PROTOCOLO MULTIDESTINATÁRIO COM CONFIGURAÇÃO DE FACILIDADES E GERENCIAMENTO DE ACESSO

Marcelo Dias Nunes

TESE SUBMETIDA AO CORPO DA COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIAS EM ENGENHARIA ELÉTRICA.

Aprovada por :

_____

Prof. Otto Carlos Muniz Bandeira Duarte, Dr. Ing.

(Presidente)

_____

Prof. Aloysio de Castro Pinto Pedroza, Dr.

_____

Heliomar Medeiros de Lima, D. Sc.

_____

Profa. Liane M. R. Tarouco, D. Sc.

RIO DE JANEIRO, RJ - BRASIL

ABRIL de 1995

NUNES, Marcelo Dias

Protocolo Multidestinatário com Configuração de Facilidades e Gerenciamento de Acesso [Rio de Janeiro], 1995.

xi, 92 p. 29,7 cm (COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Elétrica, 1995)

Tese - Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE

1. Protocolos de comunicação

2. Redes de computadores

3. Multiponto

I. COPPE/UFRJ II. Título (Série).

AGRADECIMENTOS

Ao professor Otto, por seu incentivo, reconhecimento e amizade.

Aos demais membros da banca examinadora: professor Aloysio, Heliomar e principalmente à professora Liane, por sua valiosa presença.

Aos professores Watanabe e Lanza (sempre presente, mesmo estando longe).

Aos antigos membros do GTA, pois sem seu trabalho desbravador esta tese jamais existiria: Baginski, Lanza (de novo!), Rainer, Fernando, Rogério, Achá, Rezende e Calixto.

Aos meus amigos: Célio, Ronaldo, Márcio, Marcos Tadeu, Patrícia, Michel, Rubinstein, Jonny, Guilherme, a galera da iniciação (Renata, Marcelos, Flávio, Hermes e cia. limitada), Marlos, Ildemar, Gilberto, Spíndola, Miguel, Sérgio, Pedro, Maria, Koki (boa sorte!), Helena, Gaspar e Marcos Pinheiro (valeu, galera!).

Ao *staff* do Programa Elétrica (que também são meus amigos, como não?): Paulo, Bia, Daisy, Fidel, Wilson e Wanderlei.

Como não poderia deixar de ser, a meus pais.

Em suma, todos que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização desta tese. São tantas pessoas que eu corro o risco de ter me esquecido de alguém, mas vocês sabem quem são!

Resumo da Tese apresentada à COPPE/UFRJ como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Mestre em Ciências (M. Sc.).

PROTOCOLO MULTIDESTINATÁRIO COM CONFIGURAÇÃO DE FACILIDADES E GERENCIAMENTO DE ACESSO

Marcelo Dias Nunes

Abril de 1995

Orientador: Otto Carlos Muniz Bandeira Duarte
Programa: Engenharia Elétrica

RESUMO

Nos últimos anos, houve um aumento significativo da banda passante nos meios de comunicação, transferindo a limitação de desempenho para o processamento da informação. As novas redes de comunicação deverão veicular aplicações com diferentes requisitos. Os novos protocolos deverão ser bastante flexíveis, permitir alta velocidade e comunicações multidestinatárias, onde a utilização de mecanismos de alto desempenho é de fundamental importância. Assim, este trabalho apresenta a proposta e a implementação de um protocolo configurável com suporte à comunicações multidestinatárias estatisticamente confiáveis e com gerenciamento centralizado de acesso através da concessão de fichas de permissão, apropriado para ambientes de redes locais. Os serviços oferecidos incluem abertura e fechamento de conexões ponto-a-ponto, bem como adesão a grupos multiponto, com seleção de mecanismos (cálculo de *checksum*, controle de fluxo por janela e taxa de transmissão, recuperação de erros por *go-back-N* e retransmissão seletiva, algoritmo *bucket*), utilizando os serviços da sub-camada MAC nas configurações ponto-a-ponto e ponto-a-multiponto no ambiente de desenvolvimento. A implementação do protocolo, realizada em linguagem C, segue um modelo de arquitetura em camadas com mecanismos que visam alto desempenho. O sistema como um todo contém mais de 8.000 linhas de código na linguagem C, opera normalmente sem erros e apresenta um bom desempenho.

