

O SISTEMA OPERACIONAL DISTRIBUÍDO DO COMPUTADOR DE PACOTES DO SISTEMA COMPAC

Beatriz Cardoso Mamede Bernardi
PHT - Sistemas Eletrônicos

Luis Roberto Gonçalves dos Santos
CPqD - Telebrás

Selma Cristina G.F. Cintra
CPqD - Telebrás

José Roberto Emiliano Leite
CPqD - Telebrás

RESUMO:

O Sistema COMPAC é composto de equipamentos que possibilitam a formação de Redes de Comunicação de Dados por Comutação de Pacotes. Neste artigo apresentam-se as principais características do Sistema Operacional Distribuído de um Computador dessa Rede. Este Sistema Operacional fornece uma interface entre o Hardware e o Sistema Aplicativo do Computador, facilitando e disciplinando o acesso do Sistema Aplicativo aos recursos do Hardware e auxiliando-o na execução das principais funções do Computador.

1 - INTRODUÇÃO

O Sistema COMPAC (1), especificado e desenvolvido no Centro de Pesquisa e Desenvolvimento da Telebrás - CPqD, provê equipamentos para a expansão da Rede Nacional de Pacotes (RENPAQ). É essencialmente um conjunto de módulos hardware e software que podem ser configurados e integrados para constituir os elementos básicos de uma rede de comunicação de dados por comutação de pacotes.

Uma Rede COMPAC é constituída basicamente de três tipos de elementos:

- Nó de comutação de Pacotes;
- Centro de Supervisão e Controle da Rede;
- Concentrador de Dados.

O Nó de Comutação de Pacotes é responsável pelo desempenho das funções básicas de uma rede COMPAC: Comutação, Roteamento, Estabelecimento de Circuitos Virtuais e Tarifação. Ele está dividido em três camadas. A camada mais básica é o Hardware, que é responsável essencialmente pela capacidade de processamento, armazenamento e comunicação. A camada Sistema Operacional provê a interface entre o Hardware e o Sistema Aplicativo, permitindo a este último a utilização dos recursos do primeiro. A camada Sistema Aplicativo é a de maior nível hierárquico e é responsável pelas funções fins do Computador.

2 - ESTRUTURA HARDWARE DO COMPUTADOR

Sob o ponto de vista Hardware, um Computador é uma rede local confinada, constituída de estações ligadas entre si através de dois barramentos de 2,5 Mbps cada, conforme mostrado na figura 1.

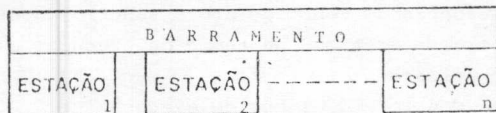


Figura 1 : Estrutura Hardware do Computador

Cada estação é constituída de placas processadoras ligadas através de linhas seriais. Os tipos de placas constituintes das estações são as seguintes:

- Placa Processadora Central (PB): esta placa está pre-

sente em todos os tipos de estação; possui interfaces para até cinco placas periféricas através de linhas seriais de 800 Kbps.

- Placa de Expansão de Memória (MB): é utilizada para expansão de memória RAM da placa PB (até 756 Kbytes).

- Placa de Intercomunicação (IB): responsável pelo encaminhamento, através dos barramentos, de mensagens trocadas entre placas PBs de estações distintas; forma, juntamente com os barramentos que interligam as estações, o chamado Sistema de Intercomunicação. Nessa placa executa-se o Protocolo de Rede Local do tipo "Token-Passing-Bus".

- Placa Processadora de Linha (LB): é a placa que provê as interfaces para as linhas de assinantes e troncos; existem três tipos de placas de linhas:

- LB2 - provê interface para duas linhas síncronas de até 64 Kbps;

- LB8 - provê interface para oito linhas síncronas ou assíncronas de até 9600 bps;

- LB16 - provê interface para dezesseis linhas síncronas ou assíncronas de até 2400 bps.

- Placa Controladora de Disco (DB): controla uma Unidade de Disco Winchester (WDU).

Todas as placas, com exceção da placa MB, possuem um conjunto de LEDs no painel frontal e um conjunto de chaves do tipo "dip switch" que permite que a placa seja configurada adequadamente.

Com essas placas podem-se configurar três tipos de estações:

- Estação Básica (BST);
- Estação de Linhas (LST);
- Estação de Disco (DST).

A configuração dessas estações em termos de placas é mostrada na figura 2.

