3]
Active Time : 12d20h
Sid : 10
Traffic Priority : 0
Maximum Sustained rate : 21000000 bits/sec
Maximum Burst : 11000 bytes
Minimum Reserved Rate : 0 bits/sec
Admitted QoS Timeout : 200 seconds
Active QoS Timeout : 0 seconds
Packets : 1212466072
Bytes : 1262539004
Rate Limit Delayed Grants : 0
Rate Limit Dropped Grants : 0
Current Throughput : 12296000 bits/sec, 1084 packets/sec
Classifiers : NONE

```

Assegure-se de que nenhum pacote atrasado ou descartado esteja presente.

Emita o [comando show cable hop para verificar se não há erros de FEC incorrigíveis.](#)

```
ubr7246-2# show cable hop cable 6/0
```

Upstream Port	Port Status	Poll Rate (ms)	Missed Poll Count	Min Poll Sample	Missed Poll Pcnt	Hop Thres	Hop Period (sec)	Corr FEC Errors	Uncorr FEC Errors
Cable6/0/U0	33.000 Mhz	1000	* * *	*set to fixed frequency	* * *	* * *	* * *	0	0
Cable6/0/U1	admindown	1000	* * *	frequency not set	* * *	* * *	* * *	0	0
Cable6/0/U2	10.000 Mhz	1000	* * *	*set to fixed frequency	* * *	* * *	* * *	0	0
Cable6/0/U3	admindown	1000	* * *	frequency not set	* * *	* * *	* * *	0	0

Se o modem está descartando pacotes, a planta física está afetando a produtividade e deve ser corrigida.

Summary

As seções anteriores deste documento destacam as deficiências quando você considera os números de desempenho fora do contexto sem entender o impacto em outras funções. Embora seja possível ajustar um sistema para atingir uma métrica de desempenho específica ou superar um problema de rede, isso será feito às custas de outra variável. Alterar os valores de MAPs/s e intercalação pode obter melhores taxas de US, mas à custa da robustez ou taxa de DS. Diminuir o intervalo do MAP não faz muita diferença em uma rede real e apenas aumenta a sobrecarga da CPU e da largura de banda no CMTS e no CM. Incorporar mais US FEC aumenta a sobrecarga de US. Há sempre uma relação de trade-off e compromisso entre produtividade, complexidade, robustez e custo.

Se o controle de admissão for usado no US, alguns modems não serão registrados quando a alocação total estiver esgotada. Por exemplo, se o total de US for de 2,56 Mbps para uso e a garantia mínima estiver definida como 128k, somente 20 modems poderão se registrar no US se o controle de admissão estiver definido como 100%.

Conclusão

Você precisa saber qual é a produtividade esperada para determinar a velocidade e o desempenho de dados dos inscritos. Depois de determinar o que é teoricamente possível, uma rede pode então ser projetada e gerenciada para atender aos requisitos dinamicamente variáveis

de um sistema a cabo. Em seguida, você deve monitorar a carga de tráfego real, determinar o que está sendo transportado e quando a capacidade adicional é necessária para aliviar os gargalos.

O serviço e a percepção de disponibilidade podem ser as principais oportunidades de diferenciação para o setor de cabo, se as redes são implantadas e gerenciadas adequadamente. À medida que as empresas de cabo realizam a transição para múltiplos serviços, as expectativas dos inscritos em relação à integridade do serviço se aproximam do modelo que foi estabelecido pelos serviços de voz antigos. Com essa mudança, as empresas de cabo precisam adotar novas abordagens e estratégias que garantam que as redes se alinhem com esse novo paradigma. Há expectativas e exigências maiores agora que somos um setor de telecomunicações e não apenas provedores de entretenimento.

Embora o DOCSIS 1.1 contenha as especificações que asseguram níveis de qualidade para serviços avançados, como o VoIP, a capacidade de implantar serviços compatíveis com esta especificação será um desafio. Por causa disso, é imperativo que os operadores de cabo tenham uma compreensão completa das questões. Uma abordagem ampla para escolher os componentes do sistema e as estratégias de rede deve ser desenvolvida para garantir a implantação bem-sucedida da integridade do serviço.

O objetivo é conseguir mais inscrições, mas não comprometer o serviço aos inscritos atuais. Se forem oferecidos SLAs (Service Level Agreements) para garantir uma quantidade mínima de throughput por assinante, a infra-estrutura para dar suporte a essa garantia deve estar em vigor. O setor também está procurando atender clientes comerciais e adicionar serviços de voz. À medida que esses novos mercados são abordados e redes são criadas, serão necessárias novas abordagens: CMTSs mais densos com mais portas, um CMTS distribuído mais distante no campo ou algo intermediário (como adicionar um 10baseF à residência).

Seja o que for que o futuro tenha reservado, é certo que as redes se tornarão mais complexas e os desafios técnicos aumentarão. O setor de cabos só conseguirá enfrentar esses desafios se adotar arquiteturas e oferecer suporte a programas que possam fornecer o mais alto nível de integridade de serviço em tempo hábil.

[Informações Relacionadas](#)

- [Troubleshooting de Desempenho Lento com Redes de Cable Modem](#)
- [Troubleshooting de modems a cabo uBR com problemas de conexão](#)
- [Configurando os perfis de modulação do cabo no CMTS da Cisco](#)
- [Troubleshooting de Desempenho Lento com Redes de Cable Modem](#)
- [Qual é o número máximo de usuários por CMTS?](#)
- [Centro de software de cabo/banda larga da Cisco \(somente clientes registrados\)](#)
- [Banda Larga a Cabo](#)
- [Suporte Técnico - Cisco Systems](#)