RDSI-FL

- Introdução
- A Camada Física
- A Camada ATM
- A Camada de Adaptação (AAL)
- Suporte a Serviços não orientados a conexões
- Controles de Tráfego e de Congestionamento

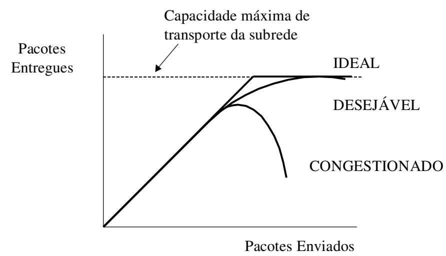
Controles de Tráfego e de Congestionamento

- Congestionamento
- Gerenciamento de Tráfego:
  - Proteção contra congestionamento
  - Melhorar a eficiência da utilização dos recursos

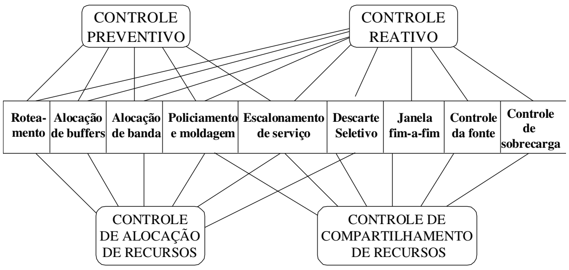
O que é congestionamento

- Congestionamento diz respeito à **degradação** sofrida pelo fluxo de tráfego de um sistema devida à **excessiva solicitação** de ao menos parte de seus **recursos**.
- Durante o congestionamento a rede **não é capaz de atingir os objetivos de desempenho negociados** seja para as conexões já estabelecidas que para os novos pedidos de conexão.
- O congestionamento pode ser **causado basicamente por flutuações estatísticas** imprevisíveis dos fluxos de tráfego **e por condições de falha**

Congestionamento



Espectro dos Mecanismos de Controle de Congestionamento



Gerenciamento de Tráfego

- UNI 4.0 (AF-TM-0056)
- Categorias de serviço
- Qualidade de Serviço (QoS)

Mecanismos de Gerenciamento de Tráfego

- Controle de Admissão de Conexões (CAC)
- Controle de realimentação
- Policiamento (UPC e NPC)
- Controle de prioridade das células
- Moldagem de tráfego
- Gerenciamento de recursos da rede
- Descarte de quadros
- Controle de fluxo ABR

Categorias de Serviço Capacitações de Transferência

- CBR *(Constant Bit Rate)*
  DBR *(Deterministic Bit Rate)*
- rt-VBR *(Real-Time Variable Bit Rate)*
- nrt-VBR *(Non-Real-Time Variable Bit Rate)*
  SBR *(Statistical Bit Rate)*
- UBR *(Unspecified Bit Rate)*
- ABR *(Available Bit Rate) ABR*
- ABT *(ATM Block Transfer)*

[AF-TM4.0 ITU-T I.371]

Arquitetura de serviços

- Semelhante ao conceito de capacitação básica (classes A-D)
- Novo modelo: distinção baseada na noção fundamental de se o tráfego é ou não de tempo real (*real-time* ou *non-real-time*)
  - limita-se a distinguir se são especificados parâmetros de tempo tais como retardo e *jitter*.
- Para a rede ATM tem pouca importância saber se o protocolo de alto-nível é ou não orientado a conexões!

Classificação dos serviços de faixa larga (I.211)

- Interativos
  - conversacional (há pessoas em cada lado)
  - transferência de mensagens (pessoa falando com uma máquina)
  - consulta (pessoa fazendo com que uma máquina transfira informações)
- Distributivos
  máquina enviando informações para uma pessoa ou máquina que recebem passivamente

Descrição de tráfego e requisitos de QoS

- Áudio e vídeo podem ser transportados usando CBR dado que:
  - são tradicionalmente codificados desta forma
  - relação entre taxa de pico e média está tipicamente na faixa de 3 a 10.
  - portanto, CBR é moderadamente eficiente.

Descrição de tráfego e requisitos de QoS

- Aplicações de comunicação de computadores tradicionais assim como aplicações de vídeo/áudio/imagem que transportam unidades discretas de informação:
  - são bem explosivas (*bursty*) e por isto têm muito a ganhar com multiplexação estatística.
  - estas aplicações orientadas a unidades não possuem uma taxa natural
  - quanto mais rápido melhor mas há um tempo de transferência mínimo aquém do qual o usuário não notará nenhuma melhora de qualidade.