A configuração de um Computador deve incluir obrigatoriamente uma Estação de Disco, uma Estação Básica e estações de Linhas configuradas em função do número de acessos e seus respectivos modos e velocidades.

3 - O SISTEMA APLICATIVO

O Sistema Aplicativo do Computador está dividido em três partes: Aplicativo de Gerenciamento do Computador (MA), Aplicativo de Sinalização (SA) e Aplicativo de Co-

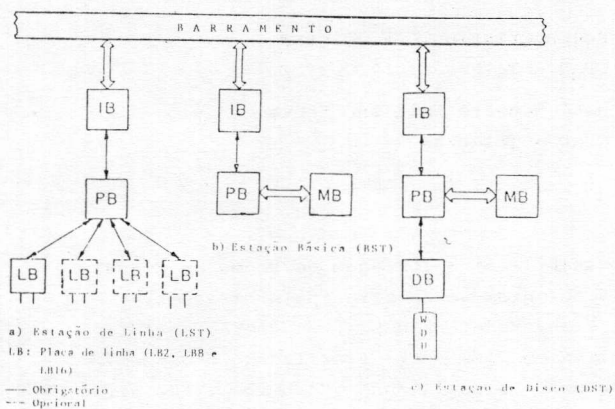


Figura 2 - Tipos de Estação

mutação e Enlaces (LA); em cada estação pode residir apenas um dos Aplicativos.

O Sistema Aplicativo MA é responsável pelas funções de Gerência do Computador, comunicação com outros elementos da rede, Gerência do Software, Carregamento Inicial e Reconfiguração do Computador; a estação que suporta esse aplicativo é a Estação de Disco DST.

O Sistema Aplicativo SA é responsável pelo Tratamento dos Pacotes de chamada, Roteamento e Gerenciamento dos Assinantes; normalmente esse Aplicativo é carregado em uma Estação Básica BST, eventualmente, numa Estação de Disco DST.

O Sistema Aplicativo LA é responsável pela execução dos Protocolos Síncrono X.25, Assíncrono X.28 e Síncrono Interno, Comutação de Pacotes e Tarifação de Tráfego; está mapeado sobre as Estações de Linhas LST.

4 - O SISTEMA OPERACIONAL

O Sistema Operacional (2), como interface entre o Hardware e o Sistema Aplicativo, está distribuído pelas placas processadoras PB, LB e DB; foi desenvolvido em linguagem Módulo 2 e Assembler 8086. A placa IB possui um software específico.

O Sistema Aplicativo é visto pelo Sistema Operacional como um conjunto de processos que trocam informações entre si. Um processo corresponde a uma "ativação" de um programa. Processos que interagem podem residir na mesma placa ou em placas diferentes. Uma dada função do Sistema Aplicativo pode ser desempenhada por vários processos/aplicativos.

As funções básicas do Sistema Operacional são:

- Gerência e Distribuição dos recursos da Placa (memória e tempo de processador) entre os processos que nela residem;
- Comunicação entre processos residentes na mesma placa, em placas diferentes ou estações diferentes;
- Facilitar e disciplinar a manipulação pelo Sistema Aplicativo dos seguintes dispositivos:
 - . LEDs;
 - . Disco;
 - . Linhas de Assinantes e Troncos;
- Supervisão dos recursos hardware (memória, periféricos e capacidade de comunicação) a nível de placa, estação e computador;

- Carregamento inicial do Software Aplicativo e reconfiguração do Computador.

A interface entre o Sistema Operacional e o Sistema Aplicativo é feita de duas maneiras:

- Através de operações elementares oferecidas pelo Sistema Operacional denominadas primitivas;
- Através de troca de informações contidas em blocos de memória (mensagens).

O Sistema Operacional está dividido funcionalmente nas seguintes camadas:

- a) Núcleo Básico: Presente em todas as placas sendo responsável principalmente pela gerência dos recursos da placa e comunicação entre processos.
- b) Interface Hardware: Responsável por facilitar a manipulação dos periféricos da placa. Cada placa possui uma subcamada da Interface Hardware de acordo com os periféricos que possui.
- c) Sistema de Arquivos: Presente apenas na Placa de Disco.
- d) Supervisão e Controle: Responsável pelo carregamento e supervisão dos recursos do Computador.

A figura 3 ilustra as interfaces entre o Sistema Aplicativo e as várias camadas do Sistema Operacional.

