

ESTRUTURA DE CAMADAS DE PROTOCOLO DE COMUNICAÇÃO PARA
REDES LOCAIS DE COMPUTADORES COM INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS *

MARIA CLAUDIA C. CARNEIRO

Depto de Computação
Univ. Federal de São Carlos
São Carlos - SP

SHUSABURO MOTOYAMA

Depto de Telemática
Univ. Estadual de Campinas
Campinas - SP

PAULO ROBERTO GUARDIEIRO

Depto de Engenharia Elétrica
Univ. Federal de Uberlândia
Uberlândia - MG

Resumo

Neste artigo é apresentada a proposta da Estrutura de Camadas de Protocolo de Comunicação para redes de computadores com integração de sinais de voz e de dados. A estrutura geral de camadas é baseada na padronização IEEE 802. As camadas foram modificadas para incluir serviços telefônicos e de dados. Para cada camada são citadas as funções que irão desempenhar no protocolo e para a camada Sinalização são identificadas as primitivas de comunicação e o tratamento da sinalização.

I- Introdução

A integração de voz e de dados se tornou uma área de grande interesse em ambientes de fábricas e de escritórios.

*Este trabalho foi financiado parcialmente pela FINEP

Nestes ambientes a comunicação de pessoa-a-pessoa é feita por meio de uma rede interna através de central telefônica do tipo PABX. Para a comunicação entre equipamentos como mini e microcomputadores é utilizada a rede de computadores. Atualmente, essas redes operam independentemente, sem dividir seus recursos operacionais.

A partir da integração de serviços é possível utilizar de maneira mais eficiente os recursos operacionais oferecidos. Dispor de uma única rede que transporte uma variedade de sinais, compartilhando os recursos computacionais passa a ser imperativo. Esta rede será denominada rede local de computadores com integração de Voz e Dados.

Este trabalho tem como objetivo propor uma estrutura de camadas de protocolo de comunicação para rede local com integração de voz e dados. O estudo também se direciona ao detalhamento do tratamento de sinalização para chamadas telefônicas.

Na seção II será apresentado o ambiente para o qual a estrutura de camadas foi proposta. Na seção III é proposta a estrutura de camadas de protocolo de comunicação e a Camada Sinalização é detalhada. Finalmente na seção IV são apresentadas as principais conclusões e os trabalhos futuros.

II- Arquitetura da Rede Local

II-1 Configuração da Rede Local [1]

A Rede Local, a qual forma o ambiente para o desenvolvimento deste trabalho, tem configuração em duplo anel

utilizando fibras ópticas como meio de transmissão, conforme ilustrado na Figura 1. Esta configuração possibilita que algumas limitações ocasionadas pela configuração em anel sejam melhoradas, tal como a baixa confiabilidade, uma vez que uma falha em qualquer dos enlaces ou repetidores ativos da rede pode comprometer todo o sistema. A configuração apresenta um certo grau de redundância ao sistema permitindo a isolação de falhas individuais, por meio de reconfiguração da rede. E utilizada a técnica de isolação ("by pass") nos repetidores dos nós de comunicação, permitindo assim um certo grau de tolerância a falhas.

Sob a condição de falha em um dos enlaces, a reconfiguração será estabelecida por meio de um caminho alternativo de retorno ("loop back"), que os nós de comunicação terão condição de criar.

Além de responder aos requisitos de confiabilidade, a arquitetura de rede local adotada permite compensar a deficiência das fibras ópticas de plástico em termos de produto banda passante-distância. Isto é feito através da utilização simultânea dos anéis em condições normais de operação da rede. Assim, a confiabilidade e o desempenho da rede podem ser ao mesmo tempo aumentados com a arquitetura adotada.