Descrição de tráfego e requisitos de QoS

- Todas as aplicações de transferência de mensagens são muito tolerantes a atrasos
- Aplicações de distribuição podem ser bastante retardadas mas a variação do retardo deve ser limitada.
- Aplicações de comunicação de dados são geralmente sensíveis a perdas.
- A pesquisa atual em codificação de vídeo está na direção de codificações que criem fluxos distintos de alta e baixa prioridades.

Distinção mais importante entre aplicações

- tempo real e orientada a taxas ou
- não de tempo real e orientada a unidades

- Categoria de serviço CBR ou
- Categoria de serviço UBR

Categoria de serviço CBR

- Definição: alocação fixa de taxa com pequenos atrasos nos comutadores.
- Apesar de fácil de definir, não é assim tão fácil de implementar.
- Problema com a acumulação de variação de atraso de células (CDV) à medida que cresce a rede.

Categoria de serviço UBR

- O melhor serviço possível *(best-effort)* mas sem garantia.
- Foi chamado de UBR porque não é especificada nenhuma taxa explicitamente.
- É interessante que seja negociada uma taxa máxima correspondente ao gargalo do caminho.
- Apesar de não ser alocada nenhuma taxa por VC é interessante alocar uma largura de faixa para o serviço.

VBR de Tempo Real (rt-VBR)

- Melhoria de eficiência: aplicações de tempo real usando codificação VBR
- São especificados:
  - taxa aceitável de perda de células
  - atraso e
  - jitter
- Regras para dimensionar largura de faixa e buffers necessários para um dado número de fontes multiplexadas.

Tipos de rt-VBR

- Não explicitamente separados nos padrões.
- PVBR - *Peak-allocated VBR*
  - A taxa varia mas a QoS é mantida
  - Sobra de largura de faixa é utilizada por outro serviço de menor prioridade
- SMVBR - *Statistically Multiplexed VBR*
  - As fontes são realmente multiplexadas estatisticamente.
  - São alocadas taxas inferiores às taxas de pico.
  - Introduz uma probabilidade de perda maior do que zero.

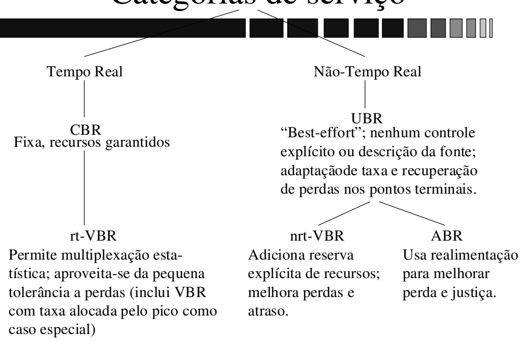
Serviço nrt-VBR

- QoS pode ser melhorado substancialmente adicionando-se funções de rede que melhorem a justiça, perda e/ou atraso.
- nrt-VBR melhora a perda e atraso em relação ao UBR com a especificação de parâmetros de taxas de pico e média (sustentada) além da taxa de perda, utilizados para alocar os recursos necessários.

Serviço ABR

- Objetivos: minimizar perdas e melhorar justiça.
- Utiliza protocolo de controle de fluxo com realimentação baseado em taxas.
- Não utiliza nenhum parâmetro de policiamento.
- Inclui opcionalmente uma taxa mínima de células.

Categorias de serviço



Parâmetros de Tráfego

- PCR - *Peak Cell Rate*
- maxCTD - *Maximum Cell Transfer Delay*
- CDVT - *Cell Delay Variation Tolerance*
- SCR - *Sustainable Cell Rate*
- MBS - *Maximum Burst Size*
- MCR - *Minimum Cell Rate*
- CLR - *Cell Loss Rate*

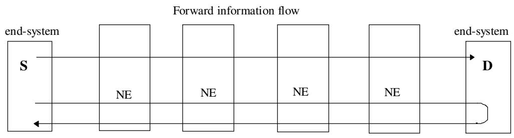
Atributos das categorias de serviço

Attribute	ATM Layer Service Category				
	CBR	rt-VBR	nrt-VBR	UBR	ABR
Traffic Parameters:					
PCR and CDVT(4,5)	specified			specified$_2$	specified$_3$
SCR, MBS, CDVT(4,5)	n/a	specified		n/a	
MCR_4	n/a			n/a	specified
QoS Parameters:					
peak-to-peak CDV	specified		unspecified		
maxCTD	specified		unspecified		
CLR_4	specified			unspecified	See Note 1
Other Attributes:					
Feedback	unspecified				specified$_6$