Abstract of Thesis presented to COPPE/UFRJ as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science (M. Sc.).

MULTICAST PROTOCOL WITH FACILITIES PROGRAMMING AND ACCESS MANAGEMENT

Marcelo Dias Nunes

April, 1995

Thesis Supervisor: Otto Carlos Muniz Bandeira Duarte
Department: Electrical Engineering

ABSTRACT

In the latest years, there has been a significant increase on the communication media bandwidth, shifting performance limitation to information processing. New communication networks shall provide applications with different requirements. New protocols must be very flexible, allowing high speed and multipoint communications, wherein high performance mechanisms' utilization is of fundamental importance. Thus, this work presents a proposal and an implementation of a programmable protocol that supports statistically reliable multipoint communications, with a token-based centralized access management well suited for LAN environments. Among other services, it offers pointo-to-point connection establishment and release, as well as multicast group membership, with mechanism selection (checksum computing, window and rate-based flow control, error recovery through go-back-N and selective retransmission, bucket algorithm), using the services provided by the MAC sublayer in point-to-point and multicast configurations on the development environment. The protocol implementation, coded in C language, considers a layered-model architecture with high performance mechanisms. The overall system consists in more than 8,000 lines of source code, usually works error-free and shows a good performance.

Sumário

CAPÍTULO I - Introdução 1
I.1 - Conexões 2
I.1.1 - Gerenciamento 2
I.1.2 - Tipos de conexão 5
I.2 - Reconhecimentos 5
I.3 - Controle de fluxo 7
I.4 - Controle de erros 8

CAPÍTULO II - Alguns protocolos de alto desempenho 1
II.1 - Datakit 1
II.2 - Delta-t 3
II.3 - NETBLT 4
II.4 - VMTP 6
II.5 - XTP 8
II.5.1 - O algoritmo *bucket* 11
II.5.2 - *Damping* 13
II.5.3 - *Slotting* 14
II.6 - ST-II 14
II.7 - MTP 15
II.8 - RAMP 16

CAPÍTULO III - O Protocolo MCF 1
III.1 - Comparação de mecanismos 1
III.1.1 - Gerenciamento de conexões 1
III.1.2 - Reconhecimentos 2
III.1.3 - Controle de fluxo 2
III.1.4 - Controle de erros 3
III.1.5 - Semântica das conexões multidestinatárias 3
III.2 - Formato das PDUs 4
III.2.1 - Cabeçalho 5

III.2.2 - Cauda 8
III.2.3 - PDU FIRST 9
III.2.4 - PDU DATA 11
III.2.5 - PDU CNTL 11
III.2.6 - PDU TOKEN 13
III.2.7 - PDU PATH 13
III.2.8 - PDU ERROR 13
III.3 - Primitivas de serviço 14
III.4 - Validação de PDUs 16
III.4.1 - *Checksum* 16
III.5 - Abertura de conexão 17
III.5.1 - Ponto-a-ponto 17
III.5.2 - Multiponto 18
III.6 - Fechamento de conexão 20
III.6.1 - Ponto-a-ponto 20
III.6.2 - Multiponto 21
III.7 - Transferência de dados 21
III.7.1 - Segmentação e remontagem 22
III.7.2 - Seqüenciamento 22
III.8 - Gerenciamento da transmissão em um grupo através da concessão de de fichas 23
III.9 - Controle de fluxo 27
III.9.1 - Janela de transmissão 27
III.9.2 - Taxa de transmissão 27
III.10 - Controle de erros 28
III.10.1 - *Go-back-N* 28
III.10.2 - Retransmissão seletiva 29
III.10.3 - Algoritmo *bucket* 29