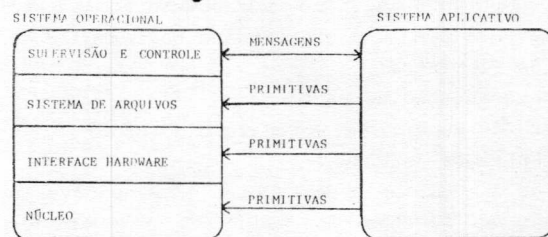


Figura 3 - Interface entre Sistema Operacional e Aplicativo

4.1 - GERÊNCIA DE RECURSOS

a) Memória

Cada placa tem um trecho de memória reservada para trabalho; esse trecho é dividido em blocos de tamanho fixo cujo conjunto é denominado buffer-pool. Esses blocos são utilizados principalmente para a troca de mensagens.

O Sistema Operacional fornece primitivas para a alocação e liberação de blocos do buffer-pool por um processo. Fornece também uma primitiva que devolve informações a respeito da memória disponível para o Sistema Aplicativo (número de blocos disponíveis e número total de blocos do buffer-pool existentes).

b) Tempo do Processador

A gerência do tempo do processador é decomposta em duas partes: controle de tempo de execução e controle de temporizações.

b.1) Controle de Tempo de execução

O tempo de execução de cada processo é controlado através de sua prioridade. Enquanto o processo não se bloquear e nenhum processo de prioridade maior necessitar do processador, este processo continuará a ser executado.

b.2) Controle de Temporizações

Os processos Aplicativos precisam temporizar even

tos. Para isso eles solicitam ao Sistema Operacional, através de uma primitiva, a ativação de uma temporização. O tempo é contado e quando ocorre o esgotamento da temporização o processo é notificado através de mensagem. O Sistema Operacional oferece também uma primitiva que permite o desligamento de uma temporização antes que ela se esgote.

4.2 - COMUNICAÇÃO ENTRE PROCESSOS

A comunicação entre processos é feita através de troca de mensagens. Uma mensagem é constituída por um bloco de buffer-pool; um bloco é dividido em: um apontador para o próximo bloco, um cabeçalho e o chamado campo de informação. O cabeçalho é usado pelo Sistema Operacional para manipular as mensagens; o campo de informação é utilizado pelo Sistema Aplicativo para a troca de informações entre processos. As mensagens são trocadas através de mailboxes (filas de mensagens). Um processo pode ter mailboxes de entrada (filas de mensagens recebidas) e mailboxes de saída (filas de mensagens enviadas).

A figura 4 ilustra a comunicação de três processos através de mailboxes. Como podemos observar, uma mailbox de entrada de um processo pode estar associada a um conjunto de mailboxes de saída de diferentes processos. Porém, uma mailbox de saída só pode estar associada a uma única mailbox de entrada.

As mailboxes de entrada são criadas na criação dos processos; as mailboxes de saída são criadas através de primitiva oferecida pelo Sistema Operacional. O Sistema Operacional oferece também primitiva para redefinir uma mailbox de saída, isto é, mudar a mailbox de entrada associada a ela.

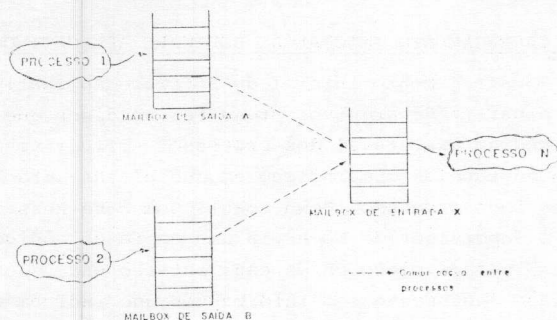


Figura 4 - Comunicação entre Processos através de Mailboxes

Para a comunicação entre processos, o Sistema Operacional oferece primitivas para envio e recepção de mensagens. Mensagens podem ser trocadas entre processos residentes na mesma placa, em placas diferentes da mesma estação e entre estações diferentes. O Sistema Operacional possibilita também a comunicação entre processos através do uso de memória compartilhada.

4.3 - MANIPULAÇÃO DOS PERIFÉRICOS DA PLACA

O Sistema Operacional faz toda a programação dos dispositivos hardware que controlam os periféricos das placas e oferece ao Sistema Aplicativo primitivas que lhe permitem a manipulação desses periféricos.