Controle de fluxo ABR

- As células RM que retornam trazem informações de realimentação dos elementos de rede e/ou do destino de volta à origem.
- Um elemento de rede pode:
  - Inserir diretamente informações de controle de realimentação nas células RM quando elas passarem em qualquer uma das direções
  - Informar indiretamente a fonte sobre congestionamento setando o bit EFCI no cabeçalho das células de dados na direção direta. Neste caso, o destino atualizará as células RM de retorno baseada nesta informação de congestionamento.
  - Gerar células RM de realimentação

Modelo de Controle de Fluxo ABR

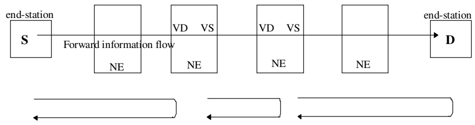


Control loop associated with forward information flow

S: Source
D: Destination
NE: Network Element

Fluxo de células RM

Conexão virtual ABR segmentada



Control loops associated with forward information flow

S: Source
D: Destination
NE: Network Element

VS: Virtual Source
VD: Virtual Destination

Parâmetros ABR

Label	Description	Units and range
PCR	The Peak Cell Rate, PCR, is the cell rate which the source may never exceed.	In Cells/Sec, See Note 1 for range
MCR	The Minimum Cell Rate, MCR, is the rate at which the source is always allowed to send.	In Cells/Sec, See Note 1 for range
ICR	The Initial Cell Rate, ICR, is the rate at which a source should send initially and after an idle period.	In Cells/Sec, See Note 1 for range
RIF	Rate Increase Factor, RIF, controls the amount by which the cell transmission rate may increase upon receipt of an RM-cell.	RIF is a power of two, ranging from 1/32768 to 1.
Nrm	Nrm is the maximum number of cells a source may send for each forward RM-cell.	Power of 2 Range: 2 to 256
Mrm	Mrm controls allocation of bandwidth between forward RM-cells, backward RM-cells, and data cells.	Constant fixed at 2
RDF	The Rate Decrease Factor, RDF, controls the decrease in the cell transmission rate.	RDF is a power of 2 from 1/32,768 to 1
ACR	The Allowed Cell Rate, ACR, is the current rate at which a source is allowed to send.	Units: Cells/Sec
CRM	Missing RM-cell count. CRM limits the number of forward RM-cells which may be sent in the absence of received backward RM-cells.	CRM is an integer. Its size is implementation specific.
ADTF	The ACR Decrease Time Factor is the time permitted between sending RM-cells before the rate is decreased to ICR.	Units: seconds ADTF range: .01 to 10.23 sec: with granularity of 10 ms.
Trm	Trm provides an upper bound on the time between forward RM-cells for an active source.	Units: milliseconds Trm is 100 times a power of two Range: $100*2^{-7}$ to $100*2^{0}$
FRTT	The Fixed Round-Trip Time, FRTT, is the sum of the fixed and propagation delays from the source to a destination and back.	Units : 1 microseconds Range: 0 to 16.7 seconds
TBE	Transient Buffer Exposure, TBE, is the negotiated number of cells that the network would like to limit the source to sending during startup periods, before the first RM-cell returns.	Units: Cells Range: 0 to 16,777,215
CDF	The Cutoff Decrease Factor, CDF, controls the decrease in ACR associated with CRM.	CDF is zero, or a power of two in the range 1/64 to 1.
TCR	The Tagged Cell Rate, TCR, limits the rate at which a source may send out-of-rate forward RM-cells.	TCR is a constant fixed at 10 cells/second

