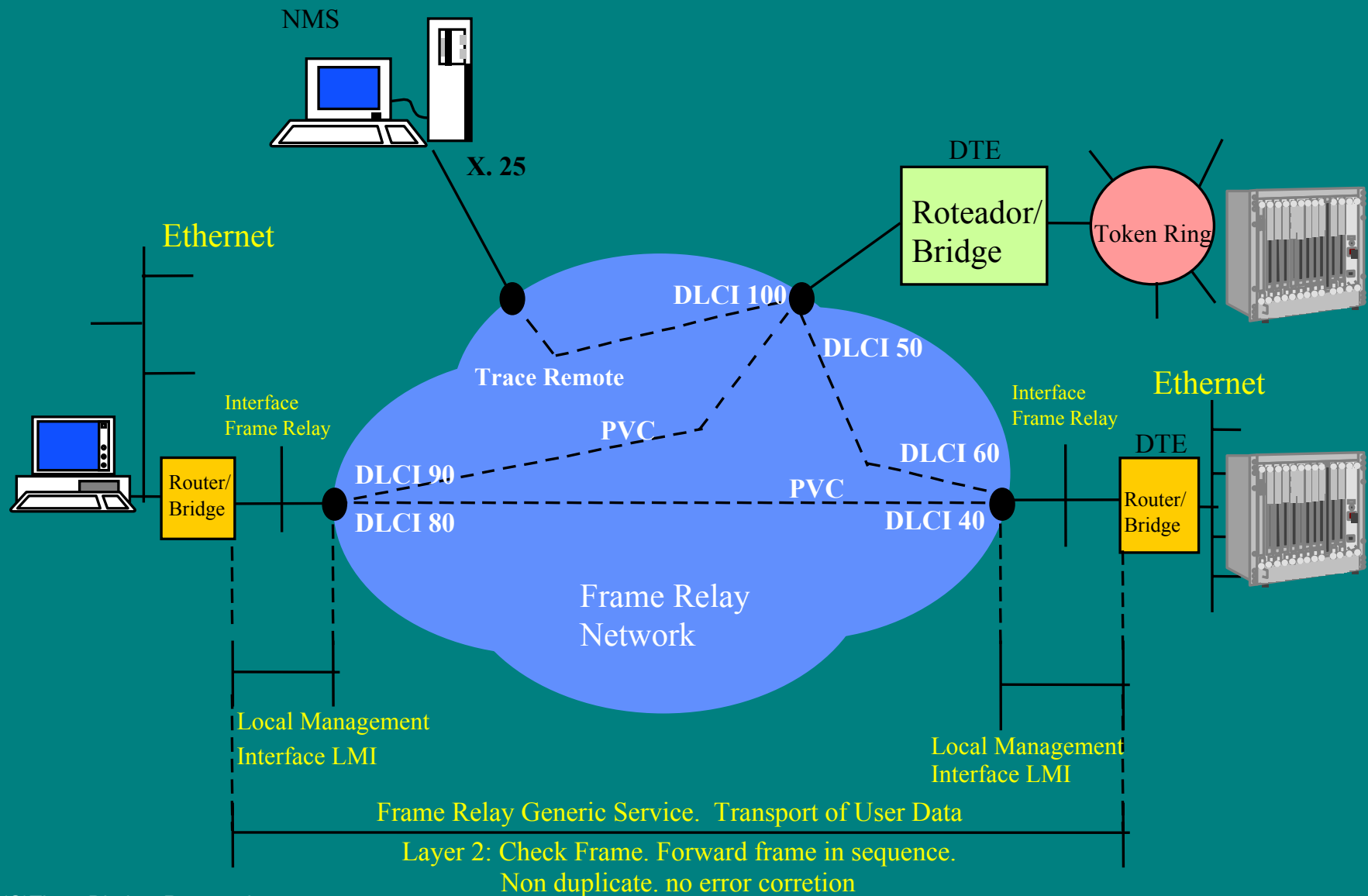


# Frame Relay

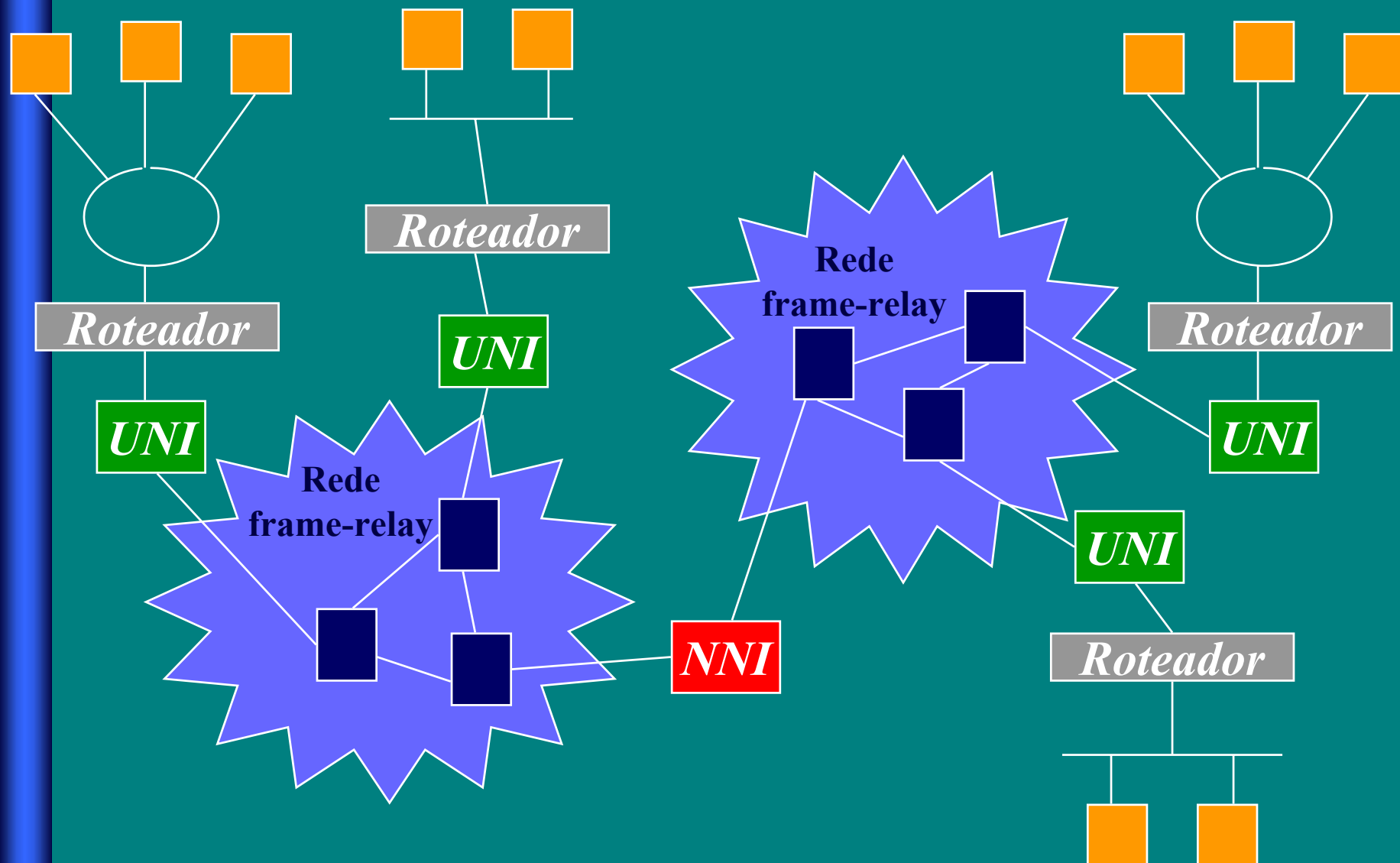
- Evolução da técnica de comutação de pacotes, dispensando os mecanismos complexos de detecção e correção de erros em função da melhoria da qualidade dos meios de comunicação (ex: fibras ópticas);
- Altas taxas de transmissão (até 2 Mbps) e mecanismos simples de correção de erros;
- Deixa a confiabilidade a cargo das camadas superiores;
- Implementa **mecanismos de controle de congestionamento** (diferente de controle de fluxo), descartando quadros de baixa prioridade, se necessário;
- Multiplexa diversos circuitos virtuais em um único circuito físico (DLCIs);
- Implementado na camada 2 do modelo OSI;
- Menor **latência** que o X.25, diminuindo o retardo e permitindo o transporte de voz digitalizada.