Os periféricos das placas são os seguintes:

- - LEDs do painel frontal - presentes em todas as placas processadoras;
- Disco - controlado pela placa DB;
- Linhas de assinantes e troncos - presentes nas placas LBs.

a) Manipulação dos LEDs

Os painéis frontais das placas processadoras (PB, DB, LBs), possuem dois LEDs utilizados pelo Sistema Operacional e oito LEDs de propósito geral que podem ser manipulados pelo Sistema Aplicativo.

Os conceitos de "ciclos de amostragem de LEDs" e de "banco de ciclos" são utilizados para aumentar logicamente o número dos LEDs de propósito geral. A cada banco de ciclo está associado um conjunto de ciclos de amostragem, durante os quais, por um intervalo de tempo, será amostrada uma dada configuração dos LEDs.

O Sistema Operacional fornece primitivas que permitem ao Sistema Aplicativo as seguintes operações:

- definir o número de bancos de ciclos e os respectivos números de ciclos em cada banco;
- definir a configuração dos LEDs de um ciclo de um determinado banco de ciclos;
- ligar um LED de um ciclo em um determinado banco de ciclos;
- desligar um LED de um ciclo em um determinado banco de ciclos.

b) Manipulação do Disco

O Sistema Operacional da placa DB oferece as seguintes operações sobre os arquivos do disco Winchester:

- criação de um arquivo;
- abertura de um arquivo para leitura ou escrita;
- fechamento de um arquivo;
- deleção de um arquivo;
- cálculo do tamanho de um arquivo em termos de setores escritos/alocados;
- modificações do nome de um arquivo;
- escrita/leitura de um setor (256 bytes) em um arquivo;
- verificação da existência de um arquivo em disco.

c) Manipulação das Linhas de Assinantes e Troncos

As facilidades oferecidas pelo Sistema Operacional das placas LBs para a manipulação das linhas são divididas em três grupos:

- independentes do tipo de linha;
- relacionadas às linhas assíncronas;
- relacionadas às linhas síncronas.

c.1) Facilidades independentes do tipo de linha

As operações que independem do tipo de linha são:

- conexão de uma linha: utilizada para abrir uma linha ao tráfego;
- desconexão de uma linha: utilizada para fechar uma linha ao tráfego;
- verificação dos sinais de modem: utilizada para verificar o estado dos sinais de modem que não geram interrupção; os estados dos sinais que geram interrupção na transição são passados pelo Sistema Operacional para os processos do Sistema Aplicativo através de "caracteres-aviso" (processos que manipulam linhas assíncronas) ou "quadros-aviso" (processos que manipulam linhas síncronas).

- testes em linhas: para a realização de testes em uma linha ela é colocada em "loop", solicitado pelo Sistema Aplicativo através de primitiva; podem ser estabelecidos três tipos de "loop" dependendo do testes que se deseja realizar:

- . loop interno: usado para testes internos à placa LB;
- . loop local: usado para testar o modem local;
- . loop remoto: usado para testar a linha e o modem remoto.

Após a realização do teste desejado o Sistema Aplicativo deve solicitar o desligamento do "loop".

c.2) Facilidades relacionadas às linhas assíncronas

Para a manipulação de linhas assíncronas o Sistema Operacional oferece primitivas para a realização das seguintes operações:

- detecção e alteração da velocidade de uma linha;
- recebimento de caracteres: utilizada tanto para o recebimento de caracteres normais recebidos pela linha, quanto para o recebimento dos chamados "caracteres-aviso", enviados pelo Sistema Operacional;
- envio de caracteres pela linha;
- envio de uma sequência de condição de "break" pela linha;
- alteração do número de "stop-bits": se o número de "stop-bits" não for definido, é assumido o valor padrão 1,5.

c.3) Facilidades relacionadas às linhas síncronas

Para a manipulação de linhas síncronas o Sistema Operacional oferece primitivas para:

- recebimento de quadros pela linha: internamente à placa LB, um quadro pode ser visto como uma mensagem, pois suas informações são armazenadas em blocos do buffer-pool e recebidas pelos processos Aplicativos através de mailboxes. A primitiva é utilizada tanto para o recebimento de quadros normais recebidos pela linha, quanto "quadros-aviso" semelhantes aos "caracteres-aviso" recebidos pelos processos que tratam linhas assíncronas. Permite ainda o recebimento de mensagens.
- envio de quadros pela linha;
- colocação de "flags" ou "idle" na linha.

