

Nível de Redes

Djamel Sadok

CIN-UFPE

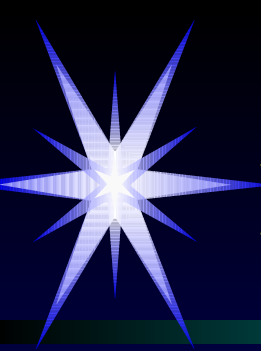
jamel@cin.ufpe.br



Nível de Redes

Funções do Nível da Rede

- Estabelecimento de um **caminho** de conexão entre entidades de transporte usando circuitos virtuais e datagramas
- Sequenciamento, Controle de fluxo dos **Pacotes**
- Controle de Congestionamento
- Roteamento, Negociação de QoS, **Interconexão** de Redes



Nível de Redes

Serviços oferecidos

- Gerenciamento de conexões
- Transferência de **pacotes** de dados
- **Multiplexação** de conexões de transporte
- Dados urgentes, **RESET** (resincronização) de conexões e **Roteamento**



Algoritmos de Roteamento

Critérios = custo, caminho, carga, tamanho de fila, etc.

Justiça Vs. Otimização

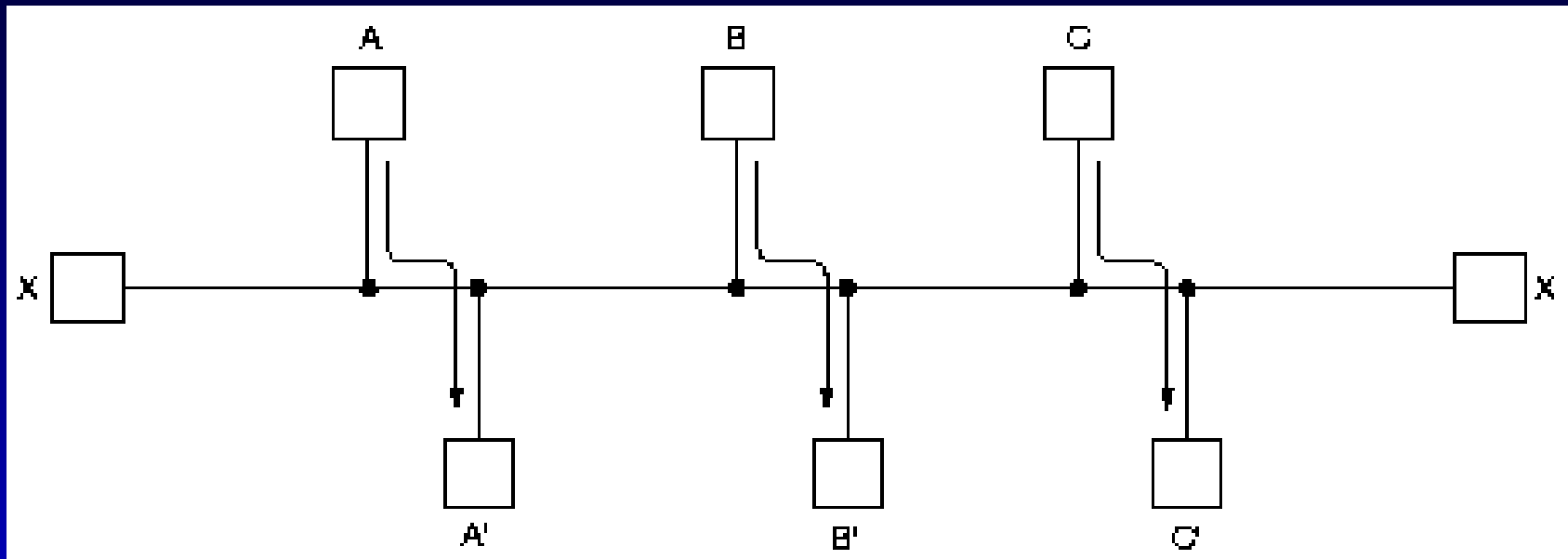
Serviços Orientados ou Não a Conexão

Tipos de algoritmos: adaptativos Vs. Não Adaptativos

- Enchente
- Centralizado
- Isolado (hot potato)
- Baseado no Controle do fluxo (Teórico)
- Distribuído
 - Vetor de Distancia - RIP
 - Problem "count to infinity"

➤ Estado de Link (OSPF, IS-IS)

Otimização Vs. Justiça





Estado do Link (Link State)

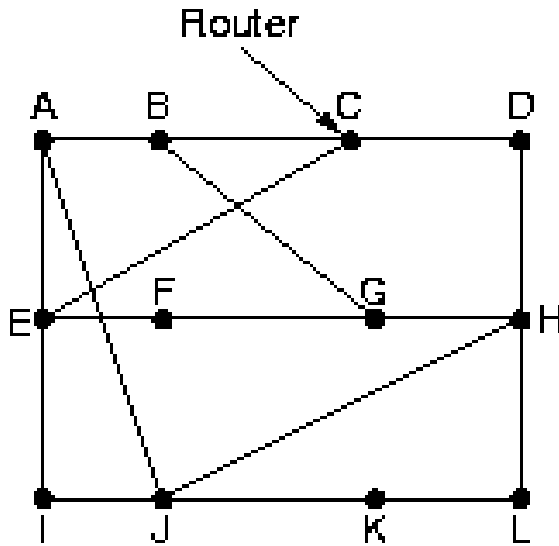
- ▶ Roteamento com vetor de distância usado na ARPANET até 1979 ==> não leva em consideração a faixa disponível. O Algoritmo demora para convergência.
- ▶ Idéia do roteamento link state (estado do link)
- ▶ Descobrir os vizinhos e conhecer os endereços de redes
- ▶ Medir o custo para cada um dos vizinhos
- ▶ Construir um pacote com toda a informação conseguida
- ▶ Mandar este pacote para todos os roteadores
- ▶ Fazer a comutação do caminho mais curto



Roteamento “Estado do Link” (cont.)