Estrutura da Célula RM

FIELD	OCTET	BIT(s)	DESCRIPTION	Initial Value	
				if source-generated	if switch-generated or destination-generated
Header	1-5	all	ATM Header	RM-VPC: VCI=6 and PTI=110 RM-VCC: PTI=110	
ID	6	all	Protocol Identifier	1	
DIR	7	8	Direction	0	1
BN	7	7	BECN Cell	0	1
CI	7	6	Congestion Indication	0	either CI=1 or NI=1 or both
NI	7	5	No Increase	0 or 1	
RA	7	4	Request/ Acknowledge	0 or set in accordance with I.371-draft	
Reserved	7	3-1	Reserved	0	
ER	8-9	all	Explicit Cell Rate	a rate not greater than PCR parameter	any rate value
CCR	10-11	all	Current Cell Rate	ACR Parameter	0
MCR	12-13	all	Minimum Cell Rate	MCR Parameter	0
QL	14-17	all	Queue Length	0 or set in accordance with I.371-draft	
SN	18-21	all	Sequence Number	0 or set in accordance with I.371-draft	
Reserved	22-51	all	Reserved	6A (hex) for each octet	
Reserved	52	8-3	Reserved	0	
CRC-10	52	2-1	CRC-10	See Section **Erro! A fonte da referência não foi encontrada.**	
	53	all			

Campo de tipo da mensagem (7° octeto)

8	7	6	5	4	3	2	1
DIR	BN	CI	NI	RA	Res.	Res.	Res.

DIR = 0 for forward RM cells
= 1 for backward RM cells
BN = 1 for Non-Source Generated (BECN) RM cells
= 0 for Source Generated RM cells
CI = 1 to indicate congestion
= 0 otherwise
NI = 1 to indicate no additive increase allowed
= 0 otherwise
RA - Not used for ABR. See description below

Operação Básica

- No estabelecimento de uma conexão ABR a fonte especifica alguns valores como os limites inferior (MCR) e superior (PCR) de taxa de transmissão.
- A fonte tem permissão para transmitir células na taxa ACR (*Allowed Cell Rate)* que é inicialmente setado para ICR *(Initial Cell Rate).*

Geração de células RM

- A fonte transmite uma célula de gerenciamento de recursos (RM - *Resource Management*) ABR antes da transmissão dos dados.
- A fonte vai continuar a enviar células RM, tipicamente após a transmissão de (Nrm-1) células, ou mais freqüentemente quando o seu ACR estiver baixo.

Retorno de células RM

- A taxa da fonte é controlada pelo retorno destas células RM, que são devolvidas pelo destino ou por um destino virtual.
- Quando as células RM chegarem ao destino, o destino deve mudar o bit de direção das mesmas e devolvê-las para as fontes.
- Se o destino estiver congestionado e não puder antender a taxa especificada no campo ER, o destino deve reduzir o valor de ER para uma taxa que ele puder aceitar.

Retorno de células RM (cont.)

- Se, ao retornar uma célula de RM, o destino tiver observado um bit the EFCI setado desde a última vez que a célula RM tiver sido devolvida., o bit CI da célula RM deve ser setado para indicar congestionamento.
- À medida que a célula RM trafega de volta até a fonte, cada comutador examinará a célula para determinar se pode aceitar a taxa ER para esta conexão.

Chegada da célula RM na fonte

- A fonte deve atualizar a variável ACR baseada na informação transportada pela célula RM.
- Se o indicador de congestionamento não estiver setado, então a fonte poderá aumentar a sua ACR por uma valor determinado no estabelecimento da conexão, até o valor ER, mas sem ultrapassar a PCR.

Chegada da célula RM na fonte (cont.)

- Se o indicador de congestionamento estiver setado, então a fonte deverá decrescer a sua ACR por um valor maior ou igual a uma proporção da sua ACR atual, que é determinada também no estabelecimento da conexão.
- Se a ACR permanecer acima da ER, a fonte deve descrescer a sua taxa até a ER retornada, mas nunca abaixo da MCR.

Qualidade do Serviço (QoS)

- QoS *(Quality of Service)* é definida na E.800 como sendo o efeito coletivo do desempenho do serviço e que determina o grau de satisfação do usuário deste serviço.
- A I.350 trata de aspectos da qualidade do serviço cujos parâmetros possam ser identificados e que possam ser diretamente observados e medidos no ponto no qual o serviço é acessado pelo usuário.
- Exemplos:
  - Taxa de Perda de células *(CLR - Cell Loss Rate)*
  - Atraso de transferência de célula
  - Variacão do atraso da célula *(CDV - Cell Delay Variation)*

QoS - Diferenças entre AF-TM 4.0 e I.356

- A AF-TM 4.0 provê a negociação dos seguintes parâmetros de QoS por conexão:
  - » Variação do atraso de célula pico-a-pico
  - » Atraso máximo de transferência das células
  - » Taxa de perda de células
- A I.356 apenas define apenas classes de QoS.
- Na AF-TM 4.0 além da especificação dos parâmetros individuais de QoS foram mantidas as classes de QoS por questão de compatibilidade.