II-2 A Técnica de Controle de Acesso [1]

A técnica de controle de acesso aqui descrita é baseada no método "Empty Slot" utilizado na rede conhecida como Anel de Cambridge, na Inglaterra [2], para comunicação de dados. Este método fundamenta-se na existência de um número inteiro de canais

("slots") circulando permanentemente pelo anel. O número de canais que irá circular pelo anel é obtido a partir do tempo necessário para que um bit em circulação em cada um dos anéis complete uma volta e da banda de passagem do suporte de transmissão (medida em bits/unidade de tempo). A partir destes parâmetros é possível obter o número máximo de bits que o anel pode acomodar. Então este número máximo de bits é dividido pelo número de bits estipulado para cada canal. E os bits que restam desta divisão formam o GAP que é utilizado para a sincronização. Os canais acrescidos do GAP formam o Quadro, conforme ilustrado na Figura 2. O canal circula portando um bit que informa se o mesmo está ou não transportando informação (cheio ou vazio, respectivamente).

Um nó da rede desejando transmitir um envelope de dados deverá aguardar a passagem de um canal vazio. Ambos os anéis da rede em duplo anel da Figura 1 terão seus canais testados um-a-um, até que a passagem de um deles vazio seja detectada. Quando isto ocorrer, o nó de comunicação verificará se este canal foi utilizado pelo mesmo no quadro anterior. Caso isso tenha ocorrido, este canal será desprezado e nova tentativa de alocação será desencadeada. Esta medida tem por objetivo garantir equidade de acesso ao meio de transmissão.

O canal encontrado vazio terá seu bit C/V modificado para cheio, e o envelope de maior prioridade pronto para a transmissão será carregado neste canal.

Para a recepção de envelopes, os nós de comunicação estarão analisando continuamente o campo dos envelopes denominado

ENDEREÇO DESTINATARIO. Uma vez detectado o seu próprio endereço neste campo, o nó fará uma cópia do conteúdo do envelope recebido. Em seguida, o envelope será retransmitido ao nó remetente com os bits RE adequadamente modificados, para informar ao mesmo sobre o sucesso ou insucesso na transmissão de um envelope. Além disso, o nó remetente deverá modificar o bit C/V para vazio. O canal em seguida é recolocado em circulação e poderá ser utilizado por outro nó da rede.

O método acima descrito pode ser utilizado para dados, já para ser utilizado para sinais de voz digitalizados, este método não é conveniente, pois pode acarretar atrasos consideráveis. Além disso, os sinais de voz aparecem em surtos com duração relativamente mais longas que os de dados. Assim, é necessário que o método de acesso para sinais de voz garanta que um canal seja alocado para um surto, permaneça alocado até que ocorra um novo intervalo de silêncio. Isto é feito ocupando aleatoriamente um canal vazio quando da ocorrência de um surto de voz, e mantendo-se esta ocupação até que aconteça um novo intervalo de silêncio.

A ocupação de um canal no quadro será feita dinamicamente pela presença dos sinais de voz para transmissão. Porém, se as condições de tráfego na rede não possibilitarem a alocação de um canal vazio dentro de um intervalo de tempo de quadro, o envelope de voz pronto para a transmissão será descartado ("freeze-out"). Diversos estudos já demonstraram que o descarte de uma certa quantidade de envelopes de voz não afeta a qualidade do sinal de voz reproduzido [3].

III - Proposta da Arquitetura em Camadas de Protocolo

Na integração de serviços requerida pela Rede Local, anteriormente descrita, é possível identificar três tipos de informação: voz, dados e sinalização. Voz e dados já foram caracterizados anteriormente, já a sinalização consta de informações necessárias para o início e o término de uma chamada telefônica, isto é, a sinalização é responsável pela conexão e a desconexão de dois terminais telefônicos.

Para o acesso ao meio de transmissão é proposto o seguinte nível de prioridade: voz tem prioridade sobre a sinalização que por sua vez tem prioridade sobre os dados.

A partir das características observadas na arquitetura da rede e nos tipos de informação presentes, e tendo como base o padrão IEEE 802 foi possível propor a estrutura de camadas de protocolo de comunicação para a Rede Local com Integração de Serviços.

A estrutura de camadas da arquitetura de protocolo proposta é ilustrada na Figura 3. As Camadas Superiores para dados vão ser definidas tendo como base os padrões existentes e as necessidades da Rede Local.