- ▶ Pegando informações dos vizinhos ==> mandar o HELLO no boot trocando nomes únicos. LANs interconectando roteadores são modelados como nós.
- ▶ Medidas dos custos das linhas: uso do pacote ECHO (medir o round trip, atraso). Considerar a carga dos links (+ / -)
- ▶ Construindo os pacotes do estado do link: o pacote de informação (identidade, número de seqüência, idade, relação dos vizinhos, atraso para cada vizinho). A construção pode ser periódica ou a cada evento importante (problemas, modificações de configurações, linhas down/up,..)
- ▶ Distribuição dos pacotes: confiável? na instalação de roteadores, eles mudam da topologia ==> problemas de consistência e loops. Algoritmo de distribuição: flooding, usando (fonte, número de seqüência) pacotes duplicados são removidos. Com 32 bits => 137 anos para wrap around. Problema 2: falha de um roteador ==> perda dos números de seqüência, problema 3: erro no número de seqüência. => usa um campo de idade (TTL)

Vector de Distancia



To	A	I	H	K	New estimated delay from J	
					↓ Line	
A	0	24	20	21	8	A
B	12	36	31	28	20	A
C	25	18	19	36	28	I
D	40	27	8	24	20	H
E	14	7	30	22	17	I
F	23	20	19	40	30	I
G	18	31	6	31	18	H
H	17	20	0	19	12	H
I	21	0	14	22	10	I
J	9	11	7	10	0	-
K	24	22	22	0	6	K
L	29	33	9	9	15	K

JA delay is 8	JI delay is 10	JH delay is 12	JK delay is 6
---------------	----------------	----------------	---------------

Vectors received from J's four neighbors

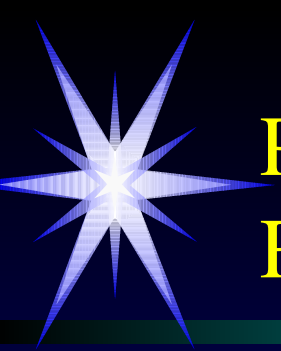
New routing table for J	
-------------------------	--

(b)

Problema “Count to Infinity”

A	B	C	D	E		A	B	C	D	E	
■	■	■	■	■		■	■	■	■	■	
	∞	∞	∞	∞	Initially		1	2	3	4	Initially
1	∞	∞	∞	∞	After 1 exchange	3	2	3	4	4	After 1 exchange
1	2	∞	∞	∞	After 2 exchanges	3	4	3	4	4	After 2 exchanges
1	2	3	∞	∞	After 3 exchanges	5	4	5	4	4	After 3 exchanges
1	2	3	4	∞	After 4 exchanges	5	6	5	6	6	After 4 exchanges
						7	6	7	6	6	After 5 exchanges
						7	8	7	8	8	After 6 exchanges
							⋮				
						∞	∞	∞	∞	∞	

(a)



Protocolo de Roteamento de Gateway Interno: RIP e OSPF

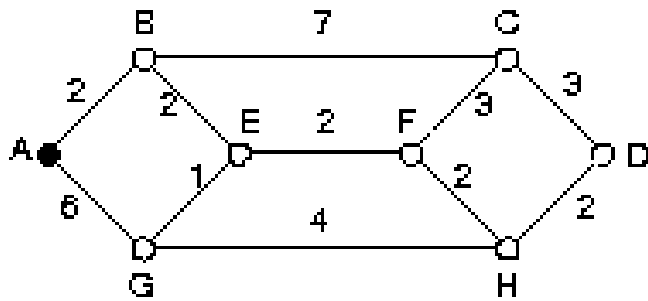
- RIP: roteamento inicial na Internet (Bellman-Ford), problema “count-to-infinity”
- 1979: roteamento baseado no estado do link, OSPF (IETF 1988)



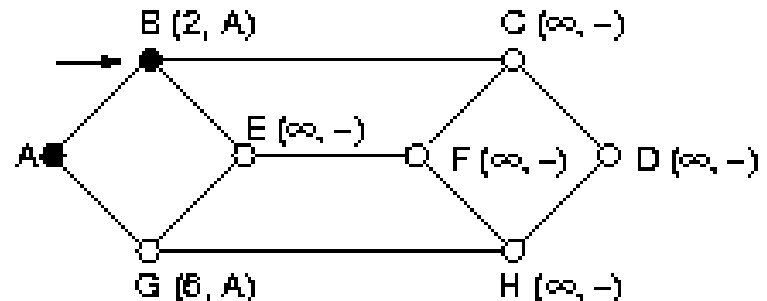
OSPF

- ▶ O algoritmo é dinâmico, aberto e adaptativo
- ▶ Suporte para o roteamento baseado no tipo de serviço
- ▶ Balanceamento de carga
- ▶ Suporte para sistemas hierárquicos
- ▶ Segurança
- ▶ Uso do conceito de um backbone ligando os Sistemas Autônomos
- ▶ Um Sistema Autônomo contém áreas diferentes

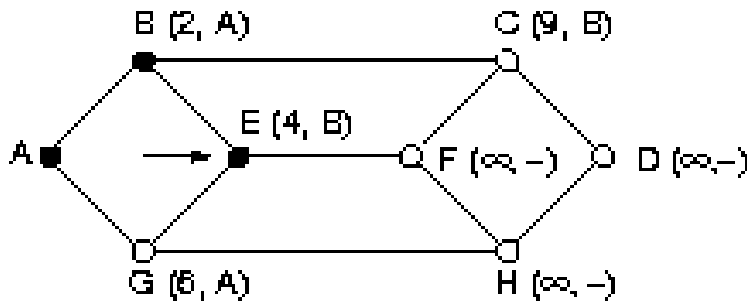
OSPF



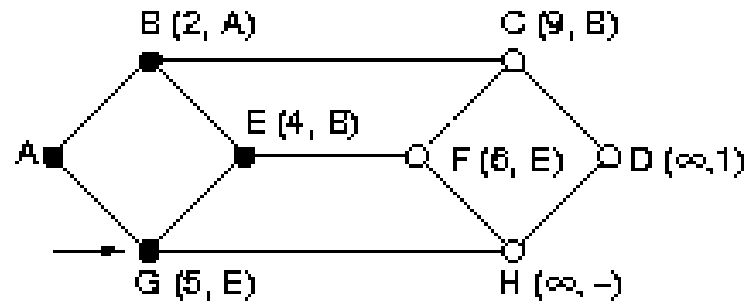
(a)