Resultados da Transferência de uma célula

- **Transferência com sucesso:** a célula é recebida sem erros dentro de um tempo máximo especificado T_{max}.
- **Célula com erro:** a célula é recebida dentro do intervalo de tempo T_{max}, mas o conteúdo foi alterado ou o cabeçalho é inválido.
- **Célula perdida:** a célula não chegou dentro do tempo T_{max} (pode ter desaparecido ou chegado atrasada).
- **Célula intrusa (inserida erroneamente):** a célula recebida não faz parte desta conexão.
- **Bloco de células com demasiados erros:** quando são observados um número *M* de erros num bloco de *N* células transmitidas consecutivamente numa dada conexão.

Parâmetros de Desempenho

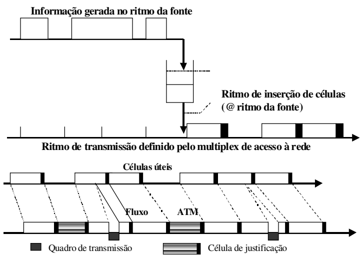
[I.356]

- **Atraso de transferência de célula (CTD -*Cell Transfer Delay*):** tempo gasto com a transferência da célula da interface origem até a interface destino.
- **Atraso médio de transferência de célula:** média aritmética de um certo número de atrasos de transferência de células.
- **Variação do atraso da célula (CDV - *Cell Delay Variation*):** Descreve a variabilidade do atraso de transferência de células. Pode-se referir à observação num único ponto, ou entre dois pontos de gerenciamento.

Origens da Variação do Atraso da Célula

- Multiplexação de tráfego a nível da AAL.
- Inserção de células de OAM na camada ATM.
- Serialização da transmissão na camada Física.
- Transmissão dos overheads do quadro de transmissão (camada física)

Variação do Atraso da Célula no SDH



Parâmetros de Desempenho

[I.356]

- **Fração de células com erro (CER - *Cell Error Ratio*):**

$$\frac{\text{Células com erro}}{\text{Transferências com sucesso + Células com erro}}$$

- **Fração de células perdidas (CLR - *Cell Loss Ratio*):**

$$\frac{\text{Células perdidas}}{\text{Total de células transmitidas}}$$

- **Taxa de inserção de células (CMR - *Cell Misinsertion Ratio*):**

$$\frac{\text{Células inseridas erroneamente}}{\text{Tempo de observação}}$$

Parâmetros de Desempenho

[I.356]

- **Fração de blocos de células com demasiados erros (SECBR - *Severely Errored Cell Block Ratio*):**

$$\frac{\text{Bloco de células com demasiados erros}}{\text{Total de blocos transmitidos}}$$

Parâmetros e Descritores de Tráfego

- Os **parâmetros de tráfego** descrevem as características do tráfego de uma conexão ATM.
- O **descritor de tráfego** para uma dada fonte é uma lista genérica dos parâmetros de tráfego usada durante o estabelecimento da conexão para especificar as características de tráfego da fonte

Requisitos para os parâmetros de tráfego

[I.371]

- ser compreensível pelo usuário e pelo seu terminal (ou seja, deve ser possível à fonte do tráfego respeitar sua própria especificação);
- participar nos esquemas de alocação de recursos satisfazendo os requisitos de desempenho da rede;
- ser verificável pelos controles de parâmetros de usário e de rede (UPC e NPC, respectivamente).

Parâmetros de Tráfego (TM4.0)

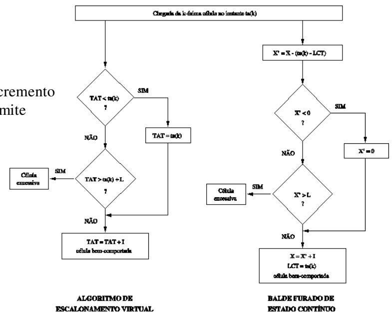
- Peak Cell Rate (PCR)
- Sustainable Cell Rate (SCR)
- Maximum Burst Size (MBS)
- Minimum Cell Rate (MCR)

GCRA

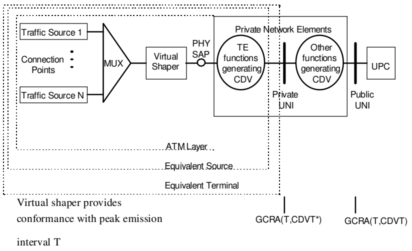
- Algoritmo Genérico de Taxa de Células (*Generic Cell Rate Algorithm*)
- O GCRA é usado para definir o cumprimento de um contrato de tráfego.
- A função de policiamento (UPC) pode implementar o GCRA ou outros algoritmos equivalentes para exigir o cumprimento do contrato.