III-1 Funções das Camadas

Camada Física: A camada física tem como função ativar, manter e desativar conexões físicas para a transmissão de bits

entre dois nós. Estabelece os procedimentos e as características mecânicas e elétricas [4]. E particularmente na Rede Local com integração de voz e de dados citada, trata a conversão da mensagem de pulsos elétricos para sinais ópticos, os quais são transmitidos pela fibra óptica, e na recepção de mensagens o tratamento é inverso. Na estrutura proposta existem duas Camadas Físicas, cada uma fará a interface com um dos anéis da Rede.

Camada MAC ("Medium Access Control"): A camada desempenha as seguintes funções:

- Empacotamento final dos Envelopes

A camada MAC tem como função preparar o envelope na sua forma final para transmissão, isto é, a MAC introduzirá alguns campos de endereços e alguns campos de sinalização do envelope.

- Procedimentos do Método de Acesso

Deve executar os procedimentos do Método de Acesso. Dentre eles está a função de analisar ao receber um envelope a sua paridade e preencher corretamente o bit de resposta, posteriormente transmitindo este envelope para o nó remetente.

- Descarte de Pacotes de Voz

Para os envelopes de voz a camada MAC oferece o tratamento de descarte, se no tempo de armazenamento no buffer de espera para a transmissão de um envelope de voz não conseguir ser transmitido este é descartado. E este descarte não afetará a qualidade da voz, pois não ultrapassará um limite previamente estabelecido que é proporcional ao número de terminais que a rede suporta.

- Prioridade de Acesso

A escolha do envelope a ser transmitido, quando é detectado um canal livre, é feita a partir do nível de prioridade. O envelope de voz tem prioridade sobre os envelopes de sinalização e dados, e entre estes o envelope de sinalização tem prioridade sobre o envelope de dados.

- **Camada Sinalização:** Esta camada tem a função de conectar e desconectar dois terminais telefônicos para que ocorra a conversação, que consta da troca de envelopes de voz. A partir da conexão feita informações de endereçamento para os envelopes de voz estarão disponíveis para a Camada de Aplicação.

- **Camada LLC ("Logical Link Control"):** Esta camada tem como propósito ativar, manter e desativar a comunicação entre dois nós para a transferência de dados. Esta camada além de fazer a conexão e a desconexão para a transferência de dados entre dois terminais, também é sua função tratar do processo de confirmação das unidades de dados do protocolo, para isto será utilizado um método baseado no processo de PDUs ("Protocol Data Unit") numeradas especificado no padrão IEEE 802.2 [5].

-**Camada de Aplicação:** Para a sinalização e para a voz esta camada é única, pois para se formar um envelopes de voz são necessárias informações obtidas no processo de sinalização.

Alguns procedimentos de sinalização são executados nesta camada, tais como:

- detectar quando o usuário levanta o fone do gancho.

- detecta o número dado pelo usuário.

Já para a voz é nesta camada que é feita a digitalização de surto de voz bem como a detecção de períodos de silêncio.

III-2 Detalhamento da Camada Sinalização

A Camada Sinalização apresenta duas interfaces, uma com a Camada de Aplicação e outra com a Camada MAC. A partir das funções desempenhadas pela Camada Sinalização e baseando-se no padrão IEEE 802.2 [6] para serviço no modo com conexão foi possível definir os serviços em termos de primitivas e parâmetros.

- Interface Aplicação / Sinalização

- * DL-CONNECT.request (endereço origem, endereço destino, tipo de serviço)
endereço origem = endereço do terminal origem
endereço destino = endereço do terminal destino mais o endereço do nó destino
tipo de serviço = Início de Conexão
- * DL-CONNECT.indication (endereço origem, endereço destino, tipo de serviço)
tipo de serviço = Início de Conexão
- * DL-CONNECT.confirm (endereço origem, endereço destino, tipo de serviço)
tipo de serviço = Campanha Tocando

* DL-CONNECT.response (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Campanha Tocando