4.4 - SUPERVISÃO DOS RECURSOS HARDWARE

O Sistema Operacional possui processos que auxiliam na supervisão e controle do hardware do Computador. Esses processos estão organizados de forma hierárquica em três níveis: o nível mais baixo da hierarquia são os Supervisores de Placa presentes nas placas PBs, DBs e LBs do Computador; o nível intermediário é constituído pelos Supervisores de Estação presentes nas placas PBs e, finalmente, temos o Supervisor de Nó presente apenas na placa PB das estações DSTs do Computador. Esses processos se comunicam com os processos de nível inferior/superior através de mensagens (ver figura 5).

O Supervisor de Nó se comunica com os processos do Sistema Aplicativo que fazem a Gerência do Computador para a notificação de falhas e recebimento de pedidos de ações. As principais funções executadas por esses processos são:

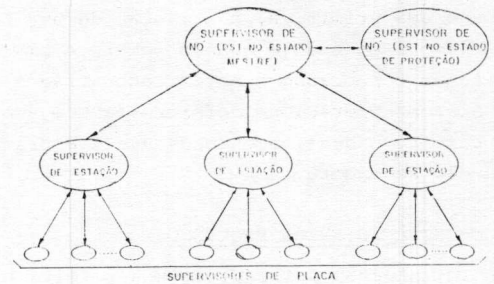


Figura 5 - Estrutura da Camada de Supervisão e Controle do Sistema Operacional

- Carregamento inicial do Software Aplicativo do Computador e Reconfiguração de Estações a pedido do Sistema Aplicativo;

- Supervisão a Nível do Computador, das falhas do hardware, detetando e indicando a falha a nível de unidade processadora, existe uma supervisão periódica do estado de operacionalidade entre cada Supervisor de Estação e os Supervisores de Placa de sua estação e entre o Supervisor de Nó e os Supervisores de Estação com a finalidade de detetar falhas;

- Atendimento a pedido do Sistema Aplicativo para: reconfiguração do Computador, conexão ou desconexão de uma estação em relação ao Sistema de Intercomunicação, fornecimento de informações sobre o estado de uma estação e do Sistema de Intercomunicação;

- comunicação ao Sistema Aplicativo de eventos como: falhas no hardware ou no Sistema de Intercomunicação, e mudança do estado de uma estação ou do Sistema de Intercomunicação; as alterações no Sistema de Intercomunicação são comunicadas ao Supervisor de Estação pelo Software da placa IB.

4.5 - CARREGAMENTO INICIAL DO SOFTWARE APLICATIVO

O carregamento inicial do Software Aplicativo é feito a partir de arquivos presentes no disco que contém o código executável dos processos Aplicativos e arquivos de tabelas que indicam em que placas serão carregados cada processo (Down Load). Com base nessas tabelas o Supervisor de Nó envia uma cópia do código do processo para a placa PB de cada estação onde ele será carregado juntamente com informações que indicam em que placas ele deve ser carregado. O Supervisor de Estação, por sua vez, envia uma cópia do código para cada placa de sua estação onde ele é colocado na memória pelo Supervisor de Placa.

5 - CONCLUSÃO

O Sistema Operacional do Computador COMPAC, além das funções básicas de gerenciamento de recursos hardware normalmente oferecidas por um Sistema Operacional, possui também facilidades para que o Sistema Aplicativo possa utilizar os recursos do hardware sem se preocupar com as particularidades do mesmo. Possui ainda mecanismos que permitem detecção de falhas a nível de hardware e auxiliam na Gerência do Computador.

Devido ao seu projeto modular, o Sistema Operacional do Computador COMPAC pode ser aproveitado também pa

ra outros equipamentos do Sistema COMPAC, como por exemplo: Concentrador Multiprotocolo COMPAC, Gerador de Tráfego Multiprotocolo COMPAC e Interfaceador RDSI/Pacote (IP-Interworking Port). Poderá ainda ser aproveitado para futuros equipamentos a serem desenvolvidos para novos Serviços Telemáticos, que utilizarão a Tecnologia COMPAC como base.

6 - REFERÊNCIAS

- (1) O Sistema COMPAC para Redes de Comunicação de Dados
J.R.Emiliano L., Fernando C.A.J., E.C.Grizendi
5º Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores, 1987.
- (2) Especificação de Definição do Sistema Operacional
COMPAC - CPqD - Telebrás, 1987.