GCRA(I,L)

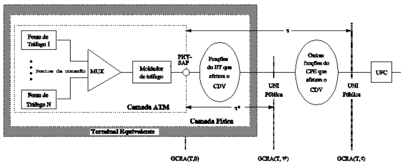
I = Incremento
L= Limite



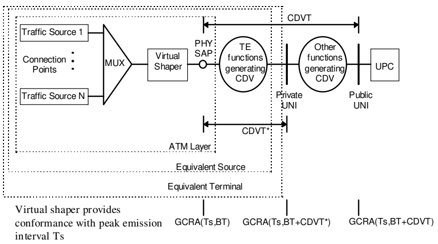
Modelo de referência para a PCR



Modelo de referência para a PCR



Modelo de referência da SCR e BT



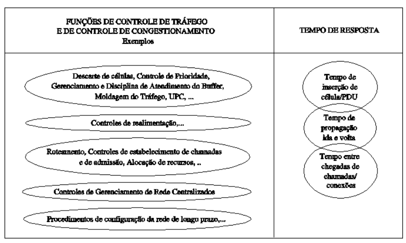
Controles de Tráfego e de Congestionamento

- **Objetivos básicos [Dèc91]:**
  - garantir um desempenho adequado a cada classe de serviço,
  - prevenir que um usuário mal comportado degrade a qualidade de serviço dos demais.
- **Controle de Tráfego [I.371]:** controle preventivo
- **Controle de Congestionamento [I.371]:** controle reativo.

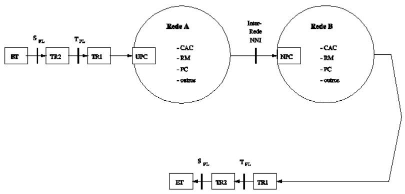
Funções de Controle de Tráfego e de Congestionamento

- Controle de Admissão de Chamadas (CAC)
- Controle de Parâmetros de Uso (UPC)
- Descarte Seletivo de Células
- Moldagem de Tráfego *(Traffic Shaping)*
- *Explicit Forward Congestion Indication*
- Gerenciamento de Recursos usando Caminhos Virtuais
- Descarte de Quadros
- Controle Genérico de Fluxo
- Controle de Fluxo do ABR

Tempos de Resposta



Configuração de referência



CAC

- Com o pedido de estabelecimento da conexão **devem ser fornecidas** (implícita ou explicitamente) as seguintes informações:
  - Descritor de tráfego, e
  - Classe de QoS desejada.
- Baseado nestas informações, o CAC deverá:
  - decidir se deve ou não aceitar a conexão
  - derivar os parâmetros a serem utilizados pelo UPC, e
  - alocar e rotear os recursos da rede.

Classificação dos Esquemas de CAC

- Capacidade equivalente
- Aproximação de tráfego pesado
- Limites Superiores para a Probabilidade de Perda de Células
- Alocação rápida de buffers/banda
- Janelas de tempo

(Perros e Elsayed, “Call Admission Control Schemes: A Review”. IEEE Comm. Mag., p. 82-90, Nov. 1996)

Controle de Admissão de Chamadas

- O **CAC** *(Connection Admission Control)* foi definido pelo ITU-T [I.371] como sendo o conjunto de ações que são tomadas durante a fase de estabelecimento da conexão (ou durante uma fase de renegociação dos parâmetros da conexão) de modo a determinar se esta conexão de circuito virtual ou de canal virtual (VCC ou VPC) pode ser aceita ou deve ser rejeitada.

Requisitos para o CAC

- Resposta em tempo real,
- margem de segurança,
- policiamento,
- atender ao caso multimídia,
- controle de prioridade e
- alta eficiência

CAC: Capacidade equivalente

- Taxa de serviço de uma fila que produz a perda tolerada para uma única fonte.
- Ou: parcela do canal de comunicação utilizado por uma fonte de tráfego levando em conta a multiplexação estatística?
  - Nem sempre, pois dependeria da capacidade do canal e das características das outras fontes que estão compartilhando o canal.

CAC: Aproximação de tráfego pesado

- Aproximação para a alocação de banda baseada no comportamento assintótico da cauda da distribuição do comprimento de uma fila infinita.