CAPÍTULO IV - Arquitetutra de implementação 1
IV.1 - Estruturas de dados das interfaces 2
IV.2 - Troca de dados entre entidades pares 3
IV.3 - Gerenciamento de memória 5
IV.4 - Escalonamento de tarefas 6
IV.5 - Gerenciamento de temporizações 8
IV.6 - O Protocolo MCF na arquitetura de implementação 9
IV.7 - Camada MAC 11
IV.8 - Interface MCF-MAC 13
IV.9 - Camada MCF 14

IV.10 - Montagem de PDUs e primitivas 16
IV.11 - Segmentação e remontagem 17
IV.12 - Mecanismo de fichas 18
IV.13 - Controle de fluxo 19
IV.13.1 - Janela de transmissão 19
IV.13.2 - Taxa de transmissão 20
IV.14 - Controle de erros 20
IV.14.1 - *Go-back-N* 20
IV.14.2 - Retransmissão seletiva 21
IV.14.3 - Algoritmo *bucket* 21

CAPÍTULO V - Análise de desempenho 1

CAPÍTULO VI - Conclusões 1

BIBLIOGRAFIA BIB.1

Índice de Figuras

I.1 Estabelecimento de conexão no TP4 ..... I.4

I.2 Tipos de conexões para comunicações de grupo I.5

I.3 Controle de fluxo por janela de tamanho fixo I.7

I.4 Controle de fluxo por janela de tamanho variável I.8

II.1 A estrutura do Receptor Universal II.2

II.2 Tipos de transação de mensagens no VMTP II.7

II.3 Arquitetura XTP II.9

II.4 Exemplo do algoritmo *bucket* II.13

III.1 Cabeçalho das PDUs III.5

III.2 Campo *cmd* III.5

III.3 Formato de uma PDU III.8

III.4 Segmento de dados da PDU FIRST III.9

III.5 Segmento de dados da PDU FIRST III.11

III.6 Segmento de dados da PDU ERROR III.14

III.7 Exemplo de controle de fluxo por janela de transmissão III.28

IV.1 Arquitetura de implementação IV.1

IV.2 Troca de dados entre entidades adjacentes IV.2

IV.3 Estruturas de dados das interfaces IV.3

IV.4 Técnicas de inserção de PCI IV.3

IV.5 Gerenciamento de memória IV.6

IV.6 Fila do Escalonador de Tarefas IV.7

IV.7 Temporização proposta por Varguese & Lauck IV.9

IV.8 Sistema implementado IV.10

IV.9 Formato do quadro IEEE 802.3 ..... IV.12

IV.10 Estruturas de dados da interface MCF-MAC IV.13

IV.11 Modelo de implementação para o módulo MCF IV.16

IV.12 Segmentação por encadeamento IV.18

IV.13 Exemplo de retransmissão por *go-back-N* IV.21

IV.14 Exemplo de retransmissão seletiva IV.22

V.1 Vazão × tamanho da mensagem V.3

V.2 Comparação do funcionamento do sistema em *loopback* (a) com o funcionamento normal via rede (b) V.4

V.3 Vazão × tamanho da mensagem com segmentação em 128 octetos V.5

V.4 Vazão × tamanho do grupo multiponto V.6

Índice de Tabelas

III.1 Valores de *addr_format*.....III.9

III.2 Condições de erro.....III.14

III.3 Primitivas de serviço.....III.15

III.4 Estabelecimento de conexão ponto-a-ponto.....III.18

III.5 Liberação de conexão ponto-a-ponto.....III.21

III.6 Gerenciamento de fichas no produtor.....III.25

III.7 Gerenciamento de fichas no servidor.....III.26

V.1 Número de linhas de código.....V.1

V.2 Vazões obtidas para mensagens de 1024 octetos.....V.3

V.3 Controle de fluxo por taxa.....V.6