## Frame Relay (continuação)

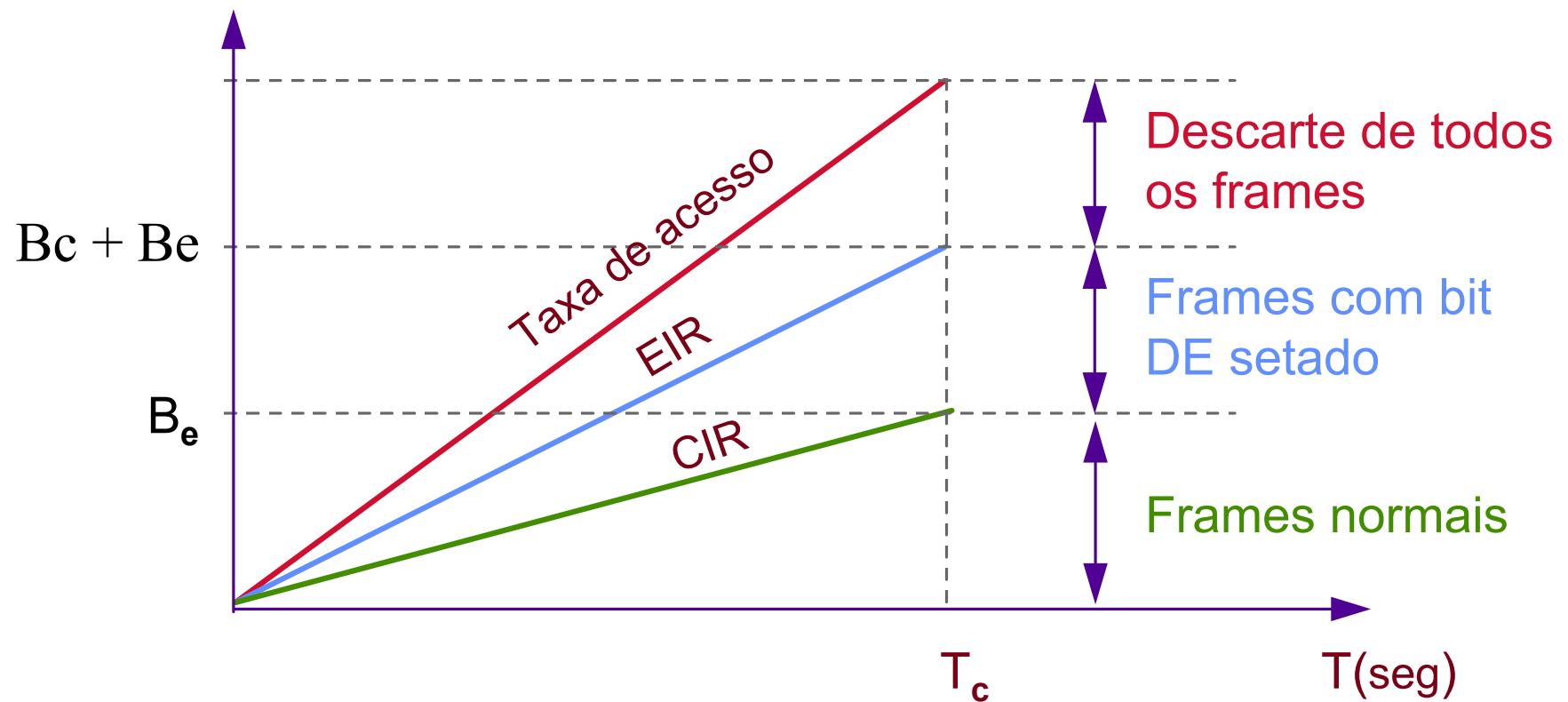
- O termo relay tem a conotação de que os quadros da camada 2 não terminam em um nó de comutação, mas são transmitidos até o seu destino;
- Os comutadores utilizados nas redes de pacotes podem ser reaproveitados, atualizando-se o seu software;
- Continua em desenvolvimento - Frame-Relay Fórum;
- Implementando SLA - Service Level Agreement;
- Transferência de prioridade pela rede;
- FRADs - compatíveis com voz;
- CIR - **Committed Information Rate** - garantia de taxa mínima de transmissão.