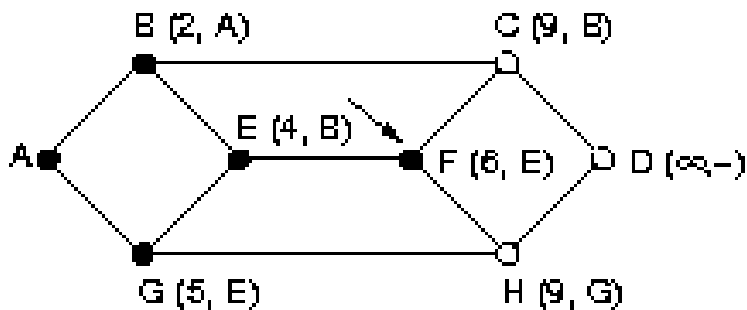
(b)



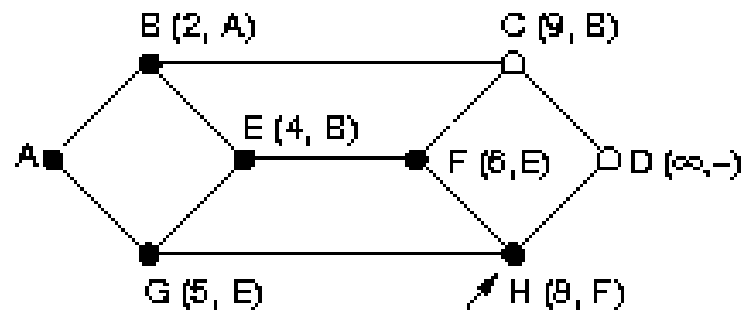
(c)



(d)

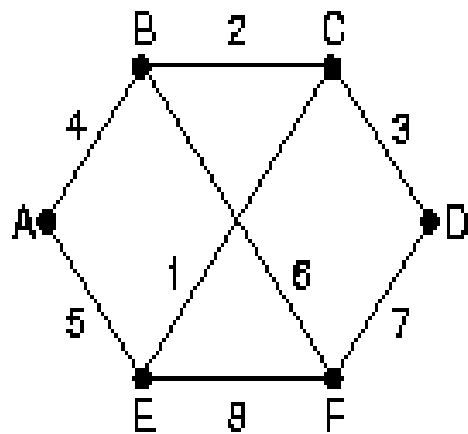


(e)



(f)

Pacotes do Estado do Link para uma subrede



(a)

Link		State		Packets					
A		B	C	D	E	F			
Seq.		Seq.	Seq.	Seq.	Seq.	Seq.			
Age		Age	Age	Age	Age	Age			
B	4	B	2	C	3	A	5	B	6
E	5	C	2	F	7	C	1	D	7
		F	6			F	8	E	8

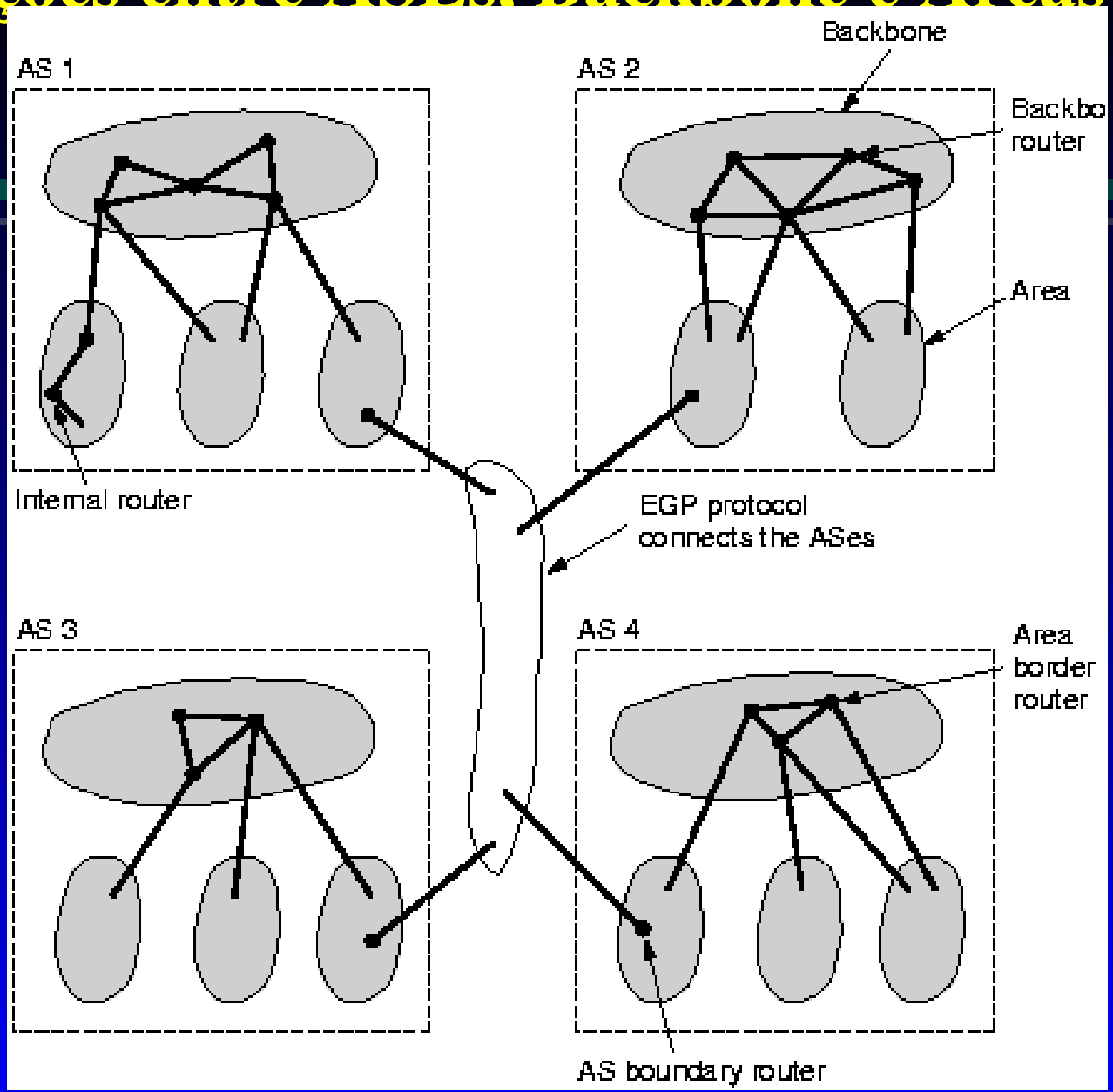
(b)