* DL-DISCONNECT.request (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Fim de Conexão

* DL-DISCONNECT.indication (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Fim de Conexão

Sinal de Ocupado

Usuário Destino Não Existe

* DL-DISCONNECT.response (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Confirmação Fone no Gancho

* DL-USUARIOATENDEU.request (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Usuário Destino Atendeu

* DL-USUARIOATENDEU.indication (endereço origem, endereço
destino, tipo de serviço)

tipo de serviço = Usuário Destino Atendeu

A Figura 4 ilustra o caminho no qual uma conexão "

solicitada possa ser acéita, o caminho no qual uma conexão possa ser rejeitada e o caminho para se fazer a desconexão.

-Interface Sinalização / MAC

A primitiva MA-UNIDATA.request é usada pela Camada Sinalização para transmitir todas as formas de PDUs (Protocol Data Unit) da Camada Sinalização. As PDUs da Sinalização irão identificar os seguintes serviços:

- Início de Conexão
- Fim de Conexão
- Usuário Destino Não Existe
- Sinal de Ocupado
- Confirmação Desconexão
- Campanha Tocando
- Usuário Atendeu

PRIMITIVAS:

* MA-UNIDATA.request (dados, prioridade)

dados = este parâmetro contém a PDU da
Sinalização

prioridade = referente a prioridade adotada para a
Sinalização

* MA- UNIDATA.indication (dados, prioridade)

dados = este parâmetro contém a PDU da
Sinalização

prioridade = referente a prioridade adotada para a
Sinalização

III-2-1 Descrição dos Tipos de Serviço

- Confirmação Fone no Gancho

Este serviço é identificado somente na interface camada de Aplicação / Camada Sinalização. O serviço indica que o usuário que recebeu um dos sinais Fim de Conexão, Sinal de Ocupado ou Usuário Destino Não Existe proveniente do usuário remetente, liberou o seu terminal telefônico colocando o seu fone no gancho. Tendo identificado este serviço a Camada Sinalização libera o terminal para uma nova conexão.

- Início de Conexão

Este serviço é identificado nas duas interfaces da Camada Sinalização sendo inicializado em um terminal telefônico que é ligado a camada de Aplicação. Sendo suas funções informar os endereços necessários para identificar a conexão e indicar o início de conexão.

- Fim de Conexão

Este serviço é identificado nas duas interfaces da Camada Sinalização, tendo origem na camada de Aplicação que é ligada a um dos dois terminais telefônicos da conexão. A sua função é indicar o término da conversação telefônica.

- Usuário Atendeu

Este serviço tem sua origem na camada de Aplicação que

tenha o terminal telefônico que recebeu o pedido de Início de Conexão. Esta primitiva tem a função de indicar que a conversação será inicializada.

- Sinal de Ocupado

Este serviço tem sua origem na Camada Sinalização que recebeu o pedido de Início de Conexão. Ao pesquisar sobre o terminal remoto para o Início de Conexão é observado que o terminal está ocupado, então será identificado o serviço Sinal de Ocupado, o qual será enviado para o terminal remetente do pedido de Início de Conexão.

- Usuário Destino Não Existe

E semelhante ao serviço Sinal de Ocupado, tendo sua origem também na Camada Sinalização. Na pesquisa para o Início de Conexão é observado que o terminal destino não existe, então este serviço será enviado para o terminal remetente da primitiva Início de Conexão.

- Campanha Tocando

Ao receber o pedido de Início de Conexão e ao pesquisar sobre o terminal destino é observado que o terminal destino está livre para a conexão. Então o usuário destino receberá o toque da campanha do telefone, e também será enviado a identificação do serviço Campanha Tocando para o terminal remetente do pedido de Início de Conexão.

- Confirmação de Desconexão

Após a Camada Sinalização receber a indicação de Fim

de Conexão esta deve enviar para a Camada Sinalização do nó remetente a identificação da Confirmação de Desconexão. Este serviço informa que o Fim de Conexão foi identificado, portanto a conexão foi desfeita.