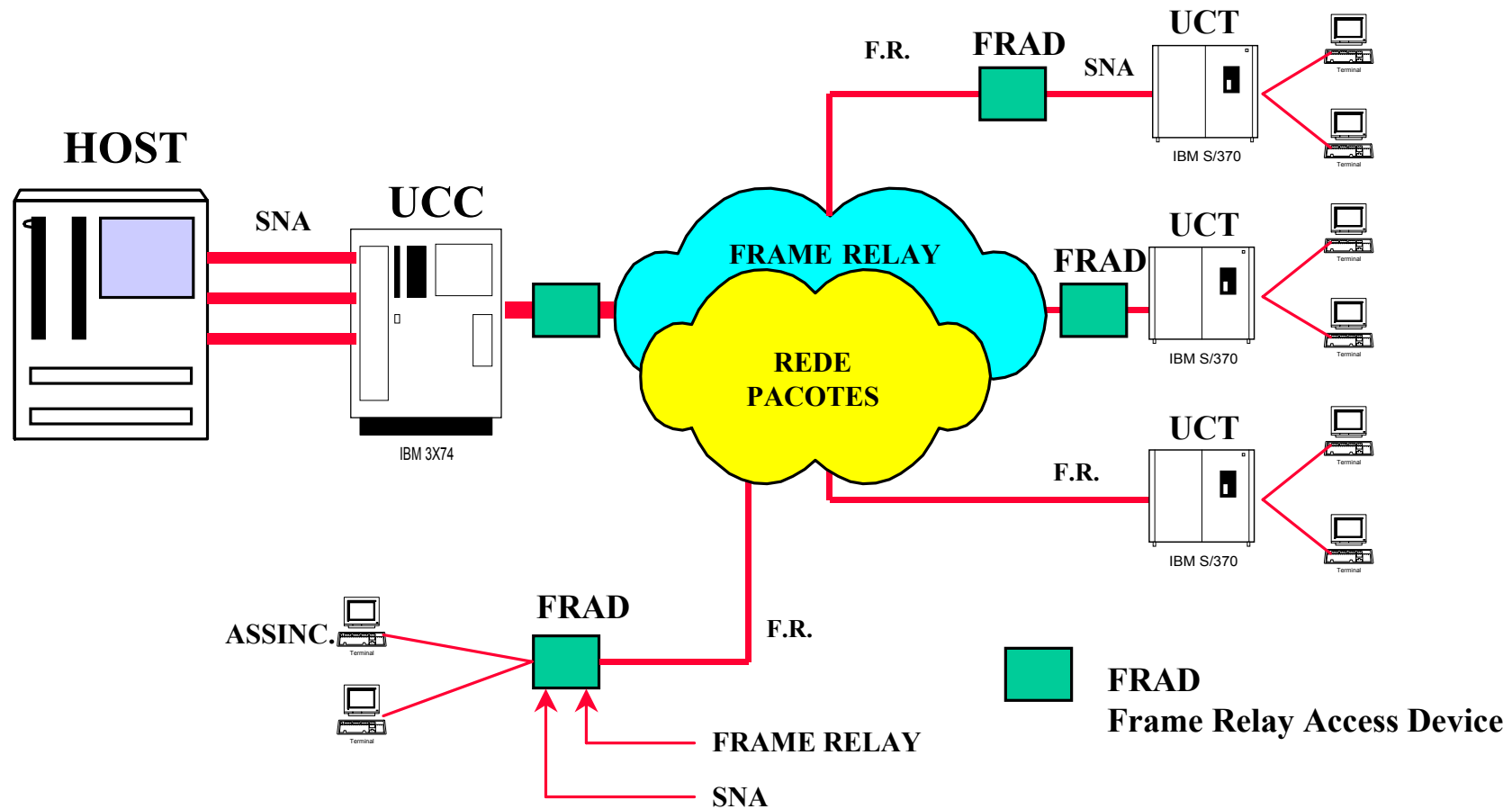
# Frame-Relay - Topologia Típica de Uma Rede