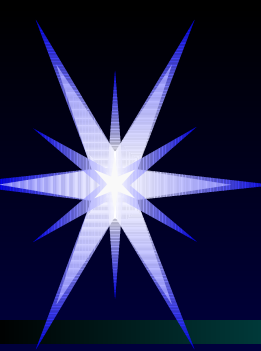


Os 5 Mensagens do OSPF

Message type	Description
Hello	Used to discover who the neighbors are
Link state update	Provides the sender's costs to its neighbors
Link state ack	Acknowledges link state update
Database description	Announces which updates the sender has
Link state request	Requests information from the partner

Relações entre ASEs, Backbone e Áreas



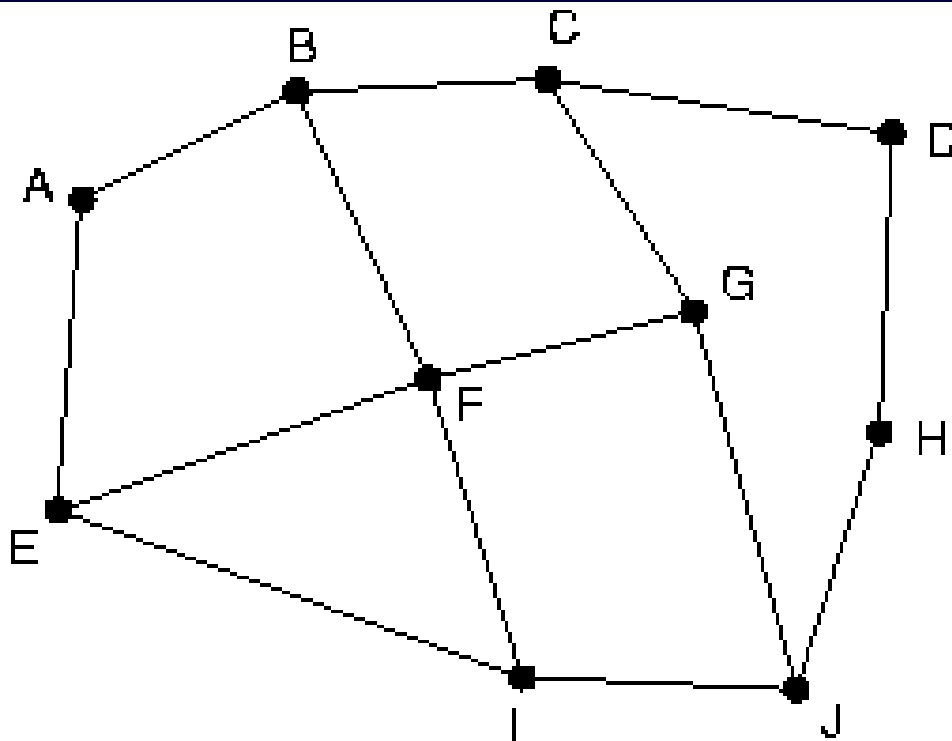


Border Gateway Protocol

Protocolo de Roteamento de Gateway Externo - BGP

- Usado entre Sistemas Autônomos
- Critérios de roteamento políticos

Informações do BGP



Information F receives
from its neighbors about D

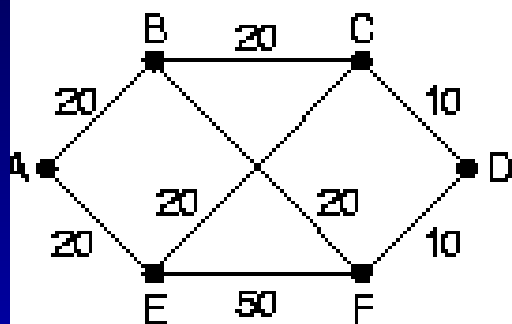
From B: "I use BCD"

From G: "I use GCD"

From I: "I use IFGCD"

From E: "I use EFGCD"

Roteamento Baseado no Fluxo



(a)

		Destination					
		A	B	C	D	E	F
Source	A		9 AB	4 ABC	1 ABFD	7 AE	4 AEF
	B	9 BA		8 BC	3 BFD	2 BFE	4 BF
	C	4 CBA	8 CB		3 CD	3 CE	2 CEF
	D	1 DFBA	3 DFB	3 DC		3 DCE	4 DF
	E	7 EA	2 EFB	3 EC	3 ECD		5 EF
	F	4 FEA	4 FB	2 FEC	4 FD	5 FE	

(b)

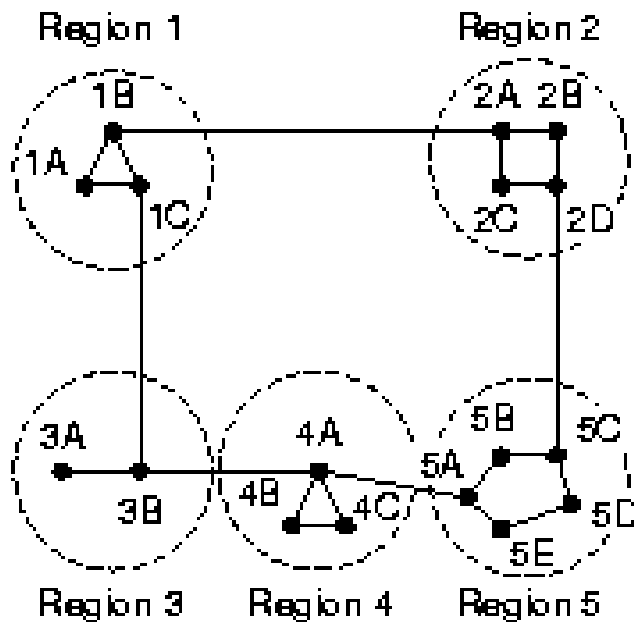


Roteamento Baseado no Fluxo (Cont.)