III-2-2 Exemplos de Conexão e Desconexão de uma Chamada Telefônica utilizando as Primitivas e as PDUs estabelecidas

Estabelecimento de Conexão : O estabelecimento de uma conexão é resposta de uma solicitação DL-CONNECT.request do usuário. A Camada Sinalização recebe esta solicitação e emite uma PDU identificando o Início de Conexão. Esta PDU é enviada para a Camada Sinalização par através da primitiva MA-UNITDATA.request. O par da Camada Sinalização recebe esta PDU e verifica que esta conexão pode ser aceita. E passada para o usuário destino a primitiva DL-CONNECT.indication e emitida a primitiva DL-CONNECT.response identificando o serviço de Tocando a Campanha, então a Camada Sinalização destino envia a PDU Tocando a Campanha para a Camada Sinalização origem. Quando a PDU Campanha Tocando é recebida, significando aceitação, a Camada Sinalização passa uma confirmação para o usuário origem através da primitiva DL.CONNECT.confirm.

Quando o usuário destino atender o telefone, chega a camada Sinalização recebe a primitiva DL-USUARIOATENDEU.request que identifica a PDU Usuário Atendeu. A Camada Sinalização envia para sua camada par a PDU identificada através da primitiva MA-UNITDATA.request. A Camada Sinalização, onde inicializou a

conexão, recebe a primitiva MA-UNITDATA.indication e identifica a PDU Usuário Destino Atendeu. A partir desta PDU é gerada a primitiva DL-USUARIOATENDEU.indication que é enviada para o usuário origem da conexão.

Desconexão- Qualquer um dos usuários da conexão pode pedir a desconexão a partir da emissão da primitiva DL-DISCONNECT.request que identifica o serviço Fim de Conexão. Ao receber esta primitiva a Camada Sinalização emite a PDU identificando o serviço Fim de Conexão e envia esta para a sua camada par através da primitiva MA-UNITDATA.request. Ao receber a primitiva MA-UNITDATA.indication da MAC, a Camada Sinalização do nó destino identifica a PDU Fim de Conexão e envia a primitiva DL-DISCONNECT.indication identificando Fim de Conexão para o usuário destino. E também emite a PDU identificando a Cofirmação de Desconexão e a envia através da primitiva MA-UNITDATA.request para a Camada Sinalização origem. E quando o usuário destino colocar seu fone no gancho a primitiva DL-DISCONNECT.response será enviada para a Camada Sinalização destino.

IV-Conclusão

Neste artigo foi proposta a arquitetura em camadas de protocolo de comunicação para Rede Local com integração de serviços. O ambiente que deu suporte para o desenvolvimento da arquitetura em camadas consta de uma rede local com uma configuração em duplo anel, o suporte de transmissão utilizado é o

de fibras ópticas de plástico, e o método de acesso ao meio de transmissão possui semelhança com o esquema "Empty Slot", com modificações para adaptar-se a integração de voz e dados.

A partir do estudo das características presentes na Rede Local, no método de acesso escolhido e nos tráfegos de voz e de dados foi possível estruturar em camadas o protocolo de comunicação. Identificando-se as informações necessárias para a conexão e a desconexão de dois terminais telefônicos, foi criada a Camada Sinalização. Nesta camada foram identificadas as suas funções e definidas as suas primitivas de comunicação.

Tendo especificada esta estrutura de protocolo o trabalho está em andamento detalhando cada camada para que estas possam ser implementadas.

V - REFERÊNCIAS

[1] GUARDIEIRO, P. R.; MOTOYAMA, S., "Integrated Voice/Data Services on a Plastic Optical Fiber Local Area Network", In: GLOBECOM 89, Dallas, Texas, 1989, p. 1017-1021.

[2] HOPPER, A.; WILLIAMSON, R.C., "Design and Use of an Integrated Cambridge Ring", IEEE Journal on Select Areas in Comm., vol. SAC-1, November, 1983, p. 775-784.