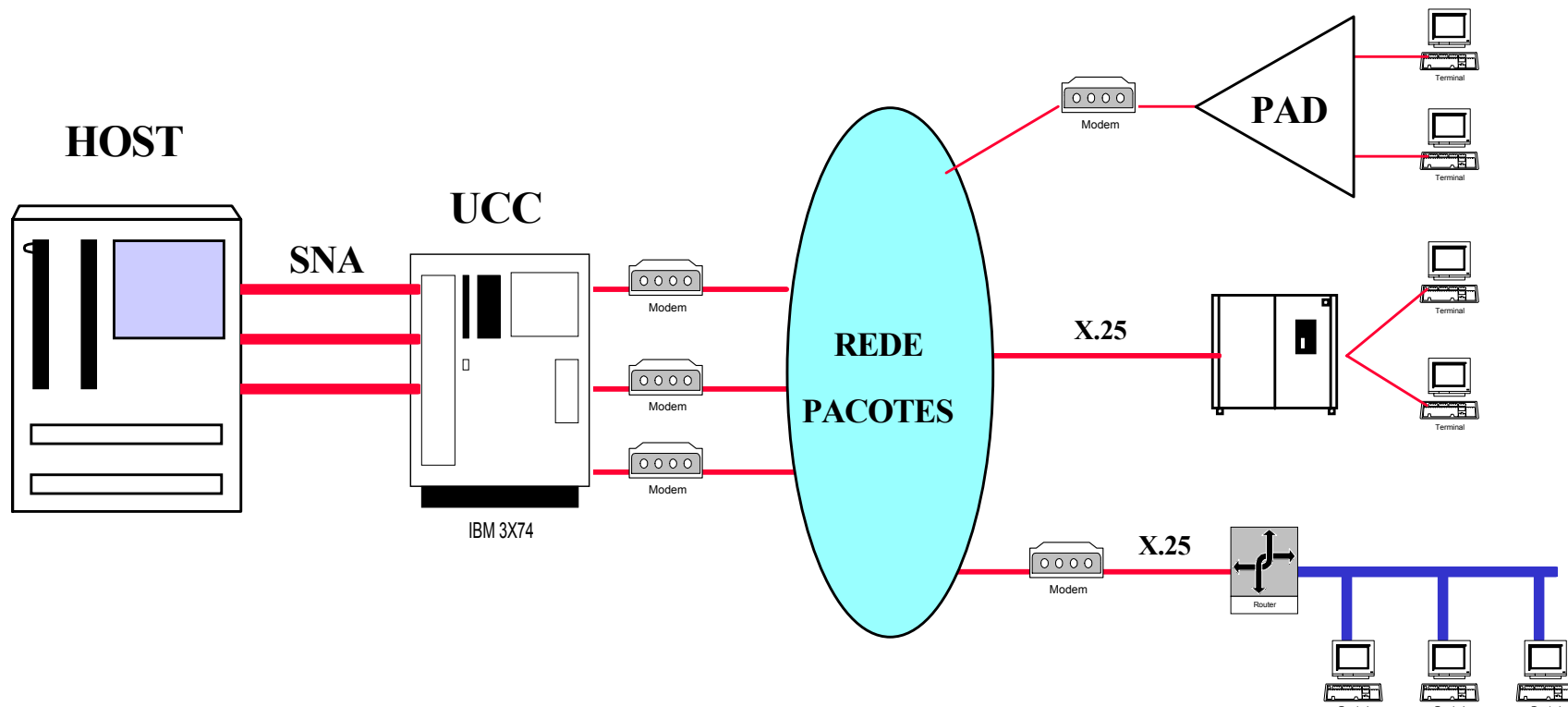
# Taxas de Serviço



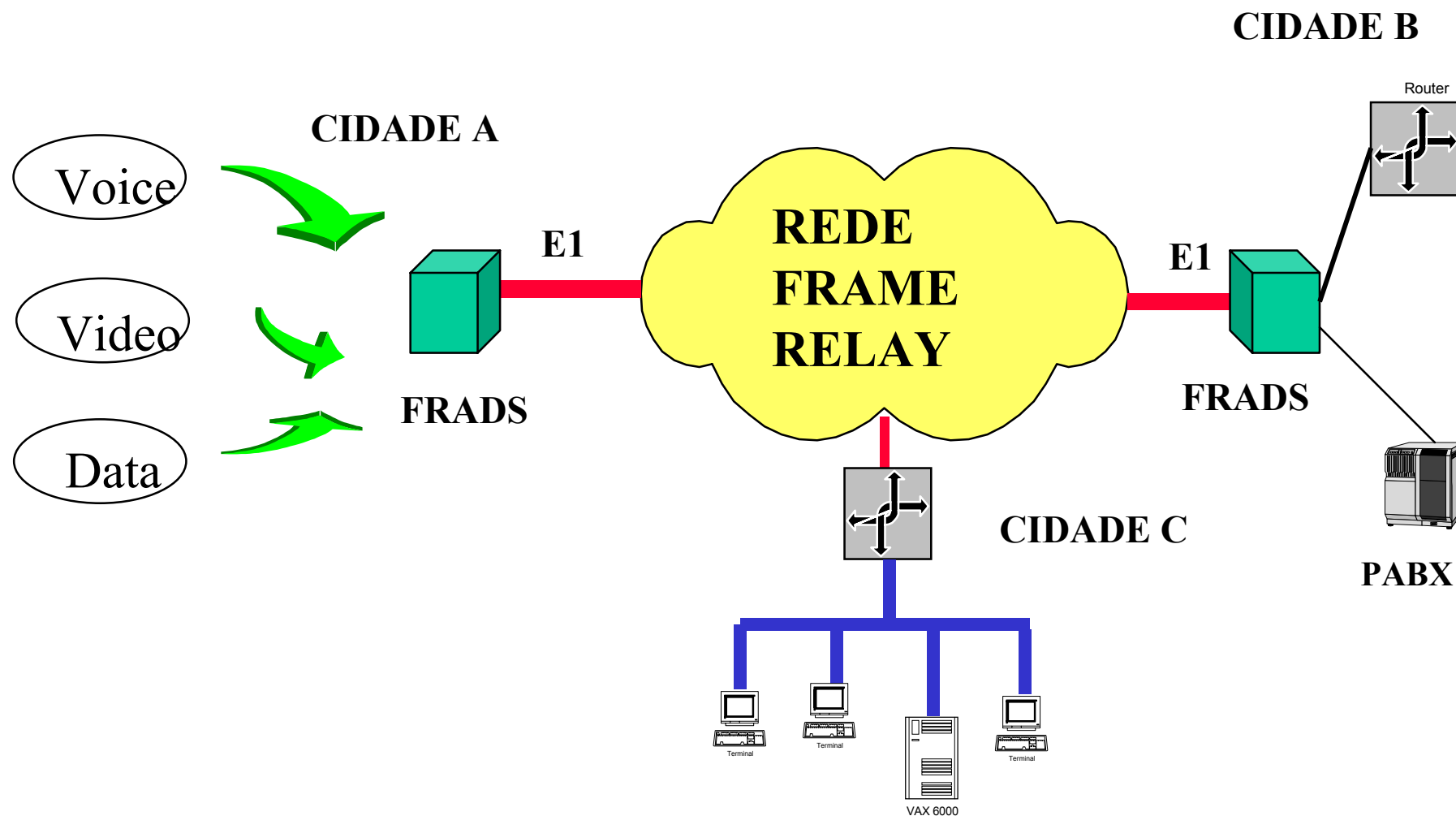
# Frame Relay em Redes SNA



# Redes Corporativas

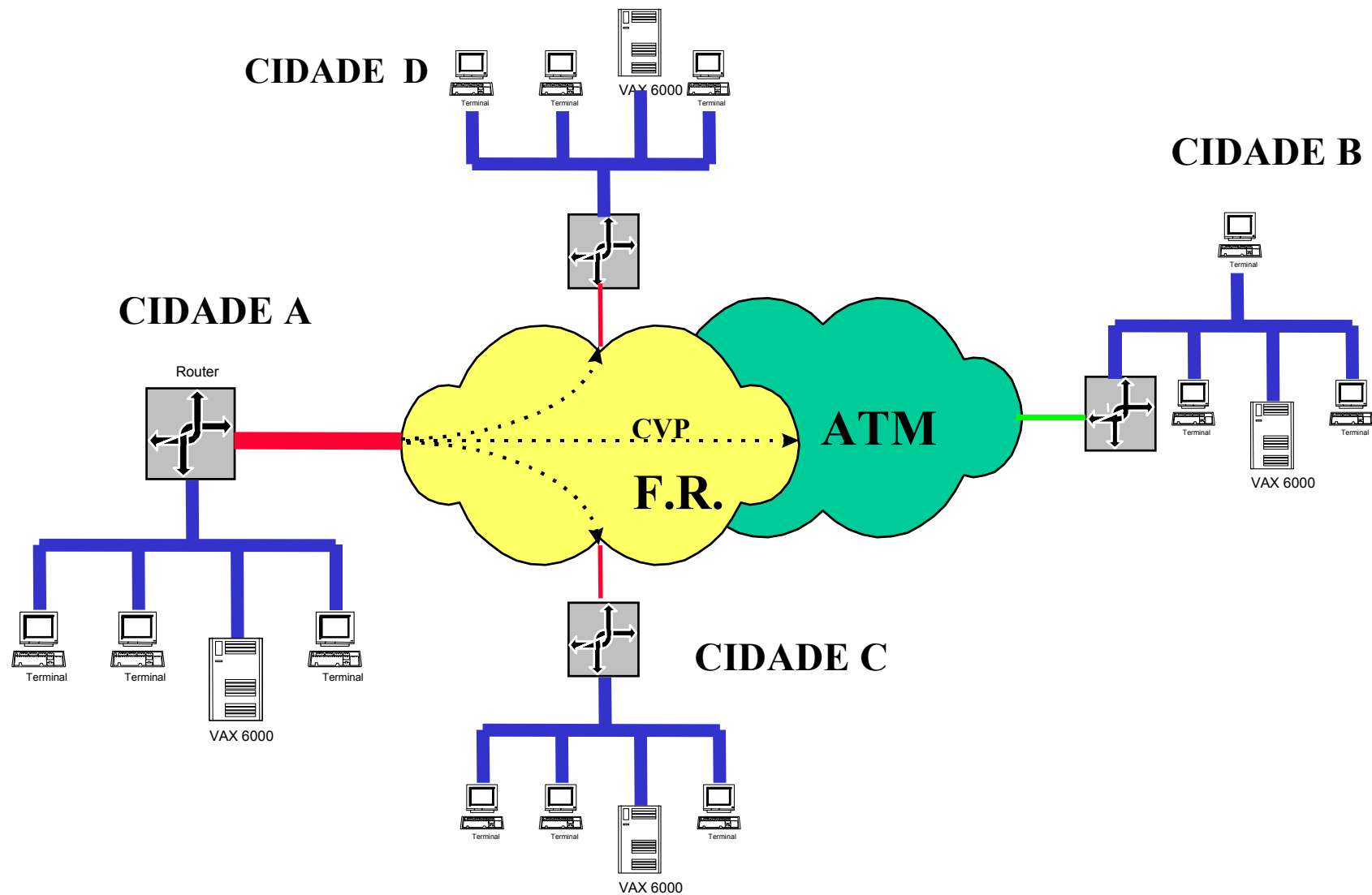


# Aplicações de Voz sobre Frame Relay

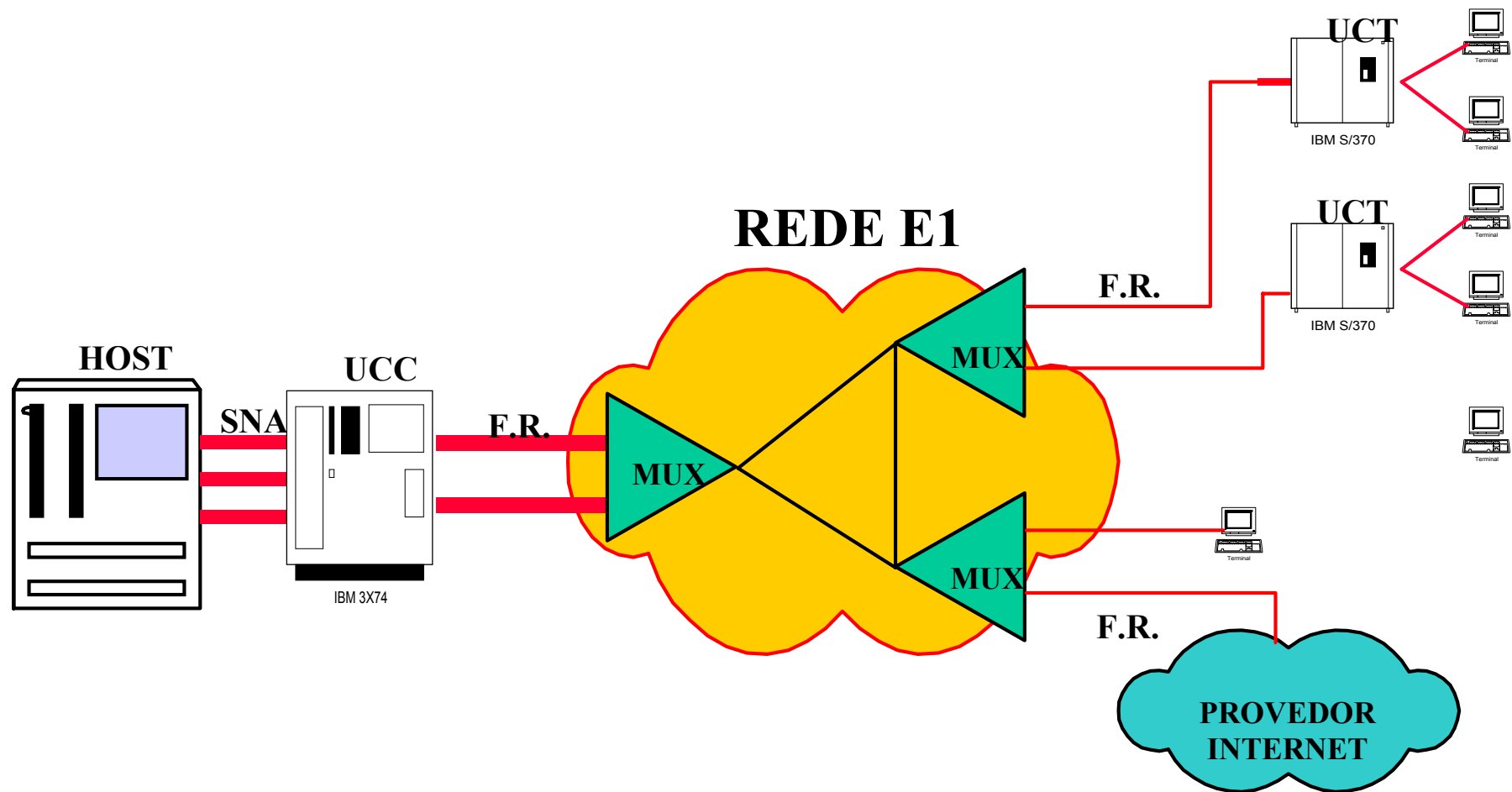




# Interfuncionamento com Outras Redes



# Redes Determinísticas

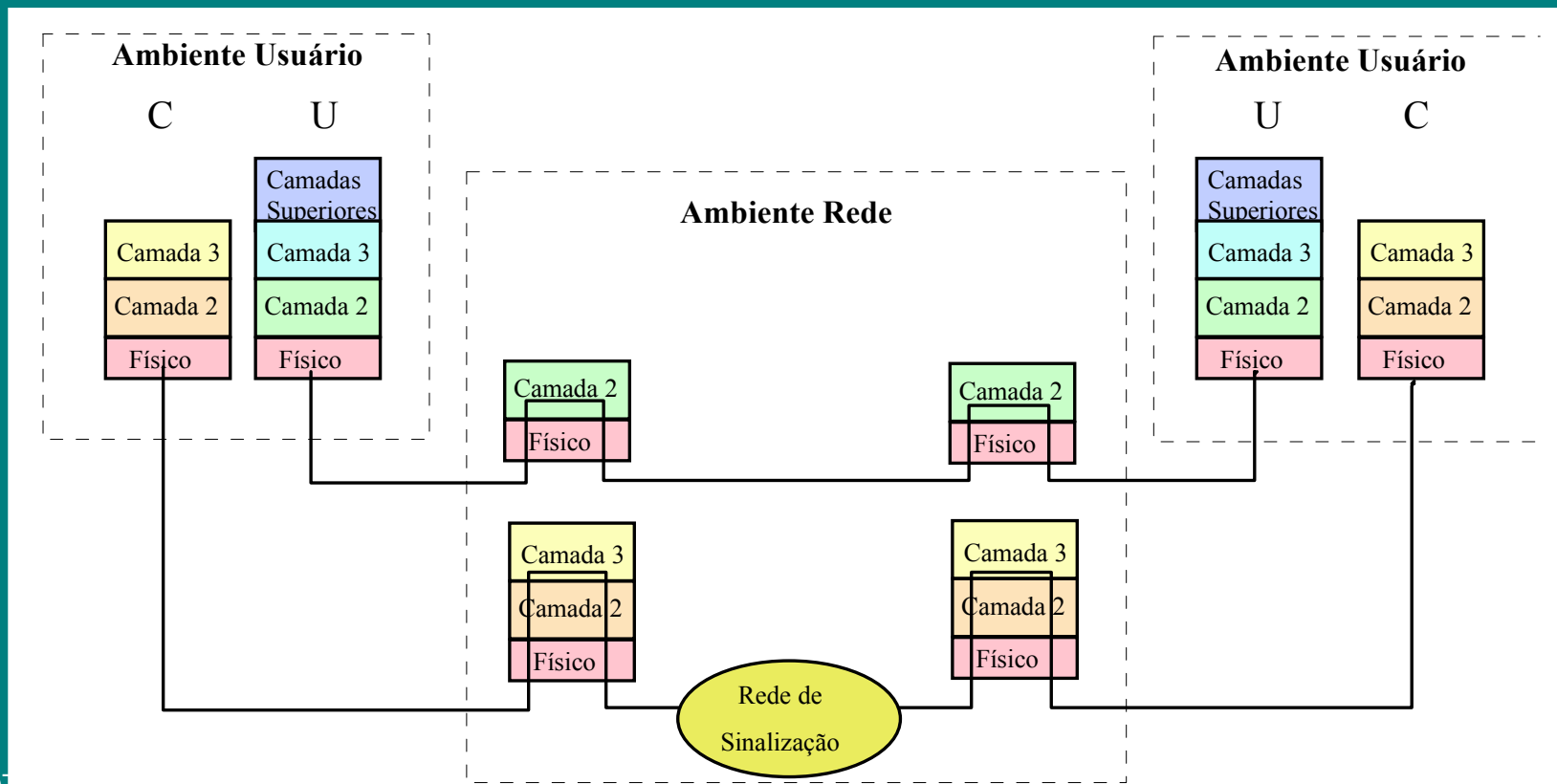


# Frame Relay

- O principal objetivo de uma rede Frame Relay é fornecer ao usuário final, uma **rede virtual privada (VPN)** capaz de suportar aplicações que demandam altas taxas de transmissão.
- Como o Frame Relay usa quadros de tamanhos variados, permite interconectar redes de diversos tipos.
- Entre dois nós da rede, uma linha física pode suportar simultaneamente até 1024 canais (conexões) lógicas.

# Frame Relay - Arquitetura de Protocolos

- São considerados dois planos separados de operação:
  - **Plano de Controle (C):** usado para estabelecimento e término de conexões lógicas.
  - **Plano de Usuário (U):** usado para a transferência de dados entre assinantes.



# Frame Relay - Arquitetura de Protocolos

- Os protocolos do plano-C são empregados entre o usuário e a rede, enquanto que os protocolos do plano-U fornecem funcionalidades fim-a-fim.
- Para a transferência de informações entre os usuários finais, o protocolo do plano-U baseia-se no LAPF, definido na Rec. Q.922 do ITU-T.
- Apenas as funções de núcleo da Q.922 no plano-U são usadas no Frame Relay:
  - As funções do núcleo da Q.922 no plano-U constituem uma subcamada da camada de enlace.
  - Esta subcamada provê o serviço de transferência dos quadros da camada de enlace de um usuário ao outro, sem nenhum controle de erro e de fluxo.

# Frame Relay

- Acima da subcamada LAPF, o usuário pode escolher funções adicionais. Entretanto, essas funções só devem ser implementadas na base fim-a-fim e não na base usuário-rede.
- Os dados do usuário são transmitidos em frames sem ocorrer nenhum processamento nos nós intermediários da rede, que apenas verificam erros e fazem o encaminhamento dos frames baseando-se no número da conexão.
- Funções do núcleo do LAPF:
  - Delimitação, alinhamento de frames e transparência de Flag.
  - Multiplexação/demultiplexação de frame usando campo de endereço.
  - Controle de congestionamento.

# Frame Relay

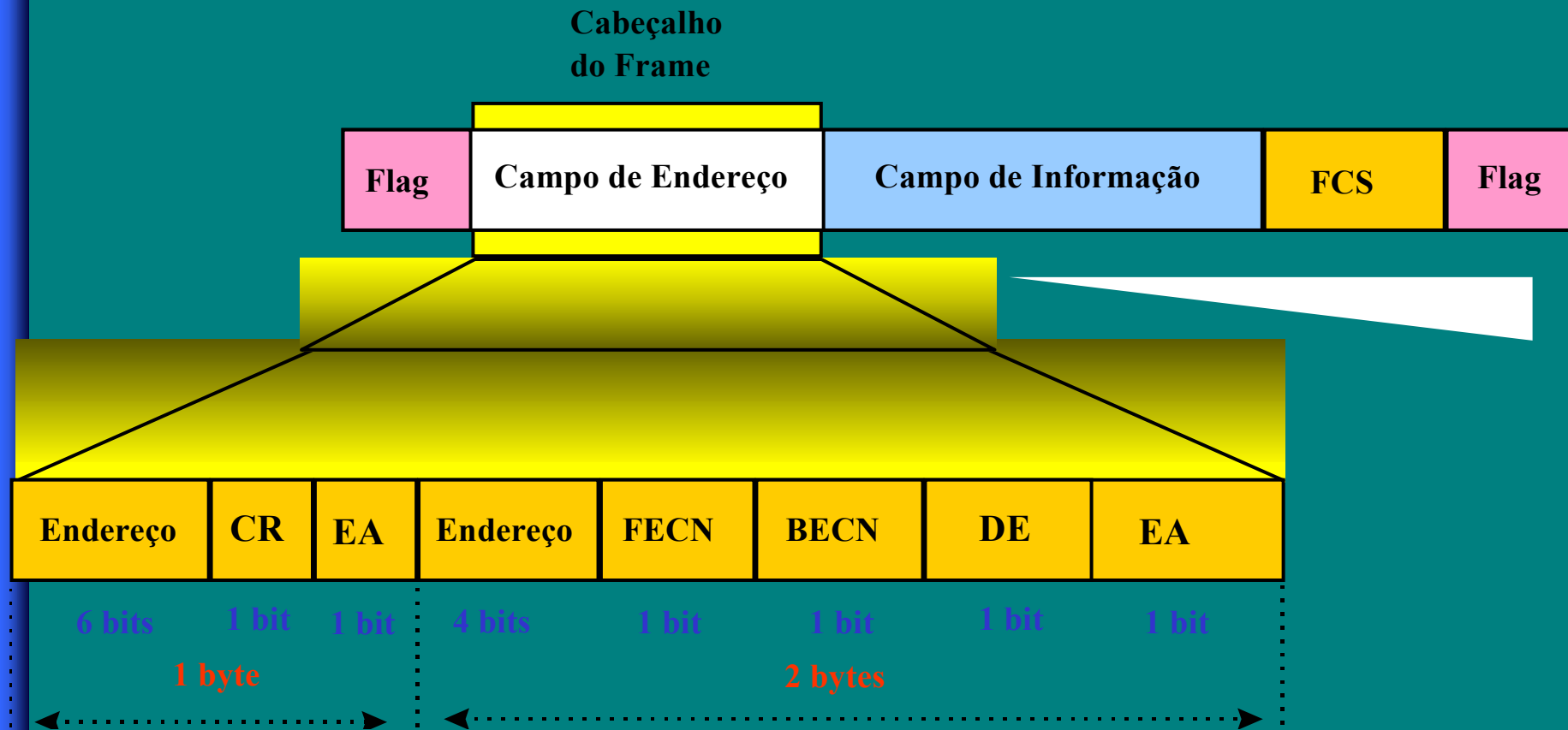
- LAPF - Link Access Procedure for Frame-Mode Bearer Services) - Core
  - Protocolo usado no transporte de dados.
  - Formato do quadro é semelhante ao do LAPD ou LAPB, com uma exceção: não possui campo de controle.
  - Existe somente um tipo de quadro - usado para transportar dados.
  - Não é possível fazer sinalização in-band; efetuar controle de fluxo, nem de erro - não possui número de seqüência.