i	Line	λ_i (pkts/sec)	c_i (kbps)	μc_i (pkts/sec)	T_i (msec)	Weight
1	AB	14	20	25	91	0.171
2	BC	12	20	25	77	0.146
3	CD	6	10	12.5	154	0.073
4	AE	11	20	25	71	0.134
5	EF	13	50	62.5	20	0.159
6	FD	8	10	12.5	222	0.098
7	BF	10	20	25	67	0.122
8	EC	8	20	25	59	0.098

Tamanho de Pacote 800bits, $T(i) = 1 / [L(i) - u(i) * C_i]$

Roteamento Hierárquico



(a)

Full table for 1A

Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2A	1B	2
2B	1B	3
2C	1B	3
2D	1B	4
3A	1C	3
3B	1C	2
4A	1C	3
4B	1C	4
4C	1C	4
5A	1C	4
5B	1C	5
5C	1B	5
5D	1C	6
5E	1C	5

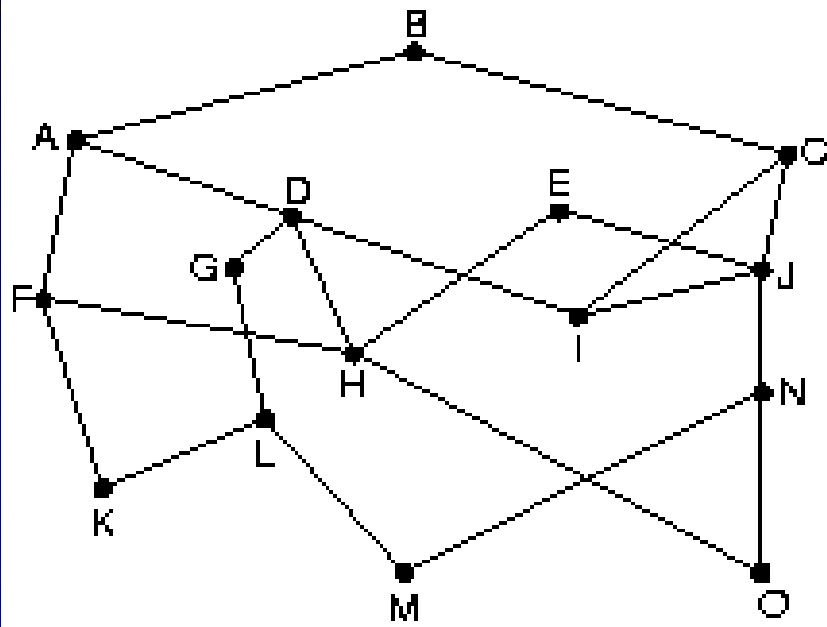
(b)

Hierarchical table for 1A

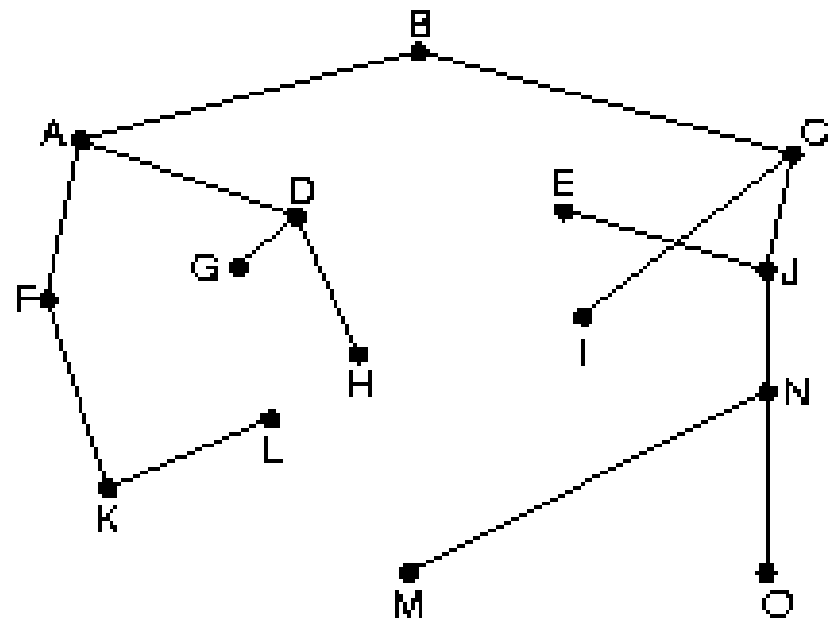
Dest.	Line	Hops
1A	-	-
1B	1B	1
1C	1C	1
2	1B	2
3	1C	2
4	1C	3
5	1C	4

(c)

(a) Subrede (b) Sink Tree (arvore fonte) para Roteador B



(a)

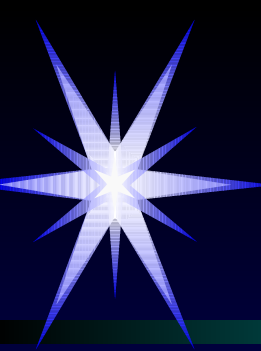


(b)



Roteamento para Redes Móveis

- ▶ Tem que localizar o host móvel
- ▶ Conceitos: Foreign Agent/LAN, Home Agent/LAN
- ▶ Cada usuário tem um “Home location”
- ▶ Solução: (1) cada HM faz um procedimento de registro quando chega a algum lugar (Alguns Faz por perto?) (2) o FA informa o HA da nova locação do HM.
- ▶ Quando o usuário sai de uma área ==> de-registro
- ▶ O HA faz o forward dos pacotes para o FA usando encapsulação (tunneling) outros pacotes vão diretamente ao FA
- ▶ Questões: quais são os níveis com suporte a mobilidade, alocação de endereços temporários, quem é responsável por isso o roteador, os hosts, etc..
- ▶ Questões: como os pacotes são transmitidos, substituição dos endereços, encapsulação