[3] SUDA, T.; YUEN, C.; OTHSUKI, K., "Performance Evaluation of Packetize Voice Transmission on a Token Ring Network", In: GLOBECOM 85, New Orleans, 1985, p. 525-529.

[4] TAROUCO, L.M.R. "Redes de Computadores Locais e de Longa Distância". São Paulo, Mc Graw-Hill, 1986. 352p.

[5] IEEE Standard 802.2 - "Logical Link Control Specification", Draft D. Silver Springs, Md: IEE Computer Society, Nov. 1982.

[6] STALLINGS, W. "Handbook of Computer-Communications Standards". New York, Macmillan Publishing Company, 1987. 244p.

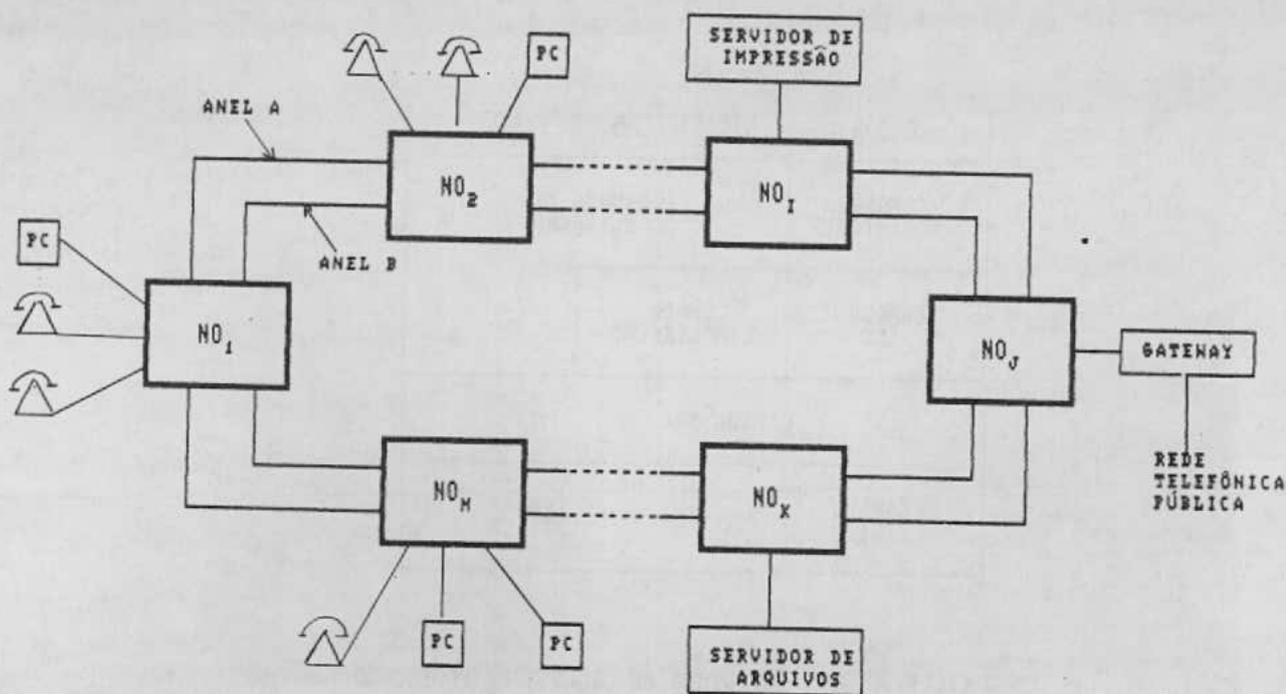


FIGURA 1 : ARQUITETURA DA REDE LOCAL COM INTEGRAÇÃO DE SERVIÇOS

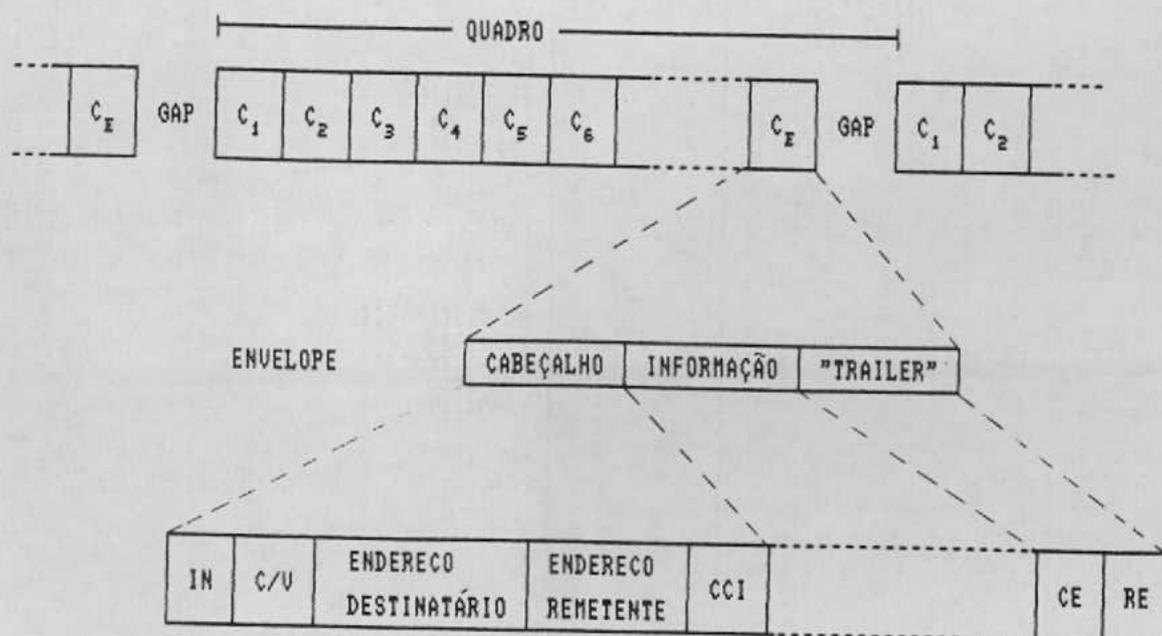
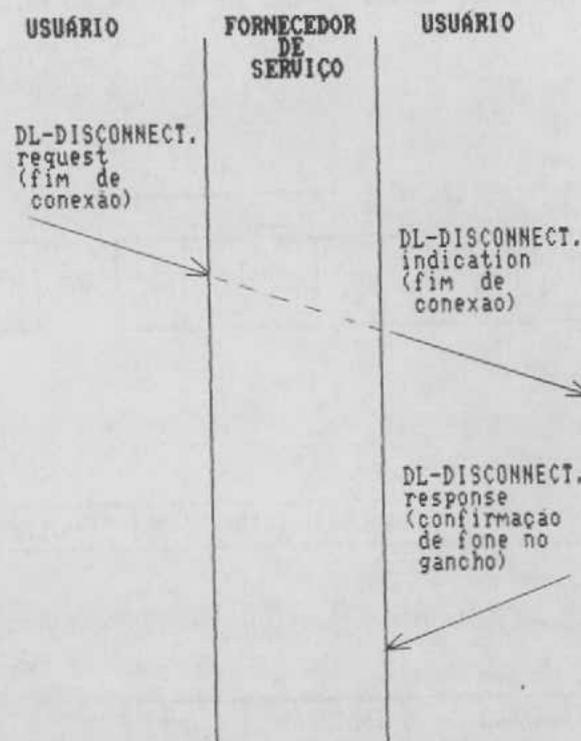


FIGURA 2 : ESTRUTURA DE QUADRO E ENVELOPES

DADOS	SINALIZAÇÃO	VOZ
CAMADAS SUPERIORES	CAMADA DE APLICAÇÃO	
CAMADA LLC	CAMADA SINALIZAÇÃO	
CAMADA MAC		
CAMADA FISICA	CAMADA FISICA	