CAC: Limites Superiores para a Prob. de Perda de Células

- Saito propôs um limite superior baseado no número médio de células que chegam dentro de um intervalo de tempo fixo (ANA) e no número máximo de células que chegam no mesmo intervalo de tempo fixo (MNA).
  - O intervalo fixo foi tomado como sendo D/2, onde D é o atraso máximo admissível no buffer.

CAC: Alocação rápida de buffers/banda

- Alocação rápida de Banda -> ABT
- Alocação rápida de buffers

CAC: Janelas de tempo

- Janelas saltitantes ou deslizantes
- Limitam o número máximo de células que podem ser transmitidas num dado intervalo de tempo.
- Propostas também como mencanismos de policiamento.

CAC - Outras abordagens

- **Alocação dinâmica:** a banda alocada para uma conexão é dinamicamente ajustada a cada período de tempo fixo
- **Problema de otimização**
- **Redes neurais**.
- **CAC Híbrido** [Sai92]: requer a especificação apenas da taxa de pico e atribui uma capacidade igual à taxa de pico para circuitos virtuais de alta qualidade. Qualquer capacidade restante no VP que não esteja alocada mais a capacidade que estiver alocada a VCs de alta prioridade mas que não se encontrem em uso pode ser utilizada por VCs de baixa qualidade.

CAC - Outras abordagens (cont.)

- **Abordagem baseada em medições** [YTLK92]: é baseada na medição da carga da rede durante um período longo o suficiente para refletir o comportamento do tráfego. O contador é reinicializado após o período de medição. Uma nova conexão é aceita se a soma de sua taxa de pico e da taxa de pico do tráfego (agregado) multiplexado for inferior à taxa de transmissão do canal.
- **Aproximação Gaussiana** [GG92]: a capacidade equivalente para o agregado de conexões é obtida a partir de uma fórmula que assume que a distribuição da taxa agregada seja gaussiana.

CAC Genérico (GCAC)

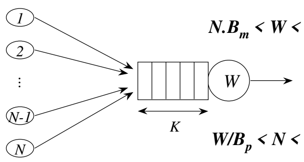
- Algoritmo de CAC é realizado por cada nó e não será padronizado.
- GCAC é uma função padrão que cada nó pode usar para calcular o comportamento esperado do CAC de um outro nó, dadas as medidas dos enlaces e os requisitos de tráfego da nova conexão.
- O GCAC da P-NNI Fase 1 foi projetado primariamente para conexões CBR e VBR.
- A única forma de GCAC efetuado para conexões UBR é determinar se um dado nó dá suporte a estas conexões.

Modelos de Tráfego

- ON-OFF
- MMPP (Markov Modulated Poisson Process)
- Modelos que exibem dependência de longo alcance

Formulação do Problema da Alocação de Capacidade

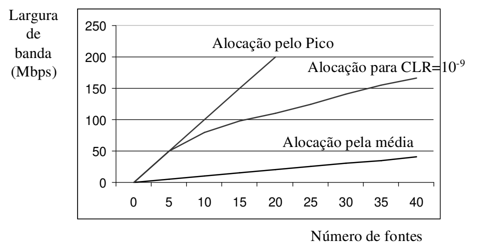
Dada uma mistura de N fontes distintas de tráfego que compartilham um mesmo canal de transmissão, com memória *(buffer)* de comprimento K, deseja-se encontrar a capacidade W do canal que deve ser alocada a esta mistura de tráfego de modo a satisfazer uma dada Qualidade de Serviço (QoS). Onde a QoS é expressa pela fração de células perdidas (CLR). Em redes ATM um valor típico para CLR é 10E-9.



$$N.B_m < W < N.\,B_p$$

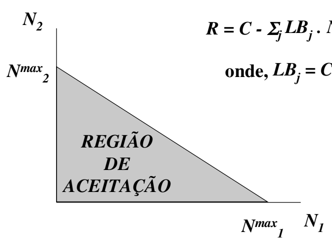
$$W/B_p < N < W/\,B_m$$

Alocação de Capacidades



B_p=10Mbps, B_m=1Mbps, L=100células

CAC - Critério Linear



$$R = C - \Sigma_j LB_j \,.\, N_j$$

onde, $LB_j = C/N^{max}_j$

Alocação de Capacidades: Conclusões

- **Necessidade de métodos simples e rápidos de alocação.**
- **Abordagem estatística vs. abordagem operacional:**
  - Dificuldade da abordagem estatística: difícil de ser controlada com a confiança desejada (tempo de observação).
  - Vantagem da abordagem operacional: facilidade de verificação da obediência ao tráfego especificado.
- **Alocação deve ser feita baseada no tráfego de pior caso:** tráfego que passa "intocado" pelo policiador (UPC).