# Frame-Relay - Formato do Frame

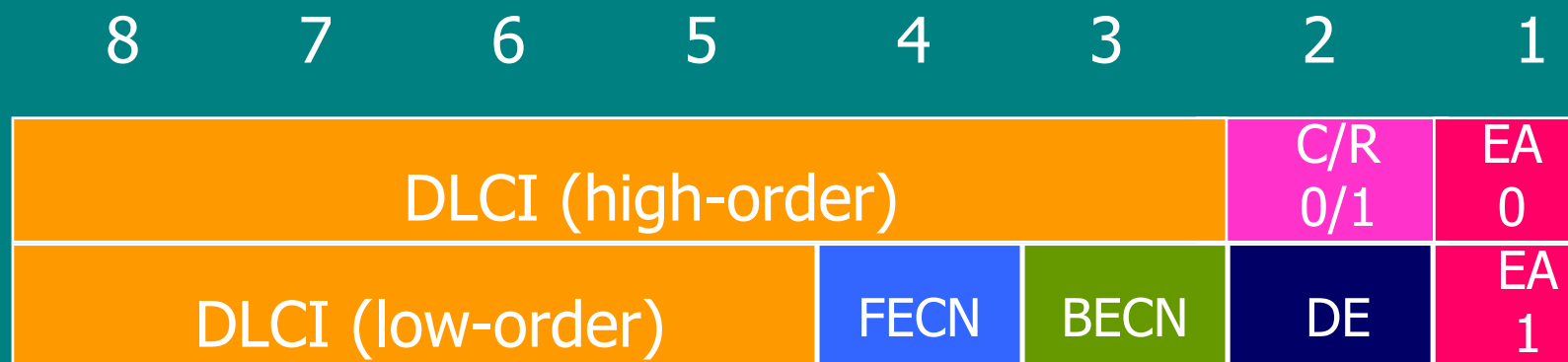




# Frame-Relay - Formato do Frame



# Campo de Endereços do Frame (2 octetos - default)



C/R = Comand/Response - especificado pela aplicação

EA = Campo de extensão do endereço

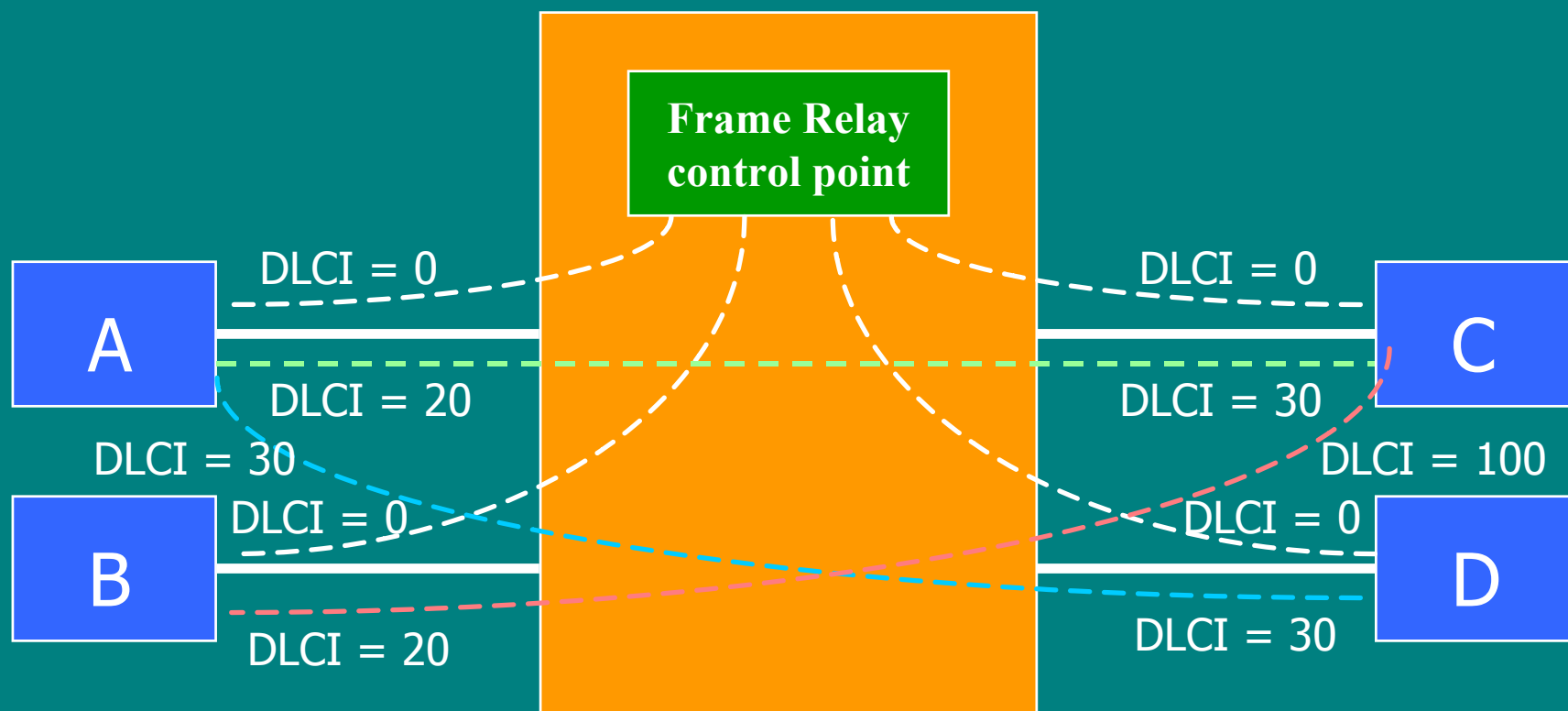
DE = Discard Eligibility indicator

BECN = backward explicit congestion notification

FECN = forward explicit congestion notification

DLCI = data link connection identifier (0 a 16 reservados p/controle)