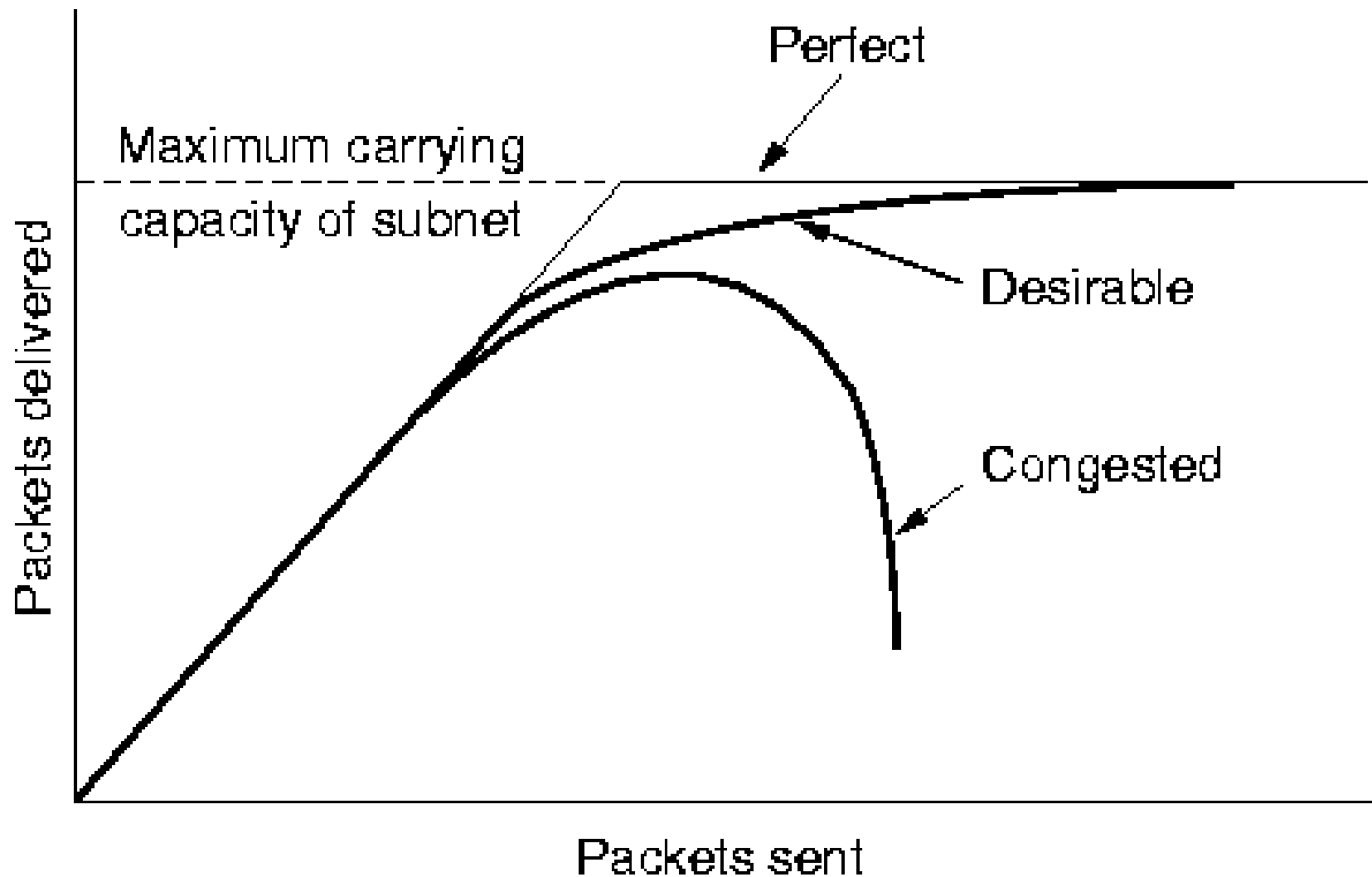


Roteamento em Redes Locais

- ▶ Nível 2
 - ▶ Transparente (802.1d - Spanning Tree Protocol)
 - ▶ Source routing (Roteamento pela fonte - TR)

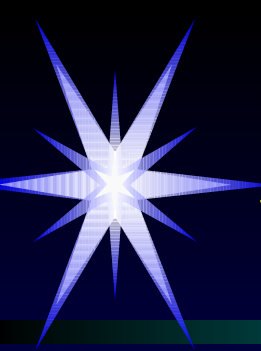
- ▶ Nível 3
 - ▶ RIP, IPX-RIP
 - ▶ OSPF
 - ▶ EGP, BGP

Controle de Congestionamento



Políticas Influenciando Congestionamento

Layer	Policies
Transport	<ul style="list-style-type: none">• Retransmission policy• Out-of-order caching policy• Acknowledgement policy• Flow control policy• Timeout determination
Network	<ul style="list-style-type: none">• Virtual circuits versus datagram inside the subnet• Packet queueing and service policy• Packet discard policy• Routing algorithm• Packet lifetime management
Data link	<ul style="list-style-type: none">• Retransmission policy• Out-of-order caching policy• Acknowledgement policy• Flow control policy



Algoritmo do Leacky & Token Bucket

Limitação: o controle da saída é rígido porque não acumular o crédito (tokens)?

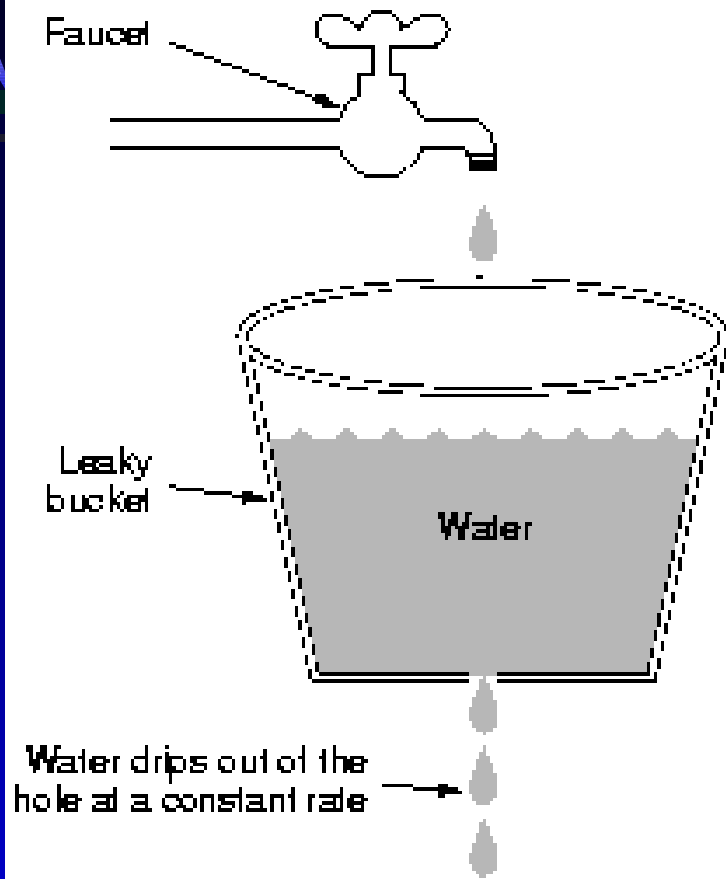
Benefícios:

- suporte para trafego em rajadas
- não rejeita pacotes quando o bucket está cheio

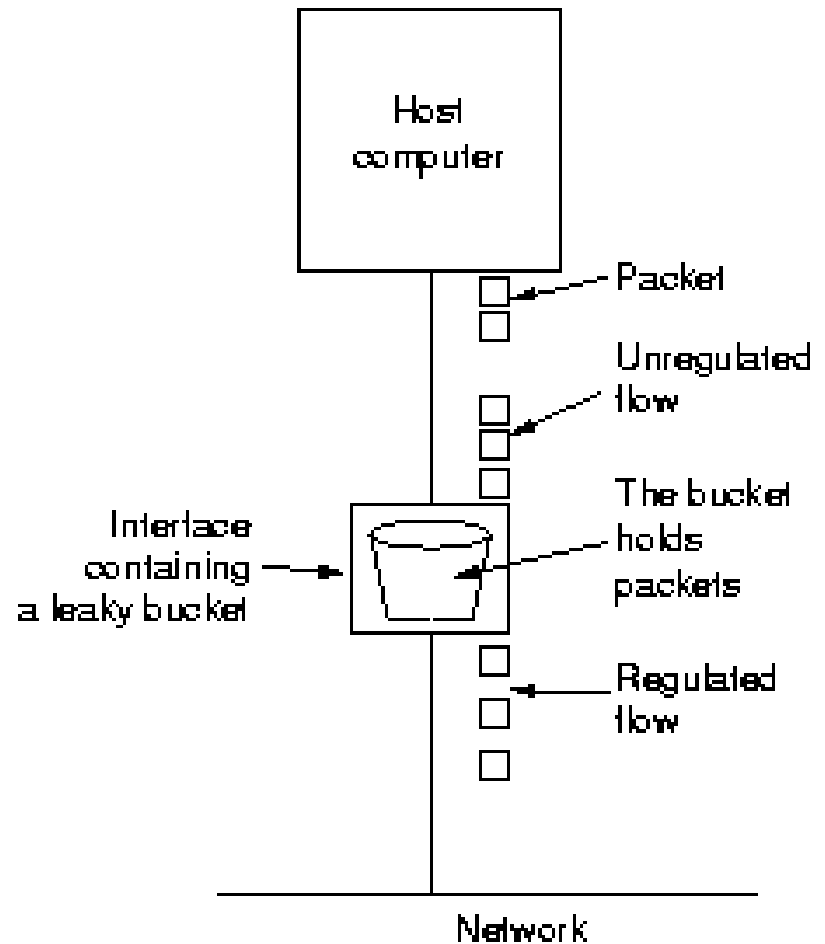
Algoritmo baseado na especificação do fluxo (open loop)

- Uso de estrutura de dados com informações sobre:
- pattern desejável do trafego
- Qualidade de Serviço desejável (VCs ou datagramas)
- Problemas: a aplicação pode não saber o que quer!