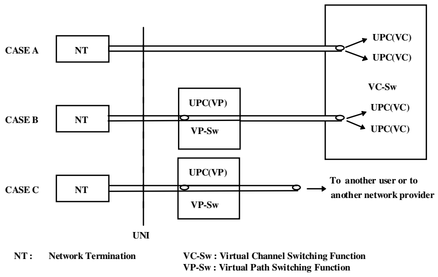
Moldagem do Tráfego

- A I.371 define a **moldagem do tráfego** *(Traffic Shaping)* como sendo o mecanismo que altera as características do tráfego de uma cadeia de células de um VCC ou de um VPC de modo a se obter uma modificação desejada de suas características, mantendo a seqüência original das células na conexão.
- Exemplos:
  - redução da taxa de pico,
  - limitação do comprimento da rajada,
  - redução do CDV através do espacejamento das células e
  - esquemas de atendimento nas filas

Controle dos Parâmetros de Uso/Rede (UPC/NPC)

- O UPC/NPC *(Usage/Network Parameter Control)* é definido na I.371 como sendo **o conjunto de ações que são tomadas pela rede de modo a monitorar e controlar o tráfego entrante no acesso do usuário ou da rede, respectivamente.**
- A sua **finalidade** é **proteger** os recursos da rede **de violações** (maliciosas ou não) dos parâmetros do tráfego e que poderiam afetar a QoS das conexões existentes.
- Esta monitoração pode ser feita individualmente para cada VCC ou para todo a VPC.

Localização do UPC



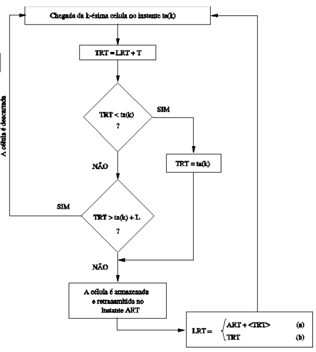
Ações Possíveis do UPC/NPC

- O UPC/NPC pode:
  - descartar a célula que não estiver de acordo com os parâmetros de tráfego
  - marcá-la como de baixa prioridade, desde que não esteja também violando os parâmetros do tráfego total.

Moldagem do Tráfego: Opções da Operadora

- Moldar o tráfego na entrada da rede e proceder à alocação de recursos de modo a respeitar tanto o CDV quanto o atraso de propagação previsto para a rede.
- Dimensionar a rede de modo a acomodar o CDV da entrada e moldar o tráfego na saída da rede.
- Dimensionar a rede de modo a acomodar o CDV na entrada e atender à QoS correspondente à CDV sem nenhuma função de moldagem.

Algoritmos de espacejamento



Explicit Forward Congestion Indication (EFCI)

- Mecanismo opcional que utiliza a indicação de congestionamento experimentado na rede para reduzir a taxa de transmissão.
- Está padronizada a utilização do EFCI no caso de controle de fluxo ABR.

Gerenciamento de recursos usando Caminhos Virtuais

- **As VPCs podem ser usadas para [I.371]:**
  – simplificar o CAC,
  – implementar uma forma de controle de prioridade através da segregação dos tráfegos que requeiram diferentes QoS,
  – distribuir eficientemente mensagens para a operação de esquemas de controle de tráfego (por exemplo, indicar congestionamento na rede através da distribuição de uma única mensagem para todos os VCCs que pertençam a uma mesma VPC),
  – agregar serviços usuário-a-usuário de modo que o UPC/NPC possa ser aplicado ao tráfego agregado,
  – agregar capacitações da rede de modo que o NPC possa ser aplicado ao tráfego agregado.

Descarte de Quadros

- Se um elemento de rede deve descartar células, seria mais eficaz em muitos casos fazer o descarte ao nível de quadro (AAL-PDU) ao invés de ao nível de célula.
- O descarte de quadros pode ser usado sempre que for possível determinar os limites dos quadros através do exame do tipo da SDU no campo de PT da célula.

Controle Genérico de Fluxo

- O uso do GFC *(Generic Flow Control)* na UNI nem foi assumida nem excluída na TM 4.0