# Frame-Relay - Multiplexação de Canais Lógicos

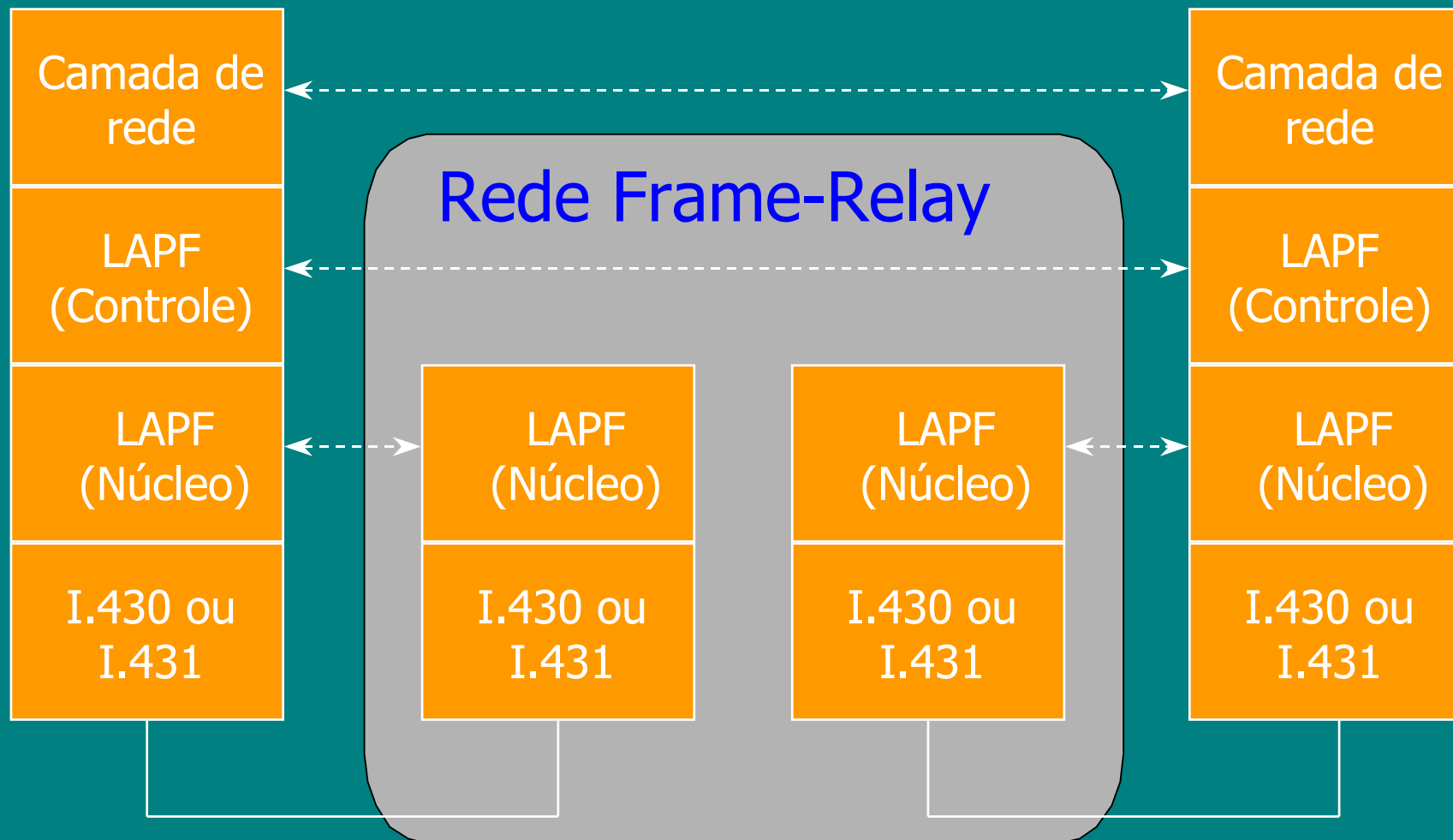


DLCI varia entre 0 e 1023

# Topologia Típica de Uma Rede Frame-Relay

- Um usuário se conecta a uma rede *frame-relay* através de um roteador;
- O roteador se comunica com o comutador frame-relay usando o protocolo definido na UNI;
- Este protocolo é transparente aos dispositivos finais;
- Se frame-relay fosse implementado segundo o padrão ANSI ou ITU-T, a interface física seria a da RDSI;
- Na prática, a maioria das implementações utilizam circuitos das hierarquias T1/E1;
- As operações internas de uma rede frame-relay, assim como as configurações de topologia não são padronizadas, apenas a interface entre a rede e os usuários UNI e a interface entre redes NNI;

# Arquitetura de Protocolos Frame-Relay



# Congestionamento nas Redes Frame-Relay

- Toda rede de pacotes é baseada na teoria de filas;
- Em cada nó existe uma fila de quadros para cada linha de entrada e cada linha de saída;
- Se a taxa de quadros de entrada excede a taxa de transmissão dos quadros, o tamanho da fila começa a crescer indefinidamente (80% da capacidade da linha faz a fila crescer a taxas alarmantes);
- A rede utiliza mecanismos de sinalização de congestionamento:
  - **BECN (*Backward Explicit Congestion Notification*)**: Este bit é usado pela rede congestionada, para notificar ao usuário que os procedimentos para evitar o congestionamento, devem ser iniciados, onde aplicáveis, para o tráfego na direção oposta do quadro que transporta o indicador BECN.
  - **FECN (*Forward Explicit Congestion Notification*)**: Bit usado pela rede congestionada, para notificar ao usuário que os procedimentos para evitar congestionamento, devem ser iniciados, onde aplicáveis, para o tráfego na direção do quadro que transporta a indicação de FECN.
  - **Havendo congestionamento, a rede começa a descartar quadros que possuam o bit DE *setado*.**

# CIR - Committed Information Rate

- Conceito incluído para fornecer uma alocação mais justa e econômica da banda de transmissão;
- Ao contratar uma conexão lógica em uma rede frame-relay, o usuário negocia com a concessionária os seguintes parâmetros:
  - **Bc - Committed Burst size**: máxima quantidade de dados que a rede se compromete a transmitir durante um intervalo  $T_c$  ( $CIR = BC/T_c$ ). Para facilitar, na prática utiliza-se  $T_c = 1$  seg;
  - **Be - Excess burst size**: quantidade máxima de dados que um usuário pode enviar além de Bc durante um intervalo  $T_c$ . Estes dados são transmitidos com menor probabilidade;
  - Se o tráfego do usuário exceder o valor de **CIR**, o comutador *frame-relay* no qual o usuário estiver conectado ativa o bit **DE** dos frames exedentes.



# Rede Frame-Relay - Aplicações

- O principal objetivo de uma rede *frame-relay* é fornecer ao usuário final uma rede virtual privada (VPN), capaz de suportar aplicações que demandam altas taxas de transmissão;
- Como *frame-relay* usa quadros (frames) de tamanho variável, permite interconectar redes de diversos tipos;
- Entretanto, quadro de tamanho variável significa atraso variável. Portanto, implementações atuais de *frame-relay* não funcionam bem em sistemas que são sensíveis a atrasos (voz e vídeo);
- O Fórum *frame-relay* possui várias soluções para acomodar tráfegos sensíveis a atrasos.



FILM