O Balde Furado

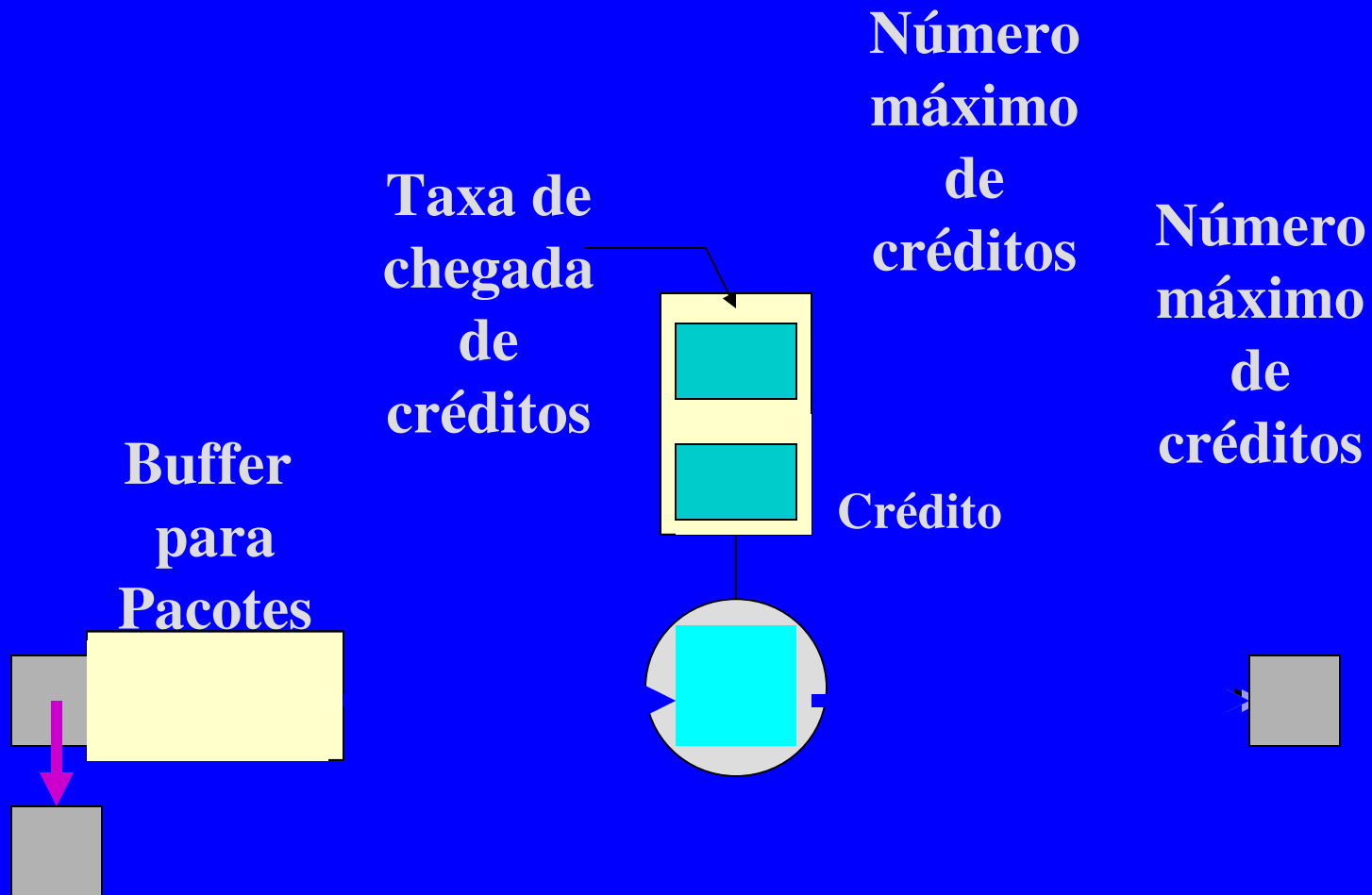


(a)



(b)

Controle de Acesso



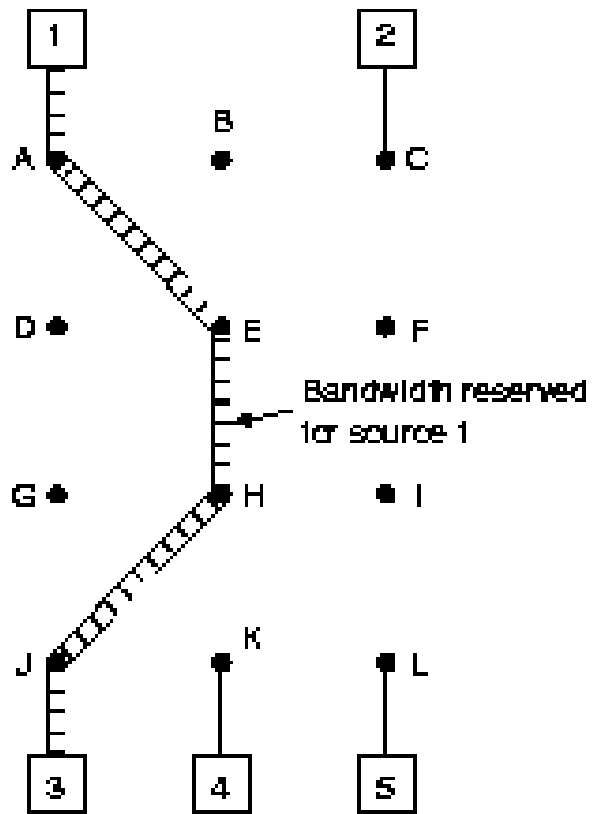


Pacotes de Sufoco

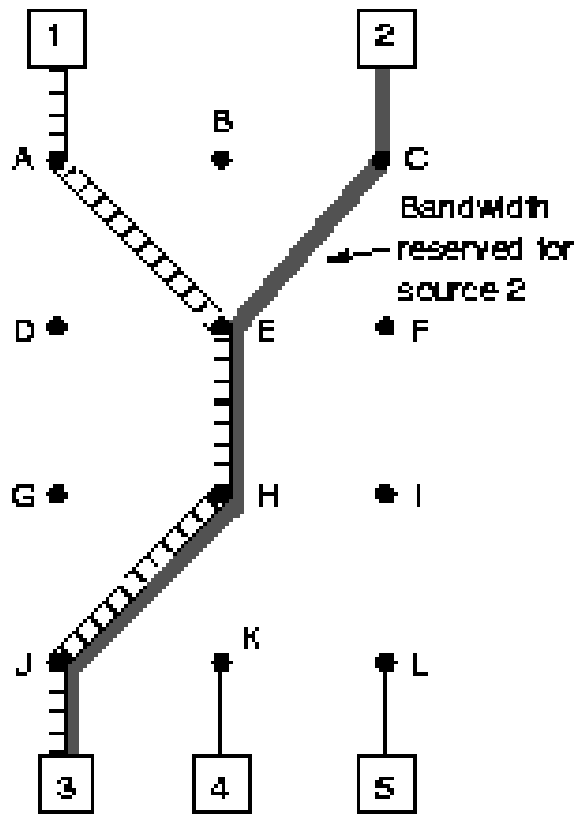
Pacotes de Sufoco (Choke Packets)

- ▶ Um algoritmo do tipo open loop
- ▶ Monitorar o uso: $U(\text{novo}) = U + (1 - a) f$ onde $f = 0$ ou 1
- ▶ Quando o uso $>$ valor máximo enviar um pacote de sufoco a origem
- ▶ origem reduz a transmissão e retoma depois de um tempo
- ▶ Variações: considerar como medidas o tamanho das filas, uso de buffers, uso de diferentes níveis de avisos (fraco, médio e forte, etc.)

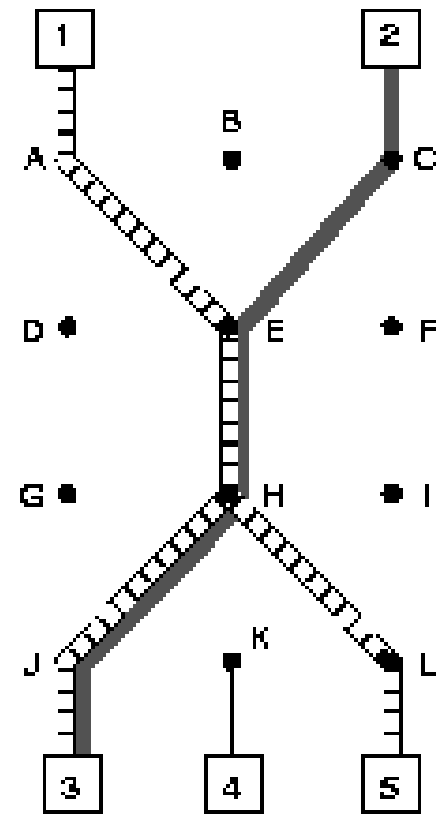
RSVP



(a)



(b)



(c)