FIGURA 3 : ESTRUTURA DE CAMADAS DE PROTOCOLO



(a) Desconexao

FIGURA 4 : Exemplos de Estabelecimento de Conexao e Desconexao

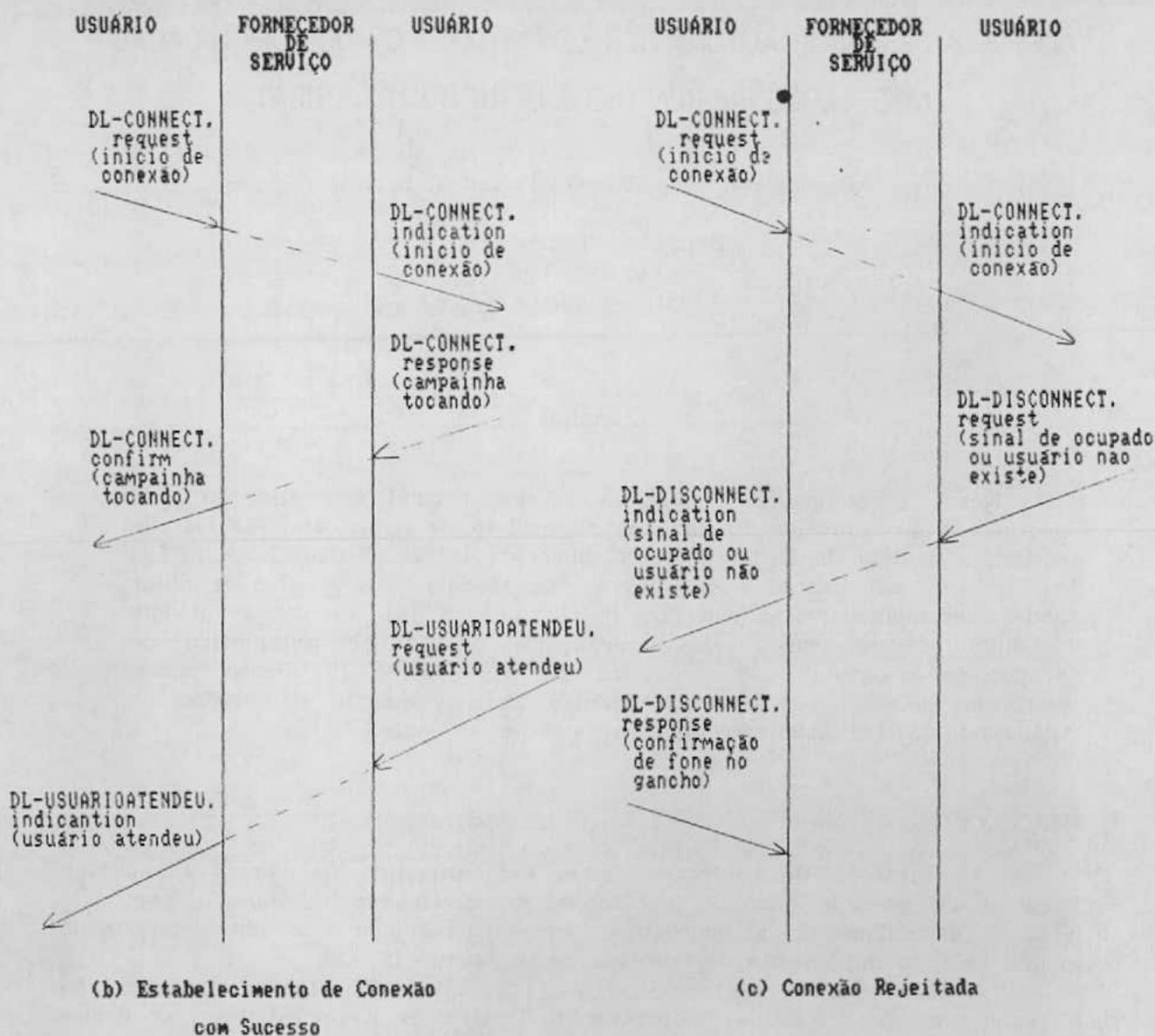


FIGURA 4: Exemplos de Estabelecimento de Conexão e